

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Российская академия наук**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и  
ароматических растений»**

**«Роль метаболомики в  
совершенствовании  
биотехнологических средств  
производства»**

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**



**2019**

---

---

**II Международная научная конференция  
«Роль метаболомики в совершенствовании  
биотехнологических средств производства»**

по направлению  
«Метаболомика и качество жизни»

**Организаторы конференции:**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская академия наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и  
ароматических растений»

6 – 7 июня 2019 г., ФГБНУ ВИЛАР

г. Москва

---

---

ISBN 978-5-87019-086-0

УДК 633.88:615.45: 615.3:577:57.04



9 785870 190860

ББК: 42: 52.8: 24.2: 24.4.

Председатель редакционного совета: Сидельников Н.И.

**Редакционный совет:**

Быков В.А. академик РАН, д.т.н., профессор

Савченко И.В. академик РАН, д.б.н.

Мизина П.Г. д.фарм.наук, профессор

Морозов А.И. д.с.-х.н.

Осипов В.И. д.б.н.

Савин П.С. к.б.н.

Сайбель О.Л. к.фарм.н.

Семкина О.А. к.фарм.н.

Ферубко Е.В. к.мед.н.

Хазиева Ф.М. к.б.н.

**Ответственные секретари:**

Бабенко А.Н. к.б.н., Дыдыкина А.А.

**Материалы публикуются в авторской редакции**

© ВИЛАР, 2019-06

© Коллектив авторов

---

---

## Содержание

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*OREGANUM VULGARE L.*)

**О.В. Ковзунова, В. Н. Решетников** ..... 18

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ РОДА *PLANTAGO L.* ЮЖНОГО УРАЛА

**О.Н. Немерешина, Н.Ф. Гусев** ..... 24

COMPARATIVE ANALYSIS OF MINERALS IN RAW PLANT MATERIAL AND EXTRACTS OF THREE *PLANTAGO* SPECIES GROWING AT ALLUVIAL SOIL TYPE IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS

**Eugenia R. Gatiatulina, Olga N. Nemereshina, Elizaveta V. Popova, Alexey A. Tinkov, Eduard F. Agletdinov, Anatoly V. Skalny, Olga P. Ajsuvakova, Alexandr A. Nikonov** ..... 34

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛОДОВ ВИТЕКСА СВЯЩЕННОГО *VITEX AGNUS-CASTUS L.*

**Г.В.Адамов, О.Л. Сайбель, Т.Д. Даргаева, Пупыкина К.А.** ..... 44

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ *DASIPHORA FRUTICOSA* ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

**Е.В. Андышева, Т.М. Шалдаева, Е.П. Храмова** ..... 50

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ЛИСТЯХ ГИНКГО ДВУЛОПАСТНОГО (*GINKGO BILOBA L.*)

**А. К. Ажикова** ..... 56

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА В ЛИСТЯХ АМАРАНТА ПЕЧАЛЬНОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.А. Беляева, И.М. Коренская** ..... 61

ЛИСТЯ ЕЖЕВИКИ РАЗНЫХ СОРТОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ – АНТИОКСИДАНТОВ

**Т.А. Брежнева, М.В. Попова, А.И. Сливкин** ..... 66

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СБОРА АНТИГЕПАТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ВХОДЯЩИХ В НЕГО КОМПОНЕНТОВ

**Е.В. Ферубко, В.Н. Зеленков, Е.В.Чупарина, Т.Д. Даргаева** ..... 72



---

---

ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ СБОРА АНТИГЕПАТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ВХОДЯЩИХ В НЕГО КОМПОНЕНТОВ

**Е.В. Ферубко, В.Н. Зеленков, А.А. Лапин, Т.Д. Даргаева** ..... 77

ОБРАЗОВАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ И ТКАНЯХ МИКРОКЛОНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *DIOSCOREA NIPPONICA MAKINO*.

**Е.А.Калашникова, Р.Н.Киракосян, С.М.Зайцева,**  
**Доан Тху Тхуи** ..... 82

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫХ ИЗВЛЕЧЕНИЙ ИЗ ЛАБАЗНИКА ВЯЗОЛИСТНОГО

**Н. А. Холоимова, И. Г. Антропова** ..... 91

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.И. Хусаинова, Т.К. Рязанова, А.В. Куркина, В.А. Куркин,**  
**О.В. Сазонова** ..... 97

АЛКАЛОИДЫ ВАСИЛИСТНИКА ВОНЮЧЕГО (*THALICTRUM FOETIDUM L.*), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ГРУЗИИ

**Л. Г. Кинцурашвили** ..... 102

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА АЗИМИНЫ ТРЕХЛОПАСТНОЙ *ASIMINA TRILOBA (L.) DUNAL*

**С.В. Клименко, А.З. Кухарска, О.В. Григорьева** ..... 107

ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОНОТЕРПЕНОВ НА АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА

**Н.А. Коваленко, Т.И. Ахрамович, Г.Н. Супиченко, А.Г. Шутова,**  
**В.Н. Леонтьев** ..... 114

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ *REYNOUTRIA SACHALINENSIS (F. SCHMIDT) NAKAI* И *R. × BOHEMICA CHREYЕК & CHRTKOVA (POLYGONACEAE)* 118

**А.Г. Куклина, Н.С. Цыбулько** ..... 118

СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЦВЕТКАХ БОЯРЫШНИКА ПОЛУМЯГКОГО

**В.А. Куркин, О.Е. Правдивцева, Т.В. Морозова, И.Х. Шайхутдинов,**

---

---

<b>А.А. Кретьова</b> .....	<b>123</b>
ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТА ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО	
<b>Е.Н. Курманова, О.П. Шейченко, Е.В. Ферубко, Р.К. Курманов</b> .....	<b>127</b>
ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЮЗНИКА ЕВРОПЕЙСКОГО ( <i>LYCOPUS EUROPAEUS</i> L.) И ЗЮЗНИКА ВЫСОКОГО ( <i>LYCOPUS EXALTATUS</i> L.) ТРАВЫ ЭКСТРАКТОВ СУХИХ В УСЛОВИЯХ «ОСТРОГО» ОПЫТА	
<b>О.С. Кузина, М.В. Боровкова, Л.В. Крепкова</b> .....	<b>131</b>
ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБАЗНИКА ВЯЗОЛИСТНОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	
<b>А. А. Кузьменко, И. М. Коренская</b> .....	<b>136</b>
ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ АМАРАНТА ПЕЧАЛЬНОГО ( <i>AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS</i> L.)	
<b>И.М. Коренская, О.А. Колосова, И.Е. Измалкова</b> .....	<b>142</b>
УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА РОССИИ	
<b>Е.А. Лугинина, Т.Л. Егошина</b> .....	<b>146</b>
ХИМИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ В СЕМЕЙСТВЕ ЯСНОТКОВЫЕ – <i>LAMIACEAE</i> L.	
<b>Е.Л. Маланкина, Л.Н. Козловская</b> .....	<b>151</b>
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КУЛЬТУРЫ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ	
<b>Э.В. Марамохин, К.В. Малахова, Д.Н. Зонтиков, М.В. Сиротина</b> .....	<b>159</b>
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НЕКОТОРЫХ ИСТОЧНИКОВ ГЕСПЕРИДИНА	
<b>К.Г. Мартиросян, А.А. Шамилов, Е.Р. Гарсия</b> .....	<b>163</b>
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТА ГУСТОГО ИЗ БИОМАССЫ <i>CHLORELLA VULGARIS</i> BEYERINCK	
<b>А.В. Митишев, Е.Ф. Семенова</b> .....	<b>170</b>

---

---

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО

**Е.И. Молохова, В. Д. Белоногова** ..... 175

ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛА ЧЁРНОГО ТМИНА

**А.Р. Мубинов, Т.К. Рязанова, В.А. Куркин, Е.В. Авдеева** ..... 181

PHARMACOGNOSTIC CHARACTERISTICS OF PORTULACA OLERACEA (*PORTULACA OLERACEA* L.) (LITERATURE REVIEW)

**Nasser Raudas Abdul Hakim, Potanina Ol'ga Georgievna** ..... 187

АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ *AMARANTHUS RETROFLEXUS*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**К.А. Нугуманова, О.В. Дрюк** ..... 195

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В РАЗЛИЧНОМ СЫРЬЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И СОРТОВ ПИОНА

**А.А. Реут** ..... 201

ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАТРИНОЗИДОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ АНКСИОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СЫРЬЯ И СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ФИТОПРЕПАРАТА ПАТРИНИИ

**О.Н. Саванец, А.В. Малявко** ..... 207

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТРАВЫ ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ И КСАНТОРИИ НАСТЕННОЙ, КАК ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

**А.П.Северин, Б.В.Папонов** ..... 212

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОРНЕЙ И НАДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ СИНЕГОЛОВНИКА КАВКАЗСКОГО И СИНЕГОЛОВНИКА ПЛОСКОЛИСТНОГО

**Е.А. Щербакова, Д.А. Коновалов** ..... 218

НЕЙРОПРОТЕКТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *ALFREDIA NIVEA*

**Шилова И.В., Суслов Н.И.** ..... 223

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО КУЛЬТИВИРУЕМОГО В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**О. Н. Шплис, Н. Э. Коломиец, Н. Ю. Абрамец,  
Н. И. Каракчиева, Е. Б. Дайбова, Р.А. Бондарчук,**

---

---

**Л.В. Жалнина ..... 228**

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ АЛКАЛОИДЫ, *VINCA HERBACEA WALDST. ET KIT.* И *PEGANUM HARMALA L.*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ГРУЗИИ.

**Н.С. Вачнадзе, В.Ю. Вачнадзе, Т.Ш. Суладзе, К.З. Мchedлидзе, М. Сулаквелидзе, В.Д. Мшвилдадзе ..... 234**

СКРИНИНГ МЕМБРАНОПРОТЕКТОРНОЙ И ПРОТИВОЯЗВЕННОЙ АКТИВНОСТИ СОКА ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО В ДОКЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**А. А. Верлина, А. В. Бузлама, А. А. Гудкова, А. С. Чистякова ..... 239**

ЭНДО- И ЭКЗОФИТОЛЕКТИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОЛОГИИ И ФИТОМИКОПАТОЛОГИЯХ

**А.А. Ямалеева, Р.Г. Фархутдинов ..... 245**

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ СЕМЯН ПАСТЕРНАКА

**В.Н. Зеленков, А.А. Лапин, П.В. Крутов, Т.Д. Даргаева ..... 263**

АНАЛИЗ ДИНАМИК УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СБОРА ГЕПАТОПРОТЕКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ИЗЛУЧЕНИИ ПРИ ДОСУШИВАНИИ ОБРАЗЦОВ

**В.Н. Зеленков, Е.В. Ферубко, Т.Д. Даргаева ..... 267**

ПОКАЗАТЕЛИ СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ДЛЯ СЕМЯН КАЛЕНДУЛЫ, ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ В ТЕСТЕ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ ПРИ 105°C

**В.Н. Зеленков, А.А. Лапин, Н.Ю. Свистунова ..... 274**

ИРИДОИДНЫЕ ГЛИКОЗИДЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *ALCHEMILLA SUBCRENATA* BUSER., *ANDROMEDA POLYFOLIA L.* И *VERONICA CHAMAEDRIS L.* ПРИБАЙКАЛЬЯ

**М.А. Живетьев, К.А. Кириченко, И.А. Граскова ..... 278**

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ МЯТЫ

**Е.В. Жученко, Н.Н. Маркелова, Е.Ф. Семенова ..... 284**



---

---

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЭРВЫ ШЕРСТИСТОЙ  
В КРЫМУ И НА ЮГЕ РОССИИ

**А.А. Коростылев, Л.А. Логвиненко, О.М. Шевчук .....294**

СЕЛЕКЦИЯ ИНТЕНСИВНЫХ СОРТОВ ТОПИНАМБУРА И ТОПИНСОЛНЕЧ-  
НИКА

**Н.С. Купцов, Е.Г. Попов, Б.Ю. Аношенко, В.В. Титок .....301**

ЭДАФИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВО-  
НОИДОВ В ЛИСТЬЯХ ИВЫ ТРЕХТЫЧИНКОВОЙ

**Н.А. Кузьмичева .....308**

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ РЕАКЦИИ *FERULA FOETIDA*  
НА ЛИМИТ ФАКТОРЫ ПУСТЫННОЙ СЕРДЫ ОБИТАНИЯ ПОЛУОСТРОВА  
МАНГЫШЛАК

**М.С. Сагындыкова, А.А. Иманбаева .....313**

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВОЙ И КЛУБНЕВОЙ ЧАСТЕЙ  
ТОПИНАМБУРА СОРТА СКОРОСПЕЛКА ПРИ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТКАХ  
РАСТЕНИЙ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ

**В.Н. Зеленков, А.А. Лапин, М.Н. Павлов, З.И. Усанова,  
В.П. Барышок, В.В. Потапов .....325**

ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ СБОРА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ЦЕНТРАЛЬ-  
НОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

**Т.В. Баранова .....331**

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТИ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Д.С. Елагина, Н.С. Архипова, Н.В. Степанова .....340**

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОРТОВ СЕЛЬДЕРЕЯ КОРНЕВОГО В УСЛОВИ-  
ЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**М.И. Иванова, К.Л. Алексеева, Д.Н. Балеев, А.В. Корнев,  
А.Ф. Бухаров, А.И. Кашлева .....346**

ЭКЗОГЕННАЯ МОБИЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *LYCOPUS EUROPAUES L.*)

**Н.И. Ковалев .....352**

---

---

ЭКЗОГЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА  
В СЫРЬЕ МЯТЫ ДЛИННОЛИСТНОЙ

**О.М. Савченко** .....359

РАЗЛИЧИЕ ПРОДУКЦИИ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР, ПОЛУЧЕННОЙ  
В МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**В.В. Носиков, В.А. Литвинский** .....365

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ И ЭКЗОГЕННАЯ МОБИ-  
ЛИЗАЦИЯ ЕЕ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА

**Л.О. Сушкова** .....368

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НОВЫХ ФОРМ САХАРНОЙ  
СВЕКЛЫ

**Е.Н. Васильченко, Е.О. Колесникова** .....371

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИСТЬЕВ  
ПЛЮЩА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В КРЫМУ

**А.А. Солодухина, А.А. Гудкова, Т.А. Брежнева,  
А.И. Сливкин** .....376

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ РОДА *ALLIUM* L. КОЛЛЕКЦИОННОГО  
ПИТОМНИКА ФНЦО

**Т.М. Середин, А.Ф. Агафонов, В.В. Шумилина, Е.В. Баранова,  
Т.Е. Шевченко** .....382

ИНТРОДУКЦИЯ *ROSA CINNAMOMEA* В ВОСТОЧНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ, ОСО-  
БЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ В ПЛАНТАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЕ

**Г.А. Сурхаев, Л.П. Рыбашлыкова** .....390

ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *CONVALLARIA MAJALIS* L. В АНТРОПОГЕННО НАРУ-  
ШЕННЫХ АССОЦИАЦИЯХ НИЖЕГОРОДСКОГО МЕГАПОЛИСА

**Е.В. Невидомова, А.М. Невидомов, С.В. Залесов** .....397

PLANT GENETIC RESOURCES INFORMATION SYSTEM OF SLOVAKIA  
(GRISS)

**Ľ. Mendel, I. Čičová** .....405

КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ,  
ИСПОЛЗУЕМЫХ В МЕДИЦИНЕ В НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕ-  
СПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

**И.Б. Мамедов, Т. Пашаев, А. Г. Марданлы, С. Велиева, С.Г. Мар-**

---

---

данлы, Е.А. Ситникова .....	411
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЯ МЯТЫ ЛУГОВОЙ (MENTHA ARVENIS L.) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ.	
Т.И. Иосебидзе, М.Н. Убирия, М.Г. Куридзе .....	416
СЕЛЕКЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА НУТРИЕНТНУЮ ЦЕННОСТЬ ЛИПИДОВ СЕМЯН	
Я.Н. Демурин, О.М. Борисенко, Т.М. Перетягина .....	420
МОБИЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА И ВОПРОСЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КРАПИВЫ ( <i>URTICA DIOICA</i> L.) В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
В.И. Чернявских, Е.В. Думачева, Д.В. Думачев .....	426
СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ <i>IN VITRO</i> ДЛЯ МОБИЛИЗАЦИИ У РЕГЕНЕРАНТОВ <i>BETA VULGARIS</i> L. АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ К ИОННОМУ СТРЕССУ	
Н.Н. Черкасова, Е.О. Колесникова .....	431
ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ <i>CHLORELLA VULGARIS</i> WEIJ. К ВОЗДЕЙСТВИЮ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ	
О.И. Боднар, В.В. Грубинко .....	436
АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНО-ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА	
М.В. Воронков, В.А. Волков, В.М. Мисин .....	443
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ЭКСТРАКТЕ ТРАВЫ <i>ASTRAGALUS PHYSODES</i> L.	
М.У. Сергалиева, М.А. Самотруева, Д.А. Ахадова, Э.И. Абдулкадырова, А.С. Муканалиева, Ж.К. Кайырова .....	450
МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ ПАПАЙИ ( <i>CARICA PAPAYA</i> L.)	
Р.И. Нугуманова, Н.В. Кудашкина .....	455
ЛЕТУЧИЕ СОЕДИНЕНИЯ НАСТОЙКИ ГОМЕОПАТИЧЕСКОЙ МАТРИЧНОЙ КИРКАЗОНА ОБЫКНОВЕННОГО ( <i>ARISTOLOCHIA CLEMATITIS</i> L.)	

---

---

**Я.Ф. Копытько, Н.С. Цыбулько ..... 460**

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ АМИНОКИСЛОТ В КОРЕ *SALIX CARPEA* L.

**Э.И. Абдулкадырова, Д.А. Ахадова, М.У. Сергалиева,  
А.Р. Рахметулланова, А.А. Тлек ..... 467**

ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАТРИНОЗИДОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ АНКСИОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СЫРЬЯ И СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ФИТОПРЕПАРАТА ПАТРИНИИ

**О.Н. Саванец, А.В. Малявко ..... 472**

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ «ПЛОДЫ» ПО ЧИСЛОВОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ «ВЛАЖНОСТЬ»

**Д.А. Жданов, В.Б. Браславский, В.А. Куркин,  
А.П. Поздеева ..... 477**

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ЛИСТЬЯХ ЛОПУХА БОЛЬШОГО

**Н.А. Дьякова ..... 484**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ ЦВЕТКАХ МЕТОДОМ ВЭЖХ

**Д.В. Моисеев, С.И. Марченко, А.М. Моисеева ..... 490**

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЛИСТЬЕВ ТОЛОКНЯНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI* (L.) SPRENG.)

**В.А. Куркин, Т.К. Рязанова ..... 494**

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ПЕРЕСЧЕТЕ НА РУТИН В ТРАВЕ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО

**Н.А. Дьякова ..... 500**

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ МЕТОДОМ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ДРАЖЕ «ТОНЗИЛГОН Н»

**Н.В. Бобкова, В.А. Ермакова ..... 507**

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТОЕК ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA* L.)



---

---

**Е.А. Куприянова, В.А. Куркин, В.М. Рыжов ..... 514**

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ГУСТОМ ЭКСТРАКТЕ ИЗ СЛОЕВИЦ ЛИШАЙНИКА РОДА *CLADONIA*

**С.И. Ямщикова, А.В. Никулин, В.Н. Дул, О.Г. Потанина,  
Р.А. Абрамович ..... 519**

ТСХ-ПРОФИЛЬ АНТОЦИАНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ

**М.А. Рудая, О.В. Тринеева, А.И. Сливкин, С.М. Фомин ..... 527**

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАСТОЕК НА ОСНОВЕ ТРАВЫ МОНАРДЫ ДУДЧАТОЙ (*MONARDA FISTULOSA* L.) МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

**А.С. Лапина, В.А. Куркин ..... 531**

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ В ФАРМАКОПЕЙНОМ АНАЛИЗЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРЕПАРАТОВ

**В.А. Куркин ..... 536**

КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ЦВЕТКИ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ В СТАНДАРТИЗАЦИИ

**П.В. Афанасьева, А.В. Куркина, О.В. Шарова ..... 543**

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРАХИНОНОВ МАРЕНЬКИНОЙ КОРНЕВИЦЫ И КОРНЕЙ

**А.А. Романюк, Д.В. Моисеев ..... 548**

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТОЕК ПОЧЕК КАШТАНА КОНСКОГО (*AESCLUSUS HIPPOCASTANUM* L.) МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

**П.В. Белов, В.А. Куркин ..... 552**

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ОСНОВЫ ДЛЯ ГЕЛЯ НА ОСНОВЕ СУХОГО ЭКСТРАКТА ДОННИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО

**М.В. Ароян, А.О. Иртегова, И.Е. Каухова ..... 558**

---

---

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У ВИДОВ РОДА *ROSA* L. В НИЖ-  
НЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**А.С. Соломенцева** ..... 563

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ КОРНЕЙ И ЛИСТЬЕВ *RHEUM RHAPONTICUM* В  
КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТОРОВ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СОИ И КУКУРУЗЫ

**А.А. Гладкая, Л.Ф. Волощук, В.А. Тодираш, Т.Н. Настас** ..... 575

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ И  
ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ВИДОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ РОДА *PHLOMIS* L.  
ВО ФЛОРЕ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

**Т.Г. Талыбов, Р.А. Алекперов, С.Г. Марданлы,  
Е.А. Ситникова** ..... 581

ДИЗАЙНО-ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДЕКОРАТИВНОГО ПОДСОЛНЕЧНИ-  
КА

**О.М. Борисенко, Т.М. Перетягина, Я.Н. Демури** ..... 586

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ  
ПРАКТИКЕ, В КОЛЛЕКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГУ «ДОНЕЦКИЙ  
БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

**Н.В. Шпилевая** ..... 593

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОНЦИДНЫХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕ-  
НИЯ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

**Н.П. Широкова** ..... 598

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ С ДУШИСТЫМИ  
ЦВЕТКАМИ, ЛИСТЬЯМИ, ПЛОДАМИ ВКЛЮЧЕННЫХ В ДЕЛЕКТУС ПАРКА  
«ДЕНДРАРИЯ» Г. СОЧИ

**И.С. Пастухова** ..... 603

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТ-  
НОЙ ДЛЯ СРЕДООБРАЗУЮЩИХ ФИТОТЕХНОЛОГИЙ

**В.И. Чернявских, Е.В. Думачева, В.В. Коноплев** ..... 606

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ  
КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

**Л.В. Анищенко** ..... 610

---

---

## Предисловие


Одним из приоритетных направлений биологической науки в настоящее время является изучение взаимосвязи генотипа и фенотипа живого организма. Однако, активное использование методов геномики, транскриптомики и протеомики показало, что эти технологии не дают всей необходимой информации.

По аналогии с тем, как геном представляет собой всю генетическую информацию, локализованную в ДНК живого организма, а протеом – все белки, то метаболом – это комплекс всех низкомолекулярных метаболитов растения с массой меньше 1500 Да.

В конце 20-го века область науки, включающая в себя набор аналитических и биоинформационных методов для количественной характеристики и идентификации всех компонентов метаболома, независимо от их химических и физических свойств превратилась в метаболомику.

В последние годы метаболомика привлекает все больший интерес, поскольку ее применение позволяет решать многие проблемы фундаментальной биологии, которые не могут быть решены с помощью других подходов, в том числе и в совершенствовании биотехнологических средств производства, которым в работе конференции уделено большое внимание.

Актуальность этого научного направления подтверждается географией ее участников. В работе конференции приняли участие зарубежные ученые из 11 стран и более 20 городов России, представляющих различные научные и учебные заведения, таких как: St. Joseph University in Tanzania, Вьетнамский национальный аграрный университет (Вьетнам), Вроцлавский университет природообустройства (Польша), Institute of biodiversity and ecosystem research Bulgarian academy of science (Bulgaria), Research Institute of Plant Production, Dept. Gene Bank (Bratislavá, Slovak Republic), Comenius University (Bratislava, Slovak Republic), ГУ «Донецкий ботанический сад» (Украина), Белорусский государственный технологический университет (Республика Беларусь), УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет (Республика Беларусь), Горийский государственный учебный университет (Грузия, г. Гори), Грузинский государственный учебный университет физического воспитания и спорта (Грузия, г. Тбилиси), Институт Биоресурсов Нахчыванского отделения НАН Азербайджана, ГНУ Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси, Институт генетики, физиологии и защиты растений (г. Кишинев, Республика Молдова), Институт фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (г. Тбилиси, Грузия), Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова (Казахстан), Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины (Украина, г. Киев), ГНУ Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, Республика Беларусь), ФГБНУ «ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова», ФГБНУ ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (г. Волгоград), ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, ФГБУН Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН (г. Благовещенск), ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (г. Белгород), Башкирский государственный университет (г. Уфа), ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» (г. Уфа), ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и



---

ароматических растений», ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» (г. Краснодар) ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» (Воронежская область), Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», ФГБОУ ВО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Киров), ФГБУН Главный ботанический сад РАН им. Н.В. Цицина, ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), ФГБУ ВО Казанский энергетический университет, ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», Медицинский институт Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (Якутск), ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина», ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет», ФГБОУ ВО Оренбургский государственный медицинский университет, ФГБНУ ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства имени профессора Б.М. Житкова, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), ФГБОУ ВО «Пермская государственная фармацевтическая академия», Пятигорский филиал ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет», ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», Российский университет дружбы народов (РУДН), ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет Минздрава России», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет», ФГБУ «Сочинский национальный парк», ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН», НИИ фармакологии и регенеративной медицины имени Е.Д. Гольдберга (г. Томск), ФГУП Центральный научно-исследовательский и проектный институт лесохимической промышленности (г. Нижний Новгород), Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск), ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Челябинск), ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Кроме научных статей, включенных в данный сборник, некоторые статьи участников конференции отобраны для опубликования в журнале «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», учредителем которого является ФГБНУ ВИЛАР. Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России (ВАК) журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий.





1

Метаболоміка

# ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ФИЗИО- ЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*OREGANUM VULGARE L.*)

**О.В. Ковзунова**

к.б.н., научный сотрудник отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси (Беларусь)

E-mail: [olga-kopa@mail.ru](mailto:olga-kopa@mail.ru)

**В. Н. Решетников**

Академик, заведующий отделом биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси (Беларусь)

Исследовали влияние сверхмалых концентраций наночастиц серебра на биохимические параметры контейнерных растений душицы обыкновенной. Показано, что многократное опрыскивание растений душицы обыкновенной препаратом наночастиц серебра во всех исследуемых концентрациях не приводило к увеличению содержания суммы оксикоричных кислот и флавоноидов. Установлено, что обработка растений раствором наночастиц серебра концентрацией 584 нМ снижает активность антиоксидантных ферментов в листьях душицы обыкновенной, что может быть индикатором снижения уровня окислительного стресса.

Ключевые слова: душица обыкновенная, метаболомика, антиоксидантные ферменты, наночастицы металлов.

## ВВЕДЕНИЕ

Урожайность сельскохозяйственных культур в Беларуси пока существенно уступает показателям европейских стран с интенсивными системами земледелия. Одна из причин отставания — низкая обеспеченность хозяйств агропромышленного комплекса микроудобрениями, необходимыми для синтеза ферментов, регулирующих скорость обменных процессов и обеспечивающих реализацию полного биологического потенциала растений. За рубежом традиционные солевые и хелатные формы микроудобрений вытесняются препаратами нового поколения на основе наночастиц микроэлементов. Основное их преимущество — высокий эффект при существенно меньших удельных расходах за счет быстрого проникновения в клетку и создания эффекта «депо» микроэлементов [1, 2]. В Беларуси заготовка лекарственных растений осложнена тем, что значительная часть территории закрыта для сбора сырья вследствие радиоактивного загрязнения, поэтому разработка способов повышения урожайности и содержания вторичных метаболитов является важной задачей. Душицы обыкновенная представляют собой источник полезных для человека веществ медицинского назначения. Оказывает местное противовоспалительное, болеутоляющее и антисептическое действие [3].

---

---

Трава *Oreganum vulgare* L. (далее душица) содержит 0,3-1,2 % эфирного масла и обладает бактерицидными свойствами благодаря содержанию в эфирном масле тимола [4]. Также в траве содержатся фенольные кислоты (до 12-20 %); флавоноиды, аскорбиновая кислота и дубильные вещества [4].

В Беларуси в рамках ГНТП «Промышленная биотехнология» разработана технология и освоено производство серии новых нанопрепаратов на основе микроэлементов Co, Mn, Cu и Fe для растениеводства и ветеринарии, не уступающих по эффективности лучшим мировым аналогам. Проведена серия лабораторных опытов на бобовых, злаковых и овощных культурах в водных и почвенных условиях позволила установить оптимальные концентрации наночастиц микроэлементов, на основании чего создан новый препарат «Наноплант». Показано, что препарат оказывает более эффективное действие на рост и развитие растений, чем применяемые в настоящее время соли и хелаты микроэлементов [5]. В настоящее время проводится серия опытов с коллоидным раствором наночастиц серебра, его влиянии на физиолого-биохимические показатели в зависимости от используемых концентраций. Известно, что наночастицы металлов способны проявлять фитотоксичность через индукцию оксидативного стресса в растительных клетках. Как и при воздействии многих абиотических и биотических стрессоров, развитие оксидативного стресса, индуцированного наночастицами металлов, происходит через повышенное образование активных форм кислорода (АФК) и перекисные процессы (ПОЛ). Генерация АФК является центральным компонентом защитной системы растений в ответ на стрессоры. АФК могут оказывать непосредственное токсическое действие на биотический стрессор или же индуцировать экспрессию защитных генов, таких как гены ферментов фенилпропаноидного пути биосинтеза вторичных метаболитов. К тому же такие металлы, как Ag, Au, Fe, Co, Mn катализируют в растительных клетках целый ряд окислительно-восстановительных реакций, прямо или опосредованно участвующих в биосинтезе вторичных метаболитов [6].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований была контейнерная культура душицы обыкновенной (сорт Грета, возраст – 7 месяцев), выращенная в условиях оранжереи ЦБС. Препарат наночастиц серебра (далее НаноAg), был синтезирован в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» на основе наночастиц нитрата серебра, стабилизированных в структуре водного коллоидного раствора с помощью композиции модифицированных биогенных полимеров. С помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой выполнен анализ состава и установлены концентрации Ag в препарате (0,1 г/л). Опытные растения душицы обыкновенной опрыскивались 5-тикратно (в течение 4 дней, затем перерыв 2 дня и еще 1 раз) рабочими растворами нанопрепаратов серебра в 3-х концентрациях: 146, 292 и 584 нМ. Контрольные растения опрыскивались дистиллированной водой. В каждом варианте было по 10 растений. Через день после окончания серии опрыскиваний снимались листья с растений (в одну повторность попадали листья с каждого растения) и проводились биохимические анализы. Экстракцию вели по [7]. Определение содержания суммы флавоноидов и оксикоричных кислот проводили согласно методике [7]. Активность пероксидазы гваялового типа и активность каталазы проводили по стандартным методикам [8,9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время известно, что наночастицы металлов, проникая в клетки растений,

вызывают ряд быстрых первичных реакций, одна из которых оксидативный стресс. Наночастицы серебра на сегодняшний день являются наиболее исследованным и широко применяемым наноразмерным металлическим материалом. Мировая наука и промышленность постоянно открывает новые возможности этого материала и создает большое количество продуктов с его применением. Наночастицы серебра обладают выраженными антимикробными, каталитическими и оптическими свойствами. Нами оценивалось содержание сумм флавоноидов и оксикоричных кислот, а также отдельных флавоноидов и оксикоричных кислот в листьях душицы обыкновенной после обработки растений наночастицами серебра [10].

Как видно из рисунка 1, серия опрыскиваний растений препаратом наночастиц серебра в концентрациях 146 и 292 нМ не привела к достоверному увеличению содержания суммы флавоноидов. В тоже время обработка растений препаратом с наивысшей из исследуемых концентраций НаноAg 584 нМ снизила содержание данных БАВ в листьях душицы обыкновенной почти на 11 % по сравнению с контрольным вариантом.

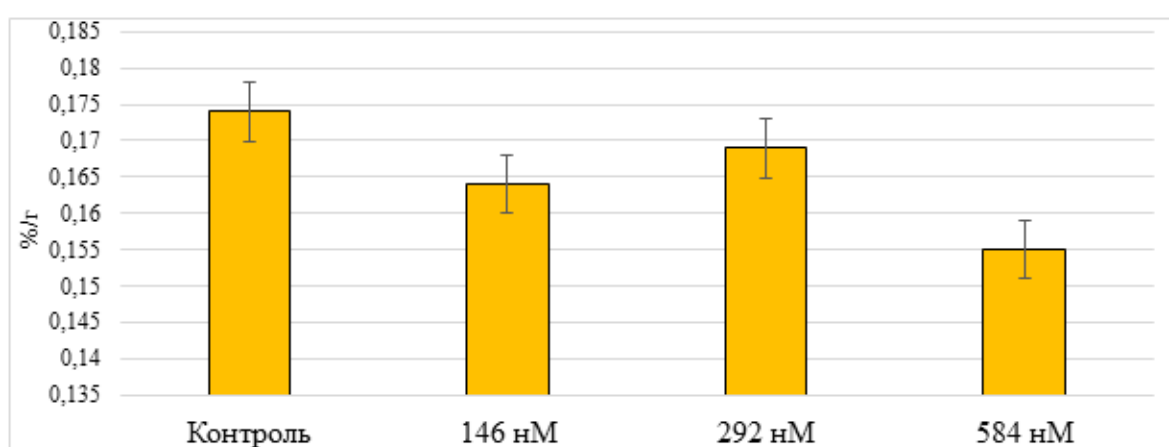


Рисунок 1 — Содержание суммы флавоноидов (в % на грамм сырой массы) в листьях душицы обыкновенной, обработанных разными концентрациями препарата наночастиц серебра

Данные, представленные в таблице 1 показывают, что многократное опрыскивание растений душицы обыкновенной препаратом наночастиц серебра во всех исследуемых концентрациях не приводило к увеличению содержания суммы оксикоричных кислот.

Таблица 1 — Содержание суммы оксикоричных кислот (в мг/г сырой массы) в контрольных листьях душицы обыкновенной и в листьях, обработанных разными концентрациями препарата наночастиц серебра

Суммарное содержание оксикоричных кислот	Контроль	Нано Ag 146 М	Нано Ag 292 М	Нано Ag 584 М
мг/ г	0,0023 ± 0	0,0023 ± 0	0,0023 ± 0	0,0023 ± 0
% к контролю	100	100	100	100

Известно, что наночастицы серебра реализуют оксидативный стресс в растительных клетках через усиленное образование перекиси водорода. АФК и *перекисные процессы* могут индуцировать экспрессию таких защитных генов растений, как гены ферментов фенилпропаноидного пути биосинтеза вторичных метаболитов (фенилаланинаммиаклиаза,



халконсинтаза, халконизомераза и др.), что в конечном итоге приводит к накоплению клетками биологически активных веществ и повышению уровня активности антиоксидантных ферментов. Нами оценивалось активность основных антиоксидантных ферментов (каталаза и пероксидаза) в листьях душицы обыкновенной после обработки растений наночастицами серебра.

Как видно из таблицы 2, серия опрыскиваний растений препаратом наночастиц серебра во всех концентрациях привела к увеличению активности пероксидазы гваякового типа при концентрации 146 и 292 нМ на 7,6 и 1,6% по сравнению с контролем. При этом максимально высокая активность ПГТ отмечена при наименьшей концентрации препарата — 146 нМ. Снижение активности пероксидазы на 21,3% отмечено при максимальной концентрации серебра.

Таблица 2 — Активность пероксидазы гваякового типа (у.е./мл экстракта) в контрольных листьях растений душицы обыкновенной и в листьях, обработанных препаратом наночастиц серебра

Активность	Контроль	Нано Ag 146 нМ	Нано Ag 292 нМ	Нано Ag 584 нМ
у.е./мл экстракта	2,387±0,194	2,569±0,094	2,425±0,208	1,879±0,163
% к контролю	100	107,6	101,6	78,7

При определении активности каталазы (таблица 3), после серии опрыскиваний препаратом наблюдалась схожая ситуация, как и с пероксидазами. Увеличение активности каталазы наблюдалось при концентрации 146 и 292 нМ по сравнению с контролем на 87,8 и 110,7% соответственно. В тоже время обработка растений препаратом со высокой концентрацией НаноAg 584 нМ из исследуемых концентраций снизила активность антиоксидантного фермента в листьях душицы обыкновенной на 22,4% по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 3 — Активность каталазы (у.е./мг белка) в контрольных листьях растений душицы обыкновенной и в листьях, обработанных препаратом наночастиц серебра

Активность	Контроль	Нано Ag 146 нМ	Нано Ag 292 нМ	Нано Ag 584 нМ
у.е./ мг белка	0,196±0,019	0,368±0,025	0,217±0,054	0,152±0,039
% к контролю	100	187,8	110,7	77,6

## ВЫВОДЫ

На основании проведенных лабораторных экспериментах можно сделать следующие выводы:

1. Серия опрыскиваний растений препаратом наночастиц серебра во всех исследуемых концентрациях не привела к достоверному увеличению содержания суммы флавоноидов, по сравнению с контролем. В тоже время обработка растений препаратом с наивысшей из исследуемых концентраций НаноAg 584 нМ снизила содержание флавоноидов в листьях душицы обыкновенной на 10,9% по сравнению с контрольным вариантом. Многократное опрыскивание растений душицы обыкновенной препаратом наночастиц серебра не отразилось на содержании суммы оксикоричных кислот.

2. Серия опрыскиваний растений препаратом наночастиц серебра в концентрации 146

и 292 нМ привело к увеличению активности пероксидазы гваякового типа по сравнению с контролем. Многократное опрыскивание растений душицы обыкновенной препаратом наночастиц серебра в концентрации 584 нМ снизило активность каталазы и пероксидазы в листьях душицы обыкновенной на 22,4 и 21,3 % по сравнению с контрольным вариантом, что может свидетельствовать о снижении уровня окислительного стресса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кугутина Н. И. Нанотехнологии в сельском хозяйстве /Курск: Курск. обл. науч. б-ка им. Н. Н. Асеева, 2012; с. 5-10.
2. Азизбекян С.Г., Домаш В.И., Кучинский М.П. Новые нанопрепараты для растениеводства и ветеринарии /<http://www.bntu.by/component/content/article/1020.html>
3. Nurzyńska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Sowa I. et al. The composition of essential oil from three ecotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* cultivated in Poland. //Farmacia. – 2012; 60, 4: 571–77.
4. Мирovich В. М., Коненкина Т. А., Федосеева Г. М. и соавт. Исследование качественного состава эфирного масла душицы обыкновенной, произрастающей в восточной Сибири. //Химия растительного сырья. – 2008; 2: 61– 4.
5. Домаш В.И., Шарпио Т.П., Забрейко С.Д. и соавт. Биопрепараты для повышения продуктивности и устойчивости растений к стрессам. 21.08.2012 Минск // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции. –2012; 29–32.
6. Siddiqui M.H., Manzer H. S., Mohamed H. A.I. Nanotechnology and Plant Sciences Nanoparticles and Their Impact on Plants // Springer International Publishing Switzerland. – 2015; 303; 6: 101–24.
7. Ширяков А.А., Марченко С.И. Государственная фармакопея Республики Беларусь / Минск, 2007; 3: 245-47.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и соавт. Методы биохимического исследования растений / Л.: Агропромиздат, 1987; с.117 - 19.
9. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и соавт. Методы биохимического исследования растений / Л.: Агропромиздат, 1987; с. 41-3.
10. L. Yin, B.P. Colman, B.M. McGill et al. Effect of silver nanoparticle exposure on germination and early growth of eleven wetland plants // PloS One. – 2012; 7, 10: 8636-48.

---

---

# INFLUENCE OF SILVER NANOPARTICLES ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE *OREGANUM VULGARE* L.

**O.V. Kovzunova**

Ph.D. (Biol.), Researcher, Department of Biochemistry and Plant Biotechnology, Centralized Biological Laboratory, National Academy of Sciences of Belarus (Belarus)

E-mail: olga-kopa@mail.ru

**V.N. Reshetnikov**

Academician, Head of the Department of Plant Biochemistry and Biotechnology, Centralized Biological Laboratory, National Academy of Sciences of Belarus (Belarus)

Summary: A study was made of the effect of ultra-low concentrations of silver nanoparticles on the biochemical parameters of *Oregano* container plants. It was shown that repeated spraying of *oregano* plants with a preparation of silver nanoparticles in all concentrations studied did not lead to an increase in the amount of hydroxycinnamic acids and flavonoids. It has been established that the treatment of plants with a solution of silver nanoparticles with a concentration of 584 нМ reduces the activity of antioxidant enzymes in the leaves of *oregano*, which can be an indicator of a decrease in the level of oxidative stress.

Key words: *Oreganum vulgare*, metabolomics, antioxidant enzymes, metal nanoparticles.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ РОДА *PLANTAGO L.* ЮЖНОГО УРАЛА

**О.Н. Немерешина**

к.б.н., доцент ФГБОУ ВО *Оренбургский государственный медицинский университет*  
e-mail: [olga.nemerech@rambler.ru](mailto:olga.nemerech@rambler.ru)

**Н.Ф. Гусев**

д.б.н., профессор ФГБОУ ВО *Оренбургский государственный медицинский университет*  
e-mail: [nikolajj-gusev19@rambler.ru](mailto:nikolajj-gusev19@rambler.ru)

Аннотация: В статье представлены результаты исследования элементного состава лекарственного растительного сырья (лист) трех видов *Plantago L.* и образцов почвы, собранные в степной зоне Южного Урала. Отмечены значительные отличия элементного состава видов *Plantago L.* (*Plantago maxima Juss. ex Jacq.*, *Plantago lanceolata L.*, *Plantago major L.*), произрастающих в сопоставимых условиях на ограниченной территории Оренбургского района в прирусловой пойме Урала. Содержание исследуемых элементов в сырье подорожников не превышает установленных в Российской Федерации нормативов для БАД. *P.maxima* характеризуется самым высоким содержанием кобальта и натрия. *P.lanceolata* отличается высокими уровнями цинка, свинца, кадмия, никеля, меди и марганца. Значительные межвидовые отличия наблюдались при оценке транслокации элементов из почвы в ассимилирующие органы подорожников. Растения *P.maxima* и *P.major* накапливают кобальт. У растений *P.maxima* и *P.lanceolata* высокий уровень накопления отмечается для токсичного элемента кадмия, а в случае *P.lanceolata* – фитотоксичного свинца. В отношении цинка, меди, натрия и хрома растения рода *Plantago* демонстрируют сходные показатели транслокации элементов из почвы в растения. У всех трех исследуемых видов *Plantago* наблюдается биологическая аккумуляция цинка.

Ключевые слова: лекарственные растения, химические элементы, биологическая аккумуляция, *Plantago L.*

### ВВЕДЕНИЕ

Специфические характеристики метаболизма различных видов растений обусловили их избирательную способность к накоплению химических элементов в тканях и органах. Содержание микроэлементов в тканях растений, произрастающих в сопоставимых условиях, до некоторой степени можно рассматривать как их видовой признак. В то же время следует учитывать влияние геохимических параметров среды на метаболизм видов и элементный состав растительного сырья [1]. Важным фактором, определяющим биохимический состав растений, считается состав и тип почв в месте произрастания. Следует учитывать и влияние промышленных предприятий на параметры окружающей среды [2, 3]. С академической точки зрения представляет интерес вопрос распределения элементов в тканях растений и

---

---

создание растениями физиологического барьера при повышенных концентрациях токсичных элементов в окружающей среде [4]. Изучение элементного состава тканей и органов растений сохраняет актуальность с позиции практической оценки качества и безопасности любого растительного сырья и является необходимым при оценке качества культивируемого и дикорастущего лекарственного растительного сырья (ЛРС).

Целью нашей работы является исследование содержания и закономерностей распределения химических элементов в тканях растений рода *Plantago L.*, произрастающих в различных биоценозах степной зоны Оренбургской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были выбраны виды рода *Plantago L.*: *Plantago major L.*, *Plantago maxima Juss. et Jacq.* и *Plantago lanceolata L.* Все вышеперечисленные виды имеют обширный ареал в степной зоне Волго-Уральского региона и характеризуются значительным обилием в фиоценозах. Отбор проб ЛРС (лист) проводился в 2017 г в конце июня в растительных сообществах Оренбургской области – на остепненных лугах в пойме реки Урал в окрестностях села Каменнозерное Оренбургского района. Параллельно проводился отбор проб почвы в местах произрастания видов *Plantago*.

Определение содержания химических элементов в образцах ЛРС подорожников проводили на базе межкафедральной лаборатории Оренбургского государственного аграрного университета согласно стандартам ГОСТ 30692-2000 для тяжелых металлов методом атомной адсорбционной спектроскопии с использованием спектрометра марки «Спектр-5» [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большинство определяемых элементов выполняют в организме растений важные биохимические функции, но способны проявлять токсический эффект при создании определенных условий. К механизмам токсического действия тяжелых металлов относится их способность хелатировать белки и другие органические соединения, а также – вызывать повышенную генерацию свободных радикалов. Многочисленные исследования содержания элементов в тканях растений свидетельствуют, что в целом растения более устойчивы к повышенным, чем к пониженным концентрациям тяжелых металлов в среде, но в ряде случаев наблюдается повышение их концентрации в тканях до критических значений, что приводит к интоксикации организма [2, 4, 6]. Значительная доля поступающих из почвы тяжелых металлов аккумулируется в корневой системе растений, что, вероятно [4], является одним из механизмов адаптации, защищающим ассимилирующие и генеративные органы.

Величины нормальных концентраций элементов, приводимые различными авторами, часто не совпадают, что объясняется как особенностями геохимических параметров среды в месте произрастания, так и механизмами адаптации видов [2, 3].

К молекулярным механизмам токсического действия тяжелых металлов в первую очередь относится образование активных форм кислорода: автоокисление и реакции Фентона и Хабера-Вейса [6].

Еще одним механизмом токсического действия тяжелых металлов является хелатирование функциональных групп в биологических молекулах (в основном сульфгидридных). Данный механизм характерен для таких редокс-неактивных тяжелых металлов, как кадмий и ртуть [4, 6]. При этом известно, что значительное повышение концентраций редокс-неактивных металлов в тканях растения также обычно сопровождается индукцией перекисного



окисления липидов [2, 6].

Для кадмия и некоторых других металлов установлена способность ингибировать антиоксидантные ферменты, особенно глутатионредуктазу [6].

В клетках растений ионы меди входят в состав активных центров многих ферментов подкласса оксидаз: полифенолоксидаз, аскорбатоксидазы и ферментов фотосинтеза [1, 7]. При накоплении высоких концентраций меди в тканях проявляется ее цитотоксическое и генотоксическое действие, так как ионы меди инициируют образование свободных радикалов.

Никель как микроэлемент, оказывающий неспецифическое действие на целый ряд металлоферментов, принимает участие во многих клеточных реакциях. Известно, что никель активирует трансминазы, аргиназу, оксалоацетатдекарбоксилазу, ускоряет окисление сульфгидридных групп в дисульфидные, ингибирует фосфатазу, стабилизирует работу трансляционного аппарата, стимулирует синтез антоцианов [1, 4, 7]. Высокие концентрации никеля в тканях также могут спровоцировать усиление перекисного окисления липидов и разрушение клеточных мембран [2].

Марганец относят к числу важнейших биогенных элементов, входит в состав некоторых металлофлавопротеидов, принимающих участие в протекании фотосинтеза, дыхания, азотфиксации, гликолиза, цикла трикарбоновых кислот и других метаболических процессов [1]. В клетках растений марганец активирует ферменты синтеза углеводов, стероидов, танидов, алкалоидов, аскорбиновой кислоты и рибофлавина [2, 12].

Цинк как один из важнейших микроэлементов входит в состав активных центров множества клеточных ферментов [1, 4, 8]. Известно, что нормальное поступление цинка в растения повышает их устойчивость к засухе и гипертермии [1, 7]. Высокие концентрации цинка в тканях проявляют генотоксическое действие [3].

К числу «тяжелых металлов» не относится изучаемый нами s-элемент натрия. В тканях живых организмов ионы натрия способствуют поддержанию водно-электролитного равновесия. Ионы натрия принимают участие в транспорте веществ через мембраны, с помощью так  $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATФазы}$ .

Магний также относится к s-элементам и не входит в число так называемых «тяжелых металлов». В клетках магний является активатором более 300 ферментов, участвующих в различных метаболических процессах [1, 4].

Железо входит в состав активного центра сложных ферментов растений, принимающих участие во многих окислительно-восстановительных процессах. Описывается роль железа в процессах фотосинтеза, тканевого дыхания, синтеза хлорофилла, метаболизме азота и серы [1, 4]. Дефицит железа в растениях приводит к хлорозу листьев и даже отмиранию молодых побегов.

Кобальт входит в состав витамина  $\text{B}_{12}$  и некоторых других кислород связывающих соединений, принимает участие в реакциях фосфорилирования, симбиотической азотфиксации и, следовательно, связан с синтезом аминокислот и алкалоидов. В литературе высказываются предположения о стимулировании ионами кобальта процесса оплодотворения растений [1, 4].

Биохимические функции хрома в растениях на сегодняшний день малоизучены, известно участие данного элемента в процессах фотосинтеза и синтезе флавоноидов [1].

Свинец и кадмий среди изучаемых тяжелых металлов считаются основными токсикантами [2, 3]. Для данных элементов не установлены биогенные функции, при этом они ха-



рактируются высокой токсичностью и темпами накопления в окружающей среде. Свинец для растений менее токсичен, чем для человека и животных, так как его соединения малорастворимы, что снижает его биодоступность. Механизм токсического действия свинца связывают образованием устойчивых комплексных соединений (меркаптидов) с сульфгидридными группами, что влечет за собой блокирование ферментных систем.

Опасным токсикантом для растений является кадмий, активно нарушающий работу ферментных систем, оказывающий генотоксическое действие [1, 6]. Ионы кадмия способны ингибировать антиоксидантные ферменты, особенно глутатионредуктазу, индуцируя повреждение клеточных мембран и других структурных элементов клетки. Кадмий легко поглощается корневой системой растений [4, 6].

В составе фитопрепаратов в организм поступает комплекс БАВ. микро- и макроэлементов. При этом в организм могут поступать и потенциально опасные химические элементы в количествах опасных для здоровья [1, 2, 3]. Поэтому, исследование элементного состава лекарственного растительного сырья имеет значение как с позиций оценки содержания микроэлементов в фитопрепаратах, так и с позиций безопасности сырья, заготовленного в дикой природе.

Элементный состав растений является до определенной степени лабильной величиной и формируется под влиянием большого количества одновременно действующих факторов [3, 7, 8]. Основными факторами, влияющими на содержание элементов в тканях растений, являются: 1) уровень содержания элемента в почве, воде и приземном слое атмосферы; 2) относительное количество биодоступной формы в почве; 3) вид растения, фаза развития и распределение элемента по органам; 4) эволюция растений в данных геохимических условиях и адаптация к ним [1]. Для понимания теоретических основ миграции элементов в природных средах, для разработки экологических норм и параметров экологической безопасности сырья и территорий необходимо изучение закономерностей миграции элементов и особенностей транслокации в ткани растений [7].

Элементный состав *Plantago maxima* (подорожник наибольший)

Способность растений *P.maxima* до определенной степени контролировать поступление элементов из окружающей среды мы определяли путем анализа образцов растительного сырья и почвы. В наземных органах *P.maxima* нами отмечена биоконцентрация цинка, железа, кобальта и кадмия (табл. 1, рис. 1, 5). Наиболее выражен эффект кумуляции в отношении кобальта и кадмия.

Таблица 1- Содержание тяжелых металлов в почве и тканях *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. (мг/кг абсолютно сухого сырья)

№ п/п	Элемент	Объекты исследования			ПДК СанПиН 2.3.2.10733338-01 1.10.7. БАД на растительной основе
		лист	корни	почва	
1	Zn	4,005	3,913	3,516	-
2	Ni	0,324	0,422	0,425	-
3	Cr	0,157	0,151	0,154	-
4	Cu	0,151	0,152	0,168	-
5	As	0,0002	0,0008	0,0009	-

6	Pb	0,044	0,050	0,055	6,0
7	Mn	0,163	0,204	0,242	-
8	Co	0,133	0,094	0,084	-
9	Cd	0,035	0,25	0,022	1,0
10	Fe	7,334	6,307	6,114	-
11	Hg	0	0	0,00019	0,1
12	Mg	2,672	2,620	2,600	-
13	Na	0,811	1,300	1,61	-

Для свинца, мышьяка, марганца и никеля при поступлении в ассимилирующие органы *P. maxima* отмечается физиологический барьер, который менее выражен для корневой системы растения, что объясняется необходимостью усиления защиты генеративных и ассимилирующих органов от окислительного стресса, провоцируемого ионами тяжелых металлов. Равновесие концентраций в почве и тканях *P. maxima* наблюдается для хрома, меди и магния (табл. 1).

В качестве интересного факта следует отметить накопление осмотически активного натрия в корневой системе и ассимилирующих тканях вида.

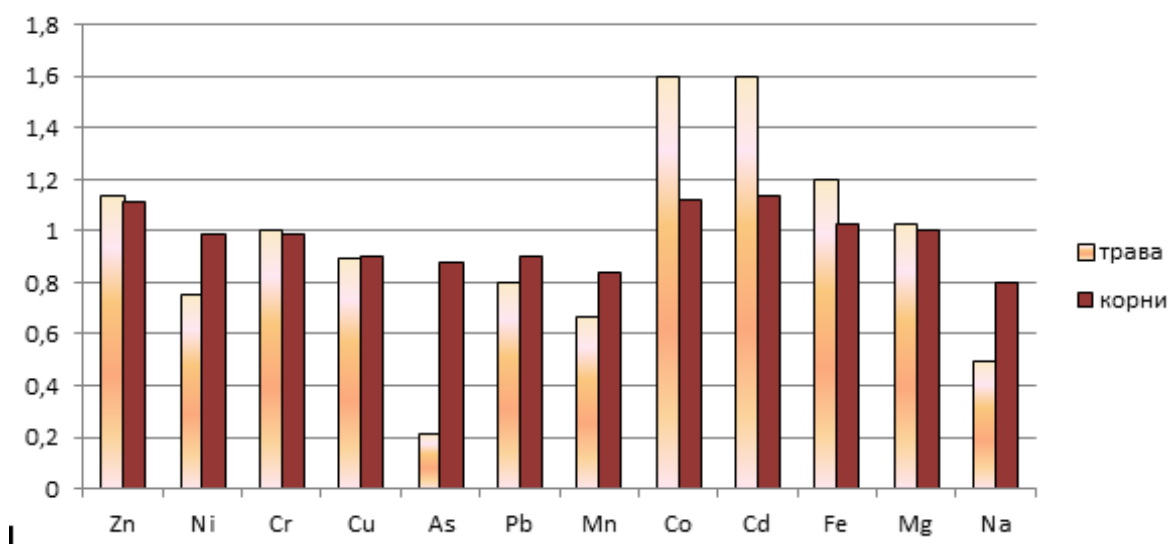


Рис. 1 Коэффициенты биоаккумуляции элементов (растение/почва) для надземных и подземных органов *P. maxima*

#### Элементный состав *Plantago lanceolata* (подорожник ланцетный)

При изучении ЛРС (лист) *P. lanceolata* мы отмечали биоконцентрацию в тканях листа растений цинка, меди, свинца и кадмия (табл. 2, рис. 2-5). Цинк и медь относятся к эссенциальным элементам, выполняющим в основном коферментную функцию. Содержание свинца и кадмия в тканях подорожника ланцетного не превышает установленных законом норм [9]. Физиологический барьер, препятствующий поступлению элементов в ткани ассимилирующих органов *P. lanceolata*, отмечался для хрома, кобальта, железа, марганца, никеля, натрия и мышьяка (табл. 2). В отношении меди, никеля и магния для *P. lanceolata* отмечается физиологическое равновесие.

Таблица 2-Содержание тяжелых металлов в почве и ЛРС *Plantago lanceolata* (мг/кг абсо-

лютно сухого сырья)

№ п/п	Элемент	Объекты исследования			ПДК СанПиН 2.3.2.10733338-01 1.10.7. БАД на рас- тительной основе
		лист	почва	Коэффициент растение/почва	
1	Zn	8,648	7,342	1,18	-
2	Ni	0,422	0,454	0,93	-
3	Cr	0,130	0,178	0,73	-
4	Cu	0,216	0,203	1,06	-
5	As	0,000	0,0001	-	-
6	Pb	0,170	0,125	1,36	6,0
7	Mn	0,374	0,425	0,88	-
8	Co	0,063	0,137	0,46	-
9	Cd	0,063	0,049	1,49	1,0
10	Fe	5,421	8,323	0,65	-
11	Hg	0	0,0001	-	0,1
12	Mg	2,225	2,080	1,07	-
13	Na	0,321	1,305	0,31	-

Элементный состав *Plantago major* (подорожник большой)

Для растений *P.major*, собранных в окрестностях села Каменноозерное, нами была отмечена биоконцентрация цинка, хрома и кобальта (табл. 3, рис. 2-5). В выраженный физиологический барьер наблюдался в отношении натрия, кадмия, свинца, марганца и никеля. Содержание всех изучаемых элементов в сырье не превышает установленных нормативов [9]. Для натрия, магния, никеля, марганца и свинца при поступлении в ассимилирующие органы *P.major* на пойменном лугу отмечается физиологический барьер.

Таблица 3-Содержание тяжелых металлов в почве и ЛРС *Plantago major* (мг/кг абсолютно сухого сырья)

№ п/п	Элемент	Объекты исследования			ПДК СанПиН 2.3.2.10733338-01 1.10.7. БАД на рас- тительной основе
		лист	почва	Коэффициент растение/почва	
1	Zn	4,025	3,210	1,25	-
2	Ni	0,155	0,404	0,38	-
3	Cr	0,153	0,149	1,02	-
4	Cu	0,159	0,163	0,97	-
5	As	0	0,0001	-	-
6	Pb	0,045	0,062	0,73	6,0
7	Mn	0,108	0,231	0,47	-
8	Co	0,069	0,037	1,86	-
9	Cd	0,011	0,019	0,58	1,0
10	Fe	5,568	6,110	0,91	-

11	Hg	0	0	-	0,1
12	Mg	1,618	2,002	0,81	-
13	Na	0,360	1,015	0,35	-

Таким образом, исследование трех видов подорожников, произрастающих в сопоставимых условиях (Оренбургский район Оренбургской области), демонстрирует значительные различия в отношении элементного состава и закономерностей транслокации элементов в системе почва-растение (рис. 3-5).

Так, ЛРС *Plantago maxima* характеризуется высоким содержанием кобальта (рис. 2) и биоаккумуляцией данного элемента из почвы (рис. 5). Для растений *P.major* отмечен высокий коэффициент биоаккумуляции кобальта, а его относительно невысокое содержание в ЛРС вероятно обусловлено низким уровнем кобальта в почве. Самым низким содержанием кобальта характеризуется ЛРС *P.lanceolata*, и хотя уровень содержания данного элемента вполне сопоставим с подорожником большим, тем не менее, эффект биоаккумуляции кобальта в данном случае не наблюдается.

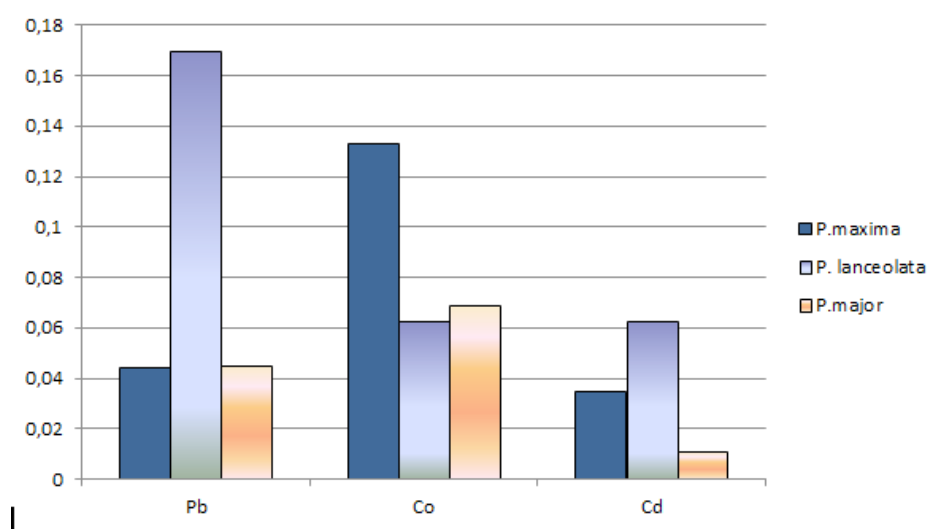


Рис. 2 Содержание свинца, кадмия и кобальта в сырье трех видов *Plantago*

Самое высокое содержание свинца и кадмия отмечается в ЛРС *Plantago lanceolata*, не превышая впрочем, установленных для БАД нормативов (табл. 2) [9]. ЛРС *P.lanceolata* характеризуется также самым высоким содержанием никеля, меди и марганца (рис. 4, 5). Самое низкое содержание никеля отмечается в сырье *P.major* (рис. 4, 5). Биоаккумуляция цинка отмечена у всех исследуемых видов подорожников. Лидирует по содержанию цинка сырье *P.lanceolata* (рис. 3, 5). По содержанию натрия лидирует среди исследуемых видов *P.maxima*, что объясняется условиями его произрастания на аллювиальных почвах заливных лугов в пойме реки Урал (рис. 4).

Значительные межвидовые отличия мы наблюдаем и при оценке транслокации элементов из почвы в ассимилирующие органы подорожников (рис. 5). Максимальный коэффициент, свидетельствующий о выраженной биоаккумуляции элемента, наблюдается у растений *P.maxima* и *P.major* в отношении кобальта. Для *P.maxima* и *P.lanceolata* высокий уровень накопления отмечается для токсичного элемента кадмия, а в случае *P.lanceolata* еще и в отношении фитотоксичного свинца (рис. 5). В отношении цинка, меди, натрия и хрома растения рода *Plantago* демонстрируют сходные показатели транслокации элементов из почвы

в растения.

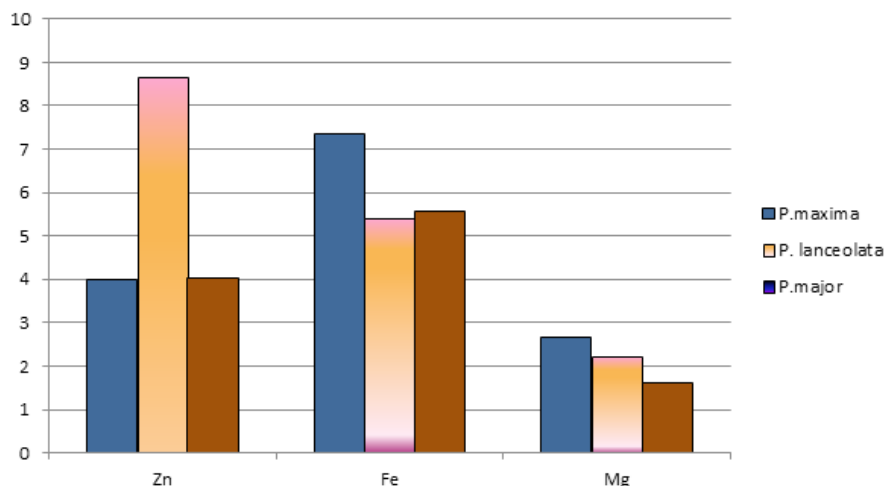


Рис. 3 Содержание цинка, железа и магния в сырье трех видов *Plantago*

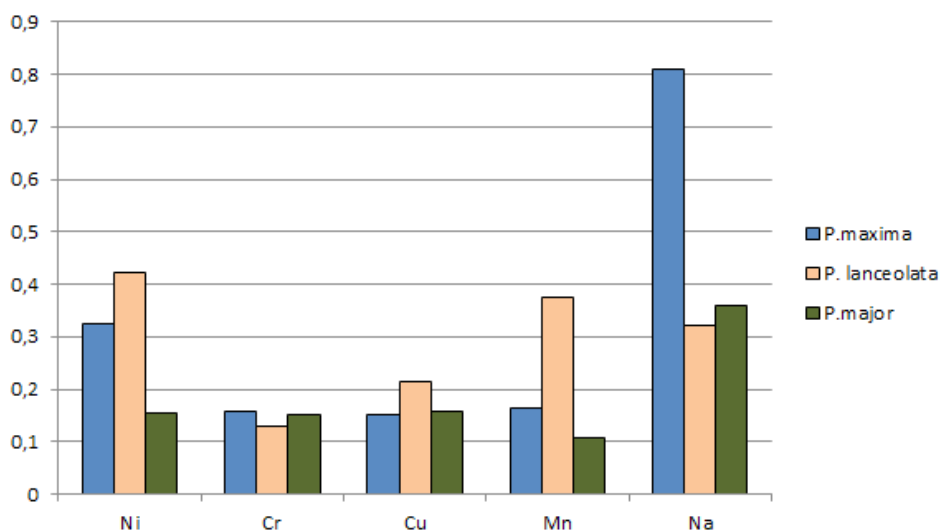


Рис. 4 Содержание меди, никеля, хрома, марганца и натрия в сырье трех видов *Plantago*

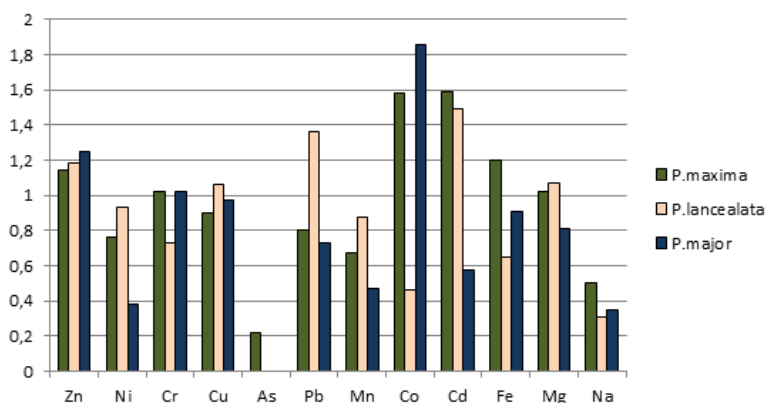


Рис. 5 Коэффициенты распределения элементов в системе растение/почва для видов *Plantago*



Оренбургской области

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о значительных отличия элементного состава ЛРС сходного по составу биологически активных веществ [7, 8], фармакологическому действию [10] и близких таксономически видов *Plantago L.*, произрастающих в сопоставимых условиях на ограниченной территории в прирусловой пойме Урала.

## ВЫВОДЫ

1. Лекарственное растительное сырье *Plantago major*, *P. maxima* и *P. lanceolata* является источником эссенциальных микроэлементов (Zn, Ni, Cr, Cu, Co, Fe, Mg) и может быть использовано в терапии и при профилактике гипомикроэлементозов.
2. Образцы лекарственного растительного сырья (лист) трех видов рода *Plantago L.*, заготовленные в сопоставимых условиях в пойме реки Урал, существенно различаются по уровню содержания микроэлементов.
3. Содержание тяжелых металлов (включая Pb, Cd, Hg и As) во всех исследуемых видах сырья *Plantago L.* не превышает установленных в России нормативов, что свидетельствует о его безопасности по данному показателю.

## ЛИТЕРАТУРА

4. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэlementного обмена и пути его коррекции. М. «Наука», 1980. 280 с.
5. Cuypers A., Smeets K., Vangronsveld J. Heavy metal stress in plants // Plant stress biology: From genomics to systems biology. 2009. P. 161-178.
6. Memon A.R., Aktoprakligil D., Ozdemir A., Vertii A. Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants // Turk J Bot. 2001. Vol. 25. P. 111-121.
7. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений СПб.: Изд-во С.-Петербург. университета, 2002. 244 с.
8. ГОСТ 30692-2000. Межгосударственный стандарт. Атомно-адсорбционный метод определения тяжелых металлов. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. База нормативных документов «RusGOST».
9. Tinkov A. A. et al. The role of cadmium in obesity and diabetes // Science of The Total Environment. 2017. T. 601. C. 741-755.
10. Rønsted N. et al. Chemotaxonomy and evolution of *Plantago L* // Plant Systematics and Evolution. 2003. T. 242. №. 1-4. P. 63-82.
11. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. Лекарственные растения Оренбургской области. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4 (70). № 4. С. 121-130.
12. СанПиН 2.3.2.1290-03. Гигиенические требования к организации производства и обо-



---

---

рота биологически активных добавок к пище (БАД). М., 2003. База нормативных документов «Консалтфарма».

13. Lukova P. et al. A Comparative pharmacognostic study and assesment of antioxidant capacity of three species from *Plantago* genus // FARMACIA. 2018. Т. 66. С. 4.

## ON THE DISTRIBUTION OF ELEMENTS IN PLANT TISSUES OF THE GENUS *PLANTAGO* L. OF THE SOUTHERN URALS

**O. N. Nemereshina**

PhD, associate Professor of Orenburg state medical University

e-mail: [olga.nemerech@rambler.ru](mailto:olga.nemerech@rambler.ru)


**N. F. Gusev**

PhD, Professor of Orenburg state agrarian University

e-mail: [nikolajj-gusev19@rambler.ru](mailto:nikolajj-gusev19@rambler.ru)

**Abstract:** the article presents the results of the study of the elemental composition of medicinal plant raw materials (leaf) of three *Plantago* L. species and soil samples collected in the steppe zone of the southern Urals. Significant differences in the elemental composition of LRS growing in comparable conditions in the limited territory of the Orenburg region in the near-Russian floodplain of the Urals *Plantago* L. (*Plantago maxima*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*) were noted. The content of the studied elements in the studied raw materials of plantain does not exceed the established standards for dietary supplements in the Russian Federation. *Plantago maxima* is characterized by the highest content of cobalt and sodium. *Plantago lanceolata* has high levels of zinc, lead, cadmium, Nickel, copper and manganese. Significant interspecific differences were noted in the assessment of translocation of elements from the soil to the assimilating organs of plantain. Bioaccumulation of cobalt in *P. maxima* and *P. major* is expressed. For *P. maxima* and *P. lanceolata*, a high level of accumulation is noted for the toxic element cadmium, and in the case of *P. lanceolata* also for phytotoxic lead. For zinc, copper, sodium, and chromium, plants of the *Plantago* genus exhibit similar translocation from soil to plants. Zinc bioaccumulation is observed for all three *Plantago* species under study.

*Key words:* medicinal plants, chemical elements, bioaccumulation, *Plantago* L.



---

---

# COMPARATIVE ANALYSIS OF MINERALS IN RAW PLANT MATERIAL AND EXTRACTS OF THREE *PLANTAGO* SPECIES GROWING AT ALLUVIAL SOIL TYPE IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS

**Eugenia R. Gatiatulina,**

Ph.D., South Ural State Medical University, Vorovskogo St., 64, Chelyabinsk, 454048, Russia

**Olga N. Nemereshina,**

Ph.D., Orenburg State Medical University, Sovetskaya St., 6, Orenburg, 460000, Russia

**Elizaveta V. Popova,**

Ph.D., St Joseph University in Tanzania, St. Joseph College of Health Sciences (Dar es salaam, Tanzania)

**Alexey A. Tinkov,**

Ph.D., Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), Miklukho-Maklay St., 10/2, Moscow, 117198, Russia; Yaroslavl State University, Sovetskaya St., 14, Yaroslavl, 150000, Russia; IM Sechenov First Moscow State Medical University, Trubetskaya St., 8-2, Moscow, 119991, Russia

**Eduard F. Agletdinov,**

Ph.D., VECTOR-BEST, PO BOX 492, 630117, Novosibirsk, Russia

**Anatoly V. Skalny,**

Ph.D., Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), Miklukho-Maklay St., 10/2, Moscow, 117198, Russia; Yaroslavl State University, Sovetskaya St., 14, Yaroslavl, 150000, Russia; IM Sechenov First Moscow State Medical University, Trubetskaya St., 8-2, Moscow, 119991, Russia

**Olga P. Ajsuvakova,**

Ph.D., Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), Miklukho-Maklay St., 10/2, Moscow, 117198, Russia; Yaroslavl State University, Sovetskaya St., 14, Yaroslavl, 150000, Russia; IM Sechenov First Moscow State Medical University, Trubetskaya St., 8-2, Moscow, 119991, Russia

**Alexandr A. Nikonorov,**

Ph.D., independent researcher

**\*Corresponding author:** Eugenia R. Gatiatulina

Blyuhera St., 3/209, Chelyabinsk, 454092, Russia

Tel.: +228557278; e-mail: [gatiatulinaer@gmail.com](mailto:gatiatulinaer@gmail.com)

## ABSTRACT

The aim of the study was to assess the levels of minerals in raw plant material of *Plantago major L.*, *Plantago lanceolata L.*, and *Plantago maxima Juss. ex Jacq.* and their extraction from leaves. Leaves, roots, extracts of three *Plantago* species were examined for Ca, P, K, Na, and Mg contents using inductively coupled plasma mass spectrometry. We have found significant difference

---

---

in minerals content between of the studied species determined by their anatomical and morphological features. The aqueous extracts of *Plantago* species contained significant levels of minerals, which were highest for *P. major* and *P. lanceolata*.

**Keywords:** *Plantago*; minerals; leaves; sodium; potassium; anatomical features

**Conflict of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Funding:** This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

## INTRODUCTION

There is growing interest for using plants preparations as dietary source of essential minerals, trace elements and phytochemicals. Plants contain significant amount of minerals which are essential for plant growth, and normally they are absorbed by the roots and translocated to stems and leaves. *Plantago* species are used in phytomedicine for centuries in the treatment of the respiratory and digestive tract disease, skin disease, cancer, for wound healing and soothing effect, etc. There are a lot of studies about phytochemical content, such as flavonoids [1], iridoids [2] as well as trace elements [3] of the different *Plantago* species. However, only few studies about mineral content of *Plantago* species exists. Moreover, it is known that extraction of metal ions and other elements from plant material maybe different and sometimes don't correspond to their concentrations in the studied samples.

Therefore, the primary objective of the current study was thus to assess the mineral elements content of the leaves and roots of *P. major* L., *P. lanceolata* L., and *P. maxima* Juss. ex Jacq. and their aqueous extraction for further supplements preparation.

## MATERIALS AND METHODS

The overground leaves and roots of three *Plantago* species were collected in June, at flowering, from water meadows near the Ural river in the steppe zone of the Southern Urals, a region with a sharply continental climate (Orenburg region, Kamennoozernoye village, 51° 46' 29.33" N, 55° 33' 52.37"E). A voucher specimen of plants was authenticated by a botanist, Dr. Zinaida N. Ryabinina, Department of Botany and Plant Physiology, Orenburg State Pedagogical University, Orenburg, Russia and deposited at the Herbarium Laboratory of Biogeography and Biodiversity Monitoring Institute of Steppe of the Ural branch of Russian Academy of Sciences in Orenburg, Russia: *Plantago major* L. (2735/ORIS), *Plantago lanceolata* L. (2751/ORIS), *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. (10370/ORIS). Figure 1 shows the above-ground parts of the studied plants in nature.

All plants were collected from similar locations with the same soil type in order to decrease the possible influence of its variability on the mineral element content of the leaves and roots. Soil type was authenticated as alluvial (floodplain). After collection, all leaves were air dried at room temperature in the dark without previous washing and ground. The aqueous extracts were prepared using bottled drinking water with general mineralization < 250 mg/l and the minced leaves in a water bath: 10 grams of leaves were added to 560 ml of water and heated to boiling, before steeping for 30 min. The obtained liquid was cooled to room temperature and filtered. Minerals content in the obtained samples was assessed by means of inductively coupled plasma mass spectrometry with a NexION 300D (PerkinElmer Inc., Shelton, USA) equipped with an ESI



SC-2 DX4 autosampler (Elemental Scientific Inc., Omaha, USA). The data on minerals content were expressed as  $\mu\text{g/g}$  or  $\mu\text{g/ml}$ .

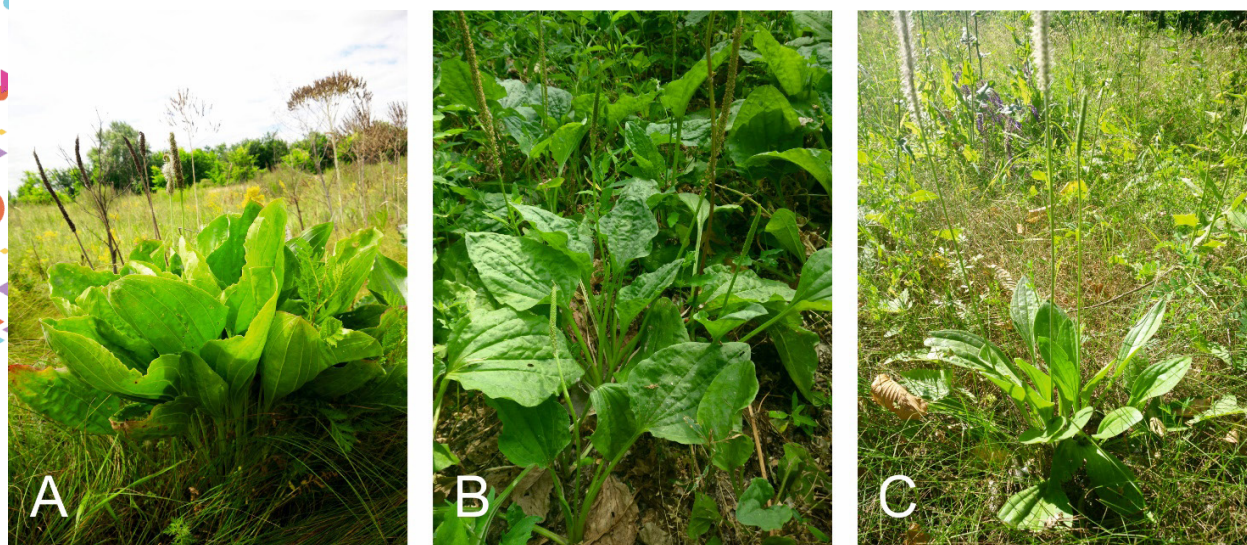


Figure 1. Above-ground parts of the studied plants in nature. A - *Plantago maxima* Juss. ex Jacq.; B - *Plantago major* L.; C - *Plantago lanceolata* L.

The data were processed using Statistica 10.0 (Statsoft, Tulsa, OK, USA). Data were expressed as means with their respective standard deviation values ( $\pm\text{SD}$ ). Group comparisons were performed using one-way ANOVA. All differences were considered significant at  $p < 0.05$ .

## RESULTS

### Minerals in overground leaves and roots

The data demonstrate that the smallest concentrations of the studied elements were observed in *P. maxima* roots (Table 1). Ca level of *P. maxima* roots was 41% ( $p=0.012$ ) lower than that in *P. major*. The highest level of K was observed in *P. major* roots being more than 5 ( $p=0.012$ ) and 4 ( $p=0.012$ ) times higher than that in *P. maxima* and *P. major*, respectively. The concentration of Na in *P. maxima* roots was more than 5 ( $p=0.012$ ) and 3 ( $p=0.012$ ) times lower than that in *P. major* and *P. lanceolata*. The Mg level in the *P. major* and *P. lanceolata* roots were almost 3 ( $p = 0.012$ ) and 4 times ( $p = 0.012$ ) lower than in the *P. maxima* sample. The highest P concentration was observed in *P. major* roots being more than 7 ( $p=0.012$ ) and 3 times higher than that in *P. maxima* and *P. lanceolata* samples.

The obtained data indicate that the *P. maxima* leaves were characterized by a significant decrease most of the studied elements (Table 1). In particular, the smallest Ca level where seen in *P. maxima* leaves, which was lower than that of *P. major* and *P. lanceolata* by 45 ( $p=0.012$ ) and 80% ( $p=0.012$ ), respectively. K level was characterized by 65 ( $p=0,012$ ) and 53% ( $p=0.012$ ) significant decrease in comparison to the *P. major* and *P. lanceolata* values, respectively. Na level of *P. maxima* leaves was 53% ( $p=0.012$ ) lower than that in case of *P. lanceolata*, whereas there was no significant difference in case of *P. major*. Mg concentration in *P. maxima* leaves was significantly decreased by 35 ( $p=0,012$ ) and 37% ( $p=0.012$ ) in comparison with *P. major* and *P. lanceolata* samples, respectively. Leaves P level was also lower than that of *P. major* and *P. lanceolata* by 59 ( $p=0.012$ ) and 15% ( $p=0.036$ ), respectively.

Table 1. Elements content ( $\mu\text{g/g}$ ) in plant roots and leaves and translocation factors for minerals in the studied *Plantago* species

Element	<i>P. maxima</i>	<i>P. major</i>	<i>P. lanceolata</i>
Roots			
K	5827.60 $\pm$ 723.98	30943.40 $\pm$ 1492.92 <sup>1</sup>	6555.20 $\pm$ 974.43 <sup>2</sup>
Na	136.20 $\pm$ 16.12	682.80 $\pm$ 71.75 <sup>1</sup>	463.00 $\pm$ 34.48 <sup>1,2</sup>
Ca	5307.80 $\pm$ 416.01	8959.40 $\pm$ 604.02 <sup>1</sup>	6046.20 $\pm$ 709.89 <sup>2</sup>
Mg	989.20 $\pm$ 176.32	2830.00 $\pm$ 72.95 <sup>1</sup>	3525.40 $\pm$ 324.69 <sup>1,2</sup>
P	573.80 $\pm$ 13.42	4116.60 $\pm$ 364.02 <sup>1</sup>	1124.60 $\pm$ 74.71 <sup>1,2</sup>
K/Na ratio	42.85 $\pm$ 2.98	45.64 $\pm$ 4.15	14.27 $\pm$ 2.81 <sup>1,2</sup>
Ca/Mg ratio	5.52 $\pm$ 1.13	3.17 $\pm$ 0.27 <sup>1</sup>	1.72 $\pm$ 0.15 <sup>1,2</sup>
Leaves			
K	12153.60 $\pm$ 3136.37	34864.40 $\pm$ 2661.53 <sup>1</sup>	25881.20 $\pm$ 2108.73 <sup>1,2</sup>
Na	103.13 $\pm$ 35.68	92.97 $\pm$ 18.49	217.40 $\pm$ 65.58 <sup>1,2</sup>
Ca	17451.80 $\pm$ 3136.08	31719.40 $\pm$ 2500.99 <sup>1</sup>	84983.80 $\pm$ 16285.81 <sup>1,2</sup>
Mg	2710.40 $\pm$ 325.65	4202.40 $\pm$ 535.69 <sup>1</sup>	4315.00 $\pm$ 675.76 <sup>1</sup>
P	1781.40 $\pm$ 215.20	4351.40 $\pm$ 298.22 <sup>1</sup>	2098.60 $\pm$ 85.05 <sup>1,2</sup>
K/Na ratio	131.44 $\pm$ 53.62	384.24 $\pm$ 65.21 <sup>1</sup>	127.74 $\pm$ 37.89 <sup>2</sup>
Ca/Mg ratio	6.41 $\pm$ 0.49	7.60 $\pm$ 0.68 <sup>1</sup>	19.84 $\pm$ 3.72 <sup>1,2</sup>
Translocation factors for minerals in the studied <i>Plantago</i> species			
K	2.11 $\pm$ 0.61	1.13 $\pm$ 0.11 <sup>1</sup>	4.02 $\pm$ 0.71 <sup>1,2</sup>
Na	0.79 $\pm$ 0.34	0.14 $\pm$ 0.04 <sup>1</sup>	0.48 $\pm$ 0.18 <sup>2</sup>
Ca	3.29 $\pm$ 0.56	3.56 $\pm$ 0.47	13.98 $\pm$ 1.27 <sup>1,2</sup>
Mg	2.82 $\pm$ 0.64	1.48 $\pm$ 0.18 <sup>1</sup>	1.22 $\pm$ 0.11 <sup>1,2</sup>
P	3.11 $\pm$ 0.38	1.07 $\pm$ 0.16 <sup>1</sup>	1.87 $\pm$ 0.16 <sup>1,2</sup>
Data expressed as Mean $\pm$ SD;			
1 – Significant difference in comparison to <i>P. maxima</i> (p<0.05);			
2 – Significant difference in comparison to <i>P. major</i> (p<0.05)			

Minerals in aqueous extracts

The data demonstrate that the aqueous extracts of *Plantago* species contained significant levels of minerals (Table 2). Water extraction resulted in a high content of Ca and K in the *Plantago* preparations. In particular, *P. major*, *P. lanceolata* and *P. maxima* aqueous extracts contained more than 90 times (p = 0.005), 223 (p=0.005) and 74 times (p = 0.005) greater Ca levels than the pure drinking water. Similarly, the K levels in the water extracts of *P. major*, *P. lanceolata* and *P. maxima* leaves were 232 times (p = 0.014), 175 times (p = 0.014), and 129 times (p = 0.014) higher than in the drinking water samples. *P. major* extract was characterized by the highest K level being 32.5 (p=0.005) and 80% (p=0.005) higher than that in the *P. lanceolata*. and *P. maxima* samples. Mg concentration in the *P. lanceolata* leaf extract was nearly the same as that in the drinking water, whereas the *P. major* and *P. maxima* extracts were characterized by 23.66 (p=0.005) and 6% (p=0.005) decrease in studied element content in comparison to the bottled water. The Na levels in the water extracts of *P. major*, *P. lanceolata*, and *P. maxima* leaves were more than 5 times (p = 0.005), 4 times (p = 0.005), and 4 times (p = 0.005) higher than in the drinking water samples. Finally, P concentrations in the studied extracts also exceeded the respective drinking water values by factors of more than 48 (p = 0.005), 22 (p = 0.005), and 12 (p = 0.005), respectively.

Table 2. Minerals concentration in drinking water and *Plantago* leaves extracts ( $\mu\text{g/ml}$ )

Element	Drinking water	<i>P. maxima</i> extract	<i>P. major</i> extract	<i>P. lanceolata</i> extract
K	3.59 $\pm$ 1.78	462.00 $\pm$ 62.23 <sup>1</sup>	833.00 $\pm$ 50.91 <sup>1,2</sup>	628.50 $\pm$ 10.61 <sup>1,2,3</sup>
Na	9.80 $\pm$ 1.77	43.08 $\pm$ 1.13 <sup>1</sup>	51.77 $\pm$ 4.36 <sup>1,2</sup>	42.64 $\pm$ 4.69 <sup>1,3</sup>
Ca	3.99 $\pm$ 1.85	296.500 $\pm$ 37.48 <sup>1</sup>	358.50 $\pm$ 37.48 <sup>1,2</sup>	890.00 $\pm$ 16.97 <sup>1,2</sup>
Mg	73.01 $\pm$ 0.88	68.86 $\pm$ 0.69 <sup>1</sup>	55.73 $\pm$ 3.57 <sup>1,2</sup>	73.87 $\pm$ 0.71 <sup>2,3</sup>
P	2.06 $\pm$ 0.29	26.24 $\pm$ 0.24 <sup>1</sup>	99.00 $\pm$ 4.24 <sup>1,2</sup>	46.24 $\pm$ 4.24 <sup>1,2,3</sup>
K/Na ratio	0.36 $\pm$ 0.07	10.71 $\pm$ 0.901 <sup>1</sup>	16.106 $\pm$ 0.28 <sup>1,2</sup>	14.81 $\pm$ 1.07 <sup>1,2,3</sup>
Ca/Mg ratio	0.05 $\pm$ 0.02	4.30 $\pm$ 0.38 <sup>1</sup>	6.425 $\pm$ 0.20 <sup>1,2</sup>	12.05 $\pm$ 0.09 <sup>1,2,3</sup>

Data expressed as Mean  $\pm$  SD;

1 – Significant difference in comparison to drinking water;

2 – Significant difference in comparison to *P. maxima* water extract;

3 – Significant difference in comparison to *P. major* water extract.

## DISCUSSION

There are a lot of factors influenced on minerals uptake and distribution in plants. On the one hand, the abiotic factors like the soil moisture content, temperature, salinity and, on the other hand, specific anatomical and morphological features in plant as a response to stress factors. It is known, that *Plantago* species possess high level of morphological variability that can provide different mechanisms of stress response. At the same time, the soil type has a great impact on the mineral metabolism in plants. Alluvial (floodplain) soils are the large group of soils located in floodplains and formed at the atmosphere and ground water feeding in low-flow period. Their distinctive feature is the periodic flooding of floodwater (floodplain process), not necessarily annually, but is accompanied by additional supply and the deposition of new mineral components on the soil surface (alluvial process). In addition, the nearby located groundwater has an effect on this type of soils. All mentioned features lead to excessive salinity of soils especially in arid regions and, consequently, along with a drought and extreme temperatures may cause cellular damage, osmotic and oxidative stress.

To enhance the tolerance to abiotic stresses, plants develop specific mechanisms mostly based on the transcriptional control and the activation of different genes. The final mechanisms of salt tolerance include: (i) selective accumulation and compartmentalization of ions, (ii) regulation of ion absorption by roots and transport into leaves, (iii) biosynthesis and accumulation of compatible solutes in the cells (iv) biosynthesis of antioxidant enzymes, regulatory proteins, etc [4]. Salt excess, water deficiency and drought may also lead to different changes in anatomy and morphology of plants.

It is common knowledge that under physiological conditions, plants maintain a high cell K/Na ratio and it's also indicates the plant salt tolerance. In our study we have observed that the *P. major* had the highest salt tolerance according to this statement and, in contrast, *P. maxima* had the minimal. However, taking into account the least elements concentrations both in roots and shoots of the *P. maxima* and that the studied samples were collected in the location with the same soil type it is possible to propose that observed changes in mineral content may be explained by the specific anatomical features. In our recent study we indicated some characteristics which can provide salt and drought tolerance of the *P. maxima*: (i) presence of mucous substances in all studied plants



---

---

organs (the mucous substances contain polysaccharides which increase the amount of bound water inside plant tissues; (ii) long root which absorbs water from the deeper non-saline layers of the soil and (iii) thickness leaves cuticle [5]. As it's known from the different studies, *P. major* is characterized by fibrous, adventitious root system and glabrous leaves. The mature root system of *P. major* may exceed 80 cm in depth and 80 cm in diameter. Leaves of *P. lanceolata* are usually with long silky hairs and narrow, it has respectively strong main root with some adventitious roots and weak contraction. In contrast, *P. maxima* has more or less sparsely hairy thickness leaves with subglabrous or appressed-hairy scapes and unusual tap root more than 3 m in length [5]. As it is seen from Figure 2, root and leaves of the studied *Plantago* species differ significantly from each other.

Na deposition in roots and, in contrast, reduced foliar accumulation is the protective mechanism from shoots cells damage and it's also indicate salt tolerance. The lowest Na TF in *P. major* samples confirms this statement. We observed the highest Na TF in *P. maxima* and, at the same time, the lowest Na content in roots and shoots that in our view may be explained by absence of excessive salts in tissues and no adjustments for its compartmentalization and deposition in roots. The observed changes show the different mechanisms of stress response in case of *P. maxima*.

Ca has the ability to alleviate fatal effects of Na and stimulate plant growth. The role of Ca and Mg ions are greater than Na and K under salinity and the higher Ca requirement is specific to this type of soil [6]. It has been reported earlier that the Ca decrease in germination medium (it is possible in soils with excessive salinity because of the Na has an ability to displace Ca from cell may lead to increased membrane permeability and consequently, accumulation of toxic elements and loss of solutes [7]. In our previous study we indicated the lowest levels of toxic trace elements in *P. maxima* [3] which correlate with the highest Ca/Mg ratio in roots of the same samples. In our own opinion, high Ca/Mg ratio in the roots along with the other factors (e.g. presence of high polyphenols in root exudate) may provide the mentioned changes. Consequently, a decrease of Ca/Mg ratio under the saline conditions and low Ca/Mg ratio in *P. major* and *P. lanceolata* roots in agreement with this statement. At the same time, an increase of Ca/Mg ratio in *P. maxima* roots also in agreement with our supposition that long root can provide to uptake non-saline water and avoid ions disturbances.

It is known that high K and Ca tissue levels result in inhibit Mg movement from roots to shoot and decrease its leaves content [8]. This statement is in line with lower TF of Mg in *P. major* and *P. lanceolata* samples and the highest levels of K and Ca in the studied species.

The P exchange is poorly studied in plants. Mycorrhizal fungi as well as root hairs increase the uptake of poorly soluble P and enhance plants growth. Thus, Baas and Lambers showed that vesicular-arbuscular mycorrhizal infection of *P. major* led to increase of roots and leaves P concentration. growth rate, shoot to root ratio [9].

Fact that the extracts contain higher levels of the studied elements than the pure drinking water is indicative of the relatively successful extraction of the minerals into the aqueous medium.

## CONCLUSION:

1. *Plantago* species growing on alluvial soils of the Southern Urals, especially *P. major* and *P. lanceolata*, contain a significant number of minerals.
2. We have found significant difference in minerals content between of the studied species determined by their anatomical and morphological features.

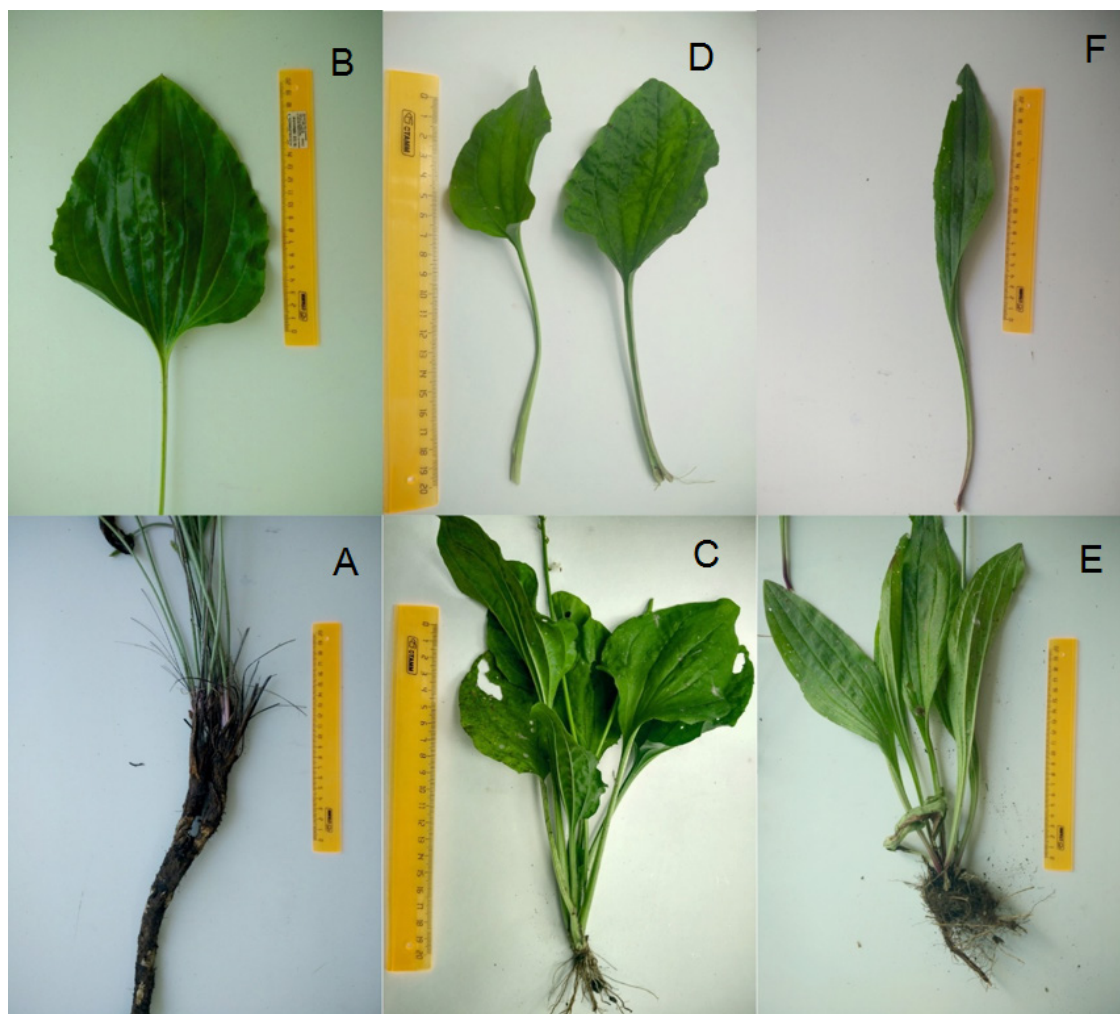



Figure 2. Morphological features of the studied plants (20 cm ruler length is used) A – Root of *Plantago maxima* Juss. ex Jacq.; B – Leaf of *Plantago maxima* Juss. ex Jacq.; C – Root of *Plantago major* L.; D - Leaves of *Plantago major* L.; E – Root of *Plantago lanceolata* L.; F – Leaf of *Plantago lanceolata* L.

3. Leaves and roots of *P. maxima* contained the lowest concentrations of the elements studied.
4. The extraction of the almost all minerals was high
5. References:
6. Grubešić RJ, Vuković J, Kremer D, Vladimir-Knežević S. Flavonoid content assay: Prevalidation and application on *Plantago* L. species // *Acta Chim. Slov.* – 2007; 54: 397–406.
7. Taskova R, Evstatieva L, Handjieva N, Popov S. Iridoid patterns of genus *Plantago* L. and Their systematic significance // *Zeitschrift fur Naturforsch. Sect. C J. Biosci.* – 2002; 57: 42–50.
8. Tinkov AA, Nemereshina ON, Suliburska J, Gatiatulina ER, Regula J, Nikonorov AA, Skalny AV. Comparative Analysis of the Trace Element Content of the Leaves and Roots of Three *Plantago* Species // *Biol. Trace Elem. Res.* – 2016; 173 (1): 225-230. doi:10.1007/s12011-016-0626-2

- 
- 
9. Parida AK, Das AB. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 2005; 60: 324–349.
  10. Nemereshina ON, Gusev NF. Anatomical and morphological features of *Plantago maxima* Juss. et Jacq // *Russian Journal of Biopharmaceuticals* – 2015; 7(4): 22-30 [in Russian]
  11. Kamel M. Osmotic adjustment in three succulent species of *Zygophyllaceae* // *Afr. J. Ecol.* -2008; 46: 96–104.
  12. Patel NT, Vaghela PM, Patel AD, Pandey AN. Implications of calcium nutrition on the response of *Caesalpinia crista* (Fabaceae) to soil salinity // *Acta Ecologica Sinica.* - 2011; 31(1): 24-30.
  13. Sigel H, Sigel A. *Metal Ions in Biological Systems: Vol. 26: Compendium on Magnesium and Its Role in Biology: Nutrition and Physiology.* CRC Press, 1990.
  14. Baas, R., Lambers, H. Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection and Phosphate on *Plantago-Major* Ssp *Pleiosperma* in Relation to the Internal Phosphate Concentration // *Physiol. Plant.* - 1988; 74: 701–707.



---

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЫРЬЕ И ЭКСТРАКТАХ ТРЕХ ВИДОВ *PLANTAGO*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖ- НОГО УРАЛА

Гатиатулина Е.Р., Немершина О.Н., Попова Е.В., Тиньков А.А.,  
Аглетдинов Э.Ф., Скальный А.В., Айсувакова О.П., Никоноров А.А.

Целью настоящего исследования было определить содержание макроэлементов в сырье *Plantago major* L., *Plantago lanceolata* L., and *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. и их экстракцию из листьев. Уровни Ca, P, K, Na и Mg были исследованы в листьях, корнях и экстрактах трех видов подорожника при помощи метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Была обнаружена достоверная разница в содержании макроэлементов между исследуемыми образцами, что определялось их анатомическими и морфологическими особенностями. Водные экстракты подорожника содержали существенные уровни макроэлементов, с наибольшими значениями для *P. major* и *P. lanceolata*.

Ключевые слова: *Plantago*; макроэлементы; листья; натрий; калий; анатомические особенности; подорожник



# 2

**Биологически активные  
Метаболиты растений и их  
предшественники как основа создания  
лекарственных средств.**





# ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПЛОДОВ ВИТЕКСА СВЯЩЕННОГО *VITEX AGNUS-CASTUS* L.

**Г.В.Адамов**

м.н.с. отдела атомарно-молекулярной биорегуляции и селекции ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: [grig.adamov@mail.ru](mailto:grig.adamov@mail.ru)

**О.Л. Сайбель**

к.фарм.н., руководитель Центра химии и фармацевтической технологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

**Т.Д. Даргаева**

д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела фитохимии и стандартизации ФГБНУ ВИЛАР (Москва).

**Пупыкина К.А.**

д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава РФ (Уфа)

Изучено влияние водных извлечений из плодов витекса священного на процессы свободно-радикального окисления (СРО). На модельных системах генерирования активных форм кислорода (АФК) и перекисного окисления липидов (ПОЛ) методом хемилюминесценции показан дозозависимый антиоксидантный эффект исследуемого извлечения. Установлено, что наибольшее снижение хемилюминесценции происходит на модельной системе АФК до  $31,72 \pm 0,95$  %, на модельной системе ПОЛ до  $10,66 \pm 0,34$  % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: витекс священный, антиоксидантная активность, хемилюминесценция

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из механизмов ускорения процессов старения организма человека, провоцирования воспалительных процессов в тканях, нарушения нормального функционирования сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной и других систем является негативное влияние свободных радикалов. Являясь биохимическим процессом, генерация активных форм кислорода и инициируемое ими перекисное окисление липидов в норме способствует осуществлению фагоцитоза, регуляции проницаемости мембран, нервного возбуждения и других физиологических процессах. Однако при нарушении механизмов эндогенной антиоксидантной системой организма и восстановления окислительного повреждения биомолекул и клеточных структур возникает окислительный стресс. В связи с этим всё большее внимание исследователей многих стран уделяется поиску биологически активных веществ (БАВ), обладающих антиоксидантными свойствами и созданию на их основе профилактических и лечебных средств.

---

---

Одной из перспективных групп природных антиоксидантов являются вторичные метаболиты растений. Механизм их антиоксидантного действия основан на способности связывать ионы тяжелых металлов, служащих катализаторами окислительных реакций, а также непосредственно взаимодействовать с высокоактивными радикалами образуя малоактивные соединения.

Согласно данным литературы источником получения природных антиоксидантов могут служить плоды многолетнего кустарника – витекса священного (*Vitex agnus-castus* L.) семейства Вербеновые (*Verbenaceae*). Предположительно, антиоксидантные свойства данного растения обусловлены наличием веществ фенольного характера, среди которых наибольшей активность обладает кастицин [1,2,3].

В настоящее время для оценки антиоксидантных свойств растений используются различные методы, одним из которых является экспресс-метод, основанный на регистрации хемилюминесценции (ХЛ) в модельных системах генерирования активных форм кислорода и перекисного окисления липидов *in vitro* [4,5].

Целью нашего исследования явилось изучение влияния водных извлечений из плодов витекса священного на процессы свободно-радикального окисления (СРО) в модельных системах *in vitro*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили водные извлечения (1:10), полученные из высушенных плодов витекса священного, заготовленных в Краснодарском крае в 2018 г.

Определение проводилось в двух модельных системах, в которых генерировалось образование активных форм кислорода (АФК) и протекали реакции перекисного окисления липидов (ПОЛ), как наиболее распространенные процессы свободно-радикального окисления.

В качестве модельной системы генерирования АФК, использовали 10 мл фосфатного буфера (20 мМ фосфорнокислого калия, 105 мМ хлорида калия) с добавлением раствора люминола (10-5М) и цитрата натрия (50 мМ). Величину рН полученного раствора доводили до 7,45 титрованием насыщенным раствором едкого калия. Для инициирования реакций, сопровождающихся образованием АФК, вводили 1 мл 50 мМ раствора солей двухвалентного железа. Регистрация свечения продолжалась в течение 5 минут при постоянном перемешивании. ХЛ модельных систем характеризовалась спонтанным свечением, быстрой вспышкой и развивающейся затем медленной вспышкой. Основными наиболее информативными характеристиками ХЛ служили светосумма свечения, определяющаяся по интенсивности излучения, и амплитуда максимального свечения.

Для оценки действия водных извлечений на ПОЛ их добавляли к липидам, полученным из куриного желтка, содержащие липопротеиновые комплексы, сходные с липидами крови. Липиды получали путем гомогенизирования куриного желтка в фосфатном буфере в соотношении 1:5 и последующим разбавлением в 20 раз, отбирали 10 мл. Добавление в систему 1 мл 50мМ раствора сернокислого железа при постоянном перемешивании вело к инициированию окисления ненасыщенных жирных кислот, что сопровождалось ХЛ. По интенсивности свечения судили о процессах ПОЛ.

В модельные системы АФК и ПОЛ добавляли водное извлечение исследуемого сырья в концентрации 0,01 мг/мл, 0,1 мг/мл и 1,0 мг/мл. Изменения показателей хемилюминесценции в модельных системах АФК и ПОЛ оценивали по наиболее показательной характери-

стике хемилюминесценции – светосуммы свечения, которая измерялась в течение 5 минут.

Для исследования антиоксидантных свойств водных извлечений витекса священного использовали метод регистрации хемилюминесценции на приборе «Хемилюминометр ХЛМ-033». Контролем служили модельные системы без добавления водных извлечений витекса священного. Антиоксидантная активность рассчитывалась в процентах по отношению к контролю.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведения эксперимента было показано, что при добавлении в водного извлечения плодов витекса священного уменьшалась амплитуда быстрой вспышки, удлинялся латентный период, медленная вспышка начиналась позже и угасала раньше, значение максимальной светимости снижалось и вследствие этого светосумма свечения была меньшей по сравнению с контролем. Результаты исследования представлены в таблице 1 и 2, рисунках 1 и 2.

Таблица 1 - Показатели хемилюминесценции в модельной системе, генерирующей АФК при добавлении водных извлечений из плодов витекса священного

Опыт	Концентрация, мг/мл	ХЛ в модели АФК, %.
Контроль		100
Водное извлечение из плодов витекса священного	1,0	31,72 ± 0,95
	0,1	46,78 ± 1,44
	0,01	68,62 ± 2,07

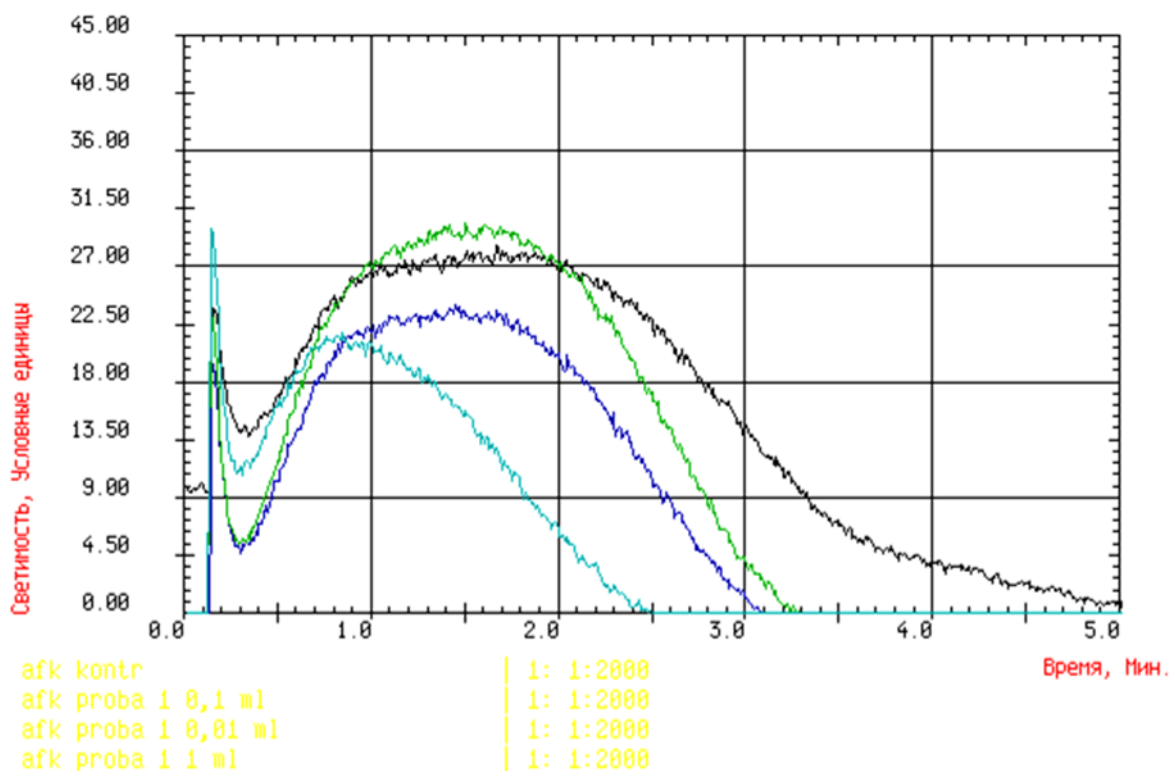


Рисунок 1 – Влияние водного извлечения из плодов витекса священного на процессы свободно-радикального окисления в модельной системе АФК.

Следует отметить, что угнетение хемилюминесценции зависело от объема добавляемого в модельные системы водного извлечения витекса священного (0,01 мг/мл; 0,1 мг/мл; 1,0 мг/мл). При этом наблюдали, что чем выше концентрация вводимого извлечения, тем сильнее подавлялось свечение, что свидетельствовало о дозозависимом эффекте исследуемых водных извлечений. Наибольший антиоксидантный эффект в модельных системах АФК и ПОЛ проявляли извлечения плодов витекса в концентрации 1,0 мг/мл.

Таблица 2 - Показатели хемилюминесценции в модельной системе ПОЛ при добавлении водных извлечений из плодов витекса священного

Опыт	Концентрация, мг/мл	ХЛ в модели ПОЛ, %.
Контроль		100
Водное извлечение из плодов витекса священного	1,0	10,66 ± 0,34
	0,1	24,50 ± 0,76
	0,01	83,41 ± 2,51

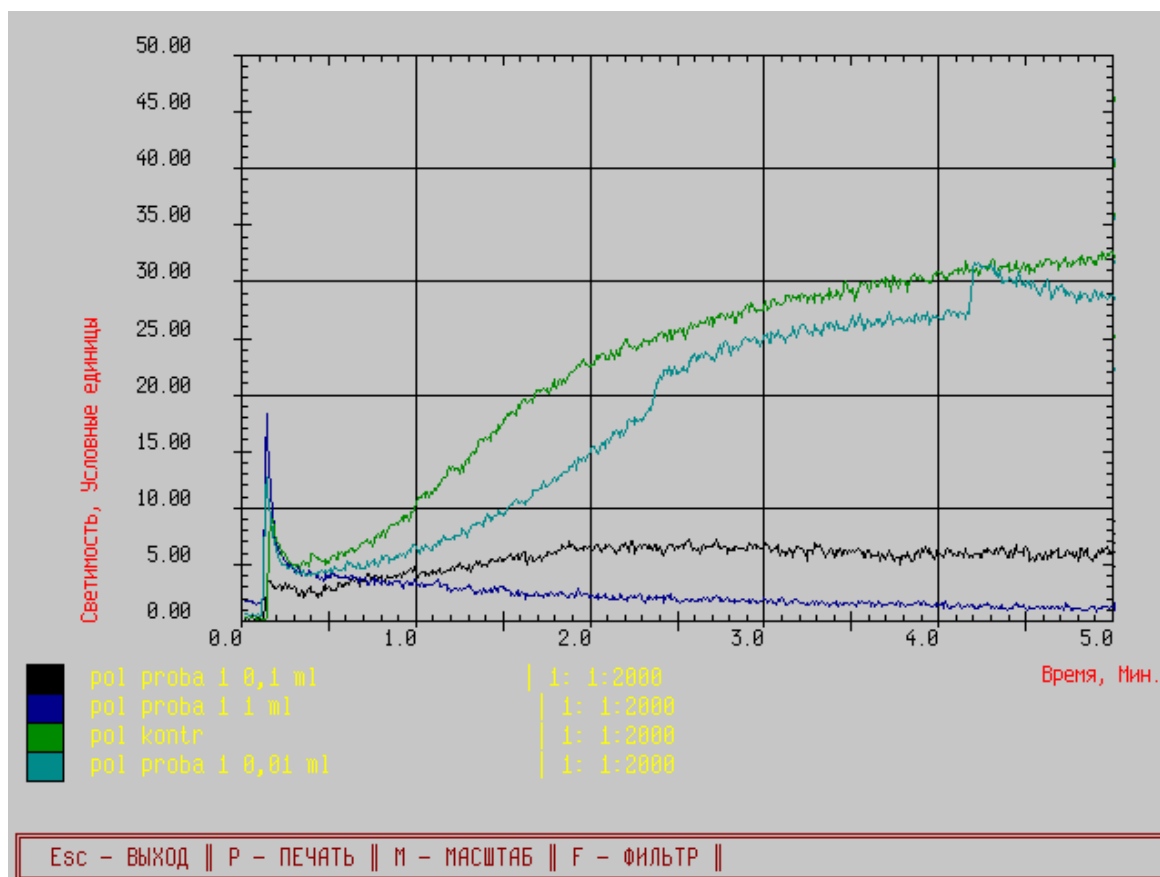


Рисунок 2 – Влияние водного извлечения из плодов витекса священного на процессы свободно радикального окисления в модельной системе ПОЛ.

---

---

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в опытах *in vitro* на модельных системах генерирования активных форм кислорода (АФК) и перекисного окисления липидов (ПОЛ) показан дозозависимый антиоксидантный эффект водного извлечения из плодов витекса священного. Установлено, что наибольшее снижение хемилюминесценции происходит на модельной системе АФК до  $31,72 \pm 0,95$  %, на модельной системе ПОЛ до  $10,66 \pm 0,34$  % по сравнению с контролем, что свидетельствует об антиоксидантной активности биологически активных веществ витекса священного.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of *Vitex agnus castus* L. / E. Maltaş, A. Uysal, S. Yıldız, Y. Durak // Fresenius Environmental Bulletin 19(12b):3094-3099 (2010)/
2. Diterpenoids and flavonoids from the fruits of *Vitex agnus-castus* and antioxidant activity of the fruit extracts and their constituents / Zs. Hajdú, J. Hohmann, P. Forgo, T. Martinek, M. Dervarics, I. Zupkó, G. Falkay, D. Cossuta, I. Máthé. // Phytother. Res. 21, 391–394 (2007) Published online 30 January 2007 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/ptr.202https://doi.org/10.1002/ptr.2021
3. Antioxidant Activity of *Vitex agnus-castus* L. Extracts / H. Salam, A. Pabuçcuolu, B. Kivçak // Phytother. Res. 21, 1059–1060 (2007). Published online 29 June 2007 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/ptr.2211
4. Муллагулов Р.Т. **Изучение антиоксидантной активности лекарственных трав методом хемилюминесценции в опытах *in vitro***/ Р.Т. **Муллагулов**, В.Н. Козлов, **Л.Ф. Пономарева**// Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. - 2012. - № 1. - С.231-234.
5. Фархутдинов Р.Р. Методики исследования хемилюминесценции биологического материала на хемилуцинометре ХЛ-003 / Р.Р. Фархутдинов, С.И. Тевдорадзе // Методы оценки антиоксидантной активности биологически активных веществ лечебного и профилактического назначения: Сборник докладов. Под ред. проф. Е.Б. Бурлаковой. - М.: Изд-во РУДН, 2005. - С. 147-154.



---

---

# STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRUITS OF VITEX SACRED VITEX AGNUS-CASTUS L.

## **G.V. Adamov**

junior Department of Atomic-Molecular Bioregulation and Breeding of FGBNU VILAR (Moscow)

e-mail: grig.adamov@mail.ru

## **O.L. Saybel**

Ph.D., Head of the Center for Chemistry and Pharmaceutical Technology FGBNU VILAR (Moscow)

## **T.D. Dargaeva**

Ph.D., Professor, Chief Researcher of the Phytochemistry and Standardization Department, FGBNU VILAR (Moscow).

## **Pupykina K.A.**

Doctor of Pharmacology, Professor of the Department of Pharmacognosy with a course of botany and the fundamentals of phytotherapy at the FSBEI VO BGMU of the Ministry of Health of the Russian Federation (Ufa)

Summary: The influence of water extracts from the fruits of *Vitex agnus-castus L.*, on the processes of free radical oxidation is studied. On the model systems for generating reactive oxygen species and lipid peroxidation by the chemiluminescence method, the dose-dependent antioxidant effect of the studied extract is shown. It was established that at a concentration of 1 mg / ml, chemiluminescence decreases on the reactive oxygen species model system to  $31.72 \pm 0.95\%$ , on the POL lipid peroxidation system model -  $10.66 \pm 0.34\%$ .

Keywords: *Vitex agnus-castus L.*, antioxidant activity, chemiluminescence.

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ *DASIPHORA FRUTICOSA* ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

**Е.В. Андышева**

младший научный сотрудник Амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН (Благовещенск)

e-mail: [lenok-luchik@mail.ru](mailto:lenok-luchik@mail.ru)

**Т.М. Шалдаева,**

к.б.н., научный сотрудник Центрального Сибирского Ботанического сада СО РАН (Новосибирск)

**Е.П. Храмова**

д.б.н., ведущий научный сотрудник Центрального Сибирского Ботанического сада СО РАН (Новосибирск)

Исследован состав и содержание фенольных соединений и суммарная антиоксидантная активность в листьях и цветках растений *Dasiphora fruticosa*, произрастающих в природных популяциях Республики Саха (Якутия). Установлено, что в растения накапливают значительное количество фенольных соединений и суммы гликозидов кверцетина. Наибольшее содержание эллаговых соединений отмечено в листьях растений из Тимптонской популяции. Самые высокие показатели суммарной антиоксидантной активности обнаружены в водно-этанольных экстрактах из листьев и цветков растений из Малонимырской популяции.

Ключевые слова: *Dasiphora fruticosa*, фенольные соединения, суммарная антиоксидантная активность, Республика Саха (Якутия)

## ВВЕДЕНИЕ

*Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb. (курильский чай кустарниковый) из сем. Rosaceae Juss. [1], привлекает внимание как перспективное лекарственное растение, имеющее высокий ресурсный потенциал. *D. fruticosa* относится к растениям, продуцирующим значительное количество фенольных соединений (ФС), в основном флавонолов, содержание которых варьирует от 0.7 до 6.0 % [2, 3, 4], что в значительной степени обеспечивает высокую антиоксидантную активность растительного сырья. Установлены противовоспалительные, антиаллергические, иммуномодулирующие, антиоксидантные, антибактериальные, обезболивающие свойства данного растения [5]. Широкий спектр терапевтического действия делает актуальным исследование биохимических особенностей этого растения для использования в качестве лекарственного и пищевого сырья. На этапе отбора исходного материала необходимо изучение особенностей накопления ФС и суммарной антиоксидантной активности (САА) растениями из мест естественного обитания.

Цель работы – сравнительное изучение содержания ФС и САА в листьях и цветках *D. fruticosa* из природных популяций Республики Саха (Якутия).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужило сырье (листья и цветки) растений *D. fruticosa*, собранное в 2017 году из четырех ценологических популяций (ЦП) Республики Саха (Якутия) (Таблица 1). Для определения ФС (флавоноидов и эллаговых веществ) и САА брали среднюю пробу с 30 особей в фазе массового цветения. Годичные побеги длиной 15–20 см разделяли на органы, высушивали до воздушно-сухого состояния. Водно-этанольные экстракты растительных образцов готовили по общеизвестной методике [6]. Для освобождения экстрактов от примесей гидрофильной природы использовали метод твердофазной экстракции [7]. Подробное описание методики пробоподготовки и определения ФС приведено в работе Е.П. Храмовой с соавторами [8]. Определение состава и содержания ФС исследуемых образцов выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (Agilent Technologies, США) с диодно-матричным детектором, автосамплером и программным обеспечением обработки хроматографических данных ChemStation [9].

Для определения САА фенольного типа использовали оперативный амперометрический метод [10]. САА (мг/г) определяли в водно-спиртовых экстрактах, измерения проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА» разработки НПО «Химавтоматика» [11]. Предварительно строили градуированную кривую зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. За результат принимали среднее из данных трех параллельных определений по каждому показателю [10].

Таблица 1 – Места сбора образцов *D. fruticosa* в природных популяциях Республики Саха (Якутия)

Ценологическая популяция, дата сбора	Место сбора
ЦП 1:22.07.2017 «Тимптонская»	Нерюнгринский р-н, окр. пос. Нагорный, берега р. Тимптон, 55.95437°с.ш., 124.91761°в.д., 507 м над ур. м.
ЦП 2:22.07.2017 «Беркакитская»	Нерюнгринский р-н, окр. пос. Беркакит, берег р. Беркакит, 56.54661°с.ш., 124.68657°в.д., 1304 м над ур. м.
ЦП 3:23.07.2017 «Малонимнёрская»	Алданский р-н, окр. с. Малый Нимнёр, 57.66009°с.ш., 125.21738°в.д., 1009 м над ур. м.
ЦП 4:25.07.2017 «Томмотская»	Алданский р-н, окр. г. Томмот, берег р. Алдан, 58.67611°с.ш., 125.41725°в.д., 1196 м над ур. м.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что основной вклад в антиоксидантную активность растительных экстрактов вносят биологически активные вещества, в том числе ФС, продуцируемые растениями. Величина САА зависит от состава и содержания ФС, в связи с чем нами определялись суммы по группам соединений – гликозидов кверцетина, кемпферола и рамнетина, эллаговых соединений (ЭС), а также их суммарное содержание в листьях и цветках *D. fruticosa*.

В результате исследования установлено, что состав ФС сходен, а в содержании компонентов отмечены некоторые различия в зависимости от органа и местообитания растений

(табл. 2). Так, в листьях *D. fruticosa* суммарное содержание ФС варьировало от 24.9 до 35.9 мг/г от воздушно-сухой массы, в цветках было несколько выше и составляло от 26.1 до 37.7 мг/г. Наибольшее суммарное содержание ФС в листьях (35.9 мг/г) обнаружено в растениях из ЦП 3 (Малонимынской), при этом в цветках оно минимально (26.1 мг/г). В растениях из ЦП 4 (Томмотской), напротив, максимум ФС свойственен для цветков (37.7 мг/г), а минимум – для листьев (24.9 мг/г). В листьях и цветках растений из ЦП 2 (Беркакитской) отмечено практически равнозначное суммарное содержание ФС (30.1 и 30.7 мг/г, соответственно) (табл. 2).

Для того, чтобы проанализировать содержание флавонолгликозидов по отдельности, проведен кислотный гидролиз водно-этанольных экстрактов из листьев и цветков *D. fruticosa* [9, 12]. Анализ гидролизатов показал наличие трех агликонов – кверцетина, кемпферола и рамнетина (табл. 2), которые были отмечены практически во всех образцах исследуемых популяций, за исключением образцов (листья и цветки) из Томмотской ЦП и цветков из Тимптонской ЦП, у которых рамнетин не найден. Сравнительный анализ содержания флавонолгликозидов показал, что во всех исследуемых образцах преимущественно накапливались гликозиды кверцетина по сравнению с гликозидами кемпферола и рамнетина (табл. 2).

Установлено, что содержание гликозидов кверцетина несколько выше в листьях (14.8–21.5 мг/г), чем в цветках (14.1–22.5 мг/г), за исключением растений из Томмотской ЦП, в которых содержание гликозидов кверцетина практически на порядок выше в цветках (22.5 мг/г), чем в листьях (14.8 мг/г). Гликозиды кемпферола, напротив, в большей мере накапливались в цветках (1.5–2.4 мг/г) по сравнению с листьями (0.9–1.4 мг/г), при этом их максимум отмечен в цветках (2.4 мг/г) растений *D. fruticosa* из Беркакитской ЦП. Содержание гликозидов рамнетина, как и гликозидов кверцетина, выше в листьях (0.1–3.1 мг/г), чем в цветках (0.2 мг/г), максимум рамнетина установлен в листьях (3.1 мг/г) растений из Малонимынской ЦП.

Таблица 2 – Содержание фенольных соединений и суммарной антиоксидантной активности в листьях и цветках *D. fruticosa* из природных популяций Республики Саха (Якутия)

Ценотическая популяция	Орган	Сумма ФС	Сумма гликозидов-кверцетина	Сумма гликозидов-кемпферола	Сумма гликозидов-рамнетина	Сумма ЭС	САА
ЦП 1 «Тимптонская»	Листья	31.3±0.3	19.0±0.2	1.3±0.0	0.1±0.0	17.5±0.2	0.29±0.01
	Цветки	27.8±0.3	16.3±0.2	1.9±0.0	н.о.	12.3±0.1	0.77±0.01
ЦП 2 «Беркакитская»	Листья	30.1±0.3	17.3±0.2	1.4±0.0	2.6±0.0	15.4±0.2	0.38±0.01
	Цветки	30.7±0.3	17.8±0.2	2.4±0.0	0.2±0.0	10.8±0.1	0.72±0.01
ЦП 3 «Малонимынская»	Листья	35.9±0.4	21.4±0.2	1.3±0.0	3.1±0.0	16.6±0.2	0.65±0.01
	Цветки	26.1±0.3	14.1±0.2	1.5±0.0	0.2±0.0	12.1±0.1	1.12±0.02
ЦП 4 «Томмотская»	Листья	24.9±0.3	14.8±0.2	0.9±0.0	н.о.	13.8±0.2	0.26±0.01
	Цветки	37.7±0.4	22.5±0.2	2.0±0.0	н.о.	10.6±0.1	0.44±0.00
X±δ	Листья	30.6±4.5	18.1±2.8	1.2±0.2	2.0±1.6	15.8±1.6	0.4±0.2
	Цветки	30.6±5.1	17.7±3.5	1.9±0.4	0.2±0.0	11.4±0.8	0.8±0.3
C <sub>v</sub> , %	Листья	15	15	20	82	10	45
	Цветки	17	20	19	3	7	37

Примечание: X±δ – среднее значение между всеми ЦП ± стандартное отклонение, C<sub>v</sub>, % – коэффициент вариации, н.о. – компонент находится ниже предела обнаружения (0.01 мг/г).

Сумма ЭС в надземных органах растений *D. fruticosa* представлена содержанием эллаговой кислоты и ее гликозида. В целом, сумма ЭС выше в листьях (13.8–17.5 мг/г) по срав-



нению с цветками (10.6–12.3 мг/г). Максимум ЭС отмечен в листьях и цветках (17.5 и 12.3 мг/г) растений *D. fruticosa* из Тимптонской ЦП, а минимум в листьях и цветках (13.8 и 10.6 мг/г) растений из Томмотской ЦП (табл. 2).

По результатам анализа эллаговой кислоты и ее гликозида по отдельности установлено, что преимущественно накапливался гликозид эллаговой кислоты. При этом его содержание выше в листьях (10.1–14.5 мг/г), чем в цветках (8.3–9.2 мг/г) (Рисунок 1).

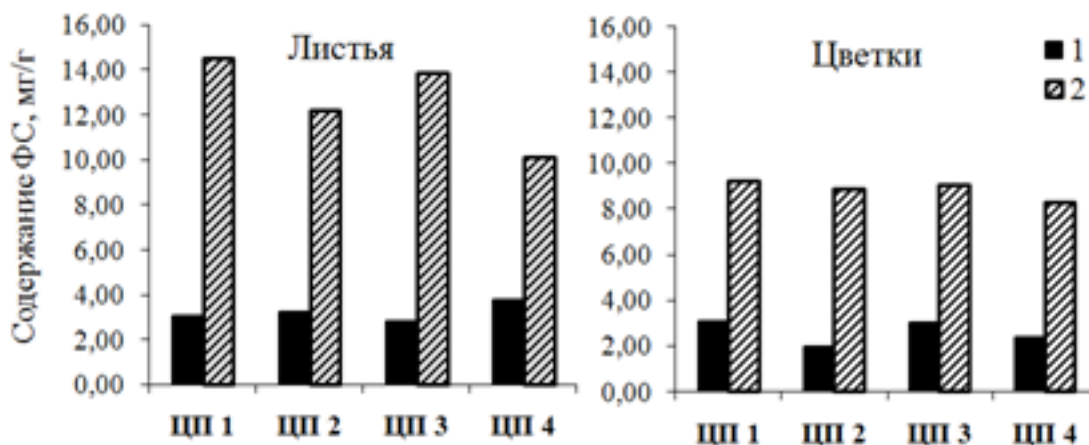


Рисунок 1 – Содержание эллаговой кислоты (1) и гликозида эллаговой кислоты (2) в листьях и цветках растений *D. fruticosa* из популяций Республики Саха (Якутия)

Следует отметить, что в листьях и цветках Тимптонской ЦП установлено высокое содержание как эллаговой кислоты (3.0 и 3.1 мг/г), так и ее гликозида (14.5 и 9.2 мг/г, соответственно). При этом максимум эллаговой кислоты (3.8 мг/г) установлен в листьях растений из Томмотской ЦП, а минимум в цветках (1.9 мг/г) растений из Беркакитской ЦП. Наименьшее содержание гликозида эллаговой кислоты установлено в цветках (8.3 мг/г) растений Томмотской ЦП (рис. 1).

В ходе исследования была определена САА листьев и цветков растений *D. fruticosa*. Установлено, что эти показатели значительно варьируют, т.е. экстракты всех исследованных образцов проявляют различную САА. При этом отмечено, что САА больше в цветках (0.44–1.12 мг/г) растений *D. fruticosa* по сравнению с листьями (0.26–0.65 мг/г). Сравнительный анализ САА экстрактов из растительных образцов исследуемых популяций показал, что САА достигает своего максимума в цветках (1.12 мг/г) и листьях (0.65 мг/г) растений из Малонимырской ЦП, которые также выделяются по высокому суммарному содержанию ФС, ЭС и сумме гликозидов кверцетина (табл. 2). Данный факт подтверждается результатами исследований Miliuskas et al. [13], которые в своей работе по исследованию антиоксидантной активности цветков *Potentilla fruticosa* (= *Dasiphora fruticosa*) приводят ряд соединений с высокой антиоксидантной активностью, где ЭС и гликозиды кверцетина отнесены к соединениям, вносящим наибольший вклад в антиоксидантную активность этих растений.

Проведена оценка межпопуляционной изменчивости по содержанию суммы ФС, ЭС, гликозидов кверцетина, кемферола и рамнетина, а также САА в листьях и цветках растений *D. fruticosa*. В качестве меры изменчивости использовали коэффициент вариации ( $C_v$ ), его оценку проводили по эмпирической шкале уровней изменчивости, предложенной С.А. Мамаевым [14].

Установлено, что уровень изменчивости суммарного содержания ФС в листьях и цвет-



ках растений *D. fruticosa* оценивается как средний ( $C_v = 15-17\%$ ). Для суммы ЭС установлены очень низкий – для цветков и низкий – для листьев уровни коэффициента вариации ( $C_v = 7-10\%$ ). Уровень изменчивости гликозидов кверцетина ( $C_v = 15-20$ ) в листьях и цветках растений *D. fruticosa* оценивается как средний, так же как и сумма гликозидов кемпферола ( $C_v = 19-20\%$ ). Наиболее изменчивыми следует считать в листьях растений *D. fruticosa* – сумму гликозидов рамнетина ( $C_v = 82\%$ ), в листьях и цветках – САА ( $C_v = 37-47\%$ ), которым свойственны очень высокие и высокие уровни изменчивости признаков (табл. 2). Таким образом, можно заключить, что из исследованных биохимических показателей листьев и цветков *D. fruticosa* наиболее стабильны суммарное содержание ФС, сумма ЭС и сумма гликозидов кверцетина.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования установлено, что в листьях и цветках растений *D. fruticosa* обнаружено достаточно высокое содержание ФС (24.9–37.7 мг/г). В растениях *D. fruticosa* преимущественно накапливаются гликозиды кверцетина по сравнению с гликозидами кемпферола и рамнетина. Суммарное содержание ЭС выше в листьях, чем в цветках. Самые высокие показатели САА обнаружены в водно-этанольных экстрактах листьев и цветков растений из Малонимырской популяции, что, возможно связано с повышенным содержанием ФС, в частности ЭС и гликозидов кверцетина. Установлено, что наиболее стабильные признаки – суммарное содержание ФС, сумма ЭС и гликозиды кверцетина.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012; 640 с.
2. Николаева И.Г., Хобракова В.Б., Арьяева М.М. Пятилистник кустарниковый (Курильский чай кустарниковый) / Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2001; 110 с.
3. Триль В.М., Стальная М.И., Иващенко Т.А. Курильский чай в природе и культуре (перспективы его использования) / Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2008; 264 с.
4. Tomczyk M., Pleszczynska M., Wiater A. Variation in Total Polyphenolics Contents of Aerial Parts of *Potentilla* Species and their Anticariogenic Activity // *Molecules*. – 2010; 15: 4639–4651.
5. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, Т. 2, 2009; с. 207–208.
6. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений / Л.: Агропромиздат, 1987; 430 с.
7. Сычев К.С. Методы жидкостной хроматографии и твердофазной экстракции / М.: ООО «Веда», 2005; 165 с.
8. Храмова Е.П., Цыбуля Н.В., Чиндяева Л.Н. Антимикробная активность летучих соеди-

---

---

нений и содержание фенольных компонентов у некоторых видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) // Растительные ресурсы. – 2013; 3(4): 598–611.

9. Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // Journal of chromatography A. – 2002; 967(1): 21–35.
10. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения природных антиоксидантов / М., 2005; 100 с.
11. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. – 2010; 2: 91–97.
12. Юрьев Д.В., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. Анализ флавонолгликозидов в препаратах и БАД на основе экстракта *Ginkgo biloba* // Фармация. – 2003; 2: 7–10.
13. Miliauskas G. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2009; 84: 1997.
14. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / М.: «Наука», 1972; 284 с.

## COMPARATIVE STUDY OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *DASIPHORA FRUTICOSA* FROM NATURAL POPULATIONS OF THE SAKHA (YAKUTIA) REPUBLIC

**E.V. Andysheva,**

junior researcher of the Amur Branch of Botanical Garden Institute FEB RAS (Blagoveshchensk), *e-mail*: [lenok-luchik@mail.ru](mailto:lenok-luchik@mail.ru)

**T.M. Shaldaeva**

Ph.D. (Biol.), research associate of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Novosibirsk)

**E.P. Khramova**

Doc. Sci. (Biol.), leading researcher of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS (Novosibirsk)

Summary. The qualitative and quantitative research of total phenolic compounds and antioxidant activity were studied in leaves and flowers of plants *Dasiphora fruticosa* from the natural populations of Sakha (Yakutia) Republic. The quantity of phenolic compounds accumulates in leaves and flowers of *D. fruticosa* were from 24 to 38 mg/g. The content of glycosides of quercetin higher than glycosides of kaempferol and rhamnetin. The content of tannins (13.8–17.5 mg/g) is highest in leaves of *D. fruticosa*. The antioxidant activity is higher in extracts from leaves and flowers of *D. fruticosa* in the vicinity of the village Small Nimnyr (CP 3). This fact can be associated with high content of phenolic compounds (tannins and glycosides of quercetin).

Key words: *Dasiphora fruticosa*, phenolic compounds, antioxidant activity, Sakha (Yakutia)

# КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ЛИСТЬЯХ ГИНКГО ДВУЛОПАСТНОГО (*GINKGO BILOBA* L.)

**А. К. Ажикова**

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и ботаники ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

e-mail: [alfia-imacheva@mail.ru](mailto:alfia-imacheva@mail.ru)

Растение рода Гинкго семейства Гинкговые отдела Голосеменные – Гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L.) широко применяется в народной медицине в качестве ангиопротекторного средства, при нарушениях мозгового и периферического кровообращения, при расстройствах памяти. Изучение химического состава различных частей растения позволит выявить ранее не исследованные виды его физиологической активности. Одним из классов биологически активных соединений, проявляющих терапевтический эффект, являются гидроксикоричные кислоты. В данной статье представлены результаты определения количественного содержания суммы гидроксикоричных кислот в листьях гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.), собранных на территории Краснодарского края.

Ключевые слова: гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L.), гидроксикоричные кислоты, биологически активные соединения, фармакологическая активность.

## ВВЕДЕНИЕ

Перспективным видом для использования в фармации является реликтовое растение рода Гинкго семейства Гинкговые отдела Голосеменные – Гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L.). Широкий спектр фармакологической активности растения (ангиопротекторная, антиоксидантная, иммуномодулирующая, ноотропная и психотонизирующая и др.) обусловлен уникальным химическим составом [3]. В комплекс биологически и физиологически активных веществ Гинкго двулопастного входят соединения первичного и вторичного метаболизма, выступающие в виде действующих компонентов. Ряд исследователей подтверждает наличие в экстракте листьев Гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba* L.) флавоноидов, гликозидов, терпенов, органических кислот, аминокислот, эфирных масел, витаминов и др. [3, 4, 5]. Несмотря на высокую степень изученности химического состава, компонентный состав листьев по-прежнему заслуживает внимания, особенно в отношении содержания гидроксикоричных кислот. Гидроксикоричные кислоты являются одной из основных групп биологически активных веществ надземной части многих лекарственных растений. Согласно литературным данным, эти соединения обладают антиоксидантной, антитоксической, антимуtagenной и иммуномодулирующей активностью, а также проявляют антибактериальные, противовоспалительные, желчегонные свойства [6, 7, 8]. В связи с вышеизложенным, научный интерес представляет исследование локализации

---

---

гидроксикоричных кислот в растении Гинкго двулопастный и изучение их специфической фармакологической активности.

**Целью** данной работы явилось количественное определение гидроксикоричных кислот в листьях Гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba L.*), произрастающего на территории Краснодарского края.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования явилось воздушно-высушенное сырье листьев Гинкго двулопастного. Заготовка сырья (сбор, высушивание) осуществлялась в осенний период 2017 года на территории Краснодарского края. Потеря массы сырья при высушивании составила  $7 \pm 0,3$  %. Определение суммы гидроксикоричных кислот в листьях Гинкго двулопастного проводили методом спектрофотометрического анализа [8]. Спектры поглощения гидроксикоричных кислот по положению максимумов 325 нм были близки к спектру поглощения кофейной кислоты. В этой связи в качестве раствора стандартного образца при количественном анализе была использована кофейная кислота.

В ходе проведения шести серий эксперимента было установлено, что наибольшая степень извлечения гидроксикоричных кислот наблюдается при экстрагировании листьев Гинкго двулопастного в водой очищенной в течение 30 мин.

2,0 г измельченного сырья (точная навеска) сырья помещали в коническую колбу вместимостью 200 мл, прибавляли 70 мл воды очищенной. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и экстрагировали дважды на водяной бане в течение 15 минут. После охлаждения и фильтрования через бумажный фильтр, извлечение переносили в мерную колбу на 200 мл и доводили объем экстракта водой очищенной до метки (Раствор А). 1 мл раствора А помещали в мерную колбу объемом 50 мл и доводили объем спиртом этиловым 20 % до метки [8].

Оптическую плотность приготовленного раствора измеряли при длине волны 325 нм, которая являлась аналитической для кофейной кислоты. В качестве раствора сравнения использовали спирт этиловый 20 % [8]. Измерение оптических плотностей проводили на спектрофотометре модели ПЭ-5400 В, РФ.

Расчет содержания суммы гидрооксикоричных кислот в сырье вели с применением удельного показателя поглощения кофейной кислоты, который равен 782.

Содержание суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на кофейную кислоту вычисляли по следующей формуле:

$$X = \frac{A \times 200 \times 6 \times 100}{E_{1\text{см}}^{1\%} \times m \times W \times (100 - W)}$$

где  $A_x$  - оптическая плотность экстракта,

$E_{1\text{см}}^{1\%}$  - удельный показатель поглощения кофейной кислоты при длине волны 325 нм, равный 782,

$m$  - масса навески сырья, г

$V_a$  - объем аликвоты, мл



$W$  – влажность сырья, %

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе количественного анализа сырья гинкго двулопастного и статистической обработки полученных результатов шести параллельных серий экспериментов было установлено, что количественное содержание гидроксикоричных кислот в листьях гинкго двулопастного в пересчете на кофейную кислоту составляет  $0,282 \pm 0,02\%$  (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты количественного определения гидроксикоричных кислот в листьях гинкго двулопастного в пересчете на кофейную кислоту

№ серии	Оптическая плотность (A)	Содержание гидроксикоричных кислот X, %	Метрологические характеристики
1	0,041	0,282	S=0,279 Sx=0,045 Sxcp=0,018 $\Delta x=0,036$ $\varepsilon=0,129$
2	0,039	0,268	
3	0,043	0,296	
4	0,042	0,289	
5	0,037	0,254	
6	0,041	0,282	
X	0,041	0,279	

## ВЫВОДЫ

В ходе исследования было обнаружено незначительное содержание гидроксикоричных кислот в листьях гинкго двулопастного, что не опровергает локализацию данных соединений в надземной части растения. Малая концентрация гидроксикоричных кислот в листьях Гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba L.*) объясняется, на наш взгляд, подавлением их синтеза за счет большего накопления в них других подгрупп фенольных соединений (флавоноиды, полифенольные соединения), а также сезонной динамикой их аккумуляции в зависимости от фазы вегетации. Данный факт не умаляет терапевтической ценности растения и позволяет считать его перспективным источником лекарственного сырья. Целесообразность дальнейших фармакогностических исследований обусловлена не только поиском новых эффективных препаратов растительного происхождения, но и перспективой расширения отечественной сырьевой базы и импортозамещающего лекарственного обеспечения населения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахадова Д.А., Гейдарова А.Э., Ясенявская А.Л., Сергалиева М.У. Изучение содержания биологически активных веществ в траве Астрагала прутьевидного (*Astragalus virgatus/varius*)// В сборнике: Молодежь, наука, медицина. Материалы 63-й всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием. Редколлегия: М.Н. Калинин [и др.]. – 2017: 626-629.
2. Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Мажитова М.В. Содержание дубильных веществ



- 
- 
- в траве Астрагала лисьего (*Astragalus vulpinus* Willd.)// В сборнике: Фармацевтические науки: от теории к практике Заочная научно-практическая конференция с международным участием. – 2016: 192-194.
3. Бурчинский С.Г. Возможности препаратов Гинкго билобы в стратегии фармакотерапии сосудистой деменции// *Международный неврологический журнал*. – 2012; 1: 6-10.
  4. Бурчинский С.Г. Препараты Гинкго билоба: [по пути открытий в клинической нейрофармакологии](#) // *Международный неврологический журнал*. – 2016; 4 (82): 83-87.
  5. Васильев В.Г., Прокопьев А.С., Калабин Г.А. Идентификация терпеновых лактонов и флавоногликозидов в препаратах на основе экстракта Гинкго билоба и новый [способ полуколичественной оценки содержания флавоногликозидов методом спектроскопии ЯМР 1H](#) // *Химия растительного сырья*. - 2016; 3: 85-93.
  6. Дойко И.В., Тихомиров А.А., Чепелева Г.Г., Леонтьева В.М. Динамика накопления гидроксикоричных кислот в различных частях растения эхинацеи пурпурной и рудбекии волосистой, выращенных в условиях светокультуры// *Химия растительного сырья*. – 2002; 3: 35-37.
  7. Медведев Ю.В., Передеряев О.И., Арзамасцев А.П., Эллер К.И., Прокофьева В.И. Определение гидроксикоричных кислот в лекарственном растительном сырье и объектах растительного происхождения// *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. – 2010; 3: 25-31.
  8. Митрофанова И.Ю., Яницкая А.В. Количественное определение гидроксикоричных кислот и динамика их накопления в траве Девясила британского// *Волгоградский научно-медицинский журнал*. – 2013; 1: 24-26.

---

---

# THE QUANTITATIVE DEFINITION OF HYDROXYCINNAMYLIC ACIDS IN LEAVES OF THE GINKGO BILOBA (GINKGO BILOBA L.)

**Azhikova A.K.**

Astrakhan State Medical University of the Russian Ministry of Health,  
414000, Russia, Astrakhan, Bakinskaya St., 121

E-mail: [alfia-imatecheva@mail.ru](mailto:alfia-imatecheva@mail.ru)

**A.K. Azhikova**

Ph.D. (Biol.), Associate Professor of Department of Biology and Botany of Astrakhan State  
Medical University of the Russian Ministry of Health e-mail: [alfia-imatecheva@mail.ru](mailto:alfia-imatecheva@mail.ru)

Summary: The plant of the Ginkgo genus of the Ginkgo family of the Pangers - *Ginkgo biloba* L. is widely used in folk medicine as an angioprotective agent, in disorders of the cerebral and peripheral blood circulation, in memory disorders. The study of the chemical composition of various parts of the plant will allow to identify previously unexplored types of its physiological activity. One of the classes of biologically active compounds exhibiting a therapeutic effect is hydroxycinnamic acids. This article presents the results of determining the quantitative content of the sum of hydroxycinnamic acids in the leaves of Ginkgo biloba (*Ginkgo biloba* L.), collected in the Krasnodar Territory.

Key words: *Ginkgo biloba* L., hydroxycinnamic acids, biologically active compounds, pharmacological activity.

# ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА В ЛИСТЯХ АМАРАНТА ПЕЧАЛЬНОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

## **А.А. Беляева**

студент 4 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

e-mail: [belyaeva.1998@mail.ru](mailto:belyaeva.1998@mail.ru)

## **И.М. Коренская**

к. фарм. наук, доцент ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

Методом капиллярного электрофореза определен качественный состав и количественное содержание аминокислот (АМК) надземной части растения Амарант печальный (*Amaranthus hypochondriacus* L.), семейства амарантовые (Amaranthaceae), культивируемого на территории Воронежской области. Обнаружено 17 аминокислот, шесть из них являются незаменимыми (фенилаланин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, треонин) и две условно незаменимые (лизин и тирозин), так же отмечено высокое содержание в листьях растения глутаминовой и аспарагиновой кислот. Суммарное содержание АМК в листьях амаранта печального составляет 14,5%

*Ключевые слова:* Амарант печальный, *Amaranthus hypochondriacus* L., листья, аминокислотный состав, капиллярный электрофорез.

## ВВЕДЕНИЕ

Всестороннее исследование химического состава лекарственного растительного сырья (ЛРС) способствуют созданию новых лекарственных средств и открытию новых источников их получения. Этот интерес обусловлен тем, что организм человека постоянно подвергается влиянию ухудшающейся экологической обстановки, в результате чего резко возросло число «болезней цивилизации». В последнее время, большинство людей использует лекарственные средства растительного происхождения и ведет здоровый образ жизни. Как известно, аминокислоты участвуют в биосинтезе не только белков, но и большого количества других биологически активных соединений, регулирующих процессы обмена веществ, что способствует эффективному действию на организм человека [1]. Поэтому изучение аминокислотного профиля ЛРС имеет практическое значение и вызывает несомненный интерес.

Одним из таких растений, представляющих интерес для использования в медицине в качестве источника заменимых и незаменимых АМК, является амарант печальный (*Amaranthus hypochondriacus*) — однолетнее травянистое растение семейства амарантовые, широко культивируемого как зерновое и кормовое растение.

---

---

Цель нашей работы — изучение аминокислотного состава листьев амаранта печального, культивируемого в Воронежской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили листья, амаранта печального, собранные в начальную фазу вегетации, на территории Новоусманского района Воронежской области в 2018 г. Сырье сушили воздушно-теневым способом.

Качественное обнаружение и количественное определение аминокислот в анализируемом сырье проводили на аппарате капиллярного электрофореза «Капель-105» Метод основан на разложении проб кислотным гидролизом с переводом аминокислот в свободные формы и дальнейшем их разделении и количественном определении методом капиллярного электрофореза. Детектирование проводят в УФ-области спектра при длине волны 254 нм. Сбор, обработку и вывод данных осуществляют с помощью персонального компьютера, на котором установлена соответствующая программа сбора и обработки данных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования в вегетативной части амаранта печального установлено наличие 17 свободных аминокислот. Сумма свободных аминокислот в исследуемом образце составила 14,5 %.

На электрофореграмме обнаружено 16 пиков, две аминокислоты: лейцин и изолейцин составили один пик, поэтому их количественное содержание дано суммой (Рисунки 1, 2). При анализе электрофореграммы определено, что аминокислотный профиль листьев амаранта печального составил 17 аминокислот, из которых шесть относятся к незаменимым: фенилаланин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, треонин, две условно незаменимые - лизин и тирозин. Так же отмечено высокое содержание в листьях растения глутаминовой и аспарагиновой кислот, оказывающих положительное влияние на сердечно-сосудистую систему. Глутаминовая и аспарагиновая кислоты выполняют в организме роль нейромедиаторов, но глутаминовая кислота является предшественником глутатиона, который обладает антиоксидантным действием, а аспарагиновая кислота входит в состав нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

Фенилаланин регулирует функцию щитовидной железы и надпочечников. Из него образуется гормон тироксин, а также аминокислота тирозин, из которого, в свою очередь, образуется адреналин. При недостатке лейцина в питании у детей происходит задержка роста и снижение массы тела, отмечают изменения в почках и щитовидной железе. Метильные группы метионина используются для синтеза холина, который участвует в обмене липидов. Метионин, также как и холин, относится к липотропным веществам, оказывая влияние на обмен липидов и фосфолипидов, он важен в профилактике атеросклероза. Метионин играет важную роль в функции надпочечников, он необходим для синтеза адреналина [2].

Как известно, основным показателем качества белка является его аминокислотный состав и в особенности содержание незаменимых кислот. Рядом исследователей подтверждено, что протеины амаранта являются одними из лучших белков растительного происхождения, в том числе по содержанию незаменимых аминокислот [4, 5]. Было установлено, что в зависимости от вида амаранта, содержание незаменимых аминокислот различается: треонина от 5,1 до 7,1 %, валина 5,2-6,3 %, метионина 0,6-2,7 %, изолейцина 4,3-6,4 %, лейцина 4,9-8,4 %, фенилаланина 3,8-5,1%, гистидина 1,7-2,6 %, аргинина от 3,8-5,1 %. Содержание лизина, которого очень мало в большинстве овощей и злаков, изменяется от 4,0 до 5,6 % [6].

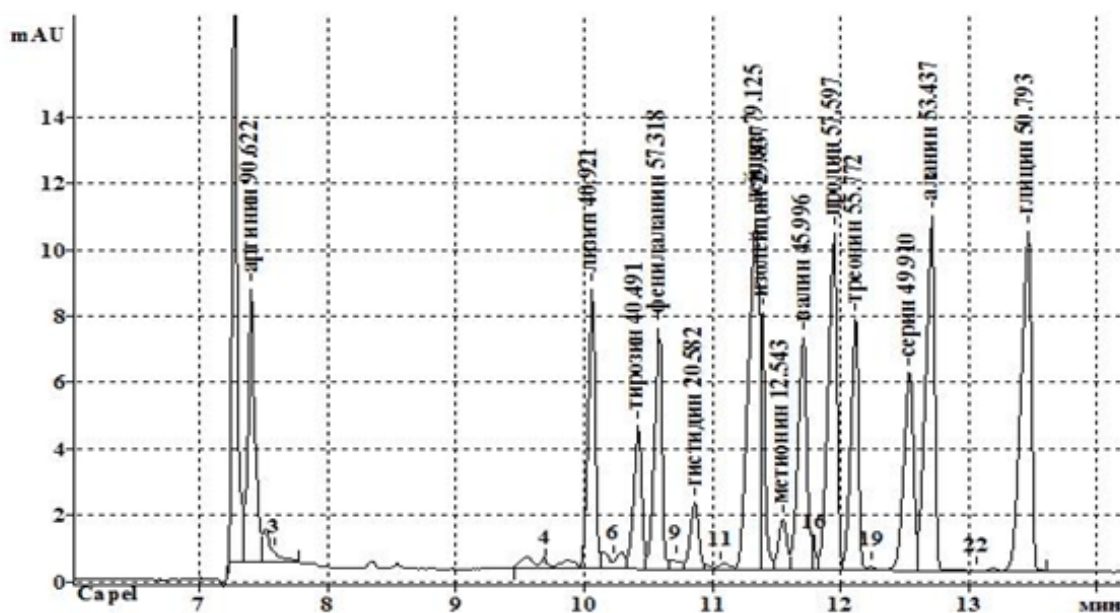


Рисунок 1 - Электрофореграмма аминокислот в листьях амаранта печального

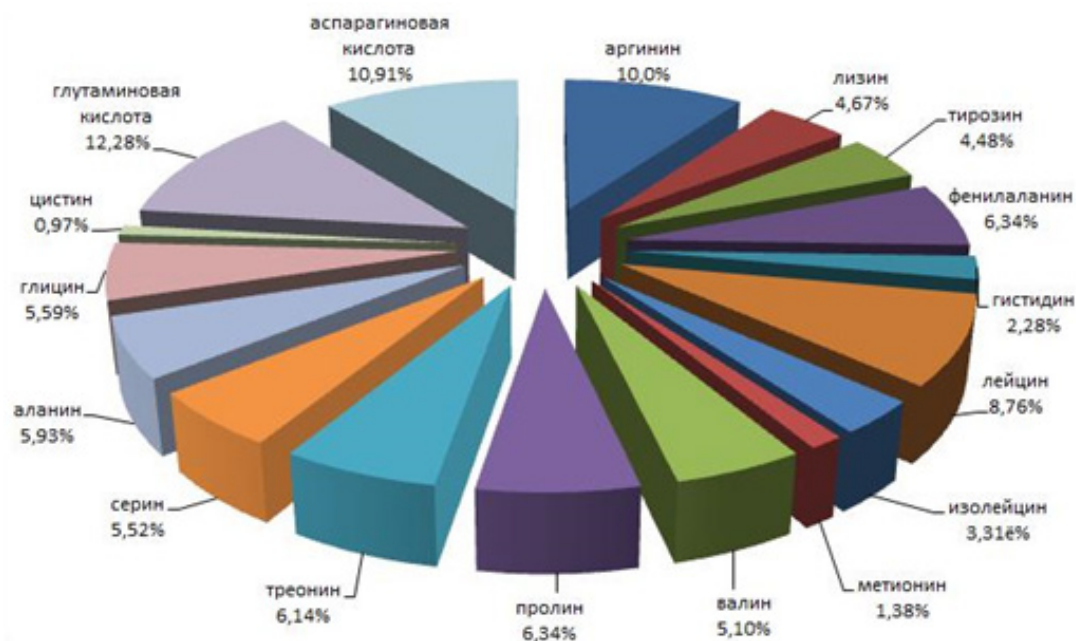


Рисунок 2 – Диаграмма содержания аминокислот в листьях амаранта печального

Согласно рекомендациям ВОЗ употребление в пищу человека незаменимых аминокислот в расчете мг на кг массы тела. Эти данные представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Соотношение незаменимых аминокислот в эталонном белке (по шкале ФАО/ВОЗ) и в исследуемых листьях Амаранта печального

Аминокислота	Рекомендация ВОЗ мг/кг [7]	Соотношение незаменимых АМК к их общему содержанию	
		ВОЗ	листья амаранта печального
Гистидин*	10	1	1,7
Изолейцин	20	8,7	1,5
Лейцин	39	7,9	2,4
Метионин	10	1	1
Фенилаланин+тирозин	25	2,6	1,7
Треонин	15	1,4	4,4
Валин	26	2,5	3,7

\*условно незаменимая АМК.

Как видно из полученных данных, значение соотношения незаменимых аминокислот в листьях амаранта близко к соотношению, рекомендуемой ВОЗ, за исключением соотношения лейцина и изолейцина. Их содержание в листьях амаранта печального в несколько раз ниже. А содержание треонина, который является у человека абсолютно незаменимой АМК, выше рекомендуемого значения в 3 раза.

## ВЫВОДЫ

Изучен аминокислотный состав листьев амаранта печального. Обнаружено 17 АМК, преобладающими среди которых являются глутаминовая и аспарагиновая кислоты. Суммарное содержание АМК составляет 14,5 %. Полученный аминокислотный профиль подчеркивает терапевтическую ценность амаранта печального как источника заменимых и незаменимых АМК и позволяет рекомендовать его в дальнейшем как дополнительного источника незаменимым АМК.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микаэлян М.Ф., Мелик-Гусейнов В.В. Изучение аминокислотного состава травы шандры пустырниковой и шандры чужеземной (сем. Губоцветные) // Вестник ВГУ.
2. Серия: биология, химия, фармация. – 2006; 2:313-315;
3. Лысиков Ю. А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012; 2: 88-105;
4. Саратовский Л.И. Амарант: методические рекомендации. – 2010; 36;
5. Кадошников С.И., Кадошникова И.Г., Мартиросян Д.М. Исследование фракционного состава белков амаранта // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: сб. науч. тр.- 2005; 12:81-104;

- 
- 
6. Лазаньи Я., Капочи И., Бене Ш. Оценка продуктивности биомассы и семян щерицы в засушливых районах Большой венгерской низменности //Международный с.-х. журнал. -1088; 5:60-64;
  7. Energy and Protein Requirements // WHO Tech. Rep. Ser. — 1973. — No 522. — P.150.

## THE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION IN THE LEAVES OF THE AMERANTH SAD, CULTIVATED IN THE VORONEZH AREA

**Belyaeva A.A.**

A 4th year student of the Faculty of Pharmacy of the Voronezh State University.

e-mail: [belyaeva.1998@mail.ru](mailto:belyaeva.1998@mail.ru)

**Korenskaya I.M.**

Ph.D. Sci., Associate Professor, Voronezh State University

Summary: The qualitative composition and quantitative content of amino acids (AMC) of the aerial part of Amaranth sad plant (*Amaranthus hypochondriacus* L.), family Amaranth (*Amaranthaceae*) cultivated in the Voronezh region, was determined by capillary electrophoresis method. Found 17 amino acids, six of them are essential (phenylalanine, leucine, isoleucine, methionine, valine, threonine) and two conditionally essential (lysine and tyrosine), as well as a high content of glutamic and aspartic acids in the leaves. The total content of AMK in sad amaranth leaves is 14.5%

Keywords: Amaranth sad, *Amaranthus hypochondriacus* L., leaves, amino acid composition, capillary electrophoresis.

# ЛИСТЬЯ ЕЖЕВИКИ РАЗНЫХ СОРТОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ – АНТИОКСИДАНТОВ

**Т.А. Брежнева**

к.фарм.н., доцент ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)  
e-mail: [t\\_brezhneva@mail.ru](mailto:t_brezhneva@mail.ru)

**М.В. Попова**

Студентка 4 курса ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

**А.И. Сливкин**

д.фарм.н., профессор ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

Исследован качественный состав биологически активных веществ (БАВ) листьев ежевики садовой. Установлено высокое содержание дубильных веществ и высокая антиокислительная активность исследуемого растительного сырья, открывающие перспективы его использования в качестве источника БАВ-антиоксидантов. Показано, что сорт растения не оказывает существенного влияния на исследованные показатели.

Ключевые слова: листья ежевики, сорта растения, дубильные вещества, *флавоноиды*, *антиокислительная активность*.

## ВВЕДЕНИЕ

Широко распространенный кустарник ежевика известен в первую очередь как источник вкусных и полезных ягод. В народной медицине листья, молодые побеги, цветки, плоды и даже корневище ежевики рекомендуют употреблять при желудочно-кишечных заболеваниях и респираторных инфекциях [1]. Листья ежевики сизой, а так же ежевики азиатской обладают вяжущим, жаропонижающим, антисептическим, противовоспалительным, гипогликемическим, гиполипидемическим, гепатозащитным, желчегонным и общеукрепляющим действием. Данные современных исследователей свидетельствуют, что растения рода *Rubus*, к которым относится ежевика, содержат дубильные вещества, фенолкарбоновые кислоты и флавоноиды, проявляющие антиоксидантные свойства и обладающие широким спектром фармакологической активности [2]. Тенденции комплексного использования растений, наличие достаточной сырьевой базы, опыт народной медицины по использованию листьев ежевики, появление новых садовых сортов этого известного растения дают основания для более глубокого изучения их химического состава, фармакологической активности и разработки методов стандартизации с целью дальнейшего внедрения листьев ежевики в официальную медицину и включения в Государственную фармакопею РФ.

Целью настоящей работы являлась оценка антиокислительной активности листьев ежевики садовой различных сортов и определение в них некоторых групп БАВ-антиоксидантов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись листья ежевики пяти различных сортов, заготовленные в фазу плодоношения (август 2019 г.) с растений, произраставших на супесчаной почве в плодopитомнике Воронежской области (предварительными экспериментами было установлено, что в данную фазу вегетации антиокислительная активность сырья максимальна). Листья сушили сразу после сбора при температуре не выше 40°C. Перед использованием листья измельчали и просеивали. Для проведения экспериментов использовали фракцию, проходящую через сито 3мм.

Определение содержания дубильных веществ в пересчете на танин в высушенных измельченных листьях ежевики проводили по методике ОФС 1.5.3.008.18 ГФ XIV титрованием перманганатом калия с индигосульфокислотой [3].

Извлечение флавоноидов из сырья проводили спиртом этиловым 70 %, зарекомендовавшим себя в качестве оптимального экстрагента в предварительных экспериментах. Около 1 г (т.н.) высушенного и измельченного сырья экстрагировали 50 мл спиртом этиловым 70 % при нагревании на кипящей водяной бане в течение 1 часа. После охлаждения, фильтрации и соответствующих разведений пробу анализировали на спектрофотометре «Hitachi U-1900».

Количественное определение суммы флавоноидов в пересчете на рутин осуществляли спектрофотометрически при длине волны  $411\pm 2$  нм по величине оптической плотности в максимуме поглощения комплекса флавоноидов со спиртовым раствором алюминия хлорида. Данная методика хорошо зарекомендовала себя при определении содержания флавоноидов в различных видах лекарственного растительного сырья и позволяет определять флавоноиды в присутствии полисахаридов, танина, хлорофилла, каротиноидов, фенолкарбоновых кислот, сапонинов и других классов соединений, которые могут содержаться в исходном сырье [4].

В качестве стандартного образца использовали 0,05% спиртовой раствор рутина, спектр поглощения комплекса которого с алюминия хлоридом близок со спектром поглощения комплексов изучаемых образцов ( $\lambda_{\max} = 411\pm 2$  нм).

Антиокислительную активность листьев ежевики в пересчете на кверцетин определяли титриметрически по методике, защищенной патентом [5].

Для проведения качественных реакций готовили водные и водно-спиртовые извлечения из исследуемых образцов по методикам, приведенным в руководстве [6].

Для получения водных извлечений 4,0 г измельченного до размера частиц 1 -2 мм воздушно-сухого сырья заливали 40 мл воды очищенной и настаивали на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин. Полученное водное извлечение фильтровали. Водные извлечения использовали для определения полисахаридов, водорастворимых сапонинов, алкалоидов, дубильных веществ и органических кислот. Водно-спиртовые извлечения получали экстракцией 70% -ным этанолом по методике, описанной в разделе «количественное определение» и использовали для обнаружения спирторастворимых сапонинов и флавоноидов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На предварительном этапе работы было проведено исследование образцов высушенных листьев ежевики на присутствие различных групп БАВ с целью выявления наиболее перспективных для дальнейшего изучения.

Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты определения некоторых групп БАВ в водных и водно-спиртовых извлечениях из листьев ежевики с помощью качественных химических реакций (на примере сорта Полар)

Определяемые группы БАВ	Реагент	Наблюдаемый эффект	Вывод о присутствии
Алкалоиды	Раствор танина	-	Отсутствуют
	Раствор пикриновой кислоты	-	
	Реактив Вагнера	-	
	Реактив Драгендорфа	-	
Сапонины	Реакция на пенообразование	+	Присутствуют (спирто-растворимые сапонины)
	Реакция Сальковского (хлороформ + серная кислота)	Органический слой темно-оранжевого цвета	
	Раствор концентрированной серной кислоты	Оранжево-зеленое кольцо	
	Раствор хлорида бария	Осветление раствора	
Полисахариды	1% спиртовой раствор холестерина	Помутнение раствора	Отсутствуют
	Раствор йода	Темно-коричневое окрашивание	
Дубильные вещества	Раствор ацетата свинца	Темно-желтый осадок	Присутствуют конденсированные формы(1) и гидролизуемые формы(2)
	Раствор алкалоида	Помутнение раствора	
	Квасцы железо-аммонийные	Темно-зеленое(1) и темно-синее(2) окрашивание	
	Реакция с желатином	Белый осадок	
Кислота аскорбиновая (витамин С)	Раствор свинца ацетата основной	Бело-желтый осадок	Отсутствует
	Раствор калия перманганата	-	
Флавоноиды	Раствор натрия гидрокарбоната в смеси с раствором железа (II) сульфата	-	Присутствуют
	Цианидиновая проба	Оранжево-коричневое окрашивание	
	Раствор хлорида алюминия	Темно-бурое окрашивание	
	Раствор аммиака	Желто-коричневое окрашивание	
	Раствор свинца ацетата средни	Темно-желтый осадок	

В результате проведенного исследования качественными химическими реакциями было подтверждено наличие в листьях ежевики таких групп БАВ, как сапонины, дубильные вещества, флавоноиды. Надо отметить, что последние 2 группы веществ обладают антиоксидантной активностью. Отличия в качественном составе БАВ листьев ежевики разных сортов выявлено не было.

На следующем этапе исследования было проведено количественное определение в исследуемом сырье флавоноидов и дубильных веществ – групп БАВ-антиоксидантов, потенциально обладающих широким спектром фармакологической активности.



Одновременно проводили определение антиокислительной активности полученных извлечений и расчет содержания БАВ-антиоксидантов в исходном сырье в пересчете на кверцетин. Поскольку количественное содержание флавоноидов в сырье определяли в пересчете на рутин, целесообразным представлялось дополнить полученные значения АОА листьев также данными в пересчете на рутин.

Результаты проведенных определений представлены в Таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Результаты определения содержания дубильных веществ и суммы БАВ – антиоксидантов в листьях ежевики различных сортов в пересчете на абсолютно сухое сырье (экстракция водой очищенной)

Сорт ежевики	Содержание дубильных веществ в пересчете на танин, %	Содержание суммы БАВ - антиоксидантов в пересчете на кверцетин, %
Полар	16,5 ± 0,5	4,72 ± 0,14
Торнлесс	16,9 ± 0,5	4,85 ± 0,15
Торнфри	16,1 ± 0,5	4,72 ± 0,14
Смутстем	16,9 ± 0,5	4,85 ± 0,15
Блэк сатин	15,0 ± 0,4	4,67 ± 0,14

На основании данных таблицы 2 можно сделать вывод о том, что листья ежевики всех исследуемых сортов отличаются высоким содержанием дубильных веществ. Наиболее богаты ими сорта Смутстем и Торнлесс, наименее – сорт Блэк сатин. Надо отметить, что отличия между сортами по этому показателю, с учетом возможной ошибки определения, невелики. Суммарное содержание водорастворимых БАВ-антиоксидантов в исследуемых образцах листьев также высоко и почти не отличается по сортам.

На основании данных таблицы 3 можно сделать вывод о том, что содержание флавоноидов в листьях ежевики всех исследуемых сортов невелико. Не установлено и значительного отличия по их содержанию между сортами. Лидирует по содержанию флавоноидов сорт Блэк сатин, несколько ниже их содержание в сорте Полар, в остальных трех сортах содержание флавоноидов еще меньше.

Таблица 3 – Результаты определения содержания флавоноидов и суммы БАВ–антиоксидантов в листьях ежевики различных сортов в пересчете на абсолютно сухое сырье (экстракция спиртом этиловым 70 %)

Сорт ежевики	Содержание флавоноидов в пересчете на рутин, %	Содержание суммы БАВ - антиоксидантов в пересчете на рутин, %	Содержание суммы БАВ - антиоксидантов в пересчете на кверцетин, %
Полар	0.21 ±0,01	8,24 ±0,25	4,08 ±0,12
Торнлесс	0.18 ±0,01	7,03 ±0,21	3,48 ±0,10
Торнфри	0.18 ±0,01	8,68 ±0,26	4,34 ±0,13
Смутстем	0.18 ±0,01	10,74 ±0,32	5,32 ±0,16
Блэк сатин	0.23 ±0,01	8,02 ±0,24	3,97 ±0,12

Суммарное содержание спирторастворимых БАВ-антиоксидантов в исследуемых образцах листьев достаточно высоко, полученные значения близки к полученным для БАВ-антиоксидантов, растворимых в воде. Отличия по сортам здесь более выражены. Максимальное количество БАВ-антиоксидантов извлекается из сорта Смутстем, минимальное – из сорта Торнлесс.

Подводя итоги проведенного исследования можно сделать вывод о том, что листья всех сортов ежевики, участвовавших в эксперименте, являются перспективным источником БАВ-антиоксидантов, поскольку содержат их в достаточно высоком количестве и позволяют извлечь их из сырья как водными, так и спиртовыми экстрагентами.

Высокое содержание дубильных веществ в изучаемом сырье позволяет сделать заключение о возможности использования листьев садовых сортов ежевики как перспективного их источника.

Несмотря на невысокое содержание флавоноидов в сырье, антиоксидантная активность полученных из него водно-спиртовых извлечений позволяет прогнозировать перспективу его использования как источника БАВ-антиоксидантов. Можно предположить, что свой вклад в суммарную антиоксидантную активность изучаемого сырья вносят и другие фенольные соединения, такие, как лейкоантоцианы, оксикоричные кислоты, о которых упоминают литературные источники и которые не определялись нами в рамках настоящего исследования.

## ВЫВОДЫ

Проведено исследование качественного состава листьев ежевики садовой различных сортов, выявлено наличие сапонинов, дубильных веществ, флавоноидов.

Установлено высокое содержание дубильных веществ и высокая антиоксидантная активность исследуемого растительного сырья, открывающие перспективы его использования в качестве источника БАВ-антиоксидантов.

Показано, что сорт растения не оказывает существенного влияния на исследованные показатели.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губанов И. А. *Rubus caesius* L. — Ежевика сизая. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. / М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003; Т. 2: С. 403.
2. Никитин В. С., Шендель Г. В., Герчиков А.Я. и соавт. Флавоноиды листьев малины и ежевики и их антиоксидантная активность // *Химико фармацевтический журнал*. – 2000; 5: 25 - 27.
3. Государственная Фармакопея Российской Федерации. - XIV изд.: в 4 т. М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2018; Т. 2: С.2367.
4. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Воропаева С.С. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в листьях крапивы двудомной // *Вестник ВГУ, серия химия, биология, фармация*. – 2014; 1: 139-152.

- 
- 
5. Способ определения антиокислительной активности : пат. 2170930 Рос. Федерация, МПК<sup>7</sup> G01N33/50, G01N33/52 / Т.В. Максимова ; заявитель и патентообладатель Московск. мед. акад. им. И.М. Сеченова. – 2000111126/14 ; заявл. 05.05.2000 ; опубл. 20.07.2001. – 6 с.
  6. 6. Ладыгин Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э. и соавт. Химический анализ лекарственных растений: учебное пособие для фармацевтических вузов / Под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. // М.: Высшая школа, 1983; 176 С.

## **BLACKBERRY'S LEAVES OF DIFFERENT VARIETIES AS A PERSPECTIVE SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES -ANTIOXIDANTS**

### **T.A. Brezhneva**

Ph.D., Associate Professor of Voronezh State University (Voronezh)

e-mail: t\_brezhneva@mail.ru

### **M.V. Popova**

4th year student of the Voronezh State University (Voronezh)

### **A.I. Slivkin**

Professor of Voronezh State University (Voronezh)

Voronezh State University,

1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394018, Russia

Summary: The qualitative composition of BAS leaves of garden blackberry has been investigated. A high content of tannins and a high antioxidant activity of the plant material under study have been established, opening up prospects for its use as a source of BAS antioxidants. It was shown that the plant variety does not have a significant effect on the studied parameters.

Keywords: Blackberry leaves, plant varieties, composition of biologically active substances, tannins, flavonoids, antioxidant activity.

# ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СБОРА АНТИГЕПАТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ВХОДЯЩИХ В НЕГО КОМПОНЕНТОВ

## **Е.В. Ферубко.**

к.м.н., заведующая отделом экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)  
e-mail: eferubko@yandex.ru

## **В.Н. Зеленков**

д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник отдела агробиологии и селекции ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

## **Е.В. Чупарина**

к.х.н., с.н.с. лаборатории спектральных методов анализа ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (Иркутск)

## **Т.Д. Даргаева**

д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела стандартизации и сертификации ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Изучен элементный состав сбора антигепатоксического действия и входящих в него компонентов. Обнаружено 22 макро – микроэлемента Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Ba, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Pb, Zr и установлено их количественное содержание. Преобладающими элементами в сборе являются калий, кальций, магний, кремний, фосфор, сера и хлор. Результаты эксперимента могут быть использованы для трактования механизма действия сбора.

Ключевые слова: *антигепатоксический сбор, входящие компоненты растений, рентгенофлуоресцентный анализ.*

## ВВЕДЕНИЕ

Как известно, поливалентный механизм развития многих патологических процессов различных болезней диктует разработку рационального состава многокомпонентных лекарственных средств растительного происхождения, представителем которых являются сборы. Создание антигепатоксических средств остается актуальной проблемой современной медицинской науки в связи с увеличением частоты заболеваемости, хронизацией течения и ранней инвалидизацией трудоспособного населения [1,2].

Учитывая данное обстоятельство, нами разработан состав антигепатоксического средства: корни и корневища девясила высокого (*Inula helenium* L.), трава золотысячника обыкновенного (*Centaureum erythraea* Rafn.), цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плоды шиповника (*Rosa* sp.), плоды боярышника (*Crataegus* sp.).

---

---

Наряду с различными БАВ в составе сборов содержатся макро- и микроэлементы. Исследование макро- и микроэлементного состава будет уместно при трактовке механизма действия разрабатываемых средств [3,4].

Исходя из этого, целью настоящих исследований явилось изучение элементного состава сбора антигепатоксического действия и входящих в него компонентов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследований использовали сбор для лечения заболеваний гепатобилиарной системы следующего состава: корни и корневища девясила высокого -250 г, трава золотысячника обыкновенного -150 г, корни солодки – 150 г, плоды шиповника – 250 г, плоды боярышника – 200 г и входящие в него растения.

Элементный состав сбора антигепатоксического действия и входящих в него растений определяли методом прямого рентгенофлуоресцентного анализа (РФА).

РФА зарекомендовал себя в качестве надежного инструмента одновременного определения микро- и макроэлементов в различных растительных и биологических материалах [5]. Одним из преимуществ РФА перед аналитическими методами, для выполнения которых требуется разрушение исходного образца воздействием высокой температуры или химических реагентов, является отсутствие в результатах неопределенностей, связанных именно со стадией пробоподготовки.

Приготовление образцов растений к РФА: предварительное измельчение материала в ручной кофемолке. Далее измельчение в агатовой ступке; взятие навески - 0.5 г; прессование таблетки-излучателя из навески растения на подложке из борной кислоты. Измерения образцов выполнены на рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker, Германия).

Градуированные графики строили с помощью государственных стандартных образцов состава листа березы ЛБ-1 (ГСО 8923-2007), луговой травосмеси Тр-1 (ГСО 8922-2007), элодеи канадской ЕК-1 (ГСО 8921-2007), стандартных образцов (КНР) веток кустарника (GBW 07605), веток и листьев тополя (GBW 07603, GBW 07604), листьев чая (GBW 07605). Концентрации элементов Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ti и Ba оценили способом внешнего стандарта, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr и Pb – стандартным фоном. При расчете содержания Ti и Ba измеренную и интенсивность корректировали на эффект частичного перекрытия линий.

Правильность результатов РФА контролировали с помощью польского стандартного образца состава травосмеси INCT – МРН – 2, при этом получено хорошее согласие данных РФА с аттестованными значениями содержания. Результаты РФА сбора антигепатоксического действия и входящих в него растений приведены в виде среднего значения для 5 измерений [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С помощью рентгенофлуоресцентного анализа в сборе антигепатоксического действия и входящих в него растений определено 22 различных элемента и установлено их количественное содержание. Полученные результаты исследований представлены в таблицах 1,2.



Таблица 1- Содержание макроэлементов в в сборе антигепатоксического действия и входящих в него растениях, %

Описание образца	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	Fe
Корни и корневища девясила высокого	0,006	0,152	0,031	0,104	0,367	0,222	0,180	2,487	0,280	0,0028	0,018
Трава золотысячника обыкновенного	0,319	0,268	0,061	0,288	0,134	0,184	0,595	0,961	0,346	0,0031	0,047
корни солодки	0,064	0,381	0,108	0,274	0,076	0,097	0,069	1,123	1,032	0,0018	0,055
Плоды шиповника	< 0,0050	0,238	0,0045	0,014	0,187	0,093	< 0,030	1,202	0,673	0,0040	0,005
Плоды боярышника	0,007	0,078	0,0062	0,019	0,080	0,033	< 0,030	0,772	0,298	0,0011	0,010
Сбор антигепатоксического действия	0,060	0,209	0,036	0,119	0,199	0,138	0,146	1,384	0,495	0,0026	0,023

Преобладающими компонентами в сборе являются K, Ca, Mg, Si, P, S, Cl, относящиеся к эссенциальным элементам. Эти элементы играют важную роль при обеспечении функционирования сердечно-сосудистой системы, в процессах энергетического обмена веществ, контроле уровня холестерина.

Таблица 2- Содержание микроэлементов в в сборе антигепатоксического действия и входящих в него растениях, PPM\*

Описание образца	Ti	Cr	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Zr	Pb	Ba
Корни и корневища девясила высокого	19	< 2	3	15	57	13	10	20	< 1	< 3	< 10
Трава золотысячника обыкновенного	36	7	6	8	49	13	8	14	< 1	< 3	31
корни солодки	56	3	3	10	29	1	6	250	4	< 3	< 10
Плоды шиповника	5	< 2	< 1	5	22,5	< 2	7	34	< 1	< 3	< 10
Плоды боярышника	5	< 2	2	6	23,4	< 2	5	20	< 1	< 3	10
Сбор антигепатоксического действия	21	< 2	4	9	31	4	6	39	< 1	< 3	15

\*1 ppm=1мкг/г или 10<sup>-4</sup>%

В сборе и в входящих в него компонентах обнаружены также такие микроэлементы, как Cr, Mn, Fe, Ni, Cu и Zn, необходимые для лечения микроэлементозов.

При сравнении содержания микроэлементов с предельно допустимыми уровнями концентраций для растений, являющихся компонентами сбора установлено, что в исследуемых образцах их концентрации ниже токсических значений. Исходя из данных, представленных в таблицах 1-2, каждый входящий компонент вносит свой вклад в фармакологическое действие сбора, в т.ч. за счет присутствия в растениях макро- и микроэлементов.

## ВЫВОДЫ

Анализ полученных результатов показал, что сбор антигепатоксического действия и входящие в него растения имеют богатый макро- и микроэлементный состав. Эти сведения в будущем могут быть использованы для трактовки механизма действия сбора антигепатоксического действия с учетом вклада каждого компонента.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивашкин В.Т. Гастроэнтерология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 704 с.
2. Николаев СМ. Фитофармакотерапия и фитофармакопрофилактика заболеваний. — Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2012. — 286 с.
3. Соколов С.Я. Фитотерапия и фитофармакология. Руководство для врачей. — Москва: МИА, 2000. — 976 с.
4. Лубсандоржиева П.-Н.Б. Разработка и стандартизация фитосредств для лечения и профилактики заболеваний органов пищеварения. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. — 280 с.
5. Ревенко А.Г. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов. - Новосибирск: Наука – Сибирская издательская фирма, 1994.-264 с.
6. Смагунова А.Н., Козлов В.А. Примеры применения математической теории эксперимента в рентгенофлуоресцентном анализе. -Иркутск: Изд-во ИГУ, 1990.-230 с.

---

---

# THE STUDY OF ELEMENTAL COMPOSITION OF COLLECTING ANTI-HEPATOTOXIC ACTION AND THE COMPONENTS ENTERING IT

## **E.V. Ferubko**

Ph. D. (Med.), Head of department of experimental and clinical pharmacology of the Center of Medicine, All-Russian scientific research institute of Medicinal and Aromatic plants

## **V.N. Zelenkov**

Dr.Sc.(Agriculture), prof., Chief researcher All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI «Federal Scientific Center of Vegetable Growing», Moscow region,

## **T.D. Dargaeva**

Dr. Sc. (Pharm.), prof., Chief researcher of Department of standardization and certification, All-Russian scientific research Institute of Medicinal and Aromatic plants.

## **E.V. Chuparina**

Ph. D. (Chem.) s. researcher of laboratory of spectral methods of the analysis of FGBUN Institute of geochemistry of A.P. Vinogradov of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science (Irkutsk)

Summary. The element structure of collecting anti-hepatotoxic action and the components entering it is studied. It is revealed 22 macro – a microelement of Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Ba, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Pb, Zr and their quantitative contents is established. The prevailing elements assembled are potassium, calcium, magnesium, silicon, phosphorus, sulfur and chlorine. Results of an experiment can be used for interpretation of the mechanism of action of collecting.

Keywords: anti-hepatotoxic collecting, the entering components of plants, the X-ray fluorescent analysis.

# ИЗУЧЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ СБОРА АНТИГЕПАТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ВХОДЯЩИХ В НЕГО КОМПОНЕНТОВ

## **Е.В. Ферубко.**

к.м.н., заведующая отделом экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: [eferubko@yandex.ru](mailto:eferubko@yandex.ru)

## **В.Н. Зеленков**

д.с.-х.н., главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

## **А.А. Лапин**

к.х.н., доцент ФГБУ ВО Казанский энергетический университет (Казань)

## **Т.Д. Даргаева**

д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела стандартизации и сертификации ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Определены показатели суммарной антиоксидантной активности сбора антигепатоксического действия и входящих в него компонентов. Результаты исследований могут быть использованы для трактования механизма действия сбора с учетом вклада каждого компонента.

Ключевые слова: антигепатоксический сбор, входящие компоненты растений, суммарная антиоксидантная активность.

## ВВЕДЕНИЕ

Применение лекарственных растений имеет широкие перспективы использования особенно в комплексном лечении заболеваний органов пищеварения, так как они обладают низкой токсичностью, мягкостью действия и редким возникновением аллергических реакций [1,2].

В настоящее время актуальной задачей медицины является расширение исследований по изысканию источников для получения новых эффективных и безопасных лекарственных средств растительного происхождения, в том числе применяемых в гастроэнтерологической практике, учитывая, что ассортимент лекарственных растительных средств, применяемых в практическом здравоохранении, составляет более 40%. Одним из путей увеличения количества препаратов растительного происхождения является широкое изучение действия уже известных фармакопейных лекарственных растений, часто используемых по ограниченному числу показаний, а также составление рациональных многокомпонентных растительных композиций (сборов), которые являются наиболее популярными, доступными для населения и содержат биологически активные вещества с разносторонним фармакологическим действием для коррекции многих, связанных между собою систем организма [3].

Учитывая данное обстоятельство, нами разработан состав антигепатоксического средства: корни и корневища девясила высокого (*Inula helenium* L.), трава золотысячника обыкновенного

новенного (*Centaurium erythraea* Rafn.), цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плоды шиповника (*Rosa* sp.), плоды боярышника (*Crataegus* sp.).

Антиоксидантные свойства растительных средств обеспечиваются за счет комплекса природных веществ, извлекаемых из растительного сырья. В случае сборов, антиоксидантами являются водорастворимые вещества растений, входящие в состав исходного сбора: эфирные масла, аминокислоты, водорастворимые полисахариды, органические кислоты, фенольные соединения, гликокозиды терпеновых соединений, водорастворимые витамины и т.д. [4].

Исходя из этого, целью настоящих исследований явилось изучение суммарной антиоксидантной активности сбора антигепатоксического действия и входящих в него компонентов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований использовали сбор для лечения заболеваний гепатобилиарной системы следующего состава: корни и корневища девясила высокого -250 г, трава золотысячника обыкновенного -150 г, корни солодки – 150 г, плоды шиповника – 250 г, плоды боярышника – 200 г и входящие в него растения. Растения взяты из биологической коллекции ФГБНУ ВИЛАР.

Образец навеской 0,60 г заливали кипятком 60 мл (соотношение 1:100) и перемешивали на магнитной мешалке 15 минут. После охлаждения и отстаивания, аликвоту водного экстракта 0,1 см<sup>3</sup> вводил в ячейку кулометра пипеточным дозатором в 10 кратной повторности. В качестве стандарта использовали спиртовой раствор рутина (Ru) который используют в качестве эталона при определении суммарной антиоксидантной активности (САОА) методом кулонометрического титрования по сертифицированной методике МВИ-01-00669068-13 в пересчете на стандартный образец Ru [5,6] через модальное значение (моду Mo) из 10 определений на сертифицированном приборе «Эксперт-006-антиоксиданты».

Относительная ошибка определения САОА (Е отн.) при испытании исследованных нами образцов находилась в пределах 1,25 - 3,70%. САОА определяли в г Ru в пересчете на 100 сухого (с.о.) или абсолютно сухого (а.с.о.) образцов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по определению САОА сбора антигепатоксического действия, входящих в него растений представлены в таблице.

Таблица - Суммарная антиоксидантная активность сбора антигепатоксического действия и входящих в него компонентов с учетом вклада по каждому компоненту

Объект исследований	Остаточная влажность, %	САОА в г рутина на 100 г а.с.о.	Содержание каждого компонента в сборе, в %	Вклад каждого компонента в САОА сбора, в г рутина на 100 г а.с.о.
1	2	3	4	5
Корни и корневища девясила высокого	5,2	2,753±0,068	25	0,688



Трава золотысячника обыкновенного	6,0	5,406±0,097	15	0,811
Корни солодки	6,4	5,406±0,097	15	0,811
Плоды шиповника	5,6	8,284±0,119	25	2,071
Плоды боярышника	9,0	1,844±0,068	20	0,369
Сбор антигепатотоксического действия	6,5	<b>5,412±0,097</b>	100	<b>4,750 (сумма всех компонентов по расчету)</b>

В САОА сбора антигепатотоксического действия наибольший вклад вносят биологически активные соединения плодов шиповника, травы золотысячника и корней солодки. В результате исследований было установлено, что наибольшая САОА отмечена в образцах плодов шиповника.

Как видно из таблицы, расчет суммарного вклада всех растительных компонентов (столбец 5) дает показатель САОА в 4,750 г рутина на 100 г лекарственного сбора. Расчет основан на предположении о свойстве аддитивности проявления антиоксидантных свойств компонентов, составляющих лекарственный сбор. Однако, определение САОА лекарственного сбора антигепатотоксического действия в эксперименте превышает расчетное значение САОА на 13,94 % и соответствует значению 5,412±0,097 г рутина на 100 г а.с.о. Это может говорить о проявлении синергизма по показателю антиоксидантной активности всех растительных компонентов в составе лекарственного сбора антигепатотоксического действия.

Антиоксидантная активность сбора антигепатотоксического действия подтверждена в экспериментах на животных, проведенных в ФГБНУ ВИЛАР [7].

Полученные экспериментальные данные, возможно, позволят в будущем выяснить механизмы действия сбора антигепатотоксического действия на системах *in vitro* и *in vivo* с учетом вклада каждого компонента сбора и проявлении ими в совокупности свойств аддитивности и синергизма.

## ВЫВОДЫ

Анализ полученных результатов показал, что сбор антигепатотоксического действия и входящие в него растения обладают антиоксидантной активностью.

Впервые в эксперименте выявлен синергический эффект по проявлению суммарной антиоксидантной активности лекарственного сбора антигепатотоксического действия, состоящего из следующих растительных лекарственных компонентов: корни и корневища девясила высокого (*Inula helenium* L.), трава золотысячника обыкновенного (*Centaureum erythraea* Rafn.), цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плоды шиповника (*Rosa* sp.), плоды боярышника (*Crataegus* sp.).

Показано, что показатель суммарной антиоксидантной активности лекарственного сбора, определенный экспериментально на 13,94 % выше расчетного показателя, определенно как сумма вкладов всех показателей антиоксидантной активности, определенных экспериментально для каждого растительного компонента.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивашкин В.Т. Гастроэнтерология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 704 с.
2. Николаев С.М. Фитофармакотерапия и фитофармакопрофилактика заболеваний. — Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2012. — 286 с.
3. Соколов С.Я. Фитотерапия и фитофармакология. Руководство для врачей. — Москва: МИА, 2000. — 976 с.
4. Лубсандоржиева П.-Н.Б. Разработка и стандартизация фитосредств для лечения и профилактики заболеваний органов пищеварения. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. — 280 с.
5. Зеленков В.Н., Лапин А.А. Суммарная антиоксидантная активность. Методика выполнения измерений на кулонометрическом анализаторе. МВИ-01-00669068-13. ВНИИ овощеводства, Верей, Московской обл. 2013. 19с.
6. Лапин А.А., Романова Н.Г., Зеленков В.Н. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности различных видов биологического сырья и продуктов их переработки. М.: МСХА им. К.А. Тимирязева. 2011. 197с.
7. Ферубко Е.В., Николаев С.М., Пупыкина К.А., Даргаева Т.Д. Гепатопротекторное действие многокомпонентного растительного экстракта // Медицинский вестник Башкортостана. — 2018. — Т. 13, № 5 (77). — С. 47-50.

---

---

# THE STUDY OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COLLECTING ANTI-HEPATOTOXIC ACTION AND THE COMPONENTS ENTERING IT

## **E.V. Ferubko**

Ph. D. (Med.), Head of department of experimental and clinical pharmacology of the Center of Medicine, All-Russian scientific research institute of Medicinal and Aromatic plants

## **V.N. Zelenkov**

Dr. Sc. (Agriculture), prof., Chief researcher All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants

## **A.A. Lapin**

Ph. D. (Chem.), Associate Professor. Energy Kazan University

## **T.D. Dargaeva**

Dr. Sc. (Pharm.), prof., Chief researcher of Department of standardization and certification, All-Russian scientific research Institute of Medicinal and Aromatic plants.

Summary. Indicators of total antioxidant activity of collecting anti-hepatotoxic action and the components entering it are defined. Results of researches can be used for interpretation of the mechanism of action of collecting taking into account a contribution of each component.

Keywords: anti-hepatotoxic collecting, the entering components of plants, total antioxidant activity.

# ОБРАЗОВАНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КЛЕТКАХ И ТКАНЯХ МИКРОКЛОНОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *DIOSCOREA NIPPONICA MAKINO*.

**Е.А.Калашникова**

д.б.н. профессор кафедры генетики, селекции и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (Москва)

e-mail: [Kalash0407@mail.ru](mailto:Kalash0407@mail.ru)

**Р.Н.Киракосян**

к.б.н., доцент кафедры генетики, селекции и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (Москва)

**С.М.Зайцева**

к.б.н. доцент кафедры кормления и кормопроизводства ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина (Москва)

**Доан Тху Тхуи**

к.б.н. доцент агрономического факультета Вьетнамского национального аграрного университета (Вьетнам)

Изучали образование и локализацию растворимых фенольных соединений в лекарственных растениях рода Диоскореи. Интактные растения *Dioscorea nipponica* Makino и индуцированные на их основе микроклоны обладают высокой способностью к биосинтезу разнообразных фенольных соединений. Органоспецифичность к накоплению полифенолов, характерная для интактного растения, сохраняется и в условиях *in vitro*, но в менее выраженной степени. Биохимические данные находят подтверждение при гистохимических исследованиях. **Полифенолы в растениях диоскореи локализовались в эпидермальных, паренхимных и проводящих тканях (в клеточных стенках, межклетниках и эпибластах).**

Ключевые слова: фенольные соединения, флаваны, флаванолы, локализация, диоскорея nipponica, микроклоны.

## ВВЕДЕНИЕ

Сохранение биоразнообразия растений и создание генетических банков *in vitro* является одним из перспективных направлений биотехнологии. Благодаря клональному микро-размножению возможно получать в кратчайшие сроки растения-регенранты генетически идентичные исходному интактному растению, численность которого мала или находится на грани полного исчезновения и позволяет сохранять ценные лекарственные растения. Кроме того, сохранение растительных ресурсов в банке *in vitro* дает возможность изучать растения-регенранты в качестве источников вторичных метаболитов, которые являются ценными биологически активными веществами, широко применяемые в фармацевтической

---

---

промышленности. Экспериментально установлено, что не только каллусные культуры, но и микроклоны сохраняют способность к синтезу вторичных соединений, в том числе и фенольной природы, которые характерны для интактных растений [1, 2]. Данное физиологическое свойство является базовой основой для использования клеточных культур *in vitro* и микроклонов при проведении исследований в качестве модельных объектов.

Одной из перспективных и интересных культур для изучения вторичного метаболизма, как в интактном растении *in vivo*, так и в культуре *in vitro* является диоскорея ниппонская (*Dioscorea nipponica* Makino). Особенности вторичного метаболизма и способность к образованию веществ фенольной природы, обуславливает широкое терапевтическое действие экстрактивных веществ диоскореи. Растение обладает противоопухолевым действием, снижает содержание холестерина в крови, а также усиливает устойчивость к действию стрессовых абиотических и биотических факторов окружающей среды, обладает иммуномодулирующим и дерматотоническим свойством [3].

Широкое применение полифенолов в фармакологии в качестве биологически активных веществ основано на их способности к окислению с образованием хинных форм, что обуславливает их гепатопротекторные, нейрорегуляторные, капилляроукрепляющие, желчегонные и противоопухолевые свойства [4]. Однако данных об образовании фенольных соединений в растениях рода *Dioscorea* немного, а сложность физиолого-биохимических процессов, происходящих в растениях диоскореи, в том числе и в условиях *in vitro*, остается еще недостаточно изученной.

В связи с тем, что в литературе практически отсутствуют данные об образовании и локализации фенольных соединений в клетках и тканях не только интактных растений рода *Dioscorea*, но и в микроклонах, размноженных *in vitro*, то целью нашего исследования являлось изучение этих процессов в растительных клетках микроклонов *D. nipponica* Makino.

## МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Объектом исследования служили растения **диоскореи ниппонской** (*Dioscorea nipponica* Makino) произрастающие в природных условиях и пересаженные на участок редких и исчезающих растений Главного ботанического сада РАН (Москва). В качестве эксплантов использовали боковые и верхушечные почки, листовые пластинки, многолетние клубни и семена.

Стерилизацию растительных эксплантов проводили по схеме: 1) обработка KMnO<sub>4</sub> – 20 минут; 2) промывка дистиллированной водой; 3) стерилизация в 0,1% растворе сулемы - 7 мин; 4) промывка стерильной дистиллированной водой.

Для индукции образования пазушных побегов, адвентивных почек и микроклубней первичные экспланты культивировали на питательной среде содержащей минеральные соли по прописи Мурасига и Скуга, а также различные вещества с цитокининовой и ауксиновой активностью. В качестве цитокининов изучали влияние БАП, 2ip, кинетина в концентрациях от 0,5 до 1,0 мг/л, а также препараты Дропп и Цитодеф в концентрациях 0,01-1,0 мг/л. Из веществ с ауксиновой активностью изучали влияние НУК (0,5-1,0 мг/л), ИМК (1-7 мг/л) и ИУК (1-7 мг/л).

Экспланты выращивали в условиях световой комнаты, где поддерживалась температура 24°C, 16-ти часовой фотопериод и освещение белыми люминесцентными лампами с интенсивностью 3 тыс. лк.

Для укоренения микропобегов использовали модифицированную среду Мурасиге и



---

---

Скуга, содержащую  $\frac{1}{2}$  нормы макросолей, 20 г/л сахарозы, 7 г/л агара, а так же ИУК в концентрации 1 мг/л. Адаптацию растений проводили в контейнерах, содержащих проавтоклавированный субстрат.

Для извлечения фенольных соединений растительный материал измельчали, а затем подвергали экстракции горячим 96%-ным этанолом. В экстрактах спектрофотометрическим методом определяли содержание суммы растворимых фенольных соединений (с реактивом Фолина-Дениса), флаванов (с ванилиновым реактивом) и флавонолов (с хлористым алюминием). Калибровочные кривые для определения суммарного содержания растворимых фенольных соединений и флаванов строили по (-)-эпикатехину, для определения флавонолов - по рутину [5]. В таблицах представлены средние арифметические значения из трех биологических параллельных и их стандартные отклонения.

Для гистохимического анализа в качестве объектов исследования использовали, листья, побеги, корни и клубни интактных растений, а также микропобеги и микроклубни полученные *in vitro*. Растительный материал резали при помощи микротомы-криостата, толщина среза составляла 25 мкм. Локализацию фенольных соединений определяли гистохимическими методами: на сумму фенольных соединений материал окрашивали 0,08% раствором реактива Fast Blue, изучения локализации флаванов (катехины и проантоцианидины) использовали реакцию с ванилиновым реактивом в парах соляной кислоты, а для лигнина – окрашивание флорглоцином в серной кислоте. С целью сохранения внутриклеточного распределения фенольных соединений, все реакции проводили в неполярных растворителях. Препараты просматривали с помощью светового микроскопа [6].

Исследования проводили в 5-ти биологических и 3-х аналитических повторностях. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена на основе методов математической статистики. На графиках представлены средние арифметические значения с доверительными интервалами на 5%-ом уровне значимости.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Поскольку диоскорея ниппонская относится к ценным исчезающим видам и в природе имеет ограниченный ареал распространения, то большое практическое значение приобретают работы по клональному микроразмножению, а также по изучению фенольного метаболизма этих растений *in vitro* и *in vivo*.

На первых этапах исследований необходимо было установить особенности накопления соединений фенольной природы, в частности, суммы растворимых фенольных соединений, флаванов и флавонолов, в различных органах интактных растений диоскореи.

В наших исследованиях установлено, что изучаемые первичные экспланты (побеги, однолетние корневища, многолетние корневища), изолированные с интактных растений, обладают высокой способностью к синтезу полифенолов, где наибольшее их содержание отмечалось в корневищах (Рисунок 1). Аналогичные закономерности характерны и для флаванов, высокореакционных низкомолекулярных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами. Что касается флавонолов, то их содержание было отмечено только в побегах, так как их биосинтез приурочен к хлоропластам [7]. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей, а также с ранее полученными нашими данными по диоскореи кавказской (*Dioscorea caucasia* Lypsky) [8].

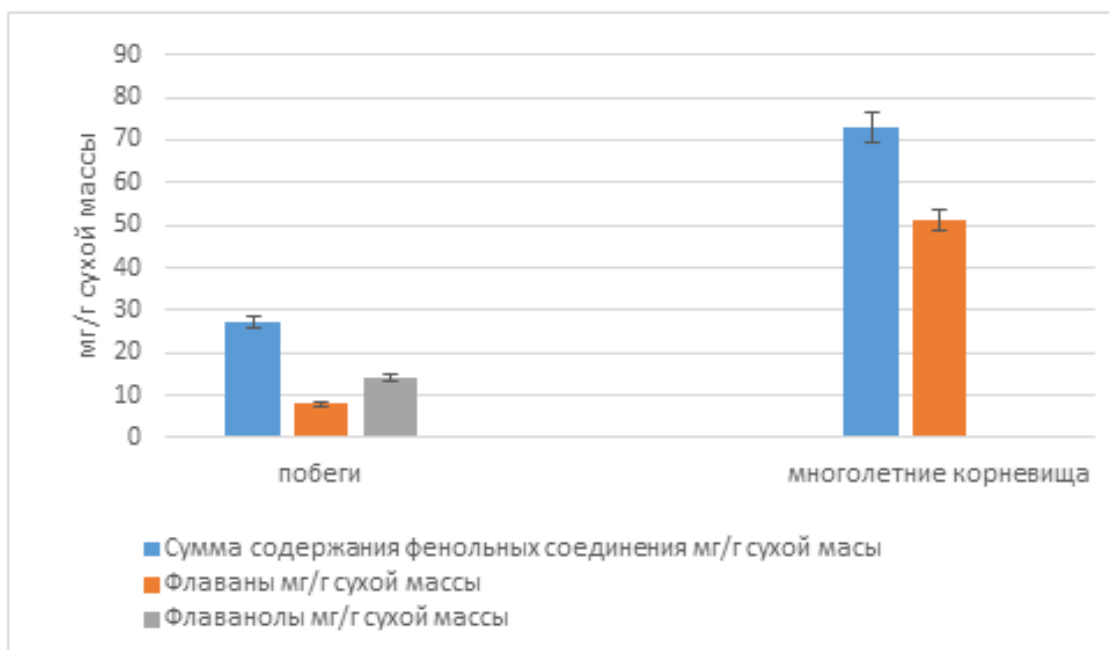


Рисунок 1 – Содержание растворимых фенольных соединений в интактных растениях диоскорей nipponensis

Таким образом, установленные нами различия в накоплении фенольных соединений в разных органах интактных растений диоскорей nipponensis, еще раз подтверждает, что биосинтез продуктов вторичного метаболизма характеризуется органоспецифичностью [9].

В настоящее время для диоскорей nipponensis большое практическое значение приобретает разработка технологий ее клонирования и получения каллусных и суспензионных культур *in vitro*. Это связано не только с целью сохранения исходных форм в природных условиях, но и возможностью их использования в качестве источников биологически активных веществ и лекарственных препаратов. Известно, что формообразовательные процессы в условиях *in vitro* происходят при наличии в составе питательной среды биологически активных веществ, таких как регуляторы роста, аминокислот, растительных экстрактов и др. [10]. Помимо гормонального состава питательной среды процесс каллусогенеза и морфогенеза зависит от типа первичного экспланта. Так, в нашей работе каллусную ткань индуцировали из изолированных зародышей. Экспланты культивировали на питательной среде, содержащей минеральные соли по МС, 1 г/л гидролизат казеина, 1 г/л активированного угля, 0,2 мг/л НУК, а также 1 мг/л БАП. В этих условиях каллусная ткань, полученная из изолированных зародышей, характеризовалась плотной консистенцией, имела белый или светло-желтый цвет и обладала высокой пролиферативной активностью. Причем последующий перенос ее на питательные среды, содержащие низкие концентрации гормонов (кинетин 0,1 мг/л) приводил к формированию микроклубней, из которых в дальнейшем развивались растения-регенеранты (Рисунки 2 А,Б,В).



Рисунок 2 – Внешний вид каллусных культур диоскореи японской, полученных из семян (А-В)

На следующем этапе исследований необходимо было установить наилучшие ауксины и цитокинины, их концентрации и сочетания для индукции образования растений-регенерантов. Экспериментально установлено, что для диоскореи японской из всех изучаемых цитокининов наибольшей стимулирующей активностью к индуцированию образования микроклубней и побегов обладал препарат Дропп, с увеличением концентрации которого в питательной среде коэффициент размножения увеличивался. Однако при этом формировались мелкие клубни и не большие по размеру побеги. В дальнейшем, полученные микропобеги переносили на среду для укоренения. В качестве ауксинов в состав питательной среды добавляли ИУК или ИМК в концентрации 1-5 мг/л. В этих условиях культивирования, полученные микроклоны характеризовались интенсивным ростом и формированием мощной наземной биомассы. Причем, наиболее благоприятным ауксином для микроразмножения являлась ИМК, в то время как ИУК проявила слабый эффект на изучаемый процесс. В дальнейшем микрорастения успешно прошли адаптацию к нестерильным условиям выращивания (Рисунок 3).

На последнем этапе исследований необходимо установить зависимость содержания биофлавоноидов от типа исследуемой ткани. Так содержание биофлавоноидов было больше в микроклубнях, по сравнению с побегами микроклонов. Полученные данные полностью согласуются с результатами нашей работы с интактными растениями *in vivo*, однако следует отметить, что способность к синтезу вторичных соединений в микроклонах была ниже, чем у исходных тканей [11].



Рисунок 3 – Микроклоны диоскореи японской (А), формирование микроклубней в пазу-

хе листа (Б) и адаптированные растения к нестерильным условиям выращивания (В)

Вероятно, это связано с тем, что в процессе культивирования микропобегов в условиях *in vitro* наблюдается выделение полифенолов в питательную среду, что может приводить к их ингибирующему действию на ткани культивируемых эксплантов. Именно в этих вариантах микроклоны обладали высокой биосинтетической способностью к образованию полифенолов, а также характеризовались интенсивным ростом, формированием мощной биомассы и адвентивных корней. Все это согласуется с данными других исследователей, показавших, что клеточные культуры сохраняют способность к синтезу вторичных соединений, но в меньшей степени по сравнению с исходными формами [12].

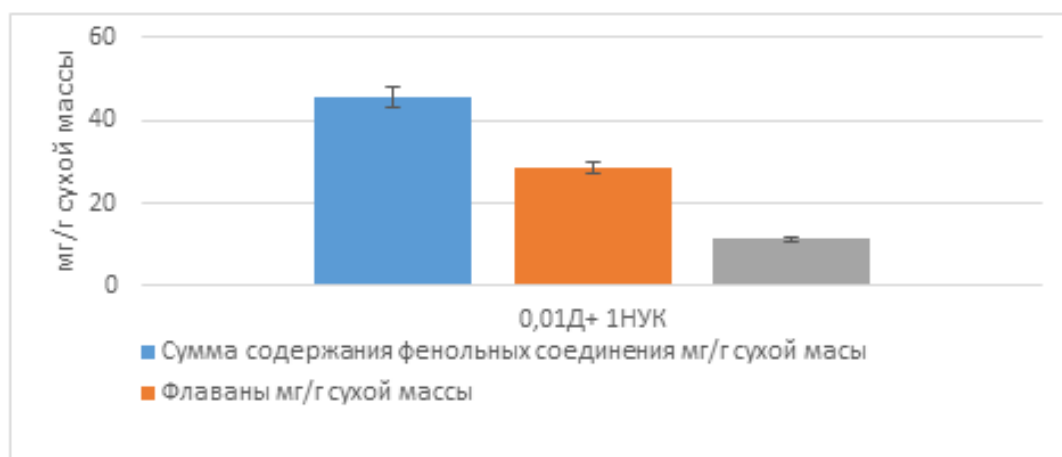


Рисунок 4 – Содержание растворимых фенольных соединений в микроклубнях диоскореи ниппонской

Специфические гистохимические реакции позволили обнаружить у растений-регенерантов диоскореи ниппонской растворимые фенольные соединения, представленные флаванами и флаваноидами в эпидермальных, паренхимных и проводящих тканях. Локализация полифенолов наблюдалась в клеточных стенках, межклетниках и в специализированных фенол запасующих эпибластах, в виде аморфного вещества или гранулированных включений различной степени агрегации (Рисунок 5). В микроклубнях гистохимическая реакция на флаваны (с ванилиновым реактивом) совпадала с окрашиванием на сумму растворимых фенольных соединений (реакция с Fast Blue), что согласуется и с биохимическими данными, где мажорными компонентами фенольного комплекса являлись именно флаваны..

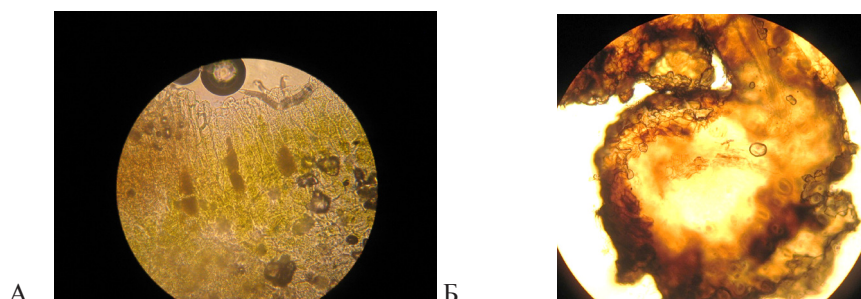


Рисунок 5 – Локализация фенольных соединений в развивающейся микропочке на экспланте (А), в листке микроклона (Б) и микроклубнях диоскореи ниппонской (В).

При проведении гистохимических исследований локализации растворимых фенольных



---

---

соединений в микроклонах прослеживалась тенденция, которая была характерна и для интактных растений. Однако интенсивность окрашивания была несколько ниже, что согласуется с данными по количественному содержанию полифенолов в микроклонах [13].

На основе изложенного выше, можно заключить что растения диоскореи nipпонской обладают высокой способностью к биосинтезу большого числа разнообразных фенольных соединений, как простого строения, так и их полимерных форм, что несомненно имеет важное практическое значение как потенциальный источник ценных биологически активных веществ для фарминдустрии. Причем в образовании биофлавоноидов наблюдается органо-специфичность, которая, в менее выраженной степени, сохраняется и в условиях *in vitro*. Данная локализация полифенолов в диоскорее, скорее всего, определяется их физиологическими функциями, в качестве медиаторов в физиолого-биохимических процессах, а также запасных и физиологически активных веществ [14,15].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Носов, А.М. Регуляция синтеза вторичных соединений в культуре клеток растений/ А.М.Носов// Биология культивируемых клеток и биотехнология растений. Под редакцией Р.Г. Бутенко. М. Наука.- 1991.
2. Takeda H, Kotake T. Expression and function of cell wall-bound cationic peroxidase in *Asparagus* somatic embryogenesis // Plant physiology preview, 2003, Vol. 131, P. 1765-1774.
3. Алексеева Г.М., Белодубровская Г.А., Блинова К.Ф., Гончаров М.Ю., Жохова Е.В., // Фармакогнозия. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. Под редакцией Г.П. Яковлева Санкт-Петербург. СпецЛит 2013г.
4. Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды. – М.: Издательский дом «Русский врач». 2002. 56 с.
5. Запрометов М. Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиологии растений. Наука, 1971. С. 185-197.
6. Soukupova J., Cvikrova M., Albrechtova J. Histochemical and Biochemical Approaches to the Study of Phenolic Compounds and Peroxidases in Needles of Norway Spruce (*Picea abies*) // New Phytol. 2000. V. 146. P.403-414.
7. Запрометов М. Н. Николаева Т.Н. Способность изолированных хлоропластов из листьев фасоли осуществлять биосинтез фенольных соединений // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 5. С. 699-702.
8. Доан Тху Тхуи, Калашишникова Е.А., Зайцева С.М., Киракосян Р.Н Фенольные соединения растений **Диоскореи кавказской** (*Dioscorea caucasica* Lipsky), особенности их образования и локализации. // Естественные и технические науки. 2018 №2 С.24-27
9. Chattopadhyay, S.K. Studies on the Himalayan yew *Taxus wallichiana*- part VII- The taxoids and phenolic constituents of the roots of *Taxus wallichiana* // Indian journal of chemistry section B- organic chemistry including medical chemistry. 2000. - Vol.39. - I.7. - P. 562-566.
10. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе./



---

---

Р.Г. Бутенко - М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.

11. Калашникова Е.А., Зайцева С.М., Доан Тху Тхуи, Киракосян Р.Н. Изучение биологической активности экстрактов полученных из микроклонов лекарственных растений различных таксономических групп в условиях *in vitro* // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология* № 2, 2018. С.50-58
12. *Bhaising, S.R.* Plant tissue culture – a potential source of medicinal compounds / S.R. Bhaising, V.L. Maheshwari // *J. Scientific and Industrial research.* - 1998. - V. 57. - P. 703-708.
13. *Дубравина Г.А., Зайцева С.М., Загоскина Н.В.* Изменения в образовании и локализации фенольных соединений при дедифференциации тканей тисса ягодного и тисса канадского в условиях *in vitro* // *Физиология растений.* 2005. Т. 52. С. 755-762.
14. *Dixon R., Paiva N.*, Stress-induced phenylpropanoid metabolism // *Plant cell*, 1995, Vol. 7, P. 1085-1097.
15. Grandmaison J, Olah GM, Van Calsteren MR, Furlan V Characterization and localization of plant phenolics likely involved in the pathogen resistance expressed by endomycorrhizal roots. // *Mycorrhiza* 1993 3:155–164

---

---

# FORMATION AND LOCALIZATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN MICROCLONE CELLS AND TISSUES OF MEDICINAL PLANTS DIOSCOREA NIPPONICA MAKINO.

## **E.A.Kalashnikova**

Doctor in Biological Sciences, Professor, Department of genetics, breeding and biotechnology, Moscow state agricultural University MTAA named after K. A. Timiryazev  
E-mail: [Kalash0407@mail.ru](mailto:Kalash0407@mail.ru)

## **R.N.Kirakosyan**

Associate Professor, PhD in Biological Sciences, Department of genetics, breeding and biotechnology, Moscow state agricultural University MTAA named after K. A. Timiryazev

## **S.M.Zaytseva**

Associate Professor, PhD in Biological Sciences

Moscow state Academy of veterinary medicine and biotechnology named after K. I. Skryabin  
Doan Thu Thuy, Associate Professor, PhD in Biological Sciences Vietnam National University of Agriculture

Summary: The formation and localization of soluble phenolic compounds in medicinal plants of the genus *Dioscorea* were studied. Intact plants *Dioscorea nipponica* Makino and induced on their basis microclones have a high ability to biosynthesis of various phenolic compounds. Organospecificity to the accumulation of polyphenols, characteristic of the intact plant, is maintained in vitro, but to a less pronounced extent. Biochemical data are confirmed by histochemical studies. Polyphenols in plants of *Dioscorea* were localized in epidermal, parenchymal and conducting tissues (in cell walls, intercellular spaces and epiblasts).

Key words: phenolic compounds, flavanes, flavanols, localization, Microclones, *Dioscorea nipponica* Makino

# ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫХ ИЗВЛЕЧЕНИЙ ИЗ ЛАБАЗНИКА ВЯЗОЛИСТНОГО

## Н. А. Холоимова

студентка 6-го курса кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (Москва)

e-mail: [holoimowa.nadezhda@yandex.ru](mailto:holoimowa.nadezhda@yandex.ru)

## И. Г. Антропова

к.х.н., доцент кафедры химии высоких энергий и радиоэкологии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (Москва)

В работе исследован микро- и макрокомпонентный состав лабазника двух образцов, отличающихся местом произрастания. Антиоксидантная активность измерена с помощью прямого кулонометрического титрования по реакции с бромом. Показано изменение антиоксидантных свойств водно-этанольных экстрактов лабазника до и после воздействия рентгенолучей (ионизирующего излучения).

Ключевые слова: *лабазник вязолистный, Filipendula ulmaria (L.) maxim., ионизирующее излучение, кулонометрия, антиоксидант*

## ВВЕДЕНИЕ

Интерес ученых к изучению компонентного состава веществ в растительном лекарственном сырье не ослабевает. Природные вещества проявляют различного рода биологическую активность: антибиотическую, противовирусную, бактерицидную, а также антиоксидантную (АОА) и антирадикальную. Медицина на данный момент имеет лекарственные препараты на основе растительных компонентов, поэтому важно продолжать поиски биологически активных компонентов из растительного сырья [1]. Это связано с тем, что в них содержится богатый комплекс неорганических компонентов (микро- и макроэлементов) и органических веществ (фенолов, полифенолов, оксикоричных кислот и других), а также ряд сопутствующих веществ [2]. Суммарное содержание данных компонентов в растении различается от его мест произрастания, климата, освещенности и других важных факторов. В работе в качестве объекта исследования выбран лабазник вязолистный *Filipendula ulmaria (L.) maxim.*, который применяется в качестве противовоспалительного, противоопухолевого и обладает другими терапевтическими действиями [3]. В состав лабазника входят компоненты [4], проявляющие ингибирующие свойства, такие как: дигидрокверцетин, аскорбиновая кислота, рутин, ионол,  $\alpha$ -кумаровая кислота,  $\beta$ -каротиноиды и другие.

В природе есть биологически-активные вещества, способные контролировать содержание свободных радикалов, а в некоторых случаях и уменьшать их концентрацию – это вещества с антирадикальными свойствами [5]. Использование ионизирующего излучения

в качестве модельных условий возникновения окислительного стресса за счет генерации свободных радикалов позволяет прогнозировать протекторные свойства веществ с лекарственным потенциалом. Эта проблема прогнозирования направления окислительно-восстановительных реакций актуальна и данная работа имеет практический интерес. Цель данной исследовательской работы состояла в изучении антиоксидантных свойств водно-этанольных извлечений из лабазника вязолистного при воздействии ионизирующего излучения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве образцов исследования использовали высушенные надземные части лабазника вязолистного *Filipéndula ulmária* (L.) Maxim. из аптечной сети. Растительное сырье А собрано и упаковано в г. Барнаул, сырье Б – в Краснодарском крае г. Горячий Ключ.



Рисунок 1 - Изображения образцов травы лабазника. Сырьё (А) - собрано и упаковано в г. Барнаул, сырье (Б) – собрано и упаковано в Краснодарском крае г. Горячий Ключ.

**Метод ICP-MS:** Образцы были измельчены перед анализом. Для перевода в раствор примесей навески по 100 мг поместили во фторопластовые автоклавы, добавили 4 мл азотной, и 0.10 мл плавиковой кислот. Автоклав герметизировали и выдерживали в СВЧ-системе разложения проб МС-6 при температуре 180°C и давлении 20 атм. в течение 15 минут. После соответствующего разбавления 2% раствором HNO<sub>3</sub> пробы полученных растворов проанализировали методом ICP-MS на масс-спектрометре iCAP-Qc с использованием аргона высокой чистоты в качестве плазмообразующего газа. Методические рекомендации по проведению анализов и пробоподготовке даны в [6].

**Кулонометрическое титрование** проводили на приборе анализатор кулонометрический "ЭКСПЕРТ - 006", проводят электрогенерацию брома при постоянной силе тока 5.0 мА из водного 0,2 М раствора калия бромистого в 0,1 М растворе серной кислоты с определением конца титрования [7]. На аноде восстанавливается Br<sub>2</sub>, (наблюдается желтая окраска раствора). Содержание исходного компонента в водно-этанольном растворе 1:50.

**Облучение образцов** проводилось на установке, в которой установлена рентгеновская трубка 5БХВ6 – W с неполной защитой от неиспользуемого рентгеновского излучения,

с одним рабочим пучком излучения, мощность дозы по дозиметру Фрикке равнялась 3 Гр/с (рабочие параметры трубки I =40 мкА и U=50 кВ) [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе исследованы образцы лабазника из разных мест произрастания на территории Россия (г. Барнаул и г. Горячий Ключ). Известно [9], что на минеральный состав препаратов растительного происхождения оказывают влияние и место произрастания (климат, почва и др.). **Макроэлементы и микроэлементы являются неотъемлемой частью протекания большинства процессов в живых в клетках**, в растениях они содержатся в доступной органически связанной форме. Обнаруженные в наших растительных массах металлы не являются исключением. Так, **марганец обеспечивает стабильность клеточных мембран нервных клеток и нервной системы в целом, необходим для нормального функционирования половых желёз и опорно–двигательного аппарата. Магний участвует в синтезе большинства белков, мочевины, поддерживает углеводный обмен.** Особое внимание стоит уделить селену, который является компонентом основных антиоксидантных соединений, усиливает иммунную защиту организма, поддерживает гомеостаз.

Таблица 1 - Содержание некоторых макро- и микрокомпонентов (мг/г сырья) в сухих образцах лабазника (А) и (Б)

Элемент	(А)	(Б)	Элемент	(А)	(Б)
Mg	4,02E+00	3,03E+00	Ge	3,41E-05	4,26E-05
Mn	1,16E-01	2,54E-01	As	1,28E-04	1,30E-04
Sr	5,22E-02	4,17E-02	Se	2,08E-04	2,67E-04
Ba	3,93E-02	6,25E-02	Mo	6,29E-04	3,61E-03
Fe	1,67E-01	4,00E-01	Ag	8,77E-05	4,45E-04
Ni	1,76E-03	6,90E-03	Cs	1,86E-05	2,73E-05
Cu	4,69E-03	1,48E-02	Tl	6,10E-06	7,92E-06
Zn	1,64E-02	2,50E-02	Pb	1,94E-03	3,74E-04

Есть сведения [9], что около 38 элементов обнаружено в лабазнике, их содержание не превышает ПДК. В данной работе интересно отметить, что в лабазнике (А) обнаружено больше магния, чем в (Б). В лабазнике (Б) содержится железа, цинка, меди, марганца больше, чем в (А).

В работе проведен анализ изменения антиоксидантных свойств водных извлечений из лабазника серии (А) и (Б) в реакции с перекисью водорода как источника активных форм кислорода (Таблица 2).

Таблица 2- Кулонометрическое исследование антиоксидантной активности водных экстрактов лабазника (1:50) с перекисью водорода

V (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ), мкл	АОА (ионол), мкг/100 мкл	АОА (серия Б), мкг/100 мкл	АОА (серия А), мкг/100 мкл
0	212	963	271
100	209	443	157



200	144.1	369	-
-----	-------	-----	---

Показано, что в реакции с АФК на примере с введенной перекисью водорода суммарная антиоксидантная активность по реакции с бромом для серии (Б) уменьшается на 50 %, следовательно, за счет активных веществ из лабазника серии (Б) подавляется перекись водорода в системе.

Показано, что АОА экстрактов из лабазника увеличивается на 50 % при использовании 30%, 40 %, 50 % (объем. %) этанольного раствора по сравнению с водным экстрактом лабазника.

Ранее в работе показано, что экстракты лекарственных растений – донника, багульника, муррайи имеют индукционный период около 2 кГр, когда системы в присутствии кислорода радиационно-устойчивы [10].

АОА мкг/100 мкл

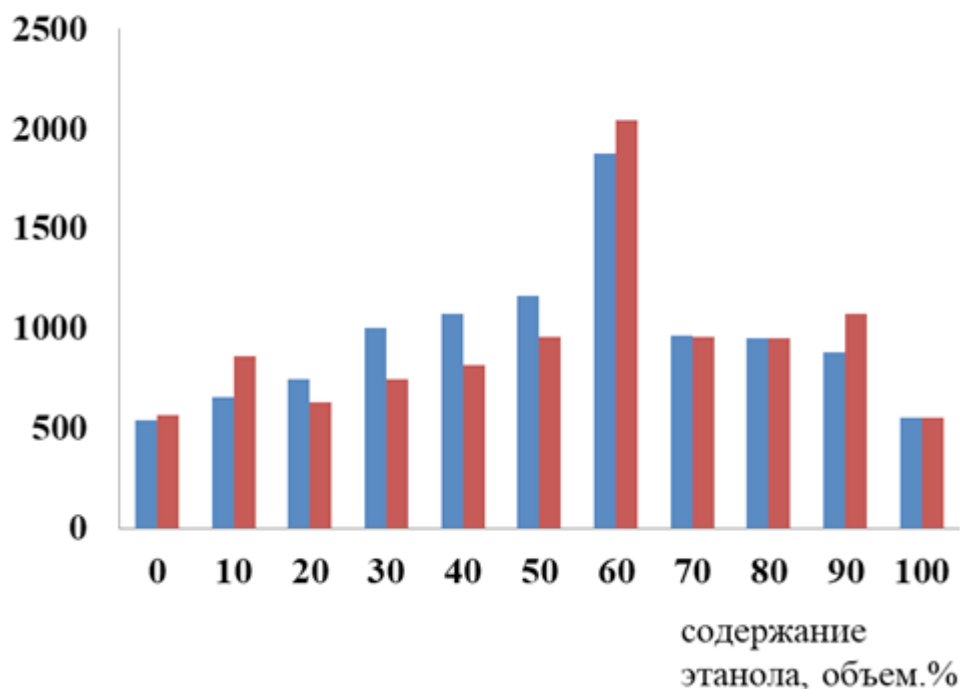


Рисунок 2 - Изменения антиоксидантной активности по отношению к бромом водно-этанольных экстрактов из лабазника (А) до и после облучения. Лабазник водно-этанольный, 1:50 мл растворителя. Доза облучения 1,8 кГр. Синим цветом-необлученные и красным – облученные 1,8 кГр. АОА – это антиоксидантная активность

**В данном эксперименте выбрана примерно такая же доза облучения, равная 1,8 кГр.** Показано (Рисунок 2), что 60% этанольные экстракты показали максимальную антиоксидантную активность, равную 1873 мкг/100 мкл. И после облучения в дозе 1,8 кГр антиоксидантная активность извлечений из лабазника возрастает, имеет значение 2041 мкг/100 мкл, это на 8 % выше, чем для необлученного извлечения из лабазника. Показано, что для экстрактов лабазника с содержанием этанола 10 %, 60 %, 90 % (объем.) наблюдается также увеличение антиоксидантной активности после облучения, более детальное рассмотрение

---

---

данного процесса требует дальнейшего исследования.

## ВЫВОДЫ

Установлен микро- и макроэлементный состав лабазника вязолистного, именно с определенными минералами связана и функциональная активность изученных образцов и их реакционная способность. При кулонометрическом исследовании наблюдается максимальная антиоксидантная активность в экстракте лабазника вязолистного при использовании 60 % этанола. АОО лабазника вязолистного, после облучения в дозе 1,8 кГр зарегистрировано ее увеличение на 8 % по сравнению с необлученным экстрактом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РХТУ им. Д.И. Менделеева. Номер проекта 43-2018

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений / Киев, 1976; 162 с.
2. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность / М.: Наука, 1998; 247 с.
3. Чурин А.А., Масная Н.В., Шерстобоев Е.Ю. Фенольные соединения липофильной фракции экстракта *Filipendula ulmaria* на иммунную систему мышей СВА/CALAC c57bl6 // Эксперимен. и клинич. Фармакология. - 2008; Т. 71; 5: 32-36.
4. Авдеева Е.Ю., Шилова И.В., Краснов Е.А. Компонентный состав фракции *Filipendula ulmaria* (l.) Maxim. с высокой антиоксидантной активностью // Химия растительного сырья. – 2008; 3: 115–118.
5. Меньщикова Е.Б., Зенков Н.К., Ланкин В.З., Бондарь И.А., Труфакин В.А. Окислительный стресс: Патологические состояния и заболевания / Новосибирск: Изд-во «АРТА», 2008; 284 с.
6. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов / Екатеринбург: УРО РАН, 2006; 273 с.
7. Анализатор кулонометрический «Эксперт – 006». Методика поверки (раздел №4 РЭ), являющаяся неотъемлемой частью руководства по эксплуатации, согласована и утверждена ГП «ВНИИФТРИ» / Москва, 2008; 36 с.
8. Фенин А. А. Практикум по радиационной химии: учеб. пособие / А. А. Фенин, И. Г. Антропова, С. В. Горностаева / М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2016; 64 с.
9. Бубенчикова В. Н., Логутев С. В., Сухомлинов Ю. А., Малютина А. Ю. Сравнительная оценка макро- и микроэлементного состава некоторых видов растений семейств ASTERACEAE и ROSACEAE // Вестник Воронежского государственного университета/ Серия: Химия. Биология. Фармация, 2011;2: 181 -184.
10. Пхью Мьинг У. Реакционная способность экстрактов донника, багульника, **муррайи** и

---

---

некоторых кумаринов в их составе. Автореф. диссер. на соиск. ученой степени к.х.н. /  
М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018; 16 с.



## INFLUENCE OF IONIZING RADIATION ON THE CHANGE OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF WATER-ETHANOL REMOVALS FROM *FILIPENDULA ULMARIA* (L.) MAXIM.

### **N.A. Holoimova**

student of V course department of high energy chemistry and radioecology D.I. Mendeleev  
University of Chemical Technology of Russia (Moscow)  
e-mail: [holoimowa.nadezhda@yandex.ru](mailto:holoimowa.nadezhda@yandex.ru)

### **I.G. Antropova**

PhD, dosent department of high energy chemistry and radioecology D.I. Mendeleev  
University of Chemical Technology of Russia (Moscow)

Annotation. In this work, the micro- and macrocomponent composition of the *Filipendula ulmaria* of two samples, differing in their place of growth, was investigated. Antioxidant activity was measured by direct coulometric titration by reaction with bromine. The change in the antioxidant properties of water-ethanol extracts *Filipendula ulmaria* of before and after exposure to X-rays (ionizing radiation) was shown.

Key words: *Filipendula ulmaria* (L.) maxim., ionizing radiation, coulometry, antioxidant.

The work was supported by Mendeleev University of Chemical Technology of Russia.  
Project Number 43-2018

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО, КУЛЬТИВИРУЕМОГО В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

## **А.И. Хусаинова**

к.фарм.н., старший преподаватель кафедры управления и экономики фармации ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [alia.hi@mail.ru](mailto:alia.hi@mail.ru)

## **Т.К. Рязанова**

к.фарм.н., старший преподаватель кафедры управления и экономики фармации ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **А.В. Куркина**

д.фарм.н, доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **В.А. Куркин**

д.фарм.н, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **О.В. Сазонова**

д.м.н., директор научно-исследовательского института гигиены, заведующий кафедрой гигиены питания с курсом гигиены детей и подростков ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Проведено исследование компонентного состава эфирного масла травы змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) методом хромато-масс-спектрометрии. Идентифицированы основные компоненты: цитраль (48,65%), геранил ацетат (5,21%),  $\alpha$ -терпинеол (4,26%), вербенол (2,55%), цис-хризантоленол (1,85%), гераниол (1,63%).

Ключевые слова: эфирное масло, хромато-масс-спектрометрия, змееголовник молдавский, *Dracocephalum moldavica* L., цитраль

## ВВЕДЕНИЕ

Змееголовник молдавский (*Dracocephalum moldavica* L.) – однолетнее травянистое растение семейства Губоцветные (*Lamiaceae*). Встречается в Средней Европе, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Средней Азии, Китае, Монголии [1,2]. Змееголовник молдавский как экологически пластичный вид возделывается в различных регионах РФ [3]. На территории Самарской области змееголовник молдавский в диком виде не встречается [4], однако разводится как медоносное растение и культивируется в качестве эфиромасличного растения [4].

На сегодняшний день змееголовник молдавский имеет широкое применение для производства парфюмерно-косметических товаров, в кондитерской и пищевой промышленности,

используется в народной медицине.

Надземная часть растения содержит эфирное масло, основным компонентом которого, по литературным данным, является цитраль, придающий растению специфический лимонный запах [2]. Однако компонентный состав эфирных масел значительно варьирует в зависимости от региона заготовки. В виду чего целью настоящей работы явилось изучение компонентного состава эфирного масла змееголовника молдавского, культивируемого в Самарской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили образцы сырья – травы змееголовника молдавского (*Dracosephalum moldavica* L.), заготовленные в июне 2017 г. на территории Самарской области.

Содержание эфирного масла определяли в соответствии с ОФС 1.5.3.0010.15 (ГФ РФ XIII издания, метод 1). Анализ компонентного состава эфирных масел проводили на газовом хроматографе «МАЭСТРО 7820» с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5975 и автоинжектором, с использованием капиллярной кварцевой колонки HP-5ms 30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм (неподвижная фаза: сополимер 5%-дифенил-95%-диметилсилоксан).

Условия хроматографирования: программирование температуры термостата колонок: изотерма 40°C в течение 5 мин – нагрев до 80°C со скоростью 2°C/мин – нагрев до 150°C со скоростью 7°C/мин – нагрев до 280°C со скоростью 10°C/мин - изотерма 280°C в течение 10 мин.; газ-носитель: гелий, скорость потока 1 мл/мин; температура инжектора, источника ионов, квадруполя и переходной линии - 270°C, 230°C, 150°C и 280°C соответственно; сброс 1:20; объем вводимой жидкой пробы 1 мкл.

Для идентификации компонентов определяли линейные индексы удерживания, полученные результаты и полные масс-спектры сопоставляли с библиотечными (библиотеки масс-спектров «NIST 2.0») и литературными данными. Рассматривались только компоненты, определяемые по библиотеке с вероятностью более 90%. Количественный анализ проводили по площадям соответствующих пиков на хроматограмме, построенной по полному ионному току.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Масло змееголовника молдавского представляет собой легкоподвижную жидкость светло-желтого цвета с приятным специфическим (лимонным) запахом. В исследуемом эфирном масле обнаружилось около 38 компонентов, при этом методом хромато-масс-спектрометрии идентифицированы 24 компонента, составляющих 86,34% от суммы компонентов эфирного масла (Таблица 1).

Таблица 1 – Компонентный состав эфирного масла змееголовника молдавского, культивируемого в Самарской области

№ п/п	Компонент	RT, мин	RI	Содержание, % от цельного эфирного масла
	β-пинен	16,537	989	0,20
	Линалоол	24,196	1099	0,32
	цис-хризантенол	27,168	1151	1,85



	Вербенол	28,340	1161	2,55
	Карвеол	28,929	1167	0,41
	$\alpha$ -терпинеол	29,325	1189	4,26
	Нерол	31,522	1229	0,27
	Нераль	32,076	1243	19,16
	Гераниол	32,740	1257	1,63
	Гераниаль	33,411	1272	29,49
	Цитраль (нераль + гераниаль)			48,65
	Тимол	34,372	1293	0,06
	Метилгераниат	35,562	1320	0,21
	Нерилацетат	37,083	1372	0,88
	альфа-копаен	37,380	1381	0,07
	Геранилацетат	37,776	1393	5,21
	$\beta$ -кариофиллен	38,901	1427	0,20
	$\beta$ -кубебен	39,251	1438	0,07
	Гермакрен D	40,988	1489	0,10
	Пальмитиновая кислота	52,820	1968	2,21
	$\beta$ -амирин	60,572	2875	4,12
	$\alpha$ -амирин	60,66	2866	1,01
	Стигмастан-3,5- диен	61,033	3040	7,01
	Витамин E	61,149	3111	2,80
	Люпенила ацетат	61,709	3360	2,25

Как видно из данных таблицы, основным компонентом эфирного масла змееголовника, культивируемого на территории Самарской области, является цитраль (48,65% суммарной площади компонентов эфирного масла на хроматограмме (гераниаль - 29,49%) и нераль - 19,16%). В образце в заметных количествах определяются также: геранилацетат (5,21%),  $\alpha$ -терпинеол (4,26%), вербенол (2,55%), цис-хризантенол (1,85%), гераниол. (1,63%). Полученные результаты по основным доминирующим соединениям согласуются с литературными данными по компонентному составу эфирного масла в образцах змееголовника молдавского, произрастающих и культивируемых в различных регионах [5-8] (Таблица 2).

Таблица 2 – Компонентный состав эфирного масла змееголовника молдавского, произрастающего в различных регионах

№ п/п	Компонент	Содержание, % от цельного эфирного масла				
		Полученные данные	[5]	[6]	[7]	[8]
	Нерол	0,27		0,002-4,996	0,56	0,3
	Нераль	19,16	19,57		19,39	15,9
	Гераниол	1,63	3,61	6,513-10,163	4,96	15,9
	Гераниаль	29,49	29,60		25,31	8,4

	Цитраль (нераль + гераниаль)	48,65		16,78- 21,41		
	Нерилацетат	0,88		1,41- 2,33	3,64	
	Геранилацетат	5,21	39,14	0,460- 1,248	36,57	46,7

## ВЫВОДЫ

В образцах эфирного масла змееголовника молдавского, возделываемого на территории Самарской области, основным компонентом является цитраль (48,65% от суммы площадей на хроматограмме компонентов эфирного масла (гераниаль - 29,49%) и нераль - 19,16%). Также в достаточном количестве определяются: геранилацетат (5,21%),  $\alpha$ -терпинеол (4,26%), вербенол (2,55%), цис-хризантенол (1,85%), гераниол. (1,63%).

Известно, что цитраль обладает противовоспалительным, анальгезирующим, антисептическим действием, проявляет активность в отношении большинства микроорганизмов, стимулирует эпителизацию роговицы и конъюнктивы [9, 10]. За счет высокой концентрации цитраля в эфирном масле, змееголовник молдавский является потенциальным растением для более детального фармакогностического и фармакологического изучения с перспективой внедрения в медицинскую практику в качестве лекарственного растительного сырья и источника для получения лекарственных средств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышева Л.П. Флора Сибири, Т. 11: *Pyrolaceae – Lamiaceae (Labiatae)*. / Новосибирск: «Наука». Сибирская издательская фирма РАН, 1997; с. 179.
2. Шишкина Б. К., Юзепчук С.В. Флора СССР. Т. XX / М.: Издательство Академии наук СССР, 1954; с. 463.
3. Пушкина Г.П. Шаин С.С., Антипов В.И., Быкова О.А. Пути повышения продуктивности змееголовника молдавского // АГРО XXI. – 2008; № 7–9: 44.
4. Саксонов С.В., Сенатор. С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851-2011). Флора Волжского бассейна Т-1 / Тольятти: Кассандра, 2012; с. 155.
5. Дмитриева В.Л., Дмитриев Л.Б. Изучение состава эфирных масел эфиромасличных растений нечернозёмной зоны России // Известия ТСХА. – 2011; 3: 106-19.
6. Никитина А.С. Фармакогностическое изучение змееголовника молдавского (*Dracosephalum moldavica* L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) с целью обоснования применения в фармации и медицине: автореф. дисс... канд. фарм. наук / Пятигорск, 2008; 23 с.
7. Овечко С.В. Изучение динамики накопления и состава эфирного масла змееголовника молдавского в условиях юга Украины // Вестник Запорожского национального университета. Биологические науки. – 2002; № 1: 1-4.

- 
- 
8. Alae S., Mahna N. Comparison of Essential Oil Composition in *Dracocephalum moldavica* in Greenhouse and Field // Journal of Essential Oil Bearing Plants. – 2013; 16 (3): 346-51.
  9. Машковский М.Д. Лекарственные средства: в 2-х томах. Т. 2 / М.: Медицина, 1988; с. 418.
  10. Регистр лекарственных средств России (РЛС) – Энциклопедия лекарств: [сайт]. – Москва, 2000. – URL: <https://www.rlsnet.ru> (дата обращения: 27.02.2019). – Текст: электронный

## THE STUDY OF THE ESSENTIAL OIL COMPOSITION OF *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. GROWING (CULTIVATED) IN THE SAMARA REGION

### **A.I. Khusainova**

Ph.D. (Pharm.), senior lector of the Department of Management and Economics in Pharmacy of FSBEI HE SamSMU MOH Russia, e-mail: [alia.hi@mail.ru](mailto:alia.hi@mail.ru)

### **T.K. Ryazanova**

Ph.D. (Pharm.), senior lector of the Department of Management and Economics in Pharmacy of FSBEI HE SamSMU MOH Russia

### **V.A Kurkina**

Dr. Sci. of Pharmacy, associate professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy of FSBEI HE SamSMU MOH Russia

### **V.A Kurkin**

Dr. Sci. of Pharmacy, head of the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy of FSBEI HE SamSMU MOH Russia

### **O.V. Sazonova,**

Dr. Sci. of Medicine, head of the Research Institute of Hygiene, head of the Department of Food Hygiene with a course of hygiene of children and adolescents of FSBEI HE SamSMU MOH Russia

Summary: The essential oil components of *Dracocephalum moldavica* L. herbs was studied by the method of chromatography-mass spectrometry. The main identified components were: citral (48,65%), geranyl acetate (5,21%),  $\alpha$ -terpineol (4,26%), verbenol (2,55%), cis-hrizenol (1,85%), geraniol (1,63%).

*Keywords:* composition of essential oil, GC-MS, *Dracocephalum moldavica* L., citral

## АЛКАЛОИДЫ ВАСИЛИСТНИКА ВОНЮЧЕГО (*THALICTRUM FOETIDUM* L), ПРОИЗРАСТАЮЩЕ- ГО В ГРУЗИИ

**Л. Г. Кинцурашвили**

к.фарм. н., академический доктор (фармации), старший научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Г. Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского Университета (Тбилиси).

e-mail: [lali\\_kintsurashvili@yahoo.com](mailto:lali_kintsurashvili@yahoo.com)

В результате проведенных исследований можно заключить, что василистник вонючий *Thalictrum foetidum* L., произрастающий в Грузии, является перспективным растением по содержанию фармакологически активных алкалоидов: фетидина, глауцина, берберина, в спектре суммы оснований также присутствуют изохинолиновые алкалоиды: тальмин, тальфин, магнофлорин. При изучении динамики накопления алкалоидов по фазам вегетации установили, что сбор надземных органов василистника вонючего рекомендуется проводить в фазе массового цветения, а подземных органов - в фазе плодоношения (зрелые плоды).

Ключевые слова: алкалоиды, василистник вонючий, фетидин, глауцин, берберин

### ВВЕДЕНИЕ

Виды рода Василистник - *Thalictrum* L семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*) характеризуются высоким содержанием изохинолиновых алкалоидов, обладающих гипотензивным, антиаритмическим, противоопухолевым, антилейкемическим и другими ценными свойствами [1, 2].

На территории Грузии произрастает 6 видов *Thalictrum* L.: *Thalictrum triternatum* Rupr., *Th. foetidum* L., *Th. alpinum* L., *bushianum* Kem-Nath., *Th. collinum* Wallr., *Th. simplex* L.

*Thalictrum foetidum* L. (ваасилистник вонючий) – многолетнее травянистое растение, высотой 20-50 см. Произрастает на щебнистых склонах и скалах. В Грузии распространен на сухих склонах, лесных опушках, особенно в Казбегском районе и в восточной Грузии [3].

В медицине применяется настойка травы василистника вонючего в качестве гипотензивного средства на ранних стадиях гипертонической болезни [4].

В народной медицине василистник вонючий применяется при отеках, водянке, гинекологических и желудочно-кишечных заболеваниях, при головных болях, как общеукрепляющее средства, кроме того его рекомендуют при лечении язв, ран и травм, настои и отвар корней и надземной части растения благоприятно действует при саркоме и других злокачественных новообразованиях [5,6].

Целью исследований было изучить надземные и подземные органы *Thalictrum foetidum*

---

---

L. произрастающего в Грузии, на содержание фармакологически активных изохинолиновых алкалоидов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Объектами исследования были надземные и подземные органы *Thalictrum foetidum* L., собранные в фазе цветения в селе Атени (Горийский район) и в селе Гергети (Казбегский район).

Получение суммы алкалоидов из надземных органов и подземных органов *Thalictrum foetidum* L. методом жидко-жидкостной экстракции

Воздушно-сухие измельченные надземные и подземные органы растения (1,0,кг) подщелачивали 8% раствором аммиака и алкалоиды экстрагировали хлороформом. Хлороформные извлечения сгущали до 1/5 первоначального объема и алкалоиды извлекали 10% водным раствором серной кислоты. Кислый экстракт промывали эфиром, затем при охлаждении подщелачивали 25% раствором аммиака до pH 9 и алкалоиды экстрагировали хлороформом. После обезвоживания безводным сульфатом натрия и сгущения под вакуумом, получали третичные суммы алкалоидов. После извлечения третичных оснований из подкисленного маточного раствора, добавлением насыщенного раствора иодистого калия, выделяли иодиды четвертичных оснований. отделяли растворимые в хлороформе иодиды.

Из надземных органов растения, собранного в с. Атени (Горийский район) в фазе цветения получали 10,5 г третичной суммы алкалоидов, 11,4 г четвертичной суммы оснований. а из подземных органов 2,9 г и 26,5 г соответственно. Из надземных органов ваасилистника вонючего, собранного в с. Гергети (Казбегский район) в фазе цветения..получали 4,6 г третичной суммы алкалоидов, 6,7 г четвертичной суммы оснований. а из подземных органов 2,5 г и 11,8 г соответственно.

Качественный анализ состава полученных сумм алкалоидов и идентификацию проводили при хроматографировании в тонком слое на пластинках silicagel<sub>254</sub> Merck в системах: I- хлороформ-метанол (9:1), II- бензол- этилацетат-метанол (40:40:6), III- хлороформ-метанол- 10%-аммиак 25% (15:4:1), в сравнении с достоверными образцами фетидина, глауцина, берберины, тальмина, тальфина, магнофлорина, протопина, O-метилталикберина [7, 8]. Детектор- реактив Драгендорфа. [9] .

Третичную сумму оснований надземных и подземных органов растения обрабатывали 5% раствором соляной кислоты в этиловом спирте. При этом выпали кристаллы хлоргидрата фетидина. После выделения фетидина третичную сумму алкалоидов хроматографировали на колонке с окисью алюминия (100/160, активность II ), элюируя бензолом, смесью бензол-метанола: (99:1; 95:5; 90:10; 80:20; 70:30; 50: 50). При элюировании бензолом выделили глауцин, При элюировании бензол-метанолом (95:5) - основание тальмин, а при элюировании бензол-метанолом (90:10) получили тальфин.

Сумму четвертичных оснований делили на колонке с силикагелем, элюацию проводили хлороформом, затем смесью хлороформ-метанола: (99:1; 95:5; 90:10; 80:20; 70:30; 50:50). При элюировании хлороформом выделили берберины, при элюации хлороформ-метанолом (90:10; 80:20) получили магнофлорин.

С целью установления оптимальных сроков сбора и продуктивности исследуемого растения на содержание алкалоидов, в связи с возможностью использования их в качестве сырья для получения фармакологически активных алкалоидов, нами была изучена динамика накопления алкалоидов по фазам вегетации в надземных и подземных органах



*Thalictrum foetidum* L., собранных с разных мест произрастания. Растение было собрано в с. Атени (Горийский район) и в с. Гергети (Казбегский район). в разные фазы вегетации.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Изучение на содержание алкалоидов *Thalictrum foetidum* L., произрастающего в Грузии, показала, что в спектре алкалоидов присутствуют фармакологически активные изохинолиновые основания: фетидин, глауцин, берберин, также: тальмин, тальфин, магнофлорин.

Содержание суммы алкалоидов в *Thalictrum foetidum* L. колеблется в зависимости от органа, фазы и места произрастания. Установили, что выход третичной суммы алкалоидов из надземных органов василистника вонючего флоры Грузии, в фазе цветения, зависимости от места произрастания растения составляет 0,46-1,05 %, выход четвертичной суммы алкалоидов 0,67-1,14 %, а из подземных органов 0,25-0,29 % и 1,18-2,65 % соответственно.

При изучении динамики накопления алкалоидов по фазам вегетации установили, что сбор надземных органов василистника вонючего целесообразно проводить в фазе массового цветения, когда содержание суммы алкалоидов достигает максимума, а в подземных органах растения максимальное содержание суммы алкалоидов приходится на фазе плодоношения (зрелые плоды) и этот период рекомендован для сбора подземных органов растения (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика накопления алкалоидов в надземных и подземных органах *Thalictrum foetidum* L. произрастающего в Грузии по фазам вегетации

Фаза вегетации	<i>Thalictrum foetidum</i> L., собранное в с. Атени (Горийский район)				<i>Thalictrum foetidum</i> L., собранное в с. Гергети (Казбегский район)			
	надземные органы		подземные органы		надземные органы		подземные органы	
	третичная сумма алкалоидов	четвертичная сумма алкалоидов	третичная сумма алкалоидов	четвертичная сумма алкалоидов	третичная сумма алкалоидов	четвертичная сумма алкалоидов	третичная сумма алкалоидов	четвертичная сумма алкалоидов
начало вегетации	0,76	0,83	0,19	2,23	0,28	0,42	0,15	0,73
бутонизация	0,84	0,95	0,26	2,54	0,34	0,53	0,18	0,97
массовое цветение	1,05	1,14	0,29	2,65	0,46	0,67	0,25	1,18
плодоношение (зрелые плоды)	0,92	1,02	0,35	2,80	0,41	0,81	0,27	1,34

Как видно из таблицы, выход суммы алкалоидов меняется в зависимости от места произрастания растения. Содержание суммы алкалоидов во всех органах *Thalictrum foetidum* L., собранных в горах (с. Гергети) оказалось значительно меньшим, по сравнению с собранными в предгорьях (с. Атени), что обусловлено большим разнообразием элементов

---

---

питания в почвах предгорий, по сравнению почвам гор.

## ВЫВОДЫ.

Таким образом *Thalictrum foetidum* L., произрастающий в Грузии является перспективным растением по содержанию фармакологически активных алкалоидов: фетидина, глауцина, берберина. Сбор надземных органов василистника вонючего рекомендуется проводить в фазе массового цветения, а подземных органов - в фазе плодоношения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V.U.Vachnadze, L.G. Kintsurahvili, N.D.Gagua, T.Sh.Suladze, N.S.Vachnadze, I.S.Sikharulidze, A.Dz.Bakuridze "Biologically and pharmacologically active alkaloids from the flora of Georgia". Abstracts 9<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. October 16-19, 2011 Urumqi Xinjiang, China.
2. Губанов И. А., Крылова И. Л., Тихонова В. Л. Дикорастущие полезные растения СССР.-М.:Мысль, 1976.-с.130-131.
3. Vascular plants of Georgia a nomenclatural checklist/ Gagnidze, R.-Tbilisi.: UNIVERSAL, 2005; 33-39.
4. Машковский М.Д. .Лекарственные средства. Москва: *Медицина*.1977. т.1. 280 с.
5. В.Вачнадзе, Л.Кинцурашвили, Т.Суладзе, Н.Вачнадзе, И. Сихарулидзе,Н. Гогитидзе, А. Бакуридзе "Алкалоидоносные растения флоры Грузии – источники фармакологически активных алкалоидов". 2-nd International conference on organic chemistry: "Advances in Heterocyclic Chemistry" (GeoHet-2011). September 25-27, 2011 Tbilisi, Georgia.
6. Вачнадзе В. Ю.. Джакели Э. З., Муджири К. С. Алкалоидоносные растения флоры Грузии. Академия Наук Грузии, отделение химии и химической технологии, Химия и химическая технология:Сб. тр.-Тбилиси. Изд.: МЕЦНИЕРЕБА,2001; 349-360.
7. Kintsurashvili L. Alkaloids of some plants of families Helleboraceae and Ranunculaceae growing in Georgia. 3<sup>rd</sup>International conference on pharmaceutical Sciences, abstract book.I cps –2015. Publish. House. Tbilisi.: UNIVERSAL; May 29-31. 2015; 116.
8. Шакиров Р, Тележенецкая М.В., Бесонова И.А., Арипов С.Ф и др. Алкалоиды, растения, свойства, Ташкент. Изд.: ФАН АНУЗР; 1996; 246, 618, 63
9. Шаршунова М., Шварц В., Михалец Ч. Тонкослоинная хроматография в Фармации и клинической биохимии.Москва. Изд.: ВЫСШАЯ ШКОЛА; 1980; II: .5851.

---

---

# ALKALOIDS OF THALICTRUM FOETIDUM L., GROWING IN GEORGIA

## L.G. Kintsurashvili.

Ph.D (Pharm.) Senior Research Scientist of Tbilisi State Medical University I. Kutateladze Institute of Pharmacochemistry. (Tbilisi, Georgia).

e-mail: [lali\\_kintsurashvili@yahoo.com](mailto:lali_kintsurashvili@yahoo.com)

Summary: By the results of conducted studies *Thalictrum foetidum*, growing in Georgia, is a perspective plant for containing pharmacologically active alkaloids: fetidine, glaucine, berberine. Collecting of overground parts of *Thalictrum foetidum* is recommended in the phase of flowering, collecting of underground parts- in the phase of fruiting.

Key words: Alkaloids, *Thalictrum foetidum*, fetidine, glaucine, berberine



# БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА АЗИМИНЫ ТРЕХЛОПАСТНОЙ *ASIMINA TRILOBA* (L.) DUNAL

## **С.В. Клименко**

профессор, заведующая отделом акклиматизации плодовых растений Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины (Киев)

e-mail: [cornusklymenko@gmail.com](mailto:cornusklymenko@gmail.com)

## **А.З. Кухарска**

проф., заведующая лабораторией биохимии растений Вроцлавского университета природообустройства (Польша)

## **О.В. Григорьева**

к.б.н., с.н.с. Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины (Киев)

Исследован биохимический состав плодов азимины трехлопастной (*Asimina triloba* (L.) Dunal), нового для садоводства ценного плодового и лекарственного растения. Плоды содержат комплекс биологически активных веществ: полифенолы (138,01–345,29 мг/100 г), витамин С (12,36–25,65 мг/100г), фенольные кислоты (2,24–2,56 мг/100 г), процианидины (5,55–9,27 мг/100 г). Антиоксидантная активность определенная тремя методами составляет: методом DPPH – 5,64–18,33, методом ABTS – 20,41–44,10, методом FRAP – 17,97–43,64 ммоль Тролокс/г. Все части растения широко используются в народной и официальной медицине как противовоспалительное, антимикробное, противомаларийное, противоопухолевое, антигельминтное, противодизентерийное средство.

Ключевые слова: азими́на трехлопастная (*Asimina triloba*), плоды, антиоксидантная активность, полифенолы, процианидины.

## ВВЕДЕНИЕ

*Asimina triloba* (L.) Dunal (азими́на трехлопастная) относится к обширному семейству Анноновые (Annonaceae Juss.) из Северной Америки, здесь ее называют Pawpaw или Paw Paw и – банановое дерево. Название Paw Paw происходит от папайя (*Carica papaya*), тропического растения, плоды которого похожи на плоды азимины. *Asimina* L. – единственный среди более чем 120 родов семейства Анноновых, ареал представителей которых находится за пределами субтропической зоны.

Азими́на трехлопастная – реликтовый вид древней доледниковой флоры США. Она естественно произрастает на территории восточных штатов. Климатические условия природного ареала азимины характеризуются умеренно холодной зимой, теплым и влажным летом, среднегодовая температура 9–12°C, сумма осадков 900–1000 мм. Абсолютный минимум для северной части ареала не превышает – 30°C. Для нормального роста, развития и



вызревания плодов азимины необходимо не менее 160 дней вегетации при сумме эффективных температур 2600–2800°C. Северная граница природного ареала азимины распространяется до штатов Нью-Йорк, Мичиган и Канзас, а в культуре – до южных районов Канады, для которых характерны низкие температуры воздуха – до 25–30°C.

Азими́на трехлопастная имеет экономическое значение и уже распространена в южных регионах Европы и в Восточной Азии.

В Украину азими́на была интродуцирована еще в 1819, но масштабные исследования ее начались только в 1994 году в Крыму (Никитский ботанический сад) и в Херсонской области (опытное хозяйство «Новокаховское»).

В Национальный ботанический сад НАН Украины (НБС) азими́на была привезена проф. С.В. Клименко в 2001 году из питомника Northwoods Nursery (штат Орегон). Растения прижились, а опыт по их выращиванию положил начало распространению азимины на севере Украины [1; 2]. На сегодняшний день в Украине выращиваются сорта американской селекции Davis, Mango, Sunflower, Wells, Prolific, Sweet Alice, Rebeccas Gold, Prima, Overlesse, а также формы местной селекции.

В Лесостепи Украины созревание плодов отмечено в сентябре-октябре при сумме эффективных температур 2500–2600 °С, что вполне достаточно для созревания плодов [1; 2]. Период от начала цветения до начала созревания в зависимости от сорта и погодных условий составляет 140–150 дней.

Плоды азимины имеют цилиндрическую или овальную форму, довольно крупные, от 5 до 17 см, масса их от 100 до 450–500 г. Они собраны в грозди от 2 до 10 шт в каждой на плотных коротких плодоножках. Сладкие и ароматные плоды с кремово-желтой мякотью по вкусу напоминают смесь банана, ананаса, манго.

Сейчас в коллекции НБС есть растения разного возраста, полученные из семян из США, Словакии и Чехии. На сегодняшний день коллекция насчитывает 30 маточных растений азимины (из них – 6 претендентов на сорта), а также большое количество сеянцев собственной репродукции. Двадцатилетние растения азимины в НБС интенсивно растут и ежегодно плодоносят (Рисунок 1).



Рисунок 1 – *Azimina triloba* (L.) Dunal, сорт Ранняя Шайдаровой селекции НБС

Изучены особенности биологии флоральной системы и опыления азимины, репродуктивная способность. Разработаны приемы агротехники и способы размножения. Однако



---

---

биохимические особенности в условиях Лесостепи Украины не изучались, хотя в странах масштабного культивирования азимины такие исследования проводятся.

Ранее мы исследовали содержание фенольных и летучих соединений в плодах и листьях азимины [1; 3].

В составе плодов азимины большое количество витаминов А и С, солей магния, калия, кальция, фосфора, железа, а также микроэлементов – цинка, меди и марганца. Среди аминокислот наиболее высокое содержание определено для лейцина, изолейцина и лизина. Основные летучие компоненты плодов азимины – метиловые и этиловые эфиры октановой и гексановой кислот. В составе летучих веществ листьев азимины доминируют сесквитерпены, а именно производные кадинена. Триглицериды плодов азимины содержат жирные кислоты от С6 до С20; 20% суммы жирных кислот составляет октановая кислота. Из азимины были выделены (и установлена структура) более 50 уникальных анноновых ацетогенинов [5; 8]. Ацетогенин (получивший название азиминин) содержат все части растения – семена, побеги, листья, кора и плоды. Американская компания Nature's Sunshine на основе экстракта коры азимины выпускает препарат Paw Paw Cell-Red, который повышает защитные свойства иммунной системы, предохраняя клетки от разрушительного воздействия свободных радикалов и стресса. Настой из листьев имеет мочегонное свойство. Семена оказывают наркотическое действие. Кора может быть использована в качестве природного сырья для получения инсектицидов.

Известно, что местное население Америки, для которых азимина – обычный продукт, считает ее плоды уникальными по целебным свойствам. Оно использовало плоды азимины, спасаясь при отравлениях, при длительном же их употреблении человеческий организм буквально омолаживается, благодаря выведению накопленных в организме шлаков. Из плодов отжимают сок, который обладает инсектицидным и глистогонным действием. Плоды известны высокими иммуностимулирующими свойствами. Экстракт, который получают из плодов, употребляют для повышения защитных сил организма и улучшения общего состояния организма.

По нашим данным, в листьях азимины идентифицированы 12 органических кислот, среди которых доминируют яблочная и лимонная – 0,1–0,6%. В плодах органических кислот меньше, но основные тоже яблочная и лимонная. Следует отметить, что в плодах азимины в отличие от листьев не обнаружены салициловая и п-кумаровая кислоты. Максимальное содержание фенольных соединений в листьях наблюдается в конце июля – начале августа, после окончания роста побегов и составляет 8,72–10,86% суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на хлорогеновую кислоту, 3,10–5,61% суммы флавоноидов в пересчете на рутин. Содержание хлорогеновой кислоты и рутина составляет 1,0–2,0 и 0,2–0,3% соответственно. Содержание суммы гидроксикоричных кислот в плодах азимины значительно ниже и увеличивается в процессе созревания плодов от 0,59 до 1,20% в пересчете на хлорогеновую кислоту, которая обладает высокой биологической активностью [1; 3].

Содержание летучих соединений в листьях азимины украинской селекции составляет от 0,1 до 0,3%, среди них доминируют терпеноиды. В листьях и плодах азимины идентифицирован пальмитон, содержание которого в плодах значительно выше, чем в листьях – от 18 до 103 мг/кг [1; 3]. Пальмитон показал высокую противосудорожную активность, поэтому листья азимины можно рассматривать как перспективное лекарственное сырье для лечения эпилепсии [7].

Цель исследований – определение содержания различных классов биологически активных веществ (БАВ) и сравнительная оценка биохимического состава генотипов украинской

и польской селекции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований были плоды генотипов азимины (Az-03, Az-07) из коллекции НБС и генотипа AzV-01 из Ботанического сада во Вроцлаве (Польша). Исследования проводились совместно с польскими коллегами Wrocław University of Environmental and Life Science. Антиоксидантную активность определяли тремя методами (ммоль Тролокс/г): DPPH, ABTS, FRAP [4; 9; 10]. Общее содержание фенольных соединений (мг/100 г) – с помощью реагента Фолина-Чокольте по методике Gao et al. (2000). Количественное содержание процианидинов в исследуемом сырье определяли по методике Porter et al. (1986).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из важных показателей биологической ценности продуктов является содержание витаминов. Плоды являются основным источником витамина С (аскорбиновой кислоты), который не синтезируется организмом человека.

По нашим данным, в плодах азимины содержание витамина С составляет от 12,36 до 25,65 мг/100 г (Рисунок 2).

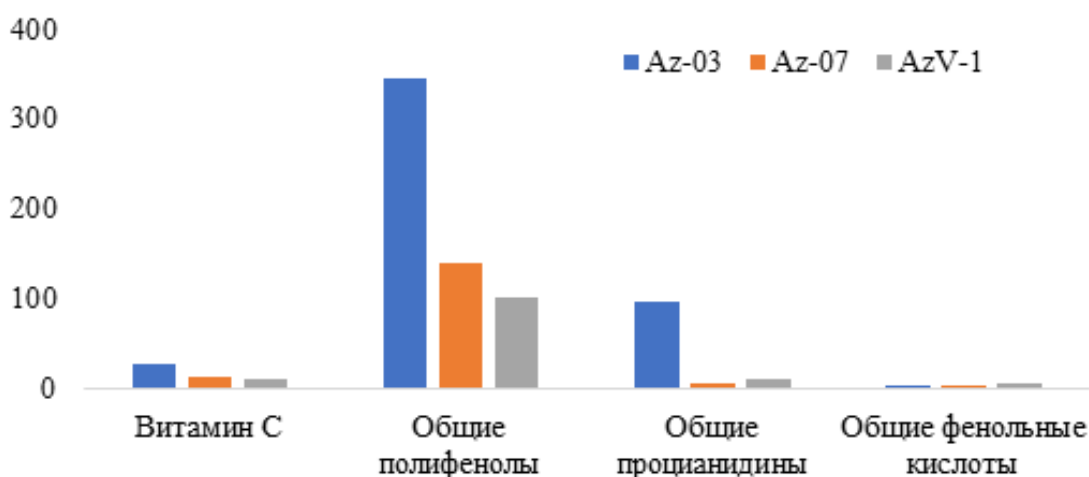


Рисунок 2 – Биохимический состав плодов *Azimina triloba* (L.) Dunal (мг/100 г)

Содержание полифенолов, которые являются мощными естественными антиоксидантами, в плодах азимины составляет 138,01–345,29 мг/100 г.

Основную часть биофлавоноидов, потребляемых человеком с растительной пищей, составляют процианидины и их мономерные звенья – катехины и лейкоантоцианидины. В результате наших исследований установлено, что содержание процианидинов в плодах азимины составляет от 5,55 до 9,27 мг/100 г.

Антиоксиданты являются профилактическими и фитотерапевтическими средствами, они нейтрализуют свободные радикалы, которые ассоциируют с патогенезом разных заболеваний.

Антиоксидантная активность плодов азимины, определенная методом DPPH, варьировала от 5,64 до 18,33, методом ABTS – от 20,41 до 44,10, методом FRAP – от 17,97 до 43,64

ммоль Тролокс/г (Рисунок 3).

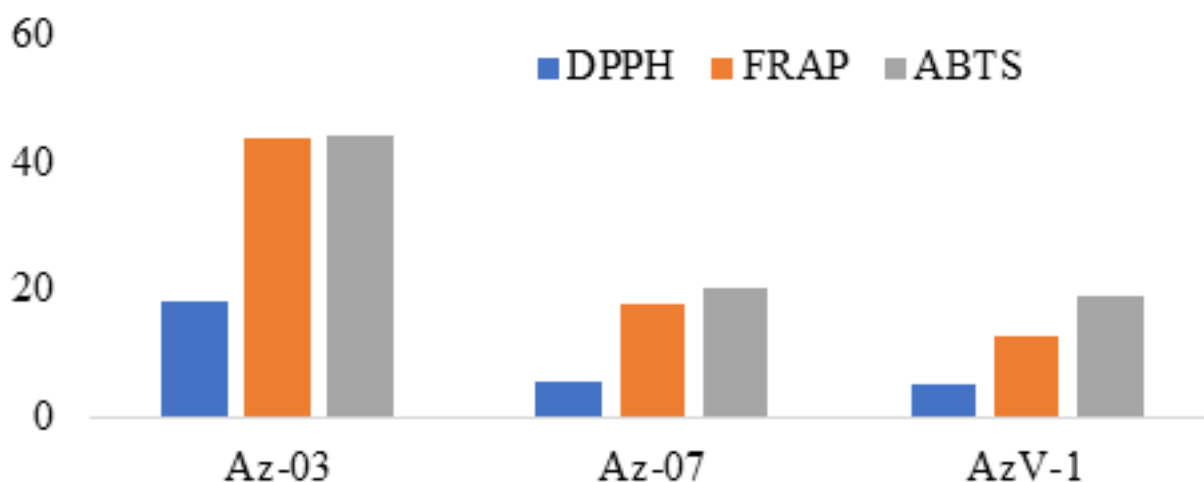


Рисунок 3 – Антиоксидантная активность плодов *Azimina triloba* (L.) Dunal определенная различными методами, ммоль Тролокс/г

Антиоксидантная активность фенольных соединений объясняется тем, что они связывают ионы тяжелых металлов в устойчивые малоактивные комплексы, а также служат акцепторами, образованными при аутооксидации свободных радикалов. По нашим данным, общее содержание фенольных кислот составляет от 2,24 до 2,56 мг/100г.

Корреляционный анализ, использованный для исследования взаимосвязей между общим содержанием полифенолов и антиоксидантной активностью (DPPH, FRAP, ABTS) (Рисунок 4), показал, что между ними наблюдается прямая высокая корреляционная зависимость ( $r = 0,993$ ,  $r = 0,995$ ,  $r = 0,999$ ).

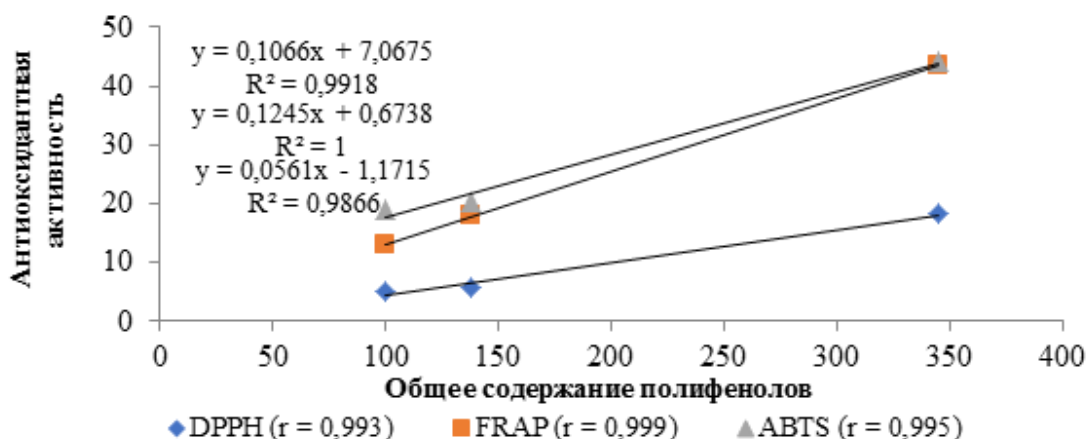


Рисунок 4 – Корреляционная зависимость между общим содержанием полифенолов и антиоксидантной активностью

Дальнейшие исследования перспективны в изучении мощных цитотоксических, противоопухолевых, пестицидных, противомаларийных, антигельминтных, противовирусных и антимикробных свойств азимины [3].

---

---

## ВЫВОДЫ

Азими́на – новое плодое растение для стран Европы, хотя на родине, в Северной Америке она широко культивируется как ценное пищевое и лекарственное растение. В Украине известна уже в течение 30–40 лет в ботанических и любительских садах и пользуется спросом у населения.

Плоды азимины богаты полифенолами, процианидинами, отличаются высокой антиоксидантной активностью. Содержание полифенолов в плодах азимины составляет 138,01–345,29 мг/100 г. Процианидины и их мономерные звенья – катехины и лейкоантоцианидины являются основной частью биофлавоноидов. Содержание процианидинов в плодах азимины – 5,55–9,27 мг/100 г. Антиоксидантная активность, определенная тремя методами, составляет: методом DPPH – 5,64–18,33, методом ABTS – 20,41–44,10, методом FRAP – 17,97–43,64 ммоль Тролокс/г.

Плоды азимины уникальны по целебным свойствам. Жители Америки, для которых азими́на – обычный продукт, используют ее плоды, листья, корни и семена как противовоспалительное, антимикробное, противомаларийное, противоопухолевое, антигельминтное, противодизентерийное средство. Американская компания Nature's Sunshine на основе экстракта коры азимины выпускает препарат Paw Paw Cell-Red для повышения иммунной системы (предохраняя клетки от воздействия свободных радикалов и стресса).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименко С.В., Григорьева О.В. Азими́на трехлопастная (*Asimina triloba* (L.) Dunal) в Лесостепи Украины: интродукция, адаптация, лекарственные свойства // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016; 45; 77–80.
2. Клименко С.В. Интродукция и селекция нетрадиционных плодовых растений в Украине // Труды Никит. ботан. сада. – 2008; 130; 83–95.
3. Клименко С.В., Джан Т.В. Новые и нетрадиционные плодовые растения Украины. Перспективы использования в фармации // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение: биоразнообразие, технологии, применение: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции. Гродно: ГГАУ, 2014; 134–136.
4. Benzie I.F.F., Strain J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “Antioxidant Power”: the FRAP assay // Analytical Biochemistry. – 1996; 239(1): 70–76.
5. Coothankandaswamy V., Liu Y., Mao Sh.-Ch., Morgan B.J., Mahdi F., Jekabsons M.B., Nagle D.G., Zhou Y.-D. The alternative medicine pawpaw and its acetogenin constituents suppress tumor angiogenesis via the HIF-1/VEGF pathway // J. Nat. Prod. – 2010; 73(5); 956–961.
6. Gao X., Ohlander M., Jeppsson N. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation // J. Agric. Food Chem. – 2000; 48(5): 1485–1490.
7. González-Truján M.E. Anticonvulsant properties and bio-guided isolation of palmitone from

- 
- 
- leaves of *Annona diversifolia* / M.E. González-Truján // *Planta Med.* – 2001; 67(2); 136–141.
8. Porter L.J., Hrstich L.N., Chan B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin // *Phytochemistry.* – 1986; 25: 223–230.
9. Re R., Pellegrini N., Proteggente A. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay // *Free Radical Biology & Medicine.* – 1999; 26(9-10): 1231–1237.
10. Yen G.C., Chen H.Y. **Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity** // *J. Agric. Food Chem.* – 1995; 43(1): 27–32.

## **BIOCHEMICAL PECULIARITIES AND MEDICINAL PROPERTIES PAWPAW (*ASIMINA TRILOBA* (L.) DUNAL)**

### **S.V. Klymenko,**

prof., Head of Department of Acclimatization of Fruit Plants, M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv). E-mail: [cornusklymenko@gmail.com](mailto:cornusklymenko@gmail.com)

### **A.Z. Kucharska,**

prof., Head of the Laboratory of Plant Biochemistry, Wrocław University of Environmental and Life Sciences (Wrocław)

### **O.V. Grygorieva,**

Ph.D. (Biol), Senior Researcher of the M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

Summary: The biochemical composition of fruits pawpaw (*Asimina triloba* (L.) Dunal), a new valuable fruit and medicinal plant for horticulture, were studied. The fruits contain a complex of biologically active substances: polyphenols (138.01–345.29 mg/100 g), vitamin C (12.36–25.65 mg/100 g), phenolic acids (2.24–2.56 mg/100 g), procyanidins (5.55–9.27 mg/100 g). Antioxidant activity determined by the three methods is: by the DPPH method 5.64–18.33, by the ABTS method 20.41–44.10, by the FRAP method 17.97–43.64  $\mu\text{mol Trolox/g}$ . All parts of the plant are widely used in traditional and officinal medicine as an anti-inflammatory, antimicrobial, antimalarial, antitumor, anthelmintic, antidiarrheal agent.

*Key words: pawpaw (Asimina triloba), fruits, antioxidant activity, polyphenols, procyanidins.*



# ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОНОТЕРПЕНОВ НА АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНОГО МАСЛА ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА

## **Н.А. Коваленко**

к. хим. н., доцент Белорусского государственного технологического университета (Минск)

e-mail: [kovalenko@belstu.by](mailto:kovalenko@belstu.by)

## **Т.И. Ахрамович**

к. биол. н., доцент Белорусского государственного технологического университета (Минск)

## **Г.Н. Супиченко**

к. хим. н., старший преподаватель Белорусского государственного технологического университета (Минск)

## **А.Г. Шутова**

к. биол. н., ведущий научный сотрудник Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (Минск)

## **В.Н. Леонтьев**

к. хим. н., зав. кафедрой Белорусского государственного технологического университета (Минск)

Изучена взаимосвязь антимикробных свойств эфирного масла растений *Pseudotsuga menziesii*, культивируемых в условиях Беларуси, и оптической активности некоторых монотерпеновых углеводов, входящих в его состав.

Ключевые слова: *Pseudotsuga menziesii*, эфирные масла, камфен,  $\alpha$ -пинен,  $\beta$ -пинен, энантимеры, антимикробная активность

## ВВЕДЕНИЕ

Эфирное масло псевдотсуги Мензиса (семейство *Pinaceae*) в зависимости от географического происхождения содержит от 25 до 50 % монотерпеновых углеводов, присутствие которых обуславливает его антиоксидантные, противовоспалительные, бактерицидные, фунгицидные свойства [1, 2]. Важную роль в проявлении биологической активности эфирных масел играет оптическая активность компонентов, входящих в их состав [3, 4]. Сведения о влиянии оптической активности компонентов на антимикробные свойства эфирного масла растений псевдотсуги Мензиса, культивируемых в Республике Беларусь, отсутствуют.

Цель настоящей работы – изучить влияние оптической активности некоторых монотерпеновых углеводов (камфена,  $\alpha$ -пинена и  $\beta$ -пинена) на антимикробные свойства эфирного масла псевдотсуги Мензиса из коллекции Центрального ботанического

---

---

сада Национальной академии наук Беларуси.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись эфирные масла, выделенные из охвоенных концов ветвей длиной 30-40 см *Pseudotsuga menziesii*. Эфирные масла получали методом перегонки с водяным паром.

Разделение энантиомеров камфена,  $\alpha$ -пинена и  $\beta$ -пинена, входящих в состав эфирного масла *Pseudotsuga menziesii*, выполняли на хроматографе «Цвет 800», оснащенный пламенно-ионизационным детектором и оборудованном капиллярной колонкой Cyclosil B 30м×0,32мм×0,25мкм в режиме программирования температуры. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана. Идентификацию энантиомеров камфена,  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненов эфирного масла проводили сравнением времен удерживания компонентов со значениями стандартных образцов. В качестве стандартных использовали следующие образцы (-)- $\alpha$ -пинен (Fluka, USA, CAS 7785-26-4); (+)- $\alpha$ -пинен (Fluka, Switzerland, CAS 7785-70-8); (-)-камфен (Aldrich, Germany, CAS 5794-04-7); (+)-камфен (Aldrich, Germany, CAS 5794-03-6); (+)- $\beta$ -пинен (Fluka, Switzerland, CAS 19902-08-0); (-)- $\beta$ -пинен (Aldrich, CAS 18172-67-3). Количественный анализ проводили методом внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов.

Энантиомерный избыток,  $E_x$  рассчитывали по формуле

$$E_x = \frac{(A_{\max} - A_{\min})}{(A_{\max} + A_{\min})} * 100,$$

где  $A_{\max}$  – площадь пика преобладающего энантиомера,  $A_{\min}$  – площадь пика второго энантиомера.

Антимикробную активность эфирного масла псевдотсуги Мензиса и стандартных образцов монотерпеновых углеводородов определяли методом диффузии растворов эфирного масла в агар (метод бумажных дисков). В качестве тест-культур использовали санитарно-показательные микроорганизмы: *Salmonella alony*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium* sp., *Escherichia coli* Hfr H. Суточную культуру микроорганизмов (0,1 мл) распределяли шпателем по поверхности подсохшей плотной питательной среды в чашке Петри. На поверхности засеянных сред раскладывали стерильные бумажные диски диаметром 0,5 см на равном удалении друг от друга и расстоянии 1,5–2,0 см от края чашки. На диски наносили по 10 мкл растворов эфирных масел в этаноле, выдерживали посевы при 4°C в течение 4 ч с последующим инкубированием в термостате при 30°C в течение 24 ч. Результат учитывали по наличию и диаметру зон ингибирования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее нами было показано [5], что суммарное содержание монотерпеновых соединений в эфирном масле псевдотсуги Мензиса, культивируемой в Республике Беларусь, составляет 35 – 37 %. Количественно преобладают камфен (~ 14 – 15 %),  $\alpha$ -пинен (~ 7 – 8 %),  $\beta$ -пинен (~ 8 – 10 %). Отмечено небольшое преобладание левовращающих изомеров  $\alpha$ -пинена, энантиомерный избыток которых составляет 10 – 12 %. Энантиомеры  $\beta$ -пинена представлены практически в равных концентрациях, с небольшим избытком левовращающих форм ( $E_x$  ~ 10 – 12 %). Камфен присутствует в исследованном образце преимущественно в виде

(+)-камфена, энантиомерный избыток которого составляет ~ 85 %.

Для установления взаимосвязи энантиомерного состава и антимикробных свойств эфирного масла псевдотсуги были протестированы этанольные растворы эфирного масла псевдотсуги и стандартных образцов энантиомеров  $\alpha$ -пинена,  $\beta$ -пинена и камфена (Таблица 1).

Этанольные растворы всех стандартных образцов и эфирного масла псевдотсуги подавляют рост как грамотрицательных, так и грамположительных бактерий, причем представители последних оказались более подвержены ингибирующему влиянию.

Таблица 1 – Диаметры зон ингибирования роста тест-культур бактерий растворами эфирного масла псевдотсуги и стандартных образцов энантиомеров (20% раствор в этаноле)

Тест-культуры бактерий	Растворы стандартных образцов						Раствор эфирного масла (0,5 %)
	$\alpha$ -пинен		$\beta$ -пинен		камфен		
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	
Диаметр зоны ингибирования роста, мм							
<i>Bacillus subtilis</i>	15,6	21,4	16,4	11,7	10,0	8,5	15,8
<i>Clostridium</i> sp.	17,7	24,3	18,9	14,5	9,8	9,4	18,9
<i>Salmonella alony</i>	11,5	16,1	12,9	8,6	10,3	9,0	14,2
<i>Escherichia coli</i> Hfr H	12,1	18,4	14,5	10,1	9,5	7,6	14,7

Самую высокую ингибирующую активность среди исследованных образцов проявляет (-)- $\alpha$ -пинен. Несколько слабее выражены антимикробные свойства правовращающих форм  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинена. Аналогично  $\beta$ -пинену правовращающая форма камфена более активно ингибирует рост микроорганизмов по сравнению с его левовращающим изомером. Высокая концентрация (+)-камфена (~ 13,5 – 14 %) в заметной степени определяет антимикробные свойства эфирного масла псевдотсуги, в проявление которых вносят свой вклад левовращающие изомеры  $\alpha$ -пинена и правовращающие формы  $\beta$ -пинена.

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили установить, что для эфирного масла псевдотсуги Мензиса характерно преобладание левовращающих форм  $\alpha$ -пинена в отличие от камфена, присутствующего, в основном, в виде правовращающего изомера. Оптические изомеры  $\beta$ -пинена представлены практически в равных концентрациях. Показана взаимосвязь оптической активности монотерпеновых соединений и антимикробных свойств эфирного масла псевдотсуги Мензиса, культивируемой в Республике Беларусь.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tesevic V., Milosavjevic S., Vais V. et al. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb. Franco) from Serbia // J. Serb. Chem. Soc. – 2009; 74 : 1035–40.
2. Jirovetz L., Puschmann Ch., Stojanova A. et al. Analysis of the essential oil of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) from Bulgaria // Flavour Fragr. J. – 2000; 15 : 434–37.
3. Rivas da Silva A.C. Biological Activities of  $\alpha$ -Pinene and  $\beta$ -Pinene Enantiomers / A.C. Rivas da Silva [et al.] // Molecules – 2012; 17 : 6305–6316.
4. Shutava H.G., Shutava T.G., Kavalenka N.A., Supichenka H.N. Antiradical and antibacterial activity of essential oils from the *Lamiaceae* family plants in connection with their composition and optical activity of components // Int. J. Sec. Metabol. – 2018; 5: 2: 109–122.
5. Коваленко Н.А., Ахрамович Т.И., Супиченко Г.Н. и соавт. Компонентный состав и антимикробная активность эфирного масла псевдотсуги Мензиса // Международная научная конференция «Перспективы лекарственного растениеводства» г. Москва, 1–2 ноября 2018. // Сборник трудов Международной научной конференции, М. ВИЛАР, 2018 – С.586–590

## INFLUENCE OF MONOTERPENE OPTICAL ACTIVITY ON ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF *PSEUDOTSUGA MENZIESII* ESSENTIAL OIL

**N.A. Kovalenko**

Ph.D. (Chem.), BSTU (Minsk) *e-mail: [kovalenko@belstu.by](mailto:kovalenko@belstu.by)*

**T.I. Ahramovich**

Ph.D. (Biol.), BSTU (Minsk)

**G.N. Supichenko**

Ph.D. (Chem.), BSTU (Minsk)

**H.G. Shutova**

D.Sc. (Biol.), leading researcher CBG (Minsk)

**V.N. Leontiev**

Ph.D. (Chem.), BSTU (Minsk)

Summary: The character of enantiomeric distribution and antimicrobial activity of *Pseudotsuga menziesii* essential oil from Belarus are studied.

Key words: *Pseudotsuga menziesii*, essential oil, camphene,  $\alpha$ - pinene,  $\beta$ -pinene, enantiomers, antimicrobial activity



# БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ *REYNOUTRIA SACHALINENSIS* (F. SCHMIDT) NAKAI И *R. ×BOHEMICA* CHREYEK & CHRTKOVA (*POLYGONACEAE*)

**А.Г. Куклина**

к. биол. н., старший научный сотрудник ФГБУН ГЭС РАН (Москва)  
e-mail: [alla\\_gbsad@mail.ru](mailto:alla_gbsad@mail.ru)

**Н.С. Цыбулько**

к. фарм.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Определено содержание флавоноидов, витамина С и органических кислот в конусе нарастания и листьях *R. sachalinensis* и *R. ×bohemica*. Установлено, что содержание витамином С в листьях достигает 40 мг%. Лучшим сроком для сбора листьев является июль-август, до фазы цветения растений.

*Ключевые слова:* *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria ×bohemica*, лист, конус нарастания, флавоноиды, аскорбиновая кислота, органические кислоты

## ВВЕДЕНИЕ

Рейнутрия сахалинская (*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai), известная как сахалинская гречиха, горец сахалинский (*Polygonum sachalinense* Fr. Schmidt ex Maxim.) и фаллопия сахалинская (*Fallopia sachalinensis* (Fr. Schmidt ex Maxim.) Ronce Debr.) из семейства Polygonaceae – многолетнее высокорослое (до 2,5-3 м) травянистое растение, рекомендуемое для использования в качестве питательной кормовой культуры. Ее естественный ареал находится на Сахалине, Курильских островах и в Японии. В надземной части растения *R. sachalinensis* содержится 2,21 - 5,21 %, флавоноидов, среди которых идентифицированы рутин, кемпферол, кверцетин, кверцитрин, гиперин, авикулярин; установлено наличие фитостерина, кофейной, хлорогеновой и галловой кислот [1]. Листья *R. sachalinensis* не содержат алкалоидов, насыщены витамином С, из-за присутствия щавелевой кислоты, имеют слабокислый вкус [2, 3]. *R. sachalinensis* высокоурожайна (до 500-900 ц/га); ее растительная масса обогащена питательными веществами, по кормовым достоинствам она не хуже, чем бобовые растения. В молодых побегах *R. sachalinensis* много биологически активных веществ, поэтому растительное сырье обладает антиоксидантными свойствами [4]. В силосе имеются сырой протеин (3%), сырой жир (0,8%), клетчатка (7,3%), каротин (1,7%), кальций (0,16%), фосфор (0,06%) и пр. [5].

В европейской части России распространена рейнутрия богемская (*R. ×bohemica* Chrtek & Chrtková) - кульгиленный гибрид, родительскими видами которого являются *R. japonica* Houtt. и *R. sachalinensis*. Поскольку внешне *R. ×bohemica* очень похожа на *R. japonica*, которая тоже относится к высокорослым многолетникам, ее не всегда отличают от этого родительского вида. Вторичный ареал *R. ×bohemica*, рассмотренный в комплексе с близкородственной *R. japonica*, охватывает Россию, Украину, Чехию, Польшу, Румынию, Данию,



---

---

Швецию, Норвегию, Финляндию, Италию, Португалию, Великобританию, Францию ([www.europe-aliens.org](http://www.europe-aliens.org)), Германию, Бельгию и Швейцарию [6]. Известно, что в Германии *R. ×bohemica* продуцирует более 200 кг/га растительной массе [7], однако сведения об активных метаболитах в вегетативных органах этого растения практически отсутствуют.

Задача настоящего исследования – выявить уровень содержания биологически активных веществ в весенний и летний период в вегетативных органах *R. ×bohemica*, произрастающей в Московском регионе (Россия); а также провести сравнение по динамике накопления и содержанию биофлавоноидов, витамина С и органических кислот с *R. sachalinensis*.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучено растительное сырье, собранное у двух видов *Reynoutria* весной и летом 2017-2018 годы, из 7 географических точек: *R. sachalinensis*: 1 - Москва, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, привезена с острова Сахалин, пос. Александровка; *R. ×bohemica*: 2 – Москва, район Новокосино; 3 - Москва, район Марфино; 4 – Московская область (МО), Раменский район, ж/д станция Гжель; 5 – МО, Орехово-Зуевский район, село Хотейчи; 6 – МО, г. Мытищи; 7 - МО, Дмитровский район, ж/д станция Орудьево. В каждой географической точке весной (в конце мая) с 50 растений собирали конусы нарастания и листовые пластинки; летом (в конце июля - начале августа) там же повторно с 50 растений собирали листовые пластинки.

Определение суммы флавоноидов проводили методом спектрофотометрии в пересчете на кверцетин [8]. В качестве стандартного образца для пересчета выбран кверцетин, поскольку данное соединение было идентифицировано методом ТСХ, и является преобладающим среди других флавоноидов. Содержание аскорбиновой кислоты (мг%) и сумма органических веществ (%) определены методом титрования по ГФ XIV ФС 2.5.01.06.18 и ОФС 1.5.3.00007.15 [9]. В биохимическом анализе использовали 42 образца, собранные в течение 2-х лет. Результаты обработаны в программе Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку сведения о содержании биологически активных веществ в конусе нарастания у рейнутрии отсутствуют, нами впервые было определено содержание флавоноидов в этой части побегов у *R. sachalinensis* ( $1,01 \pm 0,09\%$ ) и у *R. ×bohemica*: от  $0,98 \pm 0,01\%$  до  $1,67 \pm 0,02\%$ . Листья наиболее обогащены флавоноидами в летний период, когда их содержание почти вдвое больше, чем весной в конусе нарастания (рис. 1). Весной этот показатель в листьях *R. sachalinensis* ( $2,17 \pm 0,04\%$ ) и *R. ×bohemica* ( $2,41 \pm 0,42\%$ ) на 14 % ниже, чем летом. Отмечено, что летом сумма биофлавоноидов, включающая рутин, кемпферол, кверцетин, кверцитрин и др., в вегетативных органах *Reynoutria*, достигает  $2,76 \pm 0,01\%$ .

Витамин С участвует в жизненно важных процессах обмена веществ и относится к одному из основных антиоксидантов, защищающему клетки от воздействия свободных радикалов. Сведения о содержании аскорбиновой кислоты у *Reynoutria* ограничены, а некоторые даже вызывают сомнения. Согласно исследованию в Брянской области [3] в листьях содержится до 550 мг% витамина С, что требует проверки. В нашей работе проанализированы 7 различных образцов, собранных в весенний и летний период. Установлено, что в конусе нарастания *R. sachalinensis* содержится  $25,45 \pm 0,01$  мг %, у *R. ×bohemica* - от  $18,8 \pm 0,09$  мг% до  $23,49 \pm 0,01$  мг%, что почти вдвое меньше, чем в листьях летом (табл. 1). Максимальное насыщение листьев рейнутрии аскорбиновой кислотой происходит летом: у *R. sachalinensis* -  $46,1 \pm 0,01$  мг%, *R. ×bohemica*  $41,34 \pm 0,01$  мг%.

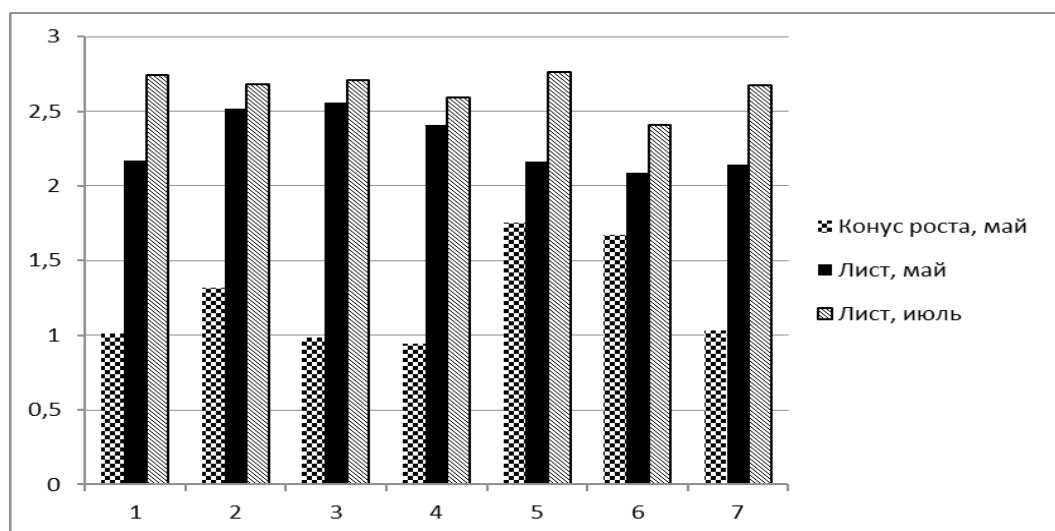


Рисунок 1 – Сумма флавоноидов (%) в вегетативных органах у *R. sachalinensis* (1) и *R. xbohemica* (2-7), на абс. сухую массу

Таблица 1 – Содержание аскорбиновой кислоты и органических кислот в вегетативных органах *Reynoutria sachalinensis* и *R. xbohemica*

№№	Содержание аскорбиновой кислоты, мг % (M±m)			Сумма органических кислот, % (M±m)		
	Конус нарастания, весной	Листья, весной	Листья, летом	Конус нарастания, весной	Листья, весной	Листья, летом
<i>Reynoutria sachalinensis</i>						
1	25,45±0,01	23,20±0,08	46,10±0,01	9,85±0,02	9,36±0,01	9,05±0,58
<i>Reynoutria xbohemica</i>						
2	20,31±0,02	20,50±0,03	37,45±0,02	10,97±0,15	9,73±0,01	9,42±0,21
3	23,49 ±0,02	21,30±0,06	39,20±0,01	12,40±0,08	11,81±0,02	11,17±0,02
4	22,21 ±0,01	22,62±0,01	36,52±0,21	11,14±0,02	10,72±0,02	10,14±0,01
5	22,02±0,01	20,32±0,02	41,34±0,01	9,08±0,06	8,97±0,02	8,43±0,15
6	18,80±0,09	17,64±0,03	31,80±0,01	10,73±0,02	10,45±0,15	9,89±0,01
7	22,32±0,01	18,70±0,01	29,63±0,06	10,07±0,58	9,82±0,16	9,34±0,01

Органические кислоты обладают широким спектром биологического действия: анти-септическим – бензойная и салициловая кислоты; желчегонным – производные кофейной кислоты; противовоспалительным – оксикоричные кислоты, к тому же они влияют на вкус продуктов питания. Суммы органических кислот в вегетативных органах *R. xbohemica* ранее была не известна. В данном исследовании отмечено, что наибольшее содержание органических кислот синтезируется весной в конусе нарастания: у *R. sachalinensis* – 9,85±0,02%, *R. xbohemica* – 12,4±0,08%. В листьях весной концентрация органических кислот у *R. sachalinensis* составляет 9,36±0,01%, у *R. xbohemica* – до 11,81±0,02% немного меньше, чем в конусе нарастания (до 12,4±0,09%). Летом содержание органических кислот в листьях у обоих таксонов *Reynoutria* плавно снижается. Также по литературным данным [3] в листьях *R. sachalinensis* осенью кислотность уменьшается, если в июне - 1,0 %, то в августе

---

---

- до 0,7%.

## ВЫВОДЫ

Впервые изучено содержание суммы флавоноидов, витамина С и органических кислот в конусе нарастания и листьях у *R. ×bohemica*. На основе биохимического анализа стало очевидно, что концентрации биологически активных веществ у *R. sachalinensis* и *R. ×bohemica* практически сходны, поэтому можно предположить, что ранее полученные сведения о полезных свойствах *R. sachalinensis* аналогичны для малоизученного вида *R. ×bohemica*. Выявлено, что содержание витамина С в листьях *R. sachalinensis* и *R. ×bohemica* в летний период достигает 40 мг%.

Сравнительное фитохимическое исследование вегетативных органов близкородственных таксонов: родительского вида *R. sachalinensis* и производного от него, гибридного - *R. ×bohemica*, показало сходную динамику накопления биологически активных веществ, характеризующуюся увеличением флавоноидов и аскорбиновой кислоты, но снижением концентрации органических кислот в листьях этих растений за период от весны к лету.

Растительное сырье видов *R. sachalinensis* и *R. ×bohemica* можно рассматривать как источник биологически активных метаболитов - биофлавоноидов и витамина С, имеющих широкий спектр использования. При использовании молодых листьев и конусов нарастания *R. ×bohemica* и *R. sachalinensis* в весенний период рацион потребителя обогащается полезными витаминами Р и С, а также органическими кислотами. Лучшим сроком для сбора листьев является июль-август, до фазы цветения растений.

Работа выполнена с целью расширения биологической коллекции в рамках Государственного задания №118021490111-5.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филатова Л.А., Якимова А.В., Зорина Н.А. Физиолого-биохимическая характеристика горца сахалинского // Вестник Пермского университета. Биология. – 2005. Вып. 6, с. 64-67.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения и их химический состав, использование. Л.: Наука, 1985, 460 с.
3. Богомаз В. А. Горец сахалинский – новое кормовое растение Брянской области // Тр. Ботан. ин-та им. В.Л. Комарова АН СССР. - 1959. Сер. 6 (7), с. 264-268.
4. Zhang X., Thuong P.T., Jin W., Su N.D, Sok D.C., Bae K., Kang S.S. Antioxidant activity of anthraquinones and flavonoids from flower of *Reynoutria sachalinensis* // Arch. Pharmacol. Res. – 2005; 28 (1): 22-27.
5. Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. М.: ГЕОС, 2012; 186 с.
6. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М: ГЕОС, 2010; 512 с.
7. Pude R., Franken H. *Reynoutria bohemica* – eine Alternative zu *Miscanthus × giganteus*? //

---

---

Die Bodenkultur – 2001; 52 (1): 19-27.

8. Государственная фармакопея СССР: XI издание, вып. 2 [Internet-resource] <http://textarchive.ru/c-1375812-pall.html>
9. Государственная фармакопея РФ: XIV издание [Internet-resource] <https://www.rosminzdrav.ru/poleznye-resursy/xiv-izdanie-gosudarstvennoy-farmakopei-rossiyskoy-federatsii>

## **BIOLOGICALLY ACTIVE METABOLITES IN PLANT MATERIAL OF *REYNOUTRIA SACHALINENSIS* (F. SCHMIDT) NAKAI AND *R. ×BOHEMICA* CHREYEK & CHRTKOVA (POLYGONACEAE)**

### **A.G. Kuklina**

Ph.D. (Biol.), Research Scientist of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences (Moscow), e-mail: [alla\\_gbsad@mail.ru](mailto:alla_gbsad@mail.ru)

### **N.S. Tsybulko**

Ph.D. (Pharm.), Leading Research Scientist of the All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), e-mail: [ostafevo11@yandex.ru](mailto:ostafevo11@yandex.ru)

Summary: The content of flavonoids, vitamin C and organic acids in the growth cone and leaves of *Reynoutria sachalinensis* and *R. × bohemica* (Polygonaceae) was determined. It is established that the content of vitamin C in the leaves reaches 40 mg%. The best time to collect leaves is July-August, before the flowering phase of the plants.

Keywords. *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria×bohemica*, leaf, cone of increase, flavonoids, ascorbic acid, organic acids

## СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЦВЕТКАХ БОЯРЫШНИКА ПОЛУМЯГКОГО

### **В.А. Куркин**

д. фармац. н., заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [Kurkinvladimir@yandex.ru](mailto:Kurkinvladimir@yandex.ru)

### **О.Е. Правдивцева**

д. фармац. н. доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

### **Т.В. Морозова**

аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

### **И.Х. Шайхутдинов**

аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

### **А.А. Кретьова**

студентка 4 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Боярышник полумягкий (*Crataegus submollis* Sarg.) успешно культивируется в Российской Федерации. Установлено, что сумма флавоноидов в цветках боярышника полумягкого составляет  $4,08 \pm 0,16\%$ , а в бутонах и цветоножках -  $3,51 \pm 0,14\%$  и  $0,53 \pm 0,02\%$  соответственно.

**Ключевые слова:** боярышник полумягкий, *Crataegus submollis* Sarg., цветки, гиперозид, флавоноиды, спектрофотометрия.

## ВВЕДЕНИЕ

Цветки и плоды боярышника содержат в качестве ведущей группы биологически активных веществ флавоноиды и находят широкое применение в отечественной медицинской практике [1]. Препараты на основе сырья боярышника используются в кардиологической практике [1, 2].

Для получения сырья в настоящее время используется 12 видов растений рода боярышник [1]. Однако не все из них широко произрастают на территории нашей страны. При этом уже давно успешно культивируется североамериканский вид - боярышник полумягкий (мягковатый) *Crataegus submollis* Sarg. [3], который отличается зимостойкостью, неприхотливостью и быстрым ростом. Как показали исследования, проведенные ранее, сырье боярышника полумягкого содержит высокий уровень флавоноидов, сравнимый с содержанием в цветках боярышника кроваво-красного [4]. Препараты на основе цветков боярышника полумягкого обладают антидепрессантным действием [5]. Поэтому, на наш взгляд, боярышник полумягкий может стать новым источником лекарственного растительного сырья.

Следует также отметить, что цветки боярышника полумягкого имеют существенные



морфологические отличия от цветков боярышника кроваво-красного. «Боярышника цветки», являющиеся, по сути, соцветиям типа «щиток», состоят из собственно цветков, цветоножек и бутонов. Все части сырья у боярышника полумягкого несколько крупнее, чем у боярышника кроваво-красного, поэтому оно менее однородное.

Целью нашей работы явилось сравнительное исследование содержания суммы флавоноидов в различных частях цветков боярышника полумягкого.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сырье в виде цветков боярышника полумягкого были собраны на территории Ботанического сада Самарского университета в фазу цветения весной 2018 года. Сбору подлежали соцветия боярышника в момент распускания краевых цветков в соцветиях. После высушивания на воздухе сырье было разделено на две части. Первая представляющая собой высушенные соцветия, была оставлена в первоначальном виде. Вторая часть сырья была взвешена. У второй части пробы образца были выделены отдельные сырьевые части, представляющие собой собственно цветки, бутоны и цветоножки. Все части сырья тоже были взвешены. После чего были рассчитаны проценты отношений отдельных частей сырья к общей массе. Было определено, что процент массы сырья, представляющий собой бутоны и цветоножки составляет примерно 30% от массы соцветий, в то время как собственно цветки находятся в пределах 40%.

Содержание суммы флавоноидов оценивали методом дифференциальной спектрофотометрии при длине волны 412 нм в пересчете на гиперозид по методике, разработанной нами ранее [2]. Для этого нами проводилась экстракция с использованием 70 % спирта этилового в качестве экстрагента в течение 1 часа. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание суммы флавоноидов в различных частях сырья «Боярышника полумягкого цветки»

№ п/п	Название сырья	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид
1	Соцветия	$2,89 \pm 0,12 \%$
2	Цветки	$4,08 \pm 0,16 \%$
3	Бутоны	$3,51 \pm 0,14 \%$
4	Цветоножки	$0,53 \pm 0,02 \%$

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в цветках ( $4,08 \pm 0,16 \%$ ) и бутонах ( $3,51 \pm 0,14 \%$ ) боярышника полумягкого более высокий уровень суммы флавоноидов, чем в цветоножках ( $0,53 \pm 0,02 \%$ ). Следовательно, именно в этих частях сосредоточено основное содержание флавоноидов. Это обстоятельство необходимо учитывать, добиваясь однородности сырья при проведении анализа цветков. В противном случае можно получить завышенные или заниженные результаты.

---

---

## ВЫВОДЫ

Цветки боярышника полумягкого являются, на наш взгляд, перспективным видом лекарственного растительного сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации. - Четырнадцатое издание. – М.: Министерство здравоохранения РФ, 2018.
2. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: монография. – Самара: ООО «Офорт», ГБОУ ВПО СамГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. – 290 с.
3. Деревья и кустарники СССР // Т. 3, Издание Академии наук СССР Москва-Ленинград, 1954. 872 с.
4. Морозова Т.В., Волкова Н.А., Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Розно С.А., Жавкина Т.М. Сравнительное содержание суммы флавоноидов в сырье боярышника кроваво-красного и боярышника полумягкого // Вестник Пермской государственной фармацевтической академии. – 2017. - № 19. – С. 204-205.
5. Морозова Т.В., Куркин В.А., Зайцева Е.Н., Правдивцева О.Е., Дубищев А.В., Афанасьева П.В., Кретьева А.А., Гамирова Г.Ф. Изучение антидепрессантных свойств жидких экстрактов на основе сырья боярышника полумягкого // Вестник Башкирского государственного медицинского университета (сетевое издание). – 2018. – № 4. – С. 150-155.

---

---

# THE CONTENT OF TOTAL FLAVONOIDS IN THE FLOWERS OF *CRATAEGUS SUBMOLLIS* SARG.

**V.A. Kurkin,**

Dr. Sci. of Pharmacy, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Bases of Phytotherapy, Samara State Medical University, E-mail: Kurkinvladimir@yandex.ru

**O.E. Pravdivtseva,**

Dr. Sci. of Pharmacy, Associate professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Bases of Phytotherapy, Samara State Medical University.

**T.V. Morozova,**

Postgraduate Student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Bases of Phytotherapy, Samara State Medical University

E-mail: Tanyfrost@mail.ru

**I.H. Shaikhutdinov,**

Postgraduate Student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the F Bases of Phytotherapy, Samara State Medical University.

**A.A. Kretova,**

4<sup>th</sup> year student of the Faculty of Pharmacy, Samara State Medical University.

Summary: *Crataegus submollis* Sarg. is successfully cultivated plant in the Russian Federation. It was established that the content of total flavonoids in flowers of *Crataegus submollis* Sarg. is  $4.08 \pm 0.16\%$ , in flower buds is  $3.51 \pm 0.14\%$  and in pedicles is  $0.53 \pm 0.02\%$ .

Keywords: *Crataegus submollis* Sarg., flowers, flavonoids, hyperoside, spectrophotometry.

## ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТА ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО

### **Е.Н. Курманова**

научный сотрудник отдела экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР, Москва.

E-mail: [kurmanova1968@yandex.ru](mailto:kurmanova1968@yandex.ru)

### **О.П. Шейченко**

к. х. н., зав. отделом фитохимии ФГБНУ ВИЛАР, Москва.

### **Е.В. Ферубко**

к. мед. н., зав. отделом экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР, Москва.

### **Р.К. Курманов**

научный сотрудник отдела экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР, Москва.

Изучена противовоспалительная активность змееголовника молдавского травы экстракта сухого под условным названием «Люкатыл». Змееголовника молдавского экстракт в дозе 100 мг/кг при трёхдневном введении обладает достоверным противовоспалительным эффектом, подавляя развитие экссудативной фазы воспаления, вызванной формалином на 28,6%, по сравнению с контрольной группой животных.

Ключевые слова: противовоспалительная активность, экссудативная фаза воспаления, экстракт змееголовника молдавского.

## ВВЕДЕНИЕ

Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) - эффективный, удобный и доступный инструмент контроля острой и хронической боли, связанной с повреждением или воспалением. НПВП назначают 82% врачей общей практики, 84% ревматологов, самостоятельное потребление НПВП пациентами в 7 раз превышает объем врачебных назначений [1]. Известно, что НПВП могут вызывать серьезные осложнения, прежде всего со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и сердечно-сосудистой системы. Эти патологии относятся к класс-специфическим побочным эффектам, в большей или меньшей степени характерны для всех НПВП. К важнейшим осложнениям относятся так называемая НПВП-гастропатия (патология верхних отделов ЖКТ, проявляющаяся клинически выраженными язвами, кровотечением и перфорацией) и кардиоваскулярные катастрофы (инфаркт миокарда, ишемический инсульт и внезапная коронарная смерть) [2]. В этой связи актуальным является изучение и внедрение новых противовоспалительных препаратов растительного происхождения, отличающихся выраженной эффективностью, безвредностью при длительном применении и доступностью сырьевых ресурсов [3]. Змееголовник молдавский (*Dracocephalum moldavica* L.) широко применяется в медицине многих стран мира и включен в фармакопеи ряда европейских государств. В последние годы особое внимание исследователей направлено на изучение этого растения семейства яснотковых, содержаще-

го комплекс биологически активных веществ и отличающихся разносторонней фармакологической активностью [4]. Издавна змееголовник молдавский использовался в качестве противовоспалительного, ранозаживляющего, отхаркивающего и седативного средства [5]. В траве змееголовника молдавского обнаружены эфирные масла, флавоноиды, тритерпеновые кислоты, оксикоричные кислоты (хлорогеновая, феруловая, цикориевая) [6].

На территории филиалов ФГБНУ ВИЛАР змееголовник молдавский введён в культуру. Разработана агротехнология и создан сорт «Нежность» [7, 8].

Целью исследования было изучение противовоспалительной активности экстракта змееголовника молдавского для разработки лекарственного препарата на его основе.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ФГБНУ ВИЛАР разработан змееголовника молдавского травы экстракт сухой под условным названием «Люкатыл» (сумма фенольных соединений 64,12% в пересчёте на цинарозид). В работе были использованы белые нелинейные мыши самцы. Масса тела животных – 19-20 г. Эксперименты проведены в соответствии с правилами лабораторной практики (GLP), приказом МЗ РФ №199 от 2016 г. «Об утверждении правил лабораторной практики», «Руководством по проведению доклинических исследований лекарственных средств» (Москва, 2012). Исследования одобрены Биоэтической комиссией ФГБНУ ВИЛАР. Производитель животных – Филиал «Андреевка» ФГБУН «НЦБТ» ФМБА России (Московская область). Животные содержались в виварии ФГБНУ ВИЛАР на стандартном рационе. Оценку влияния экстракта на экссудативную стадию воспаления проводили на модели 1% формалинового отёка в дозах 10 мг/кг, 100 мг/кг при введении экстракта змееголовника внутрижелудочно в течение трёх дней до введения формалина и через 1 час после. Препаратом сравнения являлся индометацин – известное нестероидное противовоспалительное средство (таблетки 25 мг «Софарма», Болгария) в дозе 5 мг/кг, который так же вводили внутрижелудочно по аналогичной схеме. Контрольным животным вводили в эквивалентном объёме дистиллированную воду по аналогичной схеме. Экстракт «Люкатыл» растворяли в дистиллированной воде, а таблетки индометацина растирали в ступке и суспендировали в 1% крахмальном клейстере. Формалиновый отёк вызывали однократным субплантарным введением под апоневроз задней правой лапки мыши 0,05 мл 1% формалина в качестве флогогенного агента. Через три часа, на пике воспаления, животных подвергали эвтаназии в CO<sub>2</sub> камере и регистрировали прирост объёма экссудата ампутированных конечностей мышей (мг). Величину отёка определяли по разнице в массе лапок у контрольных и опытных животных и рассчитывали процент угнетения отёка по формуле:

$$\% \text{ угнетения отёка} = \frac{P_k - P_o}{P_k} \times 100$$

Где P<sub>к</sub> – разность масс лапок с отёком и без отёка у животных контрольной группы; P<sub>о</sub> – разность масс лапок с отёком и без отёка у животных опытной группы.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программного обеспечения Statistica 10.0 (Stat Soft, США). Достоверность различий между группами оценивали по критерию Манна – Уитни [9].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента представлены в таблице.

Таблица – Противовоспалительный эффект змееголовника молдавского травы экстракта при трёхдневном введении мышам



Группы животных	Доза, мг/кг, внутрь	Прирост объема экссудата на пике воспаления, мг	Противовоспалительный эффект %
1. Контроль вода дистиллированная	-	101,8±4,4	-
2. Змееголовника молдавского экстракт	10	91,0±2,8*	12,4
3. Змееголовника молдавского экстракт	100	74,5±1,9*	28,6
4. Индометацин	5	58,8±3,2*	44,1

Примечание: \*- различия статистически достоверны по сравнению с контролем при  $p \leq 0,05$ .

Как видно из таблицы, экстракт «Люкатыл» при трёхдневном введении обладал достоверным дозозависимым противовоспалительным эффектом. Он уменьшал 1% формалиновый отёк в дозе 10 мг/кг на 12,4% и в дозе 100 мг/кг на 28,6%, по сравнению с контрольной группой животных, но уступал противовоспалительному эффекту индометацина, который уменьшал 1% формалиновый отёк на 44,1%.

## ВЫВОДЫ

1. Змееголовника молдавского травы экстракт сухой под условным названием «Люкатыл» в дозе 100 мг/кг при трёхдневном введении мышам обладал достоверным противовоспалительным эффектом, подавляя развитие экссудативной фазы воспаления, вызванной 1% формалином, на 28,6%, по сравнению с контрольной группой животных.
2. Змееголовника молдавского травы экстракт сухой является перспективным объектом для дальнейшего фармакологического изучения в качестве противовоспалительного лекарственного средства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каратеев А.Е. и др. Применение нестероидных противовоспалительных препаратов. Клинические рекомендации. - М.: ИМА-Пресс, 2009, - С. 167
2. Насонов Е.Л. Анальгетическая терапия в ревматологии: путешествие между Сциллой и Харибдой. // Клиническая фармакология и терапия. 2003. №12(1). С. 64.
3. Бонцевич А.И. Фитохимическое исследование ивы остролистной. - Автореф. канд. дис. – Самара. 2007. – 25 с.
4. Анищенко И.Е. Нетрадиционные пряно-ароматические растения семейства *Lamiaceae* в Башкортостане // Вестник оренбургского государственного университета. 2009. № 6. С. 35-38.
5. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Nirruigidaceae-Lobeliaceae*. Спб., 1991. — С. 29—31.
6. Никитина А.С. Фармакогностическое изучение змееголовника молдавского

---

---

(*Dracocephalum moldavica* L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) с целью обоснования применения в фармации и медицине Автореф. канд. дис. – Пятигорск. 2008. – С. 27.

7. Патент №9895, 8260990 (РФ). Змееголовник молдавский *Dracocephalum moldavica* L. Сорт «Нежность». / Бабаенко Л.В., Воробьёв В.В., Грязнов М.Ю., Савченко О.М., Тоцкая С.А., Хазиева Ф.М.
8. Тоцкая С.А. Станишевская И.Е., Хазиева Ф.М., Сидельников Н.И. Приёмы повышения урожайности и качества семян змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012 № 7 С.47-50.
9. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. – М.: Горячая линия. Телеком, 2014. – С. 288.

## ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF THE EXTRACT OF MOLDAVIAN DRAGONHEAD

### **E.N. Kurmanova**

Researcher, Department of Experimental and Clinical Pharmacology VILAR, Moscow. E-mail: [kurmanova1968@yandex.ru](mailto:kurmanova1968@yandex.ru)

### **O.P. Sheichenko**

PhD in Chemistry, Head of the Department of Phytochemistry VILAR, Moscow.

### **E.V. Ferubko**

Ph.D. (Med.), Head of the Department of Experimental and Clinical Pharmacology VILAR, Moscow.

### **R.K. Kurmanov**

Researcher, Department of Experimental and Clinical Pharmacology VILAR, Moscow.

Summary: Studied anti-inflammatory activity of Moldavian Dragonhead herb extract dry under the conditional name "Lycatel". Dragonhead Moldavian extract at a dose of 100 mg / kg with a three-day administration has a significant anti-inflammatory effect, suppressing the development of the exudative phase of inflammation caused by formalin by 28,6%, compared with the control group of animals.

Key words: anti-inflammatory activity, exudative phase of inflammation, extract of Moldavian dragonhead.

# ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЮЗНИКА ЕВРОПЕЙСКОГО (*LYCOPUS EUROPAEUS* L.) И ЗЮЗНИКА ВЫСОКОГО (*LYCOPUS EXALTATUS* L.) ТРАВЫ ЭКСТРАКТОВ СУХИХ В УСЛОВИЯХ «ОСТРОГО» ОПЫТА

**О.С. Кузина**

старший научный сотрудник отдела токсикологии, ФГБНУ ВИЛАР (Москва),  
e-mail: [oskt@list.ru](mailto:oskt@list.ru)

**М.В. Боровкова**

старший научный сотрудник отдела токсикологии, ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

**Л.В. Крепкова**

к. б. н., заведующая отделом токсикологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Проведено сравнительное токсикологическое изучение Зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) и Зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) травы экстрактов сухих при однократном внутрибрюшинном введении экспериментальным животным. Показано, что оба исследуемых экстракта относятся к малотоксичным веществам. ЛД<sub>50</sub> зюзника европейского экстракта сухого для мышей и крыс установлено на уровне 3311 - 3704 мг/кг; для зюзника высокого экстракта сухого – 2733-2925 мг/кг.

Ключевые слова: Зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L.), Зюзник высокий (*Lycopus exaltatus* L.), экстракт сухой, ЛД<sub>50</sub>.

## ВВЕДЕНИЕ

Лечение и профилактика заболеваний щитовидной железы являются важными медико-социальными проблемами здравоохранения. Несмотря на значительные достижения в области тиреоидологии, численность пациентов с заболеваниями щитовидной железы ежегодно увеличивается. Современные методы лечения нарушений функции щитовидной железы требуют длительного времени и имеют ряд недостатков, таких как частые рецидивы и риск осложнений гормональной и антитиреоидной терапии, поэтому поиск новых тиреотропных лекарственных средств остается актуальным [1].

В качестве перспективных объектов для получения биологически активных веществ, способных оказывать лечебное действие на щитовидную железу, рассматриваются лекарственные растения. К таким растениям относится зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L., семейство Губоцветные - Lamiaceae) [2].

В России выпускается измельченное лекарственное сырье травы зюзника европейского фасованное в пакеты для приготовления водных и водно-спиртовых извлечений, которые используют для самолечения базедовой болезни и уменьшения узлов на щитовидной желе-

зе. В странах Европейского союза широкое распространение имеют биологически активные добавки к пище на основе зюзника (*Thyreogutt*<sup>®</sup>*mono*, *Thyreogutt*, Германия), которые назначают при сердечных неврозах и других нарушениях работы сердца, обусловленных гиперфункцией щитовидной железы, а так же при нервно-вегетативных расстройствах, сопровождающихся симптомами гипертиреоза, но протекающих без нарушений функций щитовидной железы. Их применяют в гинекологии для терапии гормональных нарушений, связанных с гипертиреозом (мастопатии, сбой менструального цикла, мастодинии). В связи с этим дальнейшее изучение зюзника европейского в качестве основы для создания нового анти тиреоидного лекарственного средства представляет несомненный интерес [3-5].

В ВИЛАРе на протяжении нескольких лет велись научно – исследовательские работы по созданию тиреотропного препарата на основе зюзника европейского, результатом которых явилось получение суммы активных веществ в виде экстракта сухого. Анти тиреоидная активность полученного экстракта обусловлена присутствием в нем продуктов окисления орто-дигидроксифенолов (розмариновой и кофейной кислот и их эфиров, производных лютеолина) под действием катехолоксидазы (ферментное окисление) или катализаторов – ионов марганца, меди и цинка (химическое окисление) [6,7].

В связи с тем, что природные ресурсы зюзника европейского ограничены, в качестве альтернативного источника сырья для производства тиреотропных препаратов предложен другой вид зюзника – зюзник высокий, из наземной части которого был получен сухой экстракт. По своему химическому составу сухие экстракты зюзника европейского и зюзника высокого оказались близки, поэтому для разработки тиреотропного лекарственного средства использовали оба вида зюзника [8,9].

Одним из этапов разработки новых лекарственных средств является проведение доклинических исследований безопасности, в частности, изучение токсичности при однократном введении экспериментальном животным.

Целью данной работы являлось сравнительное изучение токсичности зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) и зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) травы экстрактов сухих при однократном парентеральном введении экспериментальным животным.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Объектами данного исследования являлись сухие экстракты травы зюзника европейского и зюзника высокого, полученные в отделе фитохимии Центра химии и фармацевтической технологии ФГБНУ ВИЛАР. Сырье зюзника европейского и зюзника высокого собрано в 2016 году на экспериментальном поле ФГБНУ ВИЛАР – «Биоколлекции ФГБНУ ВИЛАР». Исследуемые образцы стандартизованы по сумме фенольных соединений в пересчете на розмариновую кислоту: экстракт зюзника европейского содержал 6,25%, зюзника высокого - 7,99% .

Токсикологические исследования проведены на двух видах лабораторных животных: половозрелых мышах линии *BALB/c* с массой тела 18-22 г и крысах *Wistar* с массой тела 180-220 г обоего пола, полученных из питомника ФГБНУ ВИЛАР. Эксперименты проводили с соблюдением требований Европейской конвенции «О защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных или иных научных целей» [10]. Животных содержали в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и корму. Исследования были одобрены биоэтической комиссией института.

Из мышей и крыс формировали группы по 6 особей в каждой. Сухие экстракты раство-

ражи в теплой воде и готовили 10% и 15% растворы. Водные растворы экстрактов вводили животным однократно внутрибрюшинно в возрастающих дозах (2000 – 3500 мг/кг) в объемах 0,4-0,5 мл на 20 г массы тела и 4,0-5,0 мл на 200 г массы тела крысы. Наблюдения за животными осуществляли на протяжении 14 дней после введения исследуемых экстрактов. Картину «острого» отравления регистрировали в дозах близких к ЛД<sub>50</sub>. Критериями оценки «острой» токсичности служили: число павших животных и сроки их гибели, картина острой интоксикации. У животных отмечали общее состояние, при этом регистрировали особенности поведения, интенсивность и характер двигательной активности, нарушение координации движения, частоту и глубину дыхательных движений, состояние шерстного и кожного покровов, кровенаполнение сосудов. Параметры токсичности определяли по методу Литчфилда и Уилкоксона [11].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Однократное внутрибрюшинное введение водных растворов зюзника европейского травы экстракта сухого мышам и крысам обоего пола в дозах 3000 и 3500 мг/кг вызывало однотипную картину острого отравления: снижение двигательной активности, корчи, одышку, цианоз ушных раковин и хвоста; адинамию, боковое положение. Первая гибель животных зарегистрирована через 2-3 часа после введения исследуемого экстракта и продолжалась в последующие трое суток наблюдения.

При введении водных растворов экстракта зюзника высокого мышам и крысам (самцы и самки) в дозе 3000 мг/кг отмечали аналогичную картину интоксикации, описанную выше у мышей и крыс при однократном парентеральном введении водного раствора зюзника европейского экстракта сухого. Гибель животных также зарегистрирована в течение первых трех суток «острого» опыта.

Установлены параметры токсичности зюзника европейского и зюзника высокого экстрактов сухих при однократном внутрибрюшинном введении мышам и крысам обоего пола, которые представлены в таблице.

Таблица - Среднесмертельные дозы (ЛД<sub>50</sub> ± m), мг/кг зюзника европейского и зюзника высокого экстрактов сухих при однократном внутрибрюшинном введении мышам и крысам

Вид животных	Пол	Зюзника европейского экстракт сухой	Зюзника высокого экстракт сухой
Мыши линии <i>BALB/c</i>	♂	3311 ± 121	2925 ± 135
	♀	3491 ± 173	2733 ± 278
Крысы Wistar	♂	3462 ± 443	2822 ± 242
	♀	3704 ± 397	2822 ± 242

Анализируя результаты, представленные в таблице, можно отметить, что показатели ЛД<sub>50</sub> зюзника европейского и высокого экстрактов сухих не имеют статистически достоверных различий. Небольшая разница в показателях среднесмертельных доз, по-видимому, связана с большим содержанием действующих веществ в сухом экстракте зюзника высокого.

В соответствии с классификацией токсичности химических веществ по ГОСТ 12.1.007-76 оба изученных экстракта относятся к классу малотоксичных веществ [12].



---

---

## ВЫВОДЫ

1. Не установлено статистически достоверных различий в показателях ЛД<sub>50</sub> при однократном внутрибрюшинном введении мышам и крысам зюзника европейского и зюзника высокого экстрактов сухих.
2. Не выявлено разницы в чувствительности животных к действию исследуемых экстрактов в зависимости от вида и пола животных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chivu R.D., Chivu L.I., Ion D.A., Barbu C., Fica S. Allergic reactions to antithyroid drugs are associated with autoimmunity a retrospective case-control study// Rev. Med. Chir. Soc. Med.Nat.Iasi. – 2006 (Oct-Dec); 1 10(4):830 – 2.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. Москва.2006;600 с.
3. Айвазова А.С. Изучение тиреотропных свойств зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.)// Автореф. дисс. канд. биол. наук. М., 2008; 24.
4. Шелухина Н.А. Изучение метаболома зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) и разработка субстанции тиреотропного действия// Автореф.дисс.канд.биол.наук. М., 2012; 25.
5. Крепкова Л.В., Бортникова В.В., Кузина О.С., Боровкова М.В. Токсикологическое изучение зюзника европейского// Сб. тр. 4 съезда токсикологов. 6-8- ноября – 2013: 263-5.
6. Winterhoff H., Gumbinger H.G., Vahlensieck U., Kemper F.H., Schmitz H., Behnke B. Endocrine effects of *Lycopus europaeus* L. following oral application// Arzneimittelforschung.– 1994 Jan; 44 (1): 41-5.
7. Winterhoff H., Gumbinger H.G., Sourgens H. On the Antigonadotropic activity of *Lithospermum* and *Lycopus* species and some of their phenolic constituents// Planta medica –1988; 54, (2): 101.
8. Шелухина Н.А., Савина А.А., Шейченко В.И., Кирьянова И.А., Осипов В.И., Сокольская Т.А., Быков В.А., Ласская О.Ф. Изучение химического состава травы зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.)// Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии.– 2011;3:6- 9.
9. Савина А.А., Фадеев Н.Б., Тертичная Ю.М., Ласская О.Ф. Сравнительное изучение химического состава травы зюзника европейского и зюзника высокого.// Сб.науч.тр. 3-ей науч.-практ. конф. с международным участием «Молодые ученые и фармация XXI века» ФГБНУ ВИЛАР, 2015; Москва, 347-51.
10. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123). Strasbourg. 1986.
11. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств.

---

---

Часть первая. М.:Гриф и К, 2012. 944 с.

12. Березовская И.В. Классификация химических веществ по параметрам острой токсичности при парентеральных способах введения// Хим.-фарм. журн. – 2003; 37 (3): 32-4.

## **TOXICOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE *LYCOPUS EUROPAEUS* L. AND *LYCOPUS EXALTATUS* L. DRY EXTRACTS IN THE ACUTE EXPERIENCE**

### **O.S. Kuzina**

Senior researcher, of Toxicology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow) E-mail:oskt@list.ru

### **M.V. Borovkova**

Senior researcher, of Toxicology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

### **L.V. Krepkova**

Ph.D. (Biol.), Head of Toxicology Department, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

Summary: Comparative toxicological study of the *Lycopus europaeus* L. and *Lycopus exaltatus* L. herb dry extracts after a single intraperitoneal injection of experimental animals. It is shown that both studied extracts belong to low-toxic substances. LD<sub>50</sub> of *Lycopus europaeus* L. dry extract for mice and rats is set at 3311 - 3704 mg/kg; for *Lycopus exaltatus* L. dry extract – 2733-2925 mg/kg.

*Key words: Lycopus europaeus* L., *Lycopus exaltatus* L., dry extract, LD<sub>50</sub>.

## ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБАЗНИКА ВЯЗОЛИСТНОГО, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. А. Кузьменко**

студент 4 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

e-mail: [asyak36@mail.ru](mailto:asyak36@mail.ru)

**И. М. Коренская**

к. фарм. н, доцент ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

Проведен фармакогностический и фитохимический анализ биологически активных веществ Лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области. Выявлено высокое содержание полисахаридов, дубильных веществ, флавоноидов, что может послужить основанием рассматривать сырьевую базу данного растения, произрастающего на территории Воронежской области, для заготовки лекарственного растительного сырья и являться источником биологически активных веществ для производства лекарственных препаратов в фармации.

Ключевые слова: Лабазник вязолистный, *Filipendula ulmaria*, Воронежская область, флавоноиды, полисахариды.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время разработке препаратов растительного происхождения уделяется большое внимание в силу уникальности комплексного фармакологического эффекта биологически активных веществ (БАВ), а также с целью повышения экономической эффективности фармацевтической отрасли. Лекарственные растения, служащие сырьевыми источниками для создания лекарственных препаратов, широко используются для лечения и профилактики широкого спектра заболеваний, воздействуя комплексно на организм человека. За счет такого влияния обеспечивается оптимальное действие БАВ, снижается токсичность по сравнению с индивидуальными лекарственными препаратами. Особую значимость имеет не только изучение химического состава новых для применения в фармации растений, но и более углубленное и целенаправленное исследования уже известных и используемых объектов в качестве лекарственного растительного сырья в данной отрасли.

Одним из таких растений является Лабазник вязолистный, ресурсный потенциал которого в Воронежской области достаточно обширен. Лабазник вязолистный, или таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) – это многолетнее травянистое растение семейства розовые (*Rosaceae*), высотой до 2 м. Корневая система мочковатая. Нитевидные корни несут висящие клубеньки. Листья прерывисто-пальчаторассеченные с 2-3(5) парами боковых сегментов. Цветки белые, душистые, в метельчатом соцветии (антела). Распространено по всей европейской части СНГ (кроме нижеволжских районов), в Западной и Восточной Сибири, а также на Кавказе. Растет на пойменных лугах, по сырым местам, болотам, берегам рек и

---

---

ручьев, сырым лесам, вырубкам, опушкам и среди кустарников. Местами образует заросли.

Благодаря богатому химическому составу, лабазник вязолистный обладает широким спектром фармакологической активности [1]. В ряде европейских стран официальным сырьем является трава лабазника вязолистного; в частности, этот вид сырья входит в Британскую травяную фармакопею (БТФ). В РФ выпускается в качестве биологически активной добавки к пище [2]. В настоящее время большой интерес вызывают цветки лабазника, обладающие антикоагулянтной, гастропротекторной, противодиабетической, антиканцерогенной, иммуномодулирующей, антиоксидантной активностью [3], что, в целом, определяет повышенный интерес к данному растению и возможному растительному сырью.

В связи с вышесказанным, целью данной работы стало фармакогностическое изучение и фитохимический анализ наземной и подземной частей лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили листья, цветки Лабазника вязолистного, собранные в фазу цветения (начало июля) и корни, заготовленные ранней осенью, при отмирании надземной части (сентябрь) на территории Новоусманского района Воронежской области и в окрестностях г. Воронежа. Сырьё сушили воздушно-теневым способом.

На начальном этапе был проведён товароведческий анализ сырья: определение влажности, общей золы и золы, нерастворимой в хлористоводородной кислоте согласно методикам ГФ XIV [4]. Результаты представлены в Таблице 1. Особый интерес и наглядную значимость для стандартизации лекарственного растительного сырья Лабазника вязолистного имеет микроскопическое исследование листьев, цветков и корней растения, так как в настоящий момент на лабазник вязолистный введена лишь ВФС [2]. Препараты для микроскопии были приготовлены кипячением листьев и цветков в щёлочи, замачиванием подземных органов в смеси вода-спирт-глицерин, а так же выдерживанием надземных частей в хлоралгидрате несколько суток для более щадящего просветления. Для исследования анатомического строения подземной части Лабазника вязолистного использовалась реакция с 1% спиртовым раствором флороглюцина и 20 % серной кислотой, для окраски одревесневевших клеток. Изучение проводили с помощью микроскопа Биомед 6 с цифровой камерой Levenhuk при увеличении в x40, x100, x400 и x1000 раз. Для определения содержания экстрактивных веществ были использованы водное и спиртовые извлечения различной концентрации (спирт этиловый 50, 70, 96 %). Качественный и количественный анализ на БАВ проводили общепринятыми методами [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Важным этапом стандартизации лекарственного растительного сырья является определение показателей подлинности. При описании внешних признаков нами отмечены следующие критерии:

Для листьев: лист черешчатый, непарноперистый, с двумя заостренными прилистниками. Состоит из трех-девяти зубчатых листочков. Листовые пластинки с верхней стороны темно-зеленые и гладкие, с нижней – волосистые, серебристо-зеленые. Конечный листочек крупнее остальных, разделен на три части. На нижней стороне хорошо заметны жилки коричневого цвета. Запах слабый. Вкус водного извлечения горьковатый.

Для цветков: цветки правильные, пятичленные, диаметром 6-8 мм. Чашечка пятилопаст-



ная, с отогнутыми вниз треугольно-яйцевидными долями, снаружи слабо войлочная. Цветоножки и веточки соцветия опушенные. Венчик раздельнолепестной, в два раза длиннее чашечки. Лепестки обратнойяйцевидные, с длинным ноготком, по краю слегка волнистые, с обеих сторон голые. Тычинки многочисленные, свободные, длиннее лепестков, отогнутые и одинаковые по длине. Цвет лепестков венчика –желтовато-белый, чашелистиков - серо-зеленый. Запах сильный, слегка медовый. Вкус – горьковатый, с ощущением слизистости.

Подземные органы: мочковатая корневая система. Нитевидные цилиндрические, до 4 см в диаметре, продольно-морщинистые корни несут висящие яйцевидные клубеньки размером до 2 см. Снаружи темно-коричневые, продольно слабоморщинистые. Излом ровный, светло-коричневого цвета. Запах слабый. Вкус водного извлечения горьковатый.

При микрокопировании листьев отмечено, что клетки верхнего эпидермиса квадратно-округлые, нижнего – слегка извилистые. На верхней стороне встречаются редкие одноклеточные короткие волоски с толстыми стенками, нижняя поверхность полностью покрыта многочисленными нитевидными одноклеточными трихомами. По краю листа при просветлении в растворе хлоралгидрата идентифицированы зубовидные одноклеточные волоски и железистые волоски с двух-трех клеточной ножкой и многоклеточной окрашенной в оранжевый пигмент головкой. В мезофилле листа встречаются многочисленные друзы оксалата кальция правильной формы. Результаты микроскопического анализа представлены на рисунке 1.

При микрокопировании цветков, отмечено, что лепестки имеют клетки эпидермиса правильно-овальной формы, волоски редкие, встречаются только у основания одноклеточные с толстыми стенками, поверхность чашелистиков имеет многочисленные одноклеточные тонкостенные трихомы (рисунок 2).

Корни лабазника анатомически имеют лучистое строение. Одревесневшие элементы ксилемы встречаются тяжами и окрашиваются флороглюцином в красно-малиновый цвет. Клетки паренхимы овальные, содержат крупные правильной формы друзы оксалата кальция и много крахмальных зерен.

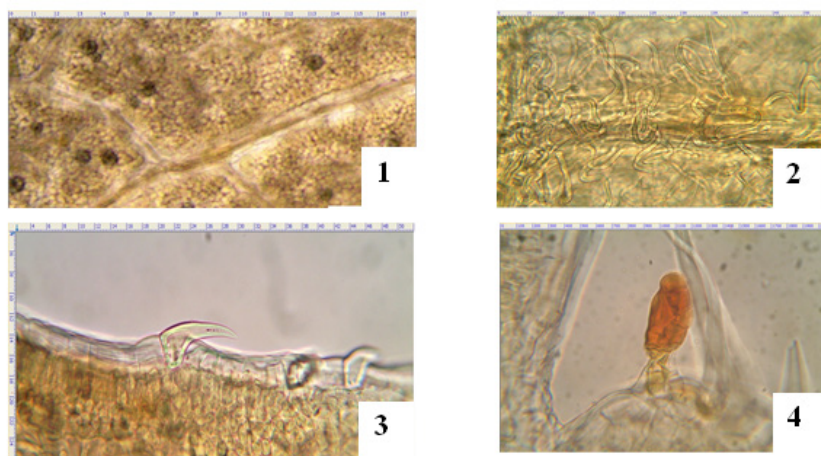


Рисунок 1 – Микро-диагностические признаки листьев Лабазника вязолистного

1 – друзы оксалата кальция (ув.х100), 2 – длинные одноклеточные нитевидные волоски на нижней стороне листа (ув.х400), 3 – «когтевидные» одноклеточные волоски по краю листа (ув.х400), 4 – железистый волосок с трехклеточной ножкой и 5-6 клеточной пигменти-



рованной головкой (ув.х1000).

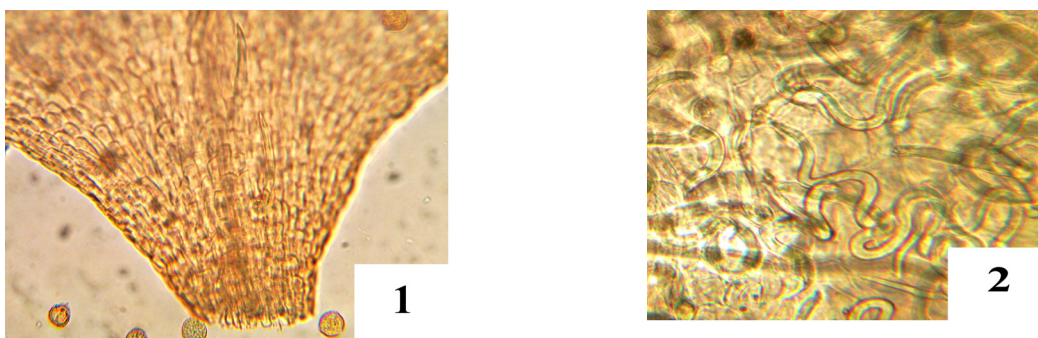


Рисунок 2- Микроскопические признаки цветков Лабазника вязолистного

1 –основание лепестков с редкими одноклеточными волосками (ув. x100), 2 – длинные одноклеточные волоски чашелистика (ув. x400)

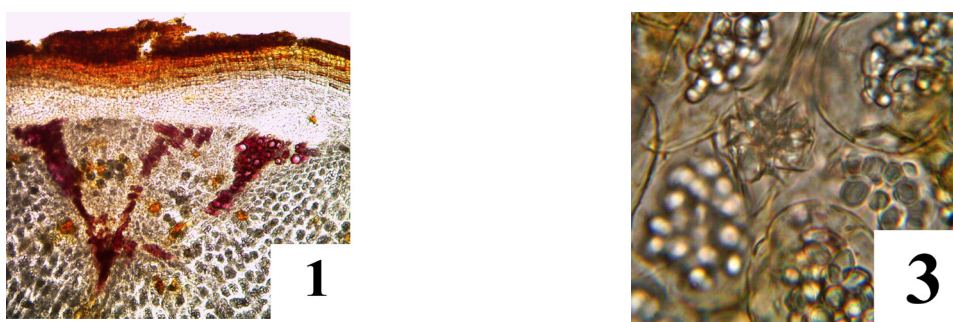


Рисунок 3 – Микро-диагностические признаки корней Лабазника вязолистного

1 – сосуды ксилемы (ув. x40), 2 – друзы оксалата кальция и крахмальные зерна в паренхиме корня (ув. x1000)

Товароведческие показатели высушенного сырья лабазника вязолистного представлены в таблице 1. Их значения соответствуют имеющейся нормативной документации и исследованиям по лабазнику вязолистному других регионов [6].

Таблица 1 – Товароведческие показатели Лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области

Показатель	Листья	Цветки	Корни
Влажность, %	7,33±0,11	7,55±0,30	0,40±0,040
Зола общая, %	6,02±0,72	6,61±0,38	6,38±0,18
Зола, не растворимая в HCl, %	0,69±0,09	2,07±0,27	0,32±0,11

Экспериментально определено, что наиболее полно экстрагирование проходит спиртом этиловым 50-70 %. Содержание экстрактивных веществ при извлечении концентрированным спиртом этиловым резко снижается (примерно в 2 раза). Наибольшее содержание экстрактивных веществ обнаружено в цветках (54,37 %), при экстрагировании спиртом этиловым 70 %.

Таблица 2 – Определение экстрактивных веществ наземной и подземной частей Лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области

Экстрагент	Содержание экстрактивных веществ, %		
	Листья	Цветки	Подземные органы
Вода	33,19±2,91	46,9±0,81	18,48±0,54?
Этанол 50 %	42,03±0,28	53,55±1,29	23,49±0,73
Этанол 70 %	42,69±0,98	54,37±0,83	25,82±0,55
Этанол 96,3 %	23,18±0,78	35,40±0,27	10,00±0,26

По результатам качественного анализа подтвержден ряд БАВ (Таблица 3). Количественное определение показало, что преобладающими соединениями у растения являются фенольные соединения (дубильные вещества, флавоноиды) и полисахариды.

Таблица 3 - Фитохимический анализ групп БАВ Лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области

Группа БАВ	ЛРС	Качественное обнаружение	Количественное определение, %
Аскорбиновая кислота	Листья	+	0,056 ±0,003
	Цветки	+	0,012±0,001
	Корни	+	-
Полисахариды	Листья	+	8,54±0,47
	Цветки	+	20,67±2,69
	Корни	+	23,03±3,60
Флавоноиды	Листья	+	2,77±0,36
	Цветки	+	6,64±0,32
	Корни	+	-
Дубильные вещества	Листья	+	8,96±0,61
	Цветки	+	-
	Корни	+	23,85±2,98

## ВЫВОДЫ

Таким образом, для наземной и подземной частей Лабазника вязолистного, произрастающего в Воронежской области выявлены анатомо-диагностические признаки, определены товароведческие показатели. Выявлено высокое содержание фенольных соединений и полисахаридов, как известно, обуславливающих широкий спектр фармакологических действий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснов Е. А., Авдеева Е. Ю. Химический состав растений рода *Filipendula* (обзор) // Химия растительного сырья. - 2012: 4: 5–12.
2. Временная фармакопейная статья (ВФС) 42-1777-87 «Лабазника вязолистного цветки».
3. Авдеева Е.Ю., Краснов Е.А. Биологическая активность *Filipendula ulmaria* (Rosaceae) // Растительные ресурсы. 2010; 3: 123-130.

- 
- 
4. Государственная фармакопея XIV издания. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-14-izdaniya>
  5. Гринкевич Н.И., Ладыгина Е.Я. Химический анализ лекарственных растений. -1983;176;
  6. Авдеева Е.Ю. Исследование лабазника вязолистного как источника эффективного ноотропного средства // Автореферат дисс. на соиск. ученой степени к. фарм. наук. -2008; 27;

## PHARMACOGNOSTIC RESEARCH OF MEADOWSWEET GROWING IN VORONEZH REGION

**A.A. Kuzmenko,**

Student of Federal State Budget General Education Institution “Voronezh State University”

**I.M. Korenskaya,**

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of Federal State Budget General Education Institution “Voronezh State University”

E-mail: [asyak36@mail.ru](mailto:asyak36@mail.ru)

Summary: A pharmacognostic and phytochemical analysis of biologically active substances of the Meadowsweet, growing in the Voronezh region, was held. A high content of polysaccharides, tannins, flavonoids was revealed, so it can be a reason to consider the raw material base of this plant growing in the Voronezh region for harvesting medicinal vegetative raw materials and be a source of biologically active substances for the medications in pharmacy

Keywords: Meadowsweet, *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., Voronezh region, flavonoids, polysaccharides.

# ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ АМАРАНТА ПЕЧАЛЬНОГО (*AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* L.)

**И.М.Коренская**

Доцент, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

e-mail: [irmich65@yandex.ru](mailto:irmich65@yandex.ru)

**О.А.Колосова**

Преподаватель, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

**И.Е.Измалкова**

Преподаватель, ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

С использованием метода масс – спектрометрии определено содержание 62 элементов: 6 макро - (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 56 микро- и ультрамикроэлементов (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) в листьях амаранта печального, заготовленных от культивируемых растений в начале вегетации. В ряду макроэлементов доминировали кальций и калий; микроэлементов – железо и бром.

*Ключевые слова.* Амаранта печального листья, *Amaranthus hypochondriacus*, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, элементный состав

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач фармакогнозии является поиск новых растений, источников биологически активных веществ. К таким источникам относятся известные лекарственные растения, используемые в официальной и народной медицине, а также овощные культуры.

Амарант – новая для России многоцелевая культура. Более 6 тысяч лет до нашей эры он был одной из основных продовольственных культур Южной Америки и Мексики («пшеница ацтеков», «хлеб инков») наряду с бобами и кукурузой. В Азии амарант был популярен в Индии, Пакистане, Непале и Китае как зерновая и овощная культура. Большое будущее предсказывал ему Н.И. Вавилов. На сегодняшний момент амарант во многих странах, в том числе и в России, стал очень популярной культурой. Продовольственная комиссия при ООН за пищевые и целебные свойства признала амарант культурой XXI века [1].

Различные виды амаранта используются как кормовые, зерновые, овощные и декоративные растения. Однако, многие из них, не смотря на такое разделение, особенно в молодом возрасте, могут быть универсальными. По литературным данным, листья амаранта могут служить источником белка, флавоноидов, в том числе рутина, аскорбиновой кислоты, рибофлавина и тиамин, органических кислот, пектина, который по своим свойствам близок к яблочному, а также макро- и микроэлементов [2]. Для медицинских целей перспективно использование листьев, соцветий и зерна амаранта. В 100г листьев амаранта содержится 84



г воды, 8,3 г углеводов, 1,8 г клетчатки, 410 мг кальция, 103 мг фосфора, 8,9 мг железа, 5,7 мг каротина, 64 мг аскорбиновой кислоты [3]

Среди разнообразных видов выделяется Амарант печальный (*Amaranthus. hypochondriacus* L.) - растение, интенсивно культивируемое в различных регионах России, в том числе в Центральном федеральном округе, в качестве однолетней зерновой культуры. В связи с этим, наше внимание привлекли листья амаранта печального начальной фазы вегетации, в качестве возможного источника эссенциальных элементов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом явились высушенные листья амаранта печального (сорт Воронежский), заготовленные в Воронежской области, в начальную фазу вегетации в 2017 г.

Элементный состав указанных образцов определяли масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой на приборе ELAN-DRC-e. Для контроля точности определений применялся метод добавок. Выбор метода обусловлен его высокой чувствительностью и информативностью [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного исследования (таблица 1) в листьях амаранта печального выявлено 62 элемента, количественное содержание которых варьирует от  $10^{-5}$  до  $10^4$  мкг/г.

Среди идентифицированных элементов определено 6 макро- (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 56 микро- и ультрамикроэлементов (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr).

Таблица 1 Содержание элементов в листьях амаранта печального

№ п/п	Элемент	Листья амаранта печального, мкг/г	№ п/п	Элемент	Листья амаранта печального, мкг/г
Макроэлементы					
1	Кальций (Ca)	44209	4	Натрий (Na)	250,42
2	Калий (K)	36196	5	Магний (Mg)	14009
3	Фосфор (P)	10434	6	Алюминий (Al)	62,78
Микро- и ультрамикроэлементы					
7	Литий (Li)	0,89	35	Неодим (Nd)	0,079
8	Барий (Ba)	95,98	36	Никель (Ni)	<0,0001
9	Бериллий (Be)	<0,001	37	Ниобий (Nb)	0,0075
10	Бор (B)	44,83	38	Олово (Sn)	0,065
11	Бром (Br)	356	39	Платина (Pt)	<0,0001
12	Ванадий (V)	0,348	40	Празеодим (Pr)	0,02
13	Висмут (Bi)	0,06	41	Ртуть (Hg)	0,0086
14	Вольфрам (W)	0,034	42	Рубидий (Rb)	8,75
15	Гадолиний (Gd)	0,018	43	Самарий (Sm)	0,015
16	Галлий (Ga)	0,1	44	Свинец (Pb)	0,199
17	Гафний (Hf)	0,0021	45	Селен (Se)	2,84
18	Германий (Ge)	<0,0001	46	Серебро (Ag)	0,062
19	Гольмий (Ho)	0,0021	47	Скандий (Sc)	0,53
20	Диспрозий (Dy)	0,011	48	Стронций (Sr)	163



21	Европий (Eu)	0,0073	49	Сурьма (Sb)	0,0045
22	Железо (Fe)	491,1	50	Таллий (Tl)	0,00175
23	Золото (Au)	0,007	51	Тантал (Ta)	0,0021
24	Йод (I)	0,23	52	Тербий (Tb)	0,0028
25	Итрий (Y)	0,087	53	Титан (Ti)	2,93
26	Иттербий (Yb)	0,004	54	Торий (Th)	0,023
27	Кадмий (Cd)	0,251	55	Тулий (Tm)	0,001
28	Кобальт (Co)	0,318	56	Уран (U)	0,0033
29	Лантан (La)	0,086	57	Хром (Cr)	4,49
30	Лютеций (Lu)	0,00091	58	Цезий (Cs)	0,018
31	Марганец (Mn)	81,14	59	Церий (Ce)	0,17
32	Медь (Cu)	5,5	60	Цинк (Zn)	46,38
33	Молибден (Mo)	4,97	61	Цирконий (Zr)	0,14
34	Мышьяк (As)	0,203	62	Эрбий (Er)	0,0059

Из данных, обобщённых в таблице, следует, что наибольшее содержание в листьях амаранта печального отмечено для следующих элементов в порядке убывания ( $> 1$  мкг/г):  $Ca > K > P > Mg > Fe > Na > St > Mn > Ba > Al > Zn > B > Rb > Cu > Cr > Se$ . Кальций участвует в ключевых физиологических и биохимических процессах клетки. Ионы кальция участвуют в процессах свёртывания крови и передачи нервных импульсов, в регуляции сократимости сердечных и скелетных мышц, влияют на секрецию гормонов и нейромедиаторов. Калий, в организме человека, необходим для регулирования водно-солевого баланса. Наличие калия напрямую влияет на уровень кислот, солей и щелочей в организме. Также важна его роль в работе нервной и сердечно-сосудистой системы, в организации мышечной деятельности. Железо участвует в кровообразовании и регуляции внутриклеточного метаболизма, в обеспечении тканевого дыхания. Биологическая роль микроэлемента марганца заключается в активации широкого круга ферментативных реакций. Из них можно выделить: синтез главных компонентов костной и хрящевой тканей, усвоение железа, синтез и обмен холестерина, синтез тироксина [5].

Анализ содержания токсичных элементов (кадмия, мышьяка, свинца и ртути) в исследуемом образце показал, что их количество не превышает допустимых норм. Это позволяет отнести данное сырье к экологически безопасному.

## ВЫВОДЫ

В листьях амаранта печального методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой определено содержание 62. Учитывая роль элементов в жизненно важных процессах, возможно применение исследуемого сырья в качестве источника эссенциальных элементов. Как известно, гармоничное сочетание и полная усвояемость микроэлементов организмом человека - главное преимущество комплекса макро- и микроэлементов растительного сырья перед другими источниками

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чиркова Т.В. Амарант – культура XXI века // Соросовский образовательный журнал. – 1999; 10: 22-27;
2. Таипова Р.М., Кулуев Б.Р. Амарант: особенности культуры, применения, перспективы возделывания в России и создания трансгенных отечественных сортов // Биомика. –

---

---

2015; 4; 7: 284-299;

3. Магомедов И.М., Чиркова Т.В., Чиркова А.И. // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине. – 2016: 259-262;
4. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой: Методические указания (МУК 4.1.1483 - 03). – 2003;36;
5. Авцын А.П. Микроэлементозы человека (этиология, классификация, органопатология). – 1991; 495;

## CHROMATO-MASS-SPECTROMETRIC STUDY OF THE AERIAL PART OF THE SAD AMARANTH (*AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS* L.)

**Korenskaya I.M.**

Ph.D. Sci., Associate Professor, Voronezh State University

**Kolosoვა O.A.**

assistant, Voronezh State University

**Izmalkova I.E.**

assistant, Voronezh State University

Summary: Using the method of mass spectrometry of the identified content items 62: 6 macro (Al, Ca, K, Mg, Na, P), 56 micro - and ultramicroelements (Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, Ce, Cd, Co, Cs, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Ge, Hf, Hg, Ho, I, In, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Pt, Rb, Re, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr) in the leaves Amaranth sad, harvested from cultivated plants early in the growing season. In a number of macronutrients dominated by calcium and potassium; trace elements – iron and bromine.

Keyword. Amaranth leaves are sad. *Amaranthus hypochondriacus*. inductively coupled plasma mass spectrometry, elemental composition

## УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА РОССИИ

**Е.А. Лугинина**

с.н.с. отдела экологии и ресурсосведения растений ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова, ассистент каф. экологии и зоологии ФГБОУ ВО ВГСХА (Киров)

*e-mail:* [e.luginina@gmail.com](mailto:e.luginina@gmail.com)

**Т.Л. Егошина,**

д.б.н., профессор, заведующая отделом экологии и ресурсосведения растений ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова, профессор каф. экологии и зоологии ФГБОУ ВО ВГСХА (Киров)

Аналитические исследования плодов дикорастущих ягодных растений севера России показали высокие концентрации в них наиболее ценных углеводов (фруктоза, сахароза, пектиновые вещества, клетчатка), что важно для организации функционального питания.

*Ключевые слова:* клюква, княженика, морошка, шиповник, углеводы, Ямало-Ненецкий автономный округ

### ВВЕДЕНИЕ

При разработке концепции здорового образа жизни в условиях Заполярья, профилактики многих заболеваний, связанных с целым рядом экологически неблагоприятных факторов среды (низкие температуры, условия гипоксии, особый световой режим) особое внимание уделяется использованию лекарственных и дикорастущих пищевых растений севера, как источникам витаминов и биологически-активных добавок [1].

Ямало-Ненецкий автономный округ характеризуется значительным видовым разнообразием, высокой продуктивностью и запасами сырья дикорастущих ягодников, среди которых доминируют клюква болотная (*Oxycoccus palustris* L.), и морошка приземистая (*Rubus chamaemorus* L.). Так, например, урожайность клюквы в регионе колеблется от 31 до 1000 кг/га, составляя в среднем около 150-250 кг/га [2, 3] морошки – от 55,5 до 167,3 кг/га. Параметры урожайности этих видов на Ямале лишь немногим ниже, чем в более южных таежных регионах России [3]. Биологический запас сырья клюквы на территории Ямало-Ненецком составляет 352 т, морошки - 85,5т [4].

Дикорастущие плоды как растительные сочные объекты с преобладанием воды в составе не имеют высокой энергетической ценности: 100 г съедобной части дают всего 30-100 ккал. Основным энергетическим материалом в составе дикорастущих плодов и ягод служат легкоусвояемые углеводы, преобладающие в сухом остатке.

Наибольшую ценность в питании дикорастущие плоды представляют как источник биологически активных веществ, витаминов, макро- и микроэлементов. Средняя годовая потребность человека в дикорастущих плодах и ягодах составляет по оценкам российских диетологов - 7 кг, канадских - 16 кг [5].

---

---

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пробы плодов дикорастущих ягодных растений (морозка приземистая (*Rubus chamaemorus L.*), княженика арктическая (*R. arcticus L.*), клюква болотная (*Oxycoccus palustris L.*) отобраны в Пуровском и Тазовском районах Ямало-Ненецкого автономного округа в 2011-2014 гг. Для сравнения использованы результаты химического анализ проб плодов шиповника майского (*Rosa majalis L.*), отобранные в Кировской области.

Содержание растворимых сахаров определяли ускоренным полумикрометодом [6], пектиновых веществ (водорастворимого пектина и протопектина) – карбозольным методом [7]. Содержание клетчатки определялось по методу Кюршнера и Ганека [8].

Все аналитические определения выполнены в трехкратной повторности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дикорастущие плоды являются эффективным источником разнообразных углеводов, в числе которых – сахара, пектиновые вещества, клетчатка, гемицеллюлозы.

Основные усвояемые углеводы дикорастущих — глюкоза, фруктоза, сахароза, называемые сахарами из-за присущего им сладкого вкуса. Суммарное содержание сахаров составляет в плодах разных видов дикорастущих от 2,1 в плодах костяники до 20,0 % в плодах шиповника [5]. Преобладают моносахара: глюкоза и фруктоза. В составе плодов многих видов растений их соотношение примерно равно. Количество сахарозы в плодах (дисахарида) у большинства изученных дикорастущих растений, за исключением черемухи, не превышает 1 %.

Содержание сахаров в плодах изучаемых видов достаточно велико и колеблется от 2,36 % до 6,10 % в ягодах клюквы болотной, от 3,0 % до 6,0 % в плодах морошки приземистой, в плодах княженики – от 5,0 до 8,0 %. В составе сахаров в плодах морошки и клюквы преобладает фруктоза, наиболее сладкий и диетически ценный сахар, который целесообразно использовать в рационах с пониженной калорийностью, а также в питании детей и диабетиков.

В процессе работы отмечено значительное колебание содержания растворимых сахаров по сезонам. Аналогичная закономерность отмечена и другими исследователями. Так, по данным К.Э. Вогулкина с соавторами [9] содержание растворимых сахаров в плодах морошки, собранных в Беларуси, изменялось по сезонам почти вдвое (от 2,9 % до 5,65 %).

*Пектиновые вещества* входят в состав клеток и неклеточных образований. Соотношение между растворимым пектином и протопектином в составе плодов в процессе роста, созревания, хранения меняется. Соответственно становятся заметными изменения консистенции. В дикорастущих плодах содержится 0,2–1,8 % пектиновых веществ с хорошими желирующими свойствами, проявляющимися при определенном соотношении пектиновых веществ, сахара, кислот.

Концентрация пектиновых веществ в ягодах клюквы болотной колеблется от 0,6 до 1,41 %. В плодах морошки пектиновых веществ почти вдвое больше. Их концентрация колеблется в пробах от 2,13 до 2,63 %. Близкие величины концентрации пектиновых веществ в плодах морошки получены и при анализе проб, собранных в других регионах России и стран Северной Европы. Так, в пробах плодов морошки, собранных в Туруханском районе Красноярского края, концентрация пектиновых веществ составила 2,43 % [10], почти достигая максимальной концентрации пектиновых веществ в плодах дикорастущих растений, выявленной в плодах шиповника (около 2,7 %). Концентрация пектиновых веществ у различных видов ягодных растений, по мнению Ж.А. Рупасовой с соавторами [11], является



генетически детерминированной, имеющей низкий уровень вариабельности величиной, что и подтверждают полученные нами и другими исследователями [10] данные.

Содержание пектиновых веществ в плодах увеличивается солнечным теплым летом [5].

Пектиновые вещества широко используются в медицине, при производстве диетических и профилактических продуктов питания пониженной калорийности, а также продуктов, предназначенных для работающих в условиях свинцовой, ртутной и других видов интоксикации, в условиях Крайнего Севера и приближенных к ним.

Поэтому использование плодов клюквы и морошки в питании населения Заполярья является актуальным и оправданным с биохимической точки зрения.

Концентрация *клетчатки* в плодах морошки достигает 3,8 %, что немного ниже максимальных для дикорастущих плодов значений (4,0 % – шиповник) (Рисунок 1.). В ягодах клюквы содержание клетчатки почти в 2 раза меньше (2,0 %).



Рисунок 1 – Концентрация углеводов в плодах клюквы болотной, морошки приземистой и шиповника коричневого

## ВЫВОДЫ

Проведенный анализ данных химического состава плодов дикорастущих ягодных растений севера России позволил установить следующее.

Плоды изученных видов дикорастущих ягодных растений содержат значительное количество необходимых для организации функционального питания биологически активных веществ.

Дикорастущие плоды можно рассматривать в качестве источника наиболее ценных углеводов (фруктоза, клетчатка, пектиновые вещества). Содержание сахаров в плодах изучаемых видов колеблется от 2,36 % до 6,10 % в ягодах клюквы болотной, от 3,0 % до 6,0 % в плодах морошки приземистой, в плодах княженики – от 5 до 8 %; пектиновых веществ – от 0,6–1,41 % в ягодах клюквы болотной до 2,13–2,63 % в плодах морошки; клетчатки – от 2,0% в ягодах клюквы до 3,8 в плодах морошки и 4,0 % - в плодах шиповника майского. Концентрация пектиновых веществ в ягодах клюквы болотной колеблется от 0,6 до 1,41 %.



---

---

В плодах морошки пектиновых веществ почти вдвое больше – от 2,13 до 2,63 %. Концентрация клетчатки в плодах морошки достигает 3,8 %, клюквы – 2,0 %.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володин В., Чадин И., Володина С. Значение этноботанических исследований в поиске биологически активных веществ адаптогенного действия // Вестник ИБ Коми НЦ УрФО РАН. – 2008, 8: 6–10.
2. Egoshina T.L., Luginina, E.A. *Vaccinium vitis-idaea* L. and *Oxycoccus palustris* Pers. in natural populations and in culture of taiga zone of Russia // «*Vaccinium* spp. and Less Known Small Fruits: Cultivation and health benefit» International Conference. Book of abstracts. – 2007; p. 31-32.
3. Егошина Т.Л., Лугинина Е.А. Ресурсы брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и клюквы (*Oxycoccus palustris* Pers.) в природных популяциях таежной зоны России и перспективы культивирования // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология» – 2008; 10: 147 – 154.
4. Егошина Т.Л., Дубинина Н.Г., Казанцева М.Н., Скопин А.Е., Чесноков А.Д., Недревесные растительные ресурсы Томской и Тюменской областей // Современное состояние недревесных растительных ресурсов России. Киров, 2003; с. 75-88.
5. Цапалова И.Э., Губина М.Д., Поздняковский В.М. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. / Новосибирск, 2002; 180 с.
6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. / М.: Колос, 1985; 110–112.
7. Ермаков А.И., Арасимович А.А., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А, Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений / Л.: Агропромиздат, 1987; 430 с.
8. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. и др. Пищевая химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов / СПб.: ГИОРД, 2000; 20 с.
9. Вогулкин К.Э., Вогулкина Н.В., Шандрикова Л.Н. Сезонная динамика биохимического состава морошки приземистой (*Rubus chamaemorus* L.), произрастающей на севере Беларуси // Материалы международной научной конференции «Биологически активные вещества растений – изучение и использование» / Минск, 2013: 82–83.
10. Шароглазова Л.П., Величко Н.А. Разработка рецептуры безалкогольного напитка с использованием ягод морошки // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. Технические науки. 2016; 2: 88–92.
11. Рупасова, Ж.А., Гаранович И.М., Шпитальная Т.В. Прогнозирование изменений биохимического состава малораспространенных плодовых культур в условиях Беларуси // Доклады НАН Беларуси, 2013; 57(1): 88–92.

---

---

# CARBOHYDRATES COMPOSITION OF WILDGROWING BERRIES OF THE RUSSIAN NORTH

## **E.A. Luginina,**

senior research fellow, Dept. of Ecology and Plant Resources, Professor Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming VNIIOZ (Kirov), assistant lecturer at Vyatka State Agricultural Academy e-mail: [e.luginina@gmail.com](mailto:e.luginina@gmail.com)

## **T.L. Egoshina,**

Doctor of Biol. Sci., Prof., Head of Dept. of Ecology and Plant Resources, Professor Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming VNIIOZ (Kirov), Professor at Vyatka State Agricultural Academy.

Summary: The analyses of chemical composition of Arctic raspberry, cloudberry and cranberry allowed to reveal that wild berries can be used as sources of the most valuable carbohydrates (fructose, cellulose, pectin substances, fiber) for the organization of functional nutrition.

*Keywords: cranberry, cloudberry, arctic raspberry, dogrose, carbohydrates, Yamal-Nenets Autonomous District*

## ХИМИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ В СЕМЕЙСТВЕ ЯСНОТКОВЫЕ – *LAMIACEAE* L.

**Е.Л. Маланкина**

д.с.-х.н. наук, профессор кафедры овощеводства, РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева  
e-mail: [gandurina@mail.ru](mailto:gandurina@mail.ru) .

**Л.Н. Козловская**

к.б.н., доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева

Полиморфизм у растений семейства *Lamiaceae* L. обычно коррелирует с обширным дизъюнктивным ареалом. Проведено сравнительное изучение компонентного состава эфирного масла растений популяций разного географического происхождения, *Origanum vulgare* L. *Thymus serpyllum* L., *Satureja hortensis* L. По доминирующим компонентам эфирного масла для них выявлены определенные хемотипы, и проведено сопоставление с данными, полученными другими исследователями.

*Ключевые слова:* эфирное масло, газовая хроматография, хемотипы, компонентный состав, монотерпены, цимол, терпинен, сесквитерпены, кариофиллен, полифенолы, тимол, карвакрол.

### ВВЕДЕНИЕ

Представители семейства Яснотковые – *Lamiaceae* L. характеризуются присутствием в сырье флавоноидов (лютеолин и его производные), полифенолов, розмариновой кислоты, а также эфирного масла. [1, 2]. Благодаря этому многие из них имеют важное хозяйственное и медицинское значение.

Представители семейства Яснотковые – *Lamiaceae* L. распространены в Северном полушарии, и для многих из них характерен обширный дизъюнктивный ареал, что при изолированности популяций, по-видимому, способствует формированию у некоторых видов морфологического и химического полиморфизма [3, 4, 5].

К родам, характеризующимся сильной изменчивостью, компонентного состава эфирного масла можно отнести душицу, тимьян и чабер.

Учитывая, что по доминирующим компонентам эфирное масло растений различных популяций в пределах одного вида или рода часто сильно отличаются, их принято подразделять на группы (хеморассы или хемотипы), представляющие собой химические разновидности одного и того же вида растения, отличающиеся особенностями метаболизма, которые обуславливают определенные изменения в химическом составе. В зависимости от химического состава, эфирное масло растений разных популяций одного и того же вида может обладать разными фармакологическими свойствами и использоваться с разными целями.

В частности тимолсодержащие масла представляют большой интерес в качестве антимикробных и фунгицидных средств.

---

---

Целью работы явилось сравнительное изучение компонентного состава эфирного масла отдельных популяций видов семейства *Lamiaceae* L. с последующим выявлением существующих хемотипов для дальнейшего отбора образцов, представляющих интерес в качестве антимикробных средств.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Растения выращены на территории УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна». Отбор проб сырья проводили в фазе массового цветения растений. Масса навески свежего сырья для определения содержания эфирного масла составляла 50 г, повторность – 3-х кратная. Количественное определение содержания эфирного масла в сухом сырье проводили методом 1 по ГФ РФ (XIII издание) в лаборатории кафедры овощеводства РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева [6, 7].

Определение компонентного состава эфирного масла исследуемых образцов осуществляли методом газовой хроматографии. Образцы эфирного масла растворяли в гексане в отношении 1:300 и исследовали методом газовой хроматографии на хроматографе Shimadzu GC-2010 с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP 2010. Режим хроматографирования: газ-носитель – гелий (ОСЧ), расход по колонке 1,2 мл/мин., деление потока 1:20, объем вводимой пробы – 0,5 мкл. Колонка – капиллярная неполярная Optima-1 (Macherei-Nagel DBR), длина 25 м, внутренний диаметр 0,25 мм. Градиент температуры – 60°C – 1 минута, далее 5°C/мин. до 200°C, затем 25°C/мин. до 275°C, изотерма 1 минута. Детектор – диапазон регистрации 33 – 400 m/z. Идентификацию компонентов проводили по временам их удержания и линейным индексам удерживания, по данным электронной библиотеки масс-спектров NIST 11 [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным ряда исследователей для душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) характерен значительный полиморфизм как морфологических признаков, так и по составу компонентов эфирного масла. По содержанию в составе эфирного масла фенольных соединений душица обыкновенная образует отдельные хеморасы (хемотипы). В эфирном масле первой группы образцов отмечается высокое содержание тимола, в эфирном масле образцов второй группы отмечалось высокое содержание карвакрола, образцы третьей группы отличались умеренным содержанием тимола, а для образцов четвертой группы было характерно низкое содержание фенолов.

Согласно литературным данным в эфирном масле различных природных (диких) популяций *Origanum vulgare* L. также существуют хемотипы, в которых доминируют монотерпеновые циклические монотерпены ( $\alpha$ -терпинеол и др.) и сесквитерпены ( $\beta$ -кариофиллен, гермакрен D и др.). Фенольные фракции в этих хемотипах минимальные или практически отсутствуют.

Однако в литературе также существуют данные о хемотипах *Origanum vulgare* L., в эфирном масле которых доминировала фенольная фракция: тимол-карвакрол, и также была представлена монотерпеновая фракция (p-цимен); или доминирующим компонентом фенольной фракции являлся тимол, и также присутствовали монотерпены (p-цимен,  $\beta$ -терпинен). Был также выявлен хемотип, в эфирном масле которого доминировала монотерпеновая фракция, ( $\beta$ -терпинен, сабинен, цис- $\beta$ -оксимен), но также присутствовал метиловый эфир карвакрола. [9, 10].

В эфирном масле специально полученных гибридных форм содержание фенолов (ти-

---

---

мол-карвакрол) достигает 14,6 % и 47,5% соответственно. [11].

Нами были изучены растения 7 популяций *Origanum vulgare* L. различного географического происхождения: *O. vulgare* L., сорт Augea, г. Брно, Чехия, (образец № 1); *O. vulgare* L., сорт Фея, Россия (образец № 2); *O. vulgare* L., Германия (образец № 3); *O. vulgare* L., Киргизия (образец № 4); *O. vulgare* L., Чехия, (образец № 5); *O. vulgare* L., Московская область (образец № 6); *O. vulgare* L., Моравская Палава, Чехия (образец № 7).

В целом содержание эфирного масла в сухом сырье *Origanum vulgare* L. находилось в пределах от 0,12 до 0,48 %, причем максимальные значения для всех образцов были зафиксированы в фазе массового цветения. В результате анализа компонентного состава эфирного масла в сырье растений семи образцов (разных популяций) *Origanum vulgare* L., разного географического происхождения были идентифицированы 66 компонентов, причем эфирное масло исследуемых семи образцов существенно различалось по компонентному составу и по соотношению отдельных компонентов.

В результате сравнительного изучения компонентного состава эфирного масла в зависимости от преобладающих в нем компонентов исследуемые образцы *Origanum vulgare* L., можно условно разделить на три группы (хемотипа): *кариофилленовый хемотип*, в эфирном масле которого содержание сесквитерпенов составляет 73,74% с преобладанием β-кариофиллена и 6-гидроксикариофиллена (образцы № 2 и № 3); *линалоольный хемотип*, в эфирном масле которого более половины составляют ациклические монотерпены с преобладанием линалоола (от 23,31% – образец № 4 до 40,29% – образец №1); и *цинеольный хемотип*, для которого характерно преобладание в эфирном масле моноциклического монотерпена 1,8-цинеола (эвкалиптола), (образец № 5). Это позволяет предположить существование общих путей биосинтеза терпенов для представителей семейства *Lamiaceae* L. Также установлено что, у отдельных образцов, относящихся к разным типам компонентного состава эфирного масла, наблюдалось повышенное содержание ароматических углеводов в основном за счёт п-цимола [12].

По преобладающим компонентам эфирного масла тимьяны также подразделяют на отдельные хемотипы. Согласно литературным данным выявлены хемотипы с высоким содержанием гераниола, гермакрена D, цитраля, линалоола, кариофиллена, α-терпенилацетата, карвакрола или тимола [3, 13, 14].

Эфирное масло тимьяна Маршалла (*Thymus marschallianus* Willd.) относится к фенольному хемотипу (содержание тимола составляет 54,61%), тогда как эфирное масло тимьяна Палласа (*Thymus pallasianus* Heinr. Braun) – к нефенольному хемотипу (содержание γ-терпенилацетата – 48,5%, *транс-α*-терпинеола – 32,8%) [15].

Все виды рода *Thymus* L., произрастающие на территории европейского северо-востока России и Урала (*T. hirticaulis*, *T. talijevii*, *T. paucifolius*, *T. guberlinensis*, *T. punctulosus*), относятся к нефенольному хемотипу, что, как предполагают авторы, обусловлено способом их адаптации к низким температурам. У трех из них (*T. talijevii*, *T. paucifolius* и *T. punctulosus*) в эфирных маслах обнаружили большое количество бициклических сесквитерпенов [16].

Доминирующим считается линалоольный тип, который характеризуется преобладанием моноциклических монотерпенов, и отсутствием или очень малым количеством фенольных компонентов.

Тимольный хемотип является рецессивным и наследуется только при скрещивании с тимольным хемотипом [17]. Именно этот хемотип представляет наибольший интерес для фармацевтической промышленности.



При получении лекарственного сырья в культуре предпочтение отдают сортам и культурам. Однако, заявленные как тимьян ползучий (*Thymus serpyllum* L.), они часто являются гибридными образцами, и изучение компонентного состава их эфирного масла может подтвердить или опровергнуть принадлежность образца к искомому виду и, соответственно, его пригодность в качестве источника лекарственного растительного сырья.

*Thymus serpyllum* и *Th. × citriodorus* (Pers.) Schreb. как и многие другие виды рода *Thymus* L. характеризуются сильным химическим полиморфизмом. В качестве объектов исследования были выбраны 4 образца, близких по морфологическим признакам к *Thymus serpyllum* L., сорт Пурпурно-фиолетовый, Селекционно-семеноводческая фирма «Гавриш», Россия; *Thymus serpyllum* L., сорт Пикантный, Агрофирма СеДеК, Россия; и *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb., Австрия, Arch Noa; *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb., сорт *Variegata*, Россия, УНПЦ «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна».

Наиболее высокое содержание эфирного масла отмечалось у растений *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb. и составляло 1,08% в пересчете на сухую массу, что превышало величину этого показателя для растений других образцов почти в 2 раза. Были проведены исследования по выявлению основных компонентов эфирного масла в исследуемых образцах. Исследуемые образцы значительно отличались как по содержанию, так и по составу основных компонентов. Наиболее существенные различия обнаружены между компонентным составом эфирного масла образцов *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb. и *Thymus serpyllum* L., сорт Пикантный. У изучаемых нами образцов тимьяна ползучего (*Thymus serpyllum* L.), содержание фенольных соединений было достаточно высоким – сумма тимола и карвакрола составила от 43,89 % до 50,91 %, в то время как соотношение этих компонентов различалось у разных образцов. В эфирном масле образца *Thymus serpyllum* L., сорта Пикантный тимол и карвакрол синтезировались практически в равном количестве из общего предшественника *n*-цимола, тогда как в эфирном масле образца *Thymus serpyllum* L. сорта Пурпурно-фиолетовый преобладал тимол, причем на тимол приходилось 41,14 % от суммы тимола и карвакрола. Следует отметить, что в эфирном масле обоих сортов в заметном количестве присутствовали и ациклические монотерпены, в частности у образца *Thymus serpyllum* L. сорта Пикантный содержание *транс*-гераниола достигает 11 %, тогда как в эфирном масле образца *Thymus serpyllum* L. сорта Пурпурно-Фиолетовый отмечалось высокое содержание *транс*-цитраля – 10,71 %.

В эфирном масле образцов *Thymus serpyllum* L. сортов Пикантный и Пурпурно-фиолетовый доля  $\gamma$ -терпинена (моноциклический монотерпен) составила 3,67 % и 2,05 % соответственно.

В целом состав компонентов эфирного масла этих двух образцов можно оценить как типичный для тимольно-карвакрольного хемотипа, наиболее востребованного в медицине.

Образец *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb. имеет типичный для тимьяна лимонного состав эфирного масла с преобладанием ациклических спиртов, в частности, в нашем случае 83% приходится на *транс*-гераниол (ациклический монотерпен), что и проявляется в выраженном лимонном аромате.

Таким образом, в результате сравнительного изучения компонентного состава эфирных масел образцов *Thymus* L. нами были выявлены *тимольно-карвакрольный* хемотип, к которому относятся образцы *Thymus serpyllum* L. сортов Пикантный и Пурпурно-фиолетовый, и *гераниольный* хемотип (монотерпеновый хемотип), обнаруженный у образца *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb.). Тимольный хемотип характерный для эфирного масла образца *Thymus x citriodorus* (Pers.) Schreb. сорт *Variegata* с преобладание тимола более 50 % в эфир-

---

---

ном представляет наибольший интерес для фармацевтической промышленности. Это позволяет предположить, что это межвидовой гибрид, но с другими родительскими формами.

Особенностью эфирного масла данного образца является присутствие такого соединения как изоборнил пропионат (12,92%). Для эфирных масел представителей семейства *Lamiaceae* L., вообще и рода *Thymus* L. в частности из эфиров характерно присутствие ацетатов. Пропионаты больше характерны для семейства *Asteraceae*, в частности, для родов *Artemisia* L. и *Tanacetum* L., которые обладают сильными инсектецидными свойствами [18]. Если пропионаты и образуются в эфирном масле *Lamiaceae* L., например, у представителей рода *Lavandula* L., то большая их часть распадается при перегонке, и они чаще обнаруживаются только в экстракционных маслах. Кроме того можно предположить, что появление данного компонента связано с вариегатностью (пестролистностью). Белые участки листа состоят из клеток с измененным в результате мутаций генотипом, и, вероятно, отсутствие хлорофилла может быть связано с другими генетическими изменениями, в том числе и компонентным составом эфирного масла. Однако, данная гипотеза требует проверки на других вариегатных сортах представителей семейства Яснотковые, в частности душицы и шалфея с аналогичными изменениями в окраске листьев.

Согласно литературным данным в эфирном масле интродуцированных из Центральной Европы – Юго-Западной Азии растений чабера садового (*Satureja hortensis* L.) природных (диких) популяций основными компонентами эфирного масла являются карвакрол (до 34%), тимол (до 12%), линалоол (до 1%),  $\alpha$ -пинен (до 1,5%),  $\gamma$ -терпинен (до 6%) [19].

В эфирном масле растений других популяций *Satureja hortensis* L. Центральной Европы по результатам других доминирует карвакрол (67%), далее  $\gamma$ -терпинен (15,3%) и  $p$ -цимен (6,73%) [19]. В эфирном масле растений популяции, взятой на севере Европы содержание карвакрола не превышает 49 – 50%, содержание  $p$ -цимена достигает 23 – 34 %, тогда как  $\gamma$ -терпинен практически отсутствует.

Нами было проведено сравнительное изучение компонентного состава эфирного масла 9 образцов чабера садового (*Satureja hortensis* L.): Грибовский, агрофирма «Артикул»; Гном; агрофирма «Биотехника»; Einjariges Blatt, Германия; Чарли, агрофирма «Гавриш»; Пикник, агрофирма «Поиск»; Бриз, агрофирма «Русский огород»; Ароматный (перечный аромат), агрофирма «Гавриш»; Ароматный, агрофирма «Аэлита», Россия; Picanta, Леднице, Чешская Республика,

Было установлено, что основными компонентами эфирного масла всех изученных образцов чабера садового являются  $\gamma$ -терпинен и карвакрол, суммарное содержание которых в эфирном масле исследуемых образцов находится в пределах 83,38 – 87,44%. Содержание этих компонентов находится в обратно пропорциональной зависимости (коэффициент корреляции  $R = -0,992$ ). По-видимому эта особенность, является видоспецифичным признаком. Однако в пределах вида *Satureja hortensis* L.) в компонентном составе эфирного масла различных сортов наблюдались различия по содержанию доминирующих компонентов: монотерпенов (39,74 – 67,27%) и по содержанию карвакрола (32,12 – 59,41%),  $\gamma$ -терпинена (28,03 – 51,26%), цимона (3,05 – 7,06%). Можно предположить, что отдельные сорта в пределах вида *Satureja hortensis* L.) представляют собой формирующиеся хемотипы [20].

Можно предположить, что в отличие от, например, монарды – *Monarda* L. или изученного нами тимьяна обыкновенного, у чабера отсутствует метаболическая вилка тимол-карвакрол, и из их общего предшественника  $p$ -цимона образуется только карвакрол. Эта закономерность была обнаружена для компонентного состава эфирного масла 9 сортов, и, по-видимому, может быть рассмотрена как видовой признак [Чабера садового](#) (*Satureja*

---

---

*hortensis* L.). По сравнению с тимьяном обыкновенным и душицей обыкновенной компонентный состав эфирного масла этого вида независимо от сорта характеризовался стабильным перечнем компонентов.

## ВЫВОДЫ

Химический полиморфизм особенно хорошо обнаруживается при сравнении компонентного состава эфирного масла растений популяций разного географического происхождения. Хемотипы, выделенные по преобладающим компонентам эфирного масла образцов *Origanum vulgare* L., *Satureja hortensis* L. рода *Thymus* L. соответствует представлениям других исследователей о типах химического и компонентного состава эфирного масла этих представителей семейства *Lamiaceae* L.

Из полученных результатов и анализа литературы видно, что для всех указанных родов характерно в большей или меньшей степени присутствие фенольных соединений и их предшественников, что позволяет предположить существование общих путей биосинтеза терпенов для представителей семейства *Lamiaceae* L. и выделить этапы биосинтеза, на которых проявляются генетически закреплённые внутривидовые изменения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миревич В. М. Фармакогностическое исследование представителей родов *Origanum* L. и *Rhododendron* L. флоры Восточной Сибири: автореф. дис. ... доктора фарм. наук / В. М. Миревич. – Улан-Удэ, – 2010; 41 с.
2. Маланкина Е.Л., Ткачёва Е.Н., Козловская Л.Н. Лекарственные растения семейства Яснотковые (*Lamiaceae*) как источники флавоноидов. // [Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии](#). – 2018; 21(1): 30–35.
3. Thompson, J. D. Population structure and the spatial dynamics of genetic polymorphism in *Thyme* // In: *Thyme: The Genus Thymus*. New York, NY, USA: Taylor & Francis. 2002; с. 44–74.
4. Gongga HY, Liud WH., LV. GY. Analysis of essential oils of *Origanum vulgare* L. from six production areas of China and Pakistan // *Revista Brasileira de Farmacognosia* – 2014; 24: 25–32.
5. Калиниченко Л.В., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Сравнительная оценка продуктивности иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) в зависимости от сорта и происхождения образца // [Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии](#). – 2013; 5: 171-176.
6. Государственная фармакопея РФ. М.: Медицина. – 2015. XIII издание. – Том II; ФС. 2.5. 0047.15. С.60; Том III, ФС. 2.5. 0012.15.
7. Маланкина Е.Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из семейства яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне России: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук / Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства. – Москва, – 2007.

- 
- 
8. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. / Новосибирск: Офсет, 2008; с. 969.
  9. Marzich Shafiee-Hajiabad, Johannes Novak, Bernd Honermeier. Content and composition of oil of four *Origanum vulgare* L. assessions under reduced and normal intensity condition // Journal of Applied Botany and Food Quality – 2016; 89: 126–34
  10. Морохина С.Л., Боков Д.О. Сравнительное изучение химического состава БАВ и анатомо-диагностических признаков травы душицы обыкновенной и душицы турецкой // Бутлеровские сообщения. – 2012; 32, 1: 69 – 4.
  11. Мягих Е.Ф. Морфо-биологические особенности и хозяйственно ценные признаки *Origanum vulgare* L. в Предгорной зоне Крыма в связи с задачами селекции: дисс. ... кандидата биол. наук / Е.Ф.Мягих. – Симферополь. – 2015; 223 с.
  12. Богомолов С.А., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н. Сравнительное изучение некоторых биохимических и морфологических особенностей хемотипов *Origanum vulgare* L. // [Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии](#). – 2018; 2: 77-85.
  13. Degenhardt, J. Terpenbiosynthese in Thymian, Salbei und anderen Lippenblutern (Lamiaceae) / Degenhardt J., Crocoll Ch., Schimmel J. et al. // 6. Fachtagung Arznei-und Gewürzpflanzen, 19-22.09.2011, Berlin. –S.32-35
  14. Маланкина Е.Л., Аль Карави Х., Дул В.Н., Козловская Л.Н. Варьирование содержания и компонентного состава эфирного масла в сырье тимьяна обыкновенного (*Thymus vulgaris* L.) в зависимости от сорта и происхождения // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2018; 2 (20): 27–33.
  15. Дурнова Н.А., Романтеева Ю.В., Ковтун А.Н. Химический состав эфирного масла *Thymus Marshallianus* Willd. и *Thymus Pallasianus* Н.Вр., произрастающих на территории Саратовской области // Химия растительного сырья. – 2014; 2: 115–9.
  16. Алексеева Л.И., Груздев И.В. Полиморфизм эфирных масел тимьянов европейского Северо-Востока России и Урала // Физиология растений. – 2012. 59(6): 771–80.
  17. Schimmel J. Krause S., Arndt N. et al. Regulationsmechanisme der Ausprägung von Chemotypen in Thymian //Julius-Kühn-Archiv. – 2014; 446. 7. Tagung Arznei- und Gewuerzpflanzenforschung, Wien, Oesterreich. S. 67 – 68.
  18. Маланкина Е.Л., Кузнецова Л.В., Козловская Л.Н., Комарова Е.Л., Евграфов А.А. Использование декоративных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в качестве источника лекарственного растительного сырья в условиях Нечерноземной зоны России. [Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии](#). – 2012; 2: 106–110.
  19. Mihajilov-Krstev T., Radnović D., Kitić D., Zlatković B., Ristić M., Branković S. Chemical composition and antimicrobial activity of *Satureja hortensis* L. essential oil//Central European Journal of Biology. – 2009; 4: 411–16.
- 
-



- 
- 
20. Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н., Солопов С.Г., Зайчик Б.Ц., Ружицкий А.О., Еврафов А.А Особенности компонентного состава эфирного масла чабера садового (*Satureja hortensis* L.) в зависимости от сорта//[Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии](#). – 2017; 3: 19–29.

## CHEMICAL POLYMORPHISM IN THE FAMILY *LAMIACEAE* L.

### **E.L. Malankina,**

Doctor of Agricultural Sciences (Dr.A.Sci.), Professor, Department of Vegeticulture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Timiryazevskaya str., 49, E-mail: [gandurina@mail.ru](mailto:gandurina@mail.ru).

### **L.N. Kozlovskaya,**

Ph.D. (Biol.) Associate Professor, Department of Botany, Breeding and Seed Breeding of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. Timiryazevskaya str., 49, 127550, Moscow, Russia. Phone: +7(499)976-16-18. E-mail: [lkozlovska@mail.ru](mailto:lkozlovska@mail.ru).

Summary; Polymorphism in plants of the family *Lamiaceae* L. usually correlates with a vast disjunctive range. The comparative study of component composition of the essential oil of plant populations of different geographical origin (*Origanum vulgare* L., *Thymus serpyllum* L., *Satureja hortensis* L.) was carried out. Certain chemotypes of plants of the family *Lamiaceae* L. were identified by the dominant components of the essential oils and the comparison with the results obtained by other researchers was made.

Key words: essential oil, gas chromatography, chemotypes, component composition, monoterpenes, cymol, terpinen, sesquiterpenes, karyofillen, polyphenols, thymol, carvacrol.



# ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КУЛЬТУРЫ ТКАНИ НЕКОТОРЫХ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ

## **Э.В. Марамохин**

аспирант, ассистент каф. биологии и экологии ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет» (Кострома)

e-mail: [maramokhin91@mail.ru](mailto:maramokhin91@mail.ru)

## **К.В. Малахова**

аспирант каф. биологии и экологии ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет» (Кострома)

## **Д.Н. Зонтиков**

к.с.-х.н., с.н.с. ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет» (Кострома)

## **М.В. Сиротина**

д.б.н., зав. каф. биологии и экологии ФГБОУ ВО «Костромской государственной университет» (Кострома)

В работе рассмотрена возможность использования биотехнологических методов для дальнейшего получения биологически активных веществ из некоторых ксилотрофных базидиомицетов.

Ключевые слова: ксилотрофные базидиомицеты, культура *in vitro*, БАВ, *Piptoporus betulinus* (Fr.) Karst., *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

## ВВЕДЕНИЕ

*Piptoporus betulinus* (Fr.) Karst. и *Fomes fomentarius* (L.) Fr. - это виды группы древоразрушающих базидиомицетов, используемые в медицине и биотехнологии. Однако до настоящего времени не было серьезных разработок по культивированию мицелия данных видов в контролируемых условиях лаборатории на искусственных питательных средах [1].

*P. betulinus* является распространенным и значимым паразитом различных видов березы в Европе, Северной Америке и Азии. Это вызывает коричневую гниль древесины старых и ослабленных деревьев. *P. betulinus* - это условно съедобный гриб, широко известный как березовая губка, произрастающая на многих видах берез [1]. На березовых стволах и ветвях образует однолетние белые или коричневатые плодовые тела. Лечебные свойства вида давно используются в народной медицине. Настои его плодовых тел обладают укрепляющей и успокаивающей активностью. Этому виду также присущи антибактериальные, противопаразитарные и слабительные свойства, он применяется для заживления ран и в качестве вспомогательного средства при лечении рака прямой кишки и заболеваний желудка. Экстракты *P. betulinus* проявляют различные биологические активности, в основном цитотоксические и антипролиферативные в отношении раковых клеток [2]. Многие биологически активные вторичные метаболиты, особенно тритерпеноиды, были ранее выделены и идентифицированы рядом исследователей.

*F. fomentarius* вызывает бурую и белую гниль преимущественно мёртвых и сильно ослабленных деревьев, ареал его схож с ареалом берёзовой губки [3]. Данный вид не является съедобным, но при этом содержит ряд биологически активных веществ, что позволяет его также использовать в медицине. Среди его лечебных свойств можно упомянуть: кровоостанавливающее, противовирусное и антибактериальное действия и нейтрализация токсинов. Данные свойства обусловлены в первую очередь содержанием агариковой кислоты и полисахарида ланофила.

В природной среде ресурс плодовых тел данных видов ограничен, поэтому имеется необходимость получения биомассы мицелия. Для этой цели можно использовать методы, применяемые в биотехнологии, в частности, культивирование объектов исследования на синтетических питательных средах в условиях *in vitro* [4].

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ.

Природные образцы для дальнейшего лабораторного исследования были взяты в части смешанного леса (березняк осиновый) Красносельского района Костромской области. Для изучения были отобраны молодые плодовые тела, у которых была использована центральная мицелиальная часть. Впоследствии она была подвергнута дробной стерилизации при следующем режиме: 1) погружение в 70% этанол с экспозицией 1 мин.; 2) выдерживание в 3% гипохлорите натрия в течение 15 мин.; 3) промывание материала в стерильной дистиллированной воде; 4) экспозиция в стерильной дистиллированной воде в течение 5 минут для окончательного удаления стерилизующего агента [5].

Культивирование проводили на нескольких типах питательных сред: 1) Чапека:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1000,0 мг/л,  $\text{MgSO}_4$  500,0 мг/л,  $\text{ZnSO}_4$  0,5 мг/л, тиамин 1,0 мг/л; мальтоза 4 г/л, сахароза 6 г/л; агар 6 г/л. Уровень pH питательной среды составлял 5,0. 2) Мурасиге-Скуга (MS) с витаминами по Хараде: мезоинозит в концентрации 100 мг/л, глицин – 2 мг/л; тиамин – 0,5 мг/л; пиридоксин – 0,5 мг/л; сахароза 25 г/л; агар – 5,0 г/л; уровень pH 5,7 [6]. Полученный на питательной среде мицелий изучаемых объектов был исследован при помощи световой микроскопии (микроскоп «Биомед-3») при общем увеличении  $\times 600$ . Культивирование осуществляли на стеллажах при интенсивности освещенности 2000 люкс и температуре 23 °C.

Результаты культивирования проверялись на 15-е сутки. При этом была изучена морфология и микроскопия мицелия. Наиболее активный рост мицелия наблюдался на питательной среде MS.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Наиболее активный рост мицелия наблюдался на питательной среде MS. По результатам культивирования *P. betulinus*: был получен мицелий белого цвета, который распространялся преимущественно по поверхности питательной среды, имеющий сильный грибной запах, характерный для данного вида (Рисунок 1). Отсутствие спороношения позволяет нам утверждать, что на питательной среде мы наблюдали именно рост мицелия изучаемого вида. При изучении морфологических особенностей мицелия *P. betulinus* был отмечен его слабоветвящийся, септированный характер. В дальнейшем при более детальном изучении морфологических особенностей *P. betulinus*, эти данные можно будет использовать для идентификации видовой принадлежности мицелия данного вида.

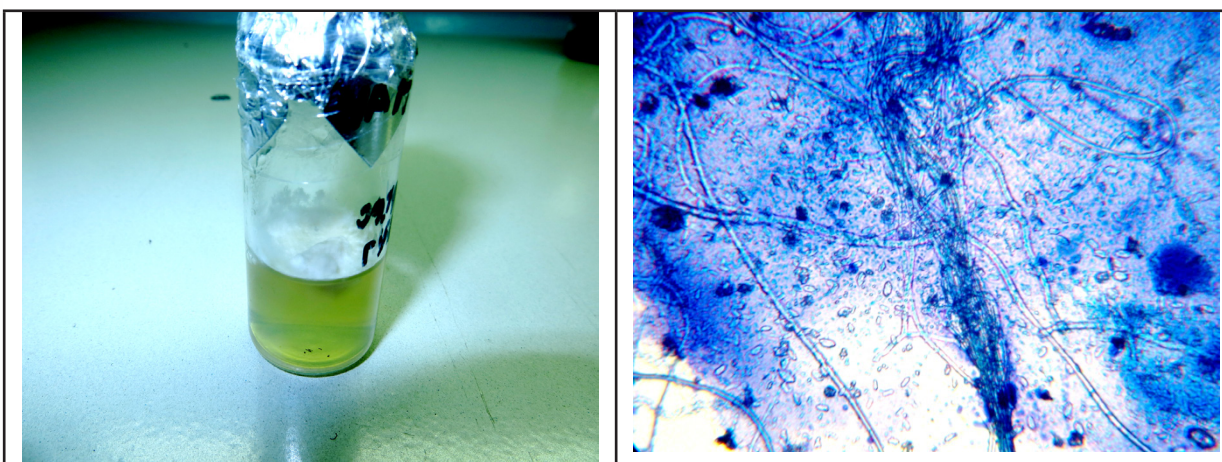


Рисунок 1 – Культивирование *P.betulinus* на питательной среде MS на 30-ый день культивирования (слева) и микроскопия мицелия,  $\times 600$ , окраска препарата метиленовым синим (справа)

При культивировании *F. fomentarius* на данном этапе исследования изучены только морфологические особенности выросшего на питательной среде мицелия, микроскопического исследования не проводилось. Гифы *F. fomentarius* практически чёрного цвета, располагаются плотно и фрагментарно на поверхности питательной среды (Рисунок 2).

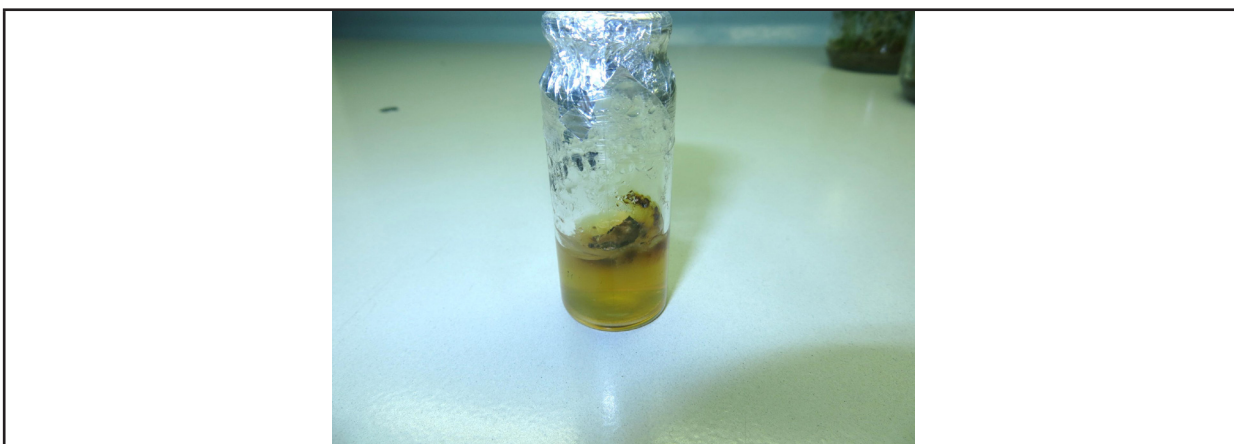


Рисунок 2 – Культивирование мицелия *F. fomentarius* на питательной среде MS на 30ый день культивирования

## ВЫВОДЫ

Нами была разработана технология культивирования мицелия *P. betulinus* и *F. fomentarius* на синтетических питательных средах в условиях *in vitro*, изучены особенности развития, роста и морфологии мицелия данных видов. Результаты данных исследований можно использовать для промышленного получения БАВ для нужд фармацевтической промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ



1. Бондарцева М.А. Определитель грибов России: (порядок Афиллофоровые) / М.А. Бондарцева. Л.: Наука, 1998. - вып. 2. - 391 с.
2. Pleszczyńska M. Cultivation and utility of *Piptoporus betulinus* fruiting bodies as a source of anticancer agents // World J Microbiol Biotechnol. 2016; 32: 151.
3. Burdon J.J. Spatial and temporal patterns in coevolving plant and pathogen associations / J.J. Burdon, P.IT. Thrall // Am. Nat. 1999. - V. 153. - P. 515-533.
4. Ильина Г.В. Ксилотрофные базидиомицеты в чистой культуре / Г.В. Ильина // Монография. – Пенза: ПГАУ, 2013. – 222 с.
5. Сашенкова С.А. Изучение влияния обогащения питательных сред и субстратов микроэлементами германием и селеном при культивировании базидиальных грибов / С.А. Сашенкова, Г.В. Ильина, Д.Ю. Ильин // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Экологические проблемы и здоровье населения». – Пенза: ПГАУ, 2017. – С. 48-51.
6. Марамохин Э.В. Изучение лесных фитопатогенов группы ксилотрофных базидиомицетов на примере *Piptoporus betulinus* (Bull.) P. HYPERLINK «<https://ru.wikipedia.org/wiki/P.Karst.>» и *Phellinus igniarius* (L.) Quel. в культуре in vitro / Э.В. Марамохин, К.В. Малахова // Материалы IV Всероссийской студенческой конференции (Йошкар-Ола, 20-23 ноября 2018 г.): в 8 ч. Часть 2: Идеи и решения для инновационного развития лесных и лесоперерабатывающих технологий. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – С. 74-77.

## PROSPECTS FOR OBTAINING BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM TISSUE CULTURE OF SOME XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETES

### **E.V. Maramokhin**

graduate student, assistant Kaf. of Biology and Ecology of the Kostroma State University (Kostroma), e-mail: maramokhin91@mail.ru

### **K.V. Malakhova**

postgraduate student of Biology and Ecology of the Kostroma State University (Kostroma)

Summary: The study examined the possibility of using biotechnological methods for the further production of biologically active substances from certain acid-base basidiomycetes.

Keywords: xylotrophic basidiomycetes, in vitro culture, biologically active substances, *Piptoporus betulinus* (Fr.) Karst., *Fomes fomentarius* (L.) Fr.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА НЕКОТОРЫХ ИСТОЧНИКОВ ГЕСПЕРИДИНА

### **К.Г. Мартиросян**

студент 4 курса очного отделения фармацевтического факультета Пятигорского медико-фармацевтического института - филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ (Пятигорск)  
e-mail: arsenalswansea@yandex.ru

### **А.А. Шамилов**

к.фарм.н., старший преподаватель кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института - филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ (Пятигорск)

### **Е.Р. Гарсия**

аспирант кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института - филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ (Пятигорск)

В высушенных частях плодов цитрусовых (экзо- и мезокарпий) установлено присутствие фенольных соединений, количественное содержание флавоноидов в пересчете на гесперидин составило  $7,45 \pm 0,21$  % и  $6,45 \pm 0,22$  % в мандаринах из Марокко и Турции, соответственно –  $5,43 \pm 0,19$  % в грейпфрутах из Израиля.

Ключевые слова: гесперидин, *кофейная кислота*, *Citrus reticulate*, *Citrus paradise*.

## ВВЕДЕНИЕ

Интерес к натуральным продуктам как к профилактическим и терапевтическим агентам дает большой потенциал богатому наследию традиционной медицины. Потенциальные биоактивные фитосоединения применяют при разработке новых терапевтических препаратов. Это подчеркивает необходимость научного анализа лекарственных растений для открытия новых активных соединений. Соединения группы флавоноидов, в том числе флавонон гесперидин, снижает риск рака, воспаления, сердечно-сосудистых расстройств [1]. Виды рода *Citrus* известны как богатые источники антиоксидантов, в том числе витамина С, фенольных соединений и каротиноидов. Многие исследования показали, что биоактивные флавоноиды из кожуры цитрусовых (экзо- и мезокарпия) обладают сильным антиоксидантным, антиатерогенным, противовирусным, антиагрегационным, антимуtagenным, противовоспалительным и противоопухолевым действиями. Максимальное выделение суммы флавоноидов необходимо для разработки фитопрепаратов комплексного действия [2, 3].

Цель данной работы – разработка методики выделения максимального количества суммы флавоноидов из некоторых источников гесперидина как биологически активного флавонона.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовали воздушно-сухую кожуру мандаринов *Citrus reticulate* Blanco и и грейп-



фрутов *Citrus paradise* Macfad. из разных мест произрастания. Мандарины из Турции и Марокко, грейпфруты из Израиля покупали в розничном продуктовом магазине. Сочный эндокarpий удаляли, экзо- с мезокарпией сушили на воздухе в тени. Для анализа кожуру измельчали до размера частиц 1 мм. Пробоподготовку для качественного анализа методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) проводили по следующей схеме: навеску растительного материала (1 г) смешивали с 10 мл метанола и нагревали на водяной бане при 65°C 5 минут при перемешивании. После охлаждения фильтровали через бумажный фильтр белая лента. Растворы стандартных образцов (СО) гесперидина (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) и кофейной кислоты (ООО «НПО Альфарм») готовили растворением 1 мг и 2 мг в 5 мл метанола, соответственно. Для ТСХ использовали активированные в течение часа при 100-105°C пластинки Sorbfil ПТСХ-АФ-А 10×15. На линию старта наносили метанольные извлечения цитрусовых и метанольные растворы СО. Элюирование проводили в системах растворителей, приведенных в таблице 1. После достижения линии финиша хроматограммы высушивали на воздухе, детектировали зоны адсорбции в УФ свете при длине волны 254 нм, обрабатывали алюминия хлоридом спиртовым раствором 2% и сушили при 110-120°C 5 минут.

Количественный анализ проводили методом спектрофотометрии в диапазоне длин волн 200-600 нм. Спектры измеряли на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ «Спектр», г. Санкт-Петербург, Россия). Извлечения получали из 0,5 г измельченного растительного материала (размер частиц 1 мм) нагреванием на водяной бане при 90°C в 50 мл метанола в течение 30 минут и 1 часа. Извлечения после охлаждения до комнатной температуры фильтровали через бумажный фильтр белая лента. Аликвоту 1 мл помещали в мерную колбу объемом 25 мл и доводили до метки метанолом и перемешивали. Проводили измерения прямых спектров. Также измеряли дифференциальные спектры, для чего алиkvоту 1 мл помещали в мерную колбу объемом 25 мл, добавляли 2 мл алюминия хлорида спиртового раствора 2% и 0,5 мл уксусной кислоты разведенной 30%, доводили до метки и перемешивали. Измерение проводили через 30 минут. Раствор сравнения содержал 2 мл метанольного извлечения, 0,5 мл уксусной кислоты разведенной 30%.

Параллельно измеряли оптическую плотность раствора СО гесперидина. Навеску СО (0,025 г) растворяли в метаноле и доводили до метки в мерной колбе объемом 25 мл. Аликвоту 2 мл помещали в мерную колбу объемом 25 мл, добавляли 2 мл алюминия хлорида спиртового раствора 2% и 0,5 мл уксусной кислоты разведенной 30%. через 30 минут. Раствор сравнения готовили аналогично без добавления алюминия хлорида.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты хроматографического анализа в тонком слое сорбента метанольных извлечений из мандаринов, произрастающих в Марокко (ММ) и Турции (МТ), и грейпфрутов, произрастающих в Израиле (ГИ), и растворов сравнения гесперидина и кофейной кислоты.

Таблица 1 – Хроматографический анализ метанольных извлечений из экзо- и мезокарпия цитрусовых

Элюирующая система	R <sub>f</sub> ±0,02 зон СО	R <sub>f</sub> ±0,02 зон извлечений	Окраска в видимом свете	Окраска в УФ-свете (254нм)	Окраска с AlCl <sub>3</sub> 2% спиртовым раствором	Идентификация вещества
Бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2)	Гесперидин 0,65	ММ 0,63 МТ 0,64 ГИ 0,66	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,80	ММ 0,79 МТ 0,78 ГИ 0,78	-	Голубая	Голубая	Кофейная кислота
Уксусная кислота 15%	Гесперидин 0,90	ММ 0,88 МТ 0,91 ГИ 0,92	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,93	-	-	Голубая	Голубая	-
Хлороформ-спирт метиловый (0,5:9,5)	Гесперидин 0,80	ММ 0,79 МТ 0,80 ГИ 0,79	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,77	-	-	Голубая	Голубая	-
Вода-безводная муравьиная кислота-этилацетат (10:15:75)	Гесперидин 0,77	ММ 0,79 МТ 0,77 ГИ 0,78	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,84	-	-	Голубая	Голубая	-
Этилацетат	Гесперидин 0,065	ММ 0,065 МТ 0,073 ГИ 0,065	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,85	ММ 0,85 МТ 0,86 ГИ 0,86	-	Голубая	Голубая	Кофейная кислота
Вода-ацетонитрил-уксусная кислота (78:19:3)	Гесперидин 0,89	ММ 0,89 МТ 0,087 ГИ 0,89	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,073	ММ 0,065 МТ 0,057 ГИ 0,057	-	Синяя	Синяя	-
Ацетонитрил-уксусная кислота-метанол-вода (2,7:3,7:22:71,6)	Гесперидин 0,86	ММ 0,87 МТ 0,88 ГИ 0,88	-	Желтая	Яркая желто-зеленая	Гесперидин
	Кофейная кислота 0,76	-	-	Синяя	Синяя	-

Обнаружено наилучшее разделение гесперицина и кофейной кислоты при совместном присутствии в извлечениях из экзо- и мезокарпия цитрусовых в системах бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2), этилацетат, вода-ацетонитрил-уксусная кислота (78:19:3). В других использованных системах коэффициент подвижности гесперицина и кофейной кислоты близ-

ки по значению, что затрудняет идентификацию этих веществ в суммарных извлечениях из растительного материала.

При измерении прямых и дифференциальных спектров обнаружено, что при добавлении алюминия хлорида как комплексообразователя с флавоноидами, наблюдается не только bathochromный сдвиг спектра поглощения, но и снижение оптической плотности практически в 2 раза (Рисунок 1). Это свидетельствует о содержании других фенольных соединений, которые также поглощают при длине волны 282 нм, что также подтверждает качественный анализ методом ТСХ. Однако, для стандартного образца гесперидина наблюдается схожая динамика для прямого и дифференциального спектров.

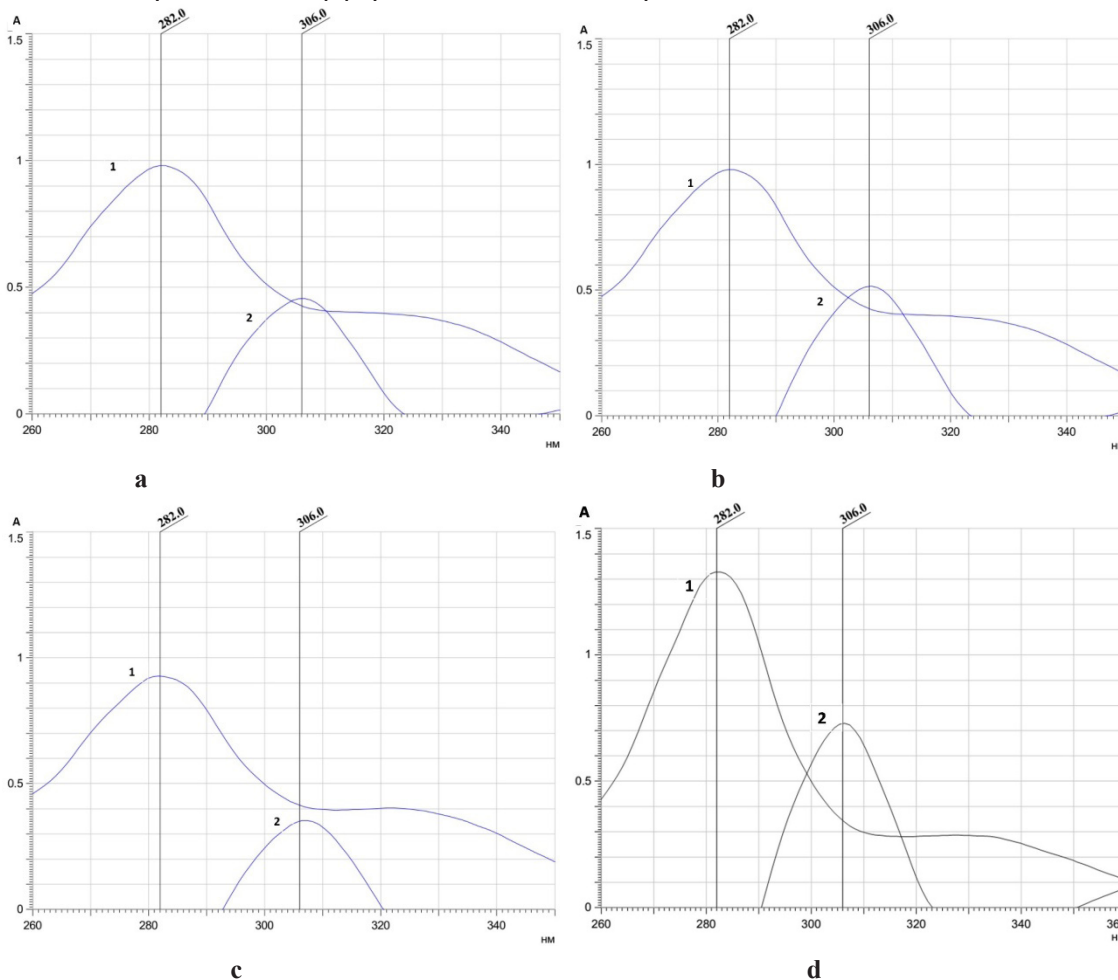


Рисунок 1 – Спектры поглощения: **a-c** - метанольного извлечения после 30 минут экстракции из мандарина, произрастающего в Марокко (a); мандарина, произрастающего в Турции (b); грейпфрута, произрастающего в Израиле (c); **d** - стандартного образца гесперидина (1 – прямой спектр; 2 – дифференциальный спектр)

Результаты количественного определения суммы флавоноидов в пересчете на гесперидин в метанольных извлечениях цитрусовых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание суммы флавоноидов в пересчете на гесперидин в кожуре видов цитрусовых

ЛРС	n	f				t(p, f)	Δx	ε, %
Прямые спектры								
Экстракция 30 мин								
Мандарин Марокко	7	6	8,20	0,1995	0,0754	2,45	0,1847	2,25
Мандарин Турция	7	6	8,29	0,2369	0,0895	2,45	0,2194	2,65
Грейпфрут Израиль	7	6	7,54	0,2419	0,0914	2,45	0,2240	2,97
Экстракция 1 час								
Мандарин Марокко	7	6	8,12	0,2988	0,1129	2,45	0,2767	3,41
Мандарин Турция	7	6	8,39	0,2519	0,0952	2,45	0,2333	2,78
Грейпфрут Израиль	7	6	7,56	0,2593	0,0980	2,45	0,2402	3,18
Дифференциальные спектры								
Экстракция 30 мин								
Мандарин Марокко	7	6	7,45	0,2269	0,0858	2,45	0,2101	2,82
Мандарин Турция	7	6	6,45	0,2402	0,0908	2,45	0,2225	3,45
Грейпфрут Израиль	7	6	5,43	0,2075	0,0784	2,45	0,1922	3,54
Экстракция 1 час								
Мандарин Марокко	7	6	7,52	0,1923	0,0727	2,45	0,1781	2,37
Мандарин Турция	7	6	6,53	0,2126	0,0803	2,45	0,1969	3,01
Грейпфрут Израиль	7	6	5,57	0,1628	0,0615	2,45	0,1507	2,71

Полученные данные демонстрируют возможность экстракции суммы флавоноидов из экзо- и мезокарпия цитрусовых в течение 30 мин. В сравнении с ранее полученными данными расчета суммы флавоноидов в пересчете на гесперидин в тех же объектах с использованием в качестве экстрагента смеси этанол-ДМСО (10:2) методом прямой спектрофотометрии [4,5] (мандарин Марокко –  $7,44 \pm 0,32\%$ ; мандарин Турция –  $8,42 \pm 0,37\%$ ; грейпфрут Израиль –  $8,63 \pm 0,33\%$ ) подтверждается вклад других фенольных соединений, в частности фенолокислот, в суммарное содержание флавоноидов [6]. Поэтому использование дифференциальной спектрофотометрии для расчета суммы флавоноидов в источниках гесперидина более специфично при экстракции метанолом.

## ВЫВОДЫ

Наиболее распространенными гликозидными флаванонами в кожуре цитрусовых являются нарингин, гесперидин и неогесперидин. Другими фенольными соединениями, присутствующими в цитрусах, являются феруловая, хлорогеновая и кофейная кислоты [3]. Из семи

---

---

использованных систем элюентов только три системы оптимальны по разнице в значении коэффициента подвижности ( $>0,1$ ). Результаты прямого и дифференциального спектрофотометического анализа доказывают совместное присутствие фенолокислот и флавоноидов извлечений из кожуры цитрусовых. Для выделения суммы флавоноидов оптимально применение метанола и экстракции на водяной бане в течение 30 минут.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bigoniya P., Singh K. Ulcer protective potential of standardized hesperidin, a citrus flavonoid isolated from *Citrus sinensis* // Revista Brasileira de Farmacognosia. – 2014; 24(3): 330-40.
2. Wang Y., Qian J., Cao J. et al. Antioxidant capacity, anticancer ability and flavonoids composition of 35 *Citrus (Citrus reticulata* Blanco) varieties // Molecules. – 2017; 22(7): 1114.
3. Tejada S., Pinya S., Martorell M. et al. Potential anti-inflammatory effects of hesperidin from the genus *Citrus* // Current medicinal chemistry. – 2018; 25(37): 4929-45.
4. Евсеева О. С., Андреева О. А., Оганесян Э. Т. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в некоторых видах рода *Citrus* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2013; 24(25(168)): 55-60.
5. Евсеева О. С., Андреева О. А., Оганесян Э. Т., Ароян М. В. О качественном составе флаванонов и их количественном содержании в кожуре *Citrus maxima* // Фундаментальные исследования. – 2014; 1(6): 96-9.
6. Мартиросян К. Г., Шамилов А. А., Гарсия Е. Р. Фитохимическое изучение кожуры некоторых видов рода цитрусовых // Во имя жизни и здоровья: материалы 71-й Международной научно-практической конференции (17-18 мая 2018 г.), Пятигорский медико-фармацевтический институт. Пятигорск: Рекламно-информационное агентство на Кавминводах, 2018; с. 175-180.



---

---

# DEVELOPMENT OF ANALYSIS SOME SOURCES OF HESPERIDIN

**K.G. Martirosyan,**

student of pharmaceutical faculty, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch FGBOU VO VolgGMU of Ministry of Health of Russia E-mail: arsenalswansea@yandex.ru

**A.A. Shamilov,**

Ph.D. (Pharm.), Department of Pharmacognozy, Botany and Technology of Phytopreparations, Pyatigorsk

Medical and Pharmaceutical Institute – a branch FGBOU VO VolgGMU of Ministry of Health of Russia

**E.R. Garsiya,**

Postgraduate student of the Department of Pharmacognozy, Botany and Technology of Phytopreparations,

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - a branch FGBOU VO VolgGMU of Ministry of Health of Russia

Summary: In the air-dried epi- and mesocarp of some *Citrus* species were investigated the phenolic content. The total amount of flavonoids is  $7,45 \pm 0,21$  g of hesperidin/100 g (%) and  $6,45 \pm 0,22$  g of hesperidin/100 g (%) of dried mandarin from Morocco and Turkey, respectively;  $5,05 \pm 0,15$  g of hesperidin/100 g (%) of dried grapefruit from Israel.

Keywords: hesperidin, caffeic acid, *Citrus reticulata*, *Citrus paradise*

# РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТА ГУСТОГО ИЗ БИОМАССЫ *CHLORELLA VULGARIS* ВЕУЕРИНСК

**А.В. Митишев**

аспирант кафедры «Общая и клиническая фармакология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (Пенза)

e-mail: [span2361@rambler.ru](mailto:span2361@rambler.ru)

**Е.Ф. Семенова**

к.б.н., профессор кафедры «Общая и клиническая фармакология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (Пенза)

В статье представлены результаты фитохимического анализа биомассы хлореллы. Установлены оптимальные условия экстракции для получения экстракта густого.

Ключевые слова: биомасса хлореллы, экстракт густой, дробная мацерация, хлорофиллы  $\alpha$  и  $\beta$ , каротиноиды.

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в фармацевтической технологии большое внимание уделяется фитопрепаратам [1]. Благодаря квалифицированному информированию практикующих врачей и пациентов, лекарственные средства растительного происхождения имеют большое значение в комплексной терапии многих заболеваний [2,3].

В настоящее время в медицинской практике для лечения заболеваний чаще всего используются лекарственные средства химического синтеза, к которым развивается устойчивость и высок риск развития нежелательных реакций. Напротив, фитопрепараты включают в себя растительные экстракты, содержащие комплекс биологически активных веществ, обладающий широким спектром действия, хорошей переносимостью и низким риском развития нежелательных реакций. Все перечисленные достоинства дают возможность использования фитосредств для лечения заболеваний у пациентов любого возраста, протекающих в хронической форме [4].

В современных условиях все большее внимание уделяется получению фармацевтических субстанций на основе биотехнологического сырья, в том числе и микроскопических водорослей. Хлорелла – представитель многочисленного типа одноклеточных зеленых водорослей. Богатый химический состав клеток объясняет возможность ее широкого использования в фармацевтической и клинической практике [5].

Комплекс биологически активных соединений (БАС: аминокислоты, пигменты: хлорофиллы  $\alpha$  и  $\beta$ , каротиноиды, и др.) биомассы хлореллы оказывает противовоспалительное, антиоксидантное, противомикробное и ранозаживляющее действие [6].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служила биомасса штамма *Chlorella vulgaris* Beyerinck IPPAS С-2019, выращенная глубинным методом на среда Тамия, предварительно высушенная и измельченная. Определение фракционного состава, влажности, зольности, экстрактивных веществ проводили по ГФ XIV, 2018 [7]. Протеин определяли методом Кьельдаля. Аминокислотный состав анализировали методом капельного электрофореза [8]. Количественное содержание хлорофиллов и каротиноидов проводили спектрофотометрическим методом на СФ-201 при [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Воздушно-сухая биомасса представляет собой бесформенные частицы различной формы и размера темно-зеленого цвета, легкие, оставляющие следы при растирании, имеющие специфический запах и вкус. Результаты товароведческого анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Товароведческий анализ биомассы хлореллы

Показатель	Опытные данные
Фракционный состав, %	
> 0,5	0,06
0,25>x<0,5	0,23
0,160>x<0,25	6,33
0,125>x<0,160	92
< 0,125	1,38
Влажность, %	5,75 ± 0,179
Зола, %	5,27 ± 0,06
Протеин, %	64,61 ± 0,49
Незаменимые аминокислоты, %	Метионин - 0,20±0,07 Лизин - 1,89±0,64 Валин - 1,17±0,47 Лейцин + Изолейцин - 1,06±0,27 Треонин - 1,03±0,41 Метионин - 0,20±0,07

Результаты определения фракционного состава показывают, что присутствуют частицы размером от 0,125 до 0,5 мм. При этом необходимо отметить, что основная их доля имеет размеры 0,125 – 0,160 мм. Полученные данные свидетельствуют о большом содержании в сырье белка. Проведенный аминокислотный анализ биомассы хлореллы штамма ИФР С-2019 показал высокое содержание аминокислот, в том числе незаменимых. Для биомассы хлореллы характерна высокая зольность, что указывает на наличие в существенных количествах макро- и микроэлементов.

Выбор оптимального экстрагента и параметров экстракции в технологии фитопрепаратов имеет большое значение. Степень измельчения биомассы хлореллы, при котором наблюдается максимальный выход БАС, составляет 0,125 – 0,160 мм. Природа экстрагента может влиять не только на выход БАС, но и на качественный состав экстракта. В эксперименте использовали несколько экстрагентов: вода очищенная, спирт этиловый разных концентраций: 30, 40, 50, 70, 80, 90, 95%. Проведенное сравнительное исследование показало, что больше всего экстрактивных веществ извлекается водой (29,83%), суммы каротиноидов и хлорофиллов – 90-95 % спиртом: 0,18-0,183% и 0,474 – 0,535%, соответственно (Рисунок 1). Так как каротиноиды и хлорофиллы является одними из основных действующих БАС, то для получения экстракта выбран спирт 90 %.

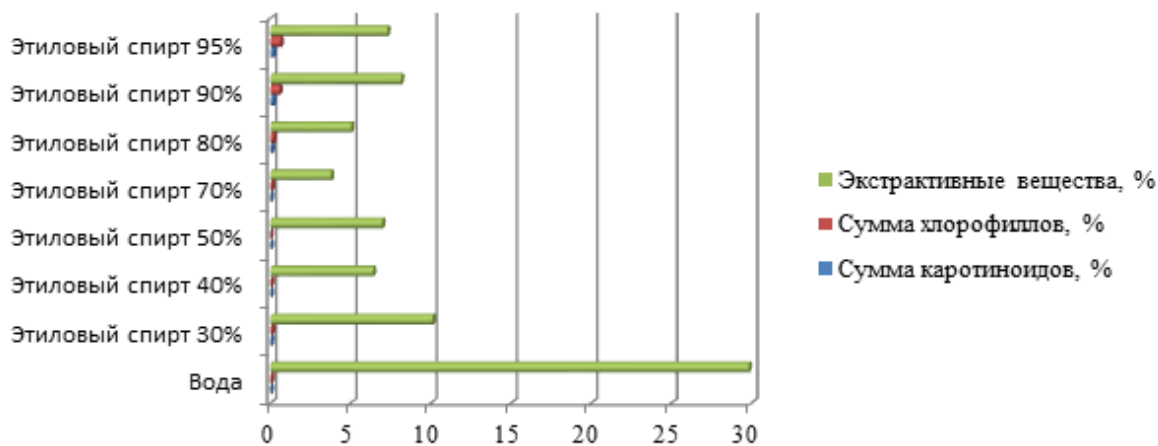


Рисунок 1 – Влияние экстрагента на выход БАС

Рисунок 1 – Влияние экстрагента на выход БАС

На основании результатов эксперимента было выбрано соотношение сырье-экстрагент 1:50 (Рисунок 2), при котором выход БАС из биомассы хлореллы составляет  $72,83 \pm 0,5\%$ .

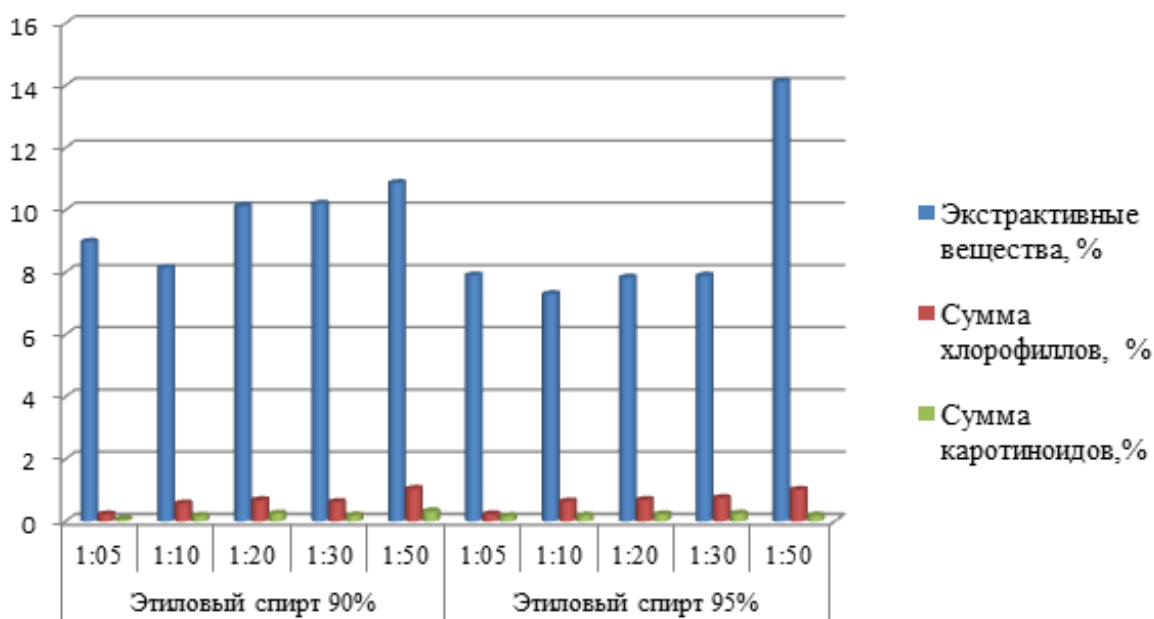


Рисунок 2 – Влияние соотношения сырье-экстрагент на выход БАС

Также на эффективность экстракции большое влияние оказывает температура. Повышение температуры экстракции с 25 до 80 °С приводит к увеличению выхода БАС в 3-4 раза и наступления равновесия на 90-120 мин процесса (Рисунок 3.).

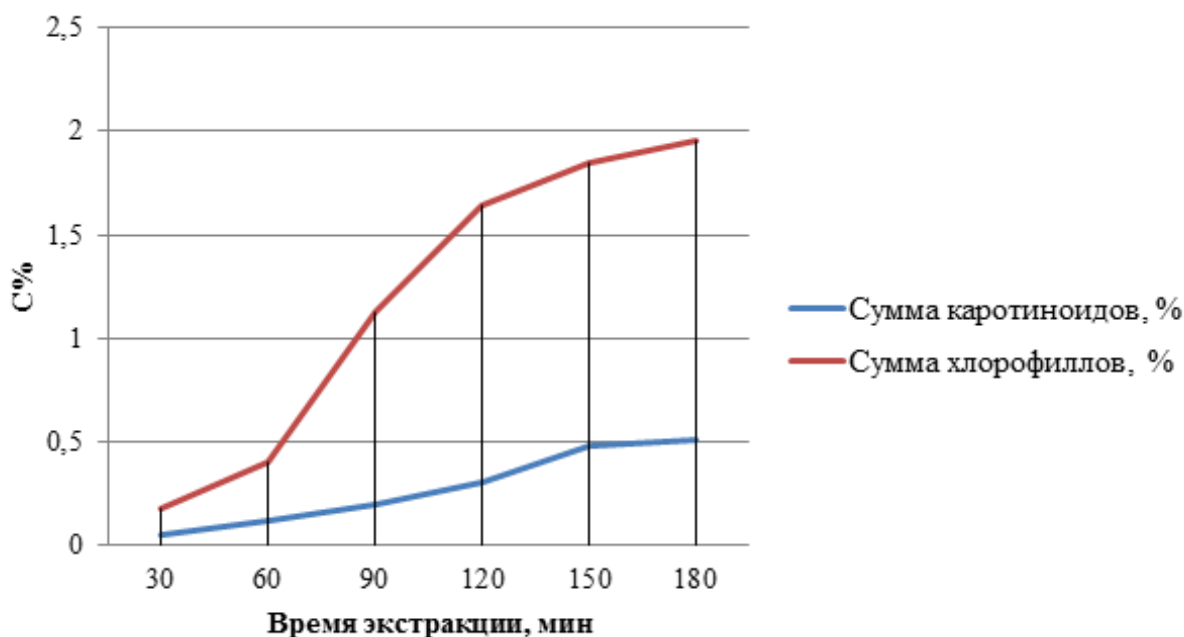


Рисунок 3 – Выход основных БАС при температуре экстракции 80°C

С увеличением продолжительности процесса извлечения до 4 часов (трехкратная экстракция этанолом в течение 120, 60, 60 мин при 80°C) возрастает выход БАС.

## ВЫВОДЫ

На основании результатов проведенных анализов были определены показатели биомассы штамма *Chlorella vulgaris* Weyerinck IPPAS C-2019, характеризующие качество перспективного растительного сырья: содержание влаги не более 6%; золы общей не более 6%; частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 0,5 мм, не более 1%; частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 0,125, не более 5%.

Установлены оптимальные условия экстракции биомассы хлореллы при получении экстракта густого: соотношение сырье:экстрагент 1:50, экстрагент спирт этиловый 90%, t экстракции 60-80°C, трехкратная экстракция в течении 120, 60, 60 мин.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009; с. 560.
2. Зилфикаров И.Н. Ресурсосберегающие технологии в фармации / Г.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011; с. 234.



- 
- 
3. Марахова А.И., Сорокина А.А., Самылина И.А., и др. Инновационный способ экстракции природных биологических соединений / А.И. Марахова, А.А. Сорокина, И.А. Самылина, Я.М. Станишевский // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2014;4(9):54-57.
  4. Гончаров О.В. Фитотерапия в комплексном лечении и реабилитации детей после перенесенной острой респираторной вирусной инфекции // Медицинский совет. – 2016;1:58-62.
  5. Митишев А.В., Преснякова Е.В., Семенова Е.Ф., Гурина М.А. Сравнительный анализ штаммов продуцента и инновационного продукта как основных элементов биотехнологии резиноида хлореллы // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Серия «Естественные науки», 2014;4 (8):19-29.
  6. Cristiano José de Andrade, Lidiane Maria de Andrade. An overview on the application of genus *Chlorella* in biotechnological processes // Journal of Advanced Research in Biotechnology, 2017; 2(1): 1-9.
  7. Государственная фармакопея Российской Федерации. Изд. XIV. Том 2. Министерство здравоохранения Российской Федерации / Москва, 2018; с. 3262.
  8. Методика измерений массовой доли аминокислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель» М-04-38-2009 / ООО «Люмэкс-маркетинг». – СПб., 2014; с. 49.
  9. Беляков К.В. Методологические подходы к определению биологически активных веществ в лекарственном растительном сырье спектрофотометрическим методом / М.: Медицина, 2004; с. 186.

## DEVELOPMENT OF THE METHOD FOR RECEIVING THE EXTRACT OF CHLORELLA VULGARIS BEYERINCK BIOMASS

### **A.V. Mitishev**

postgraduate Student, Department of General and Clinical Pharmacology-e-mail: span2361@rambler.ru tel. 89603275597

### **E.F. Semenova**

Ph.D., Professor, Department of General and Clinical Pharmacology, Penza State University (Penza)

Summary: The article presents the results of phytochemical analysis of chlorella biomass. The optimal extraction conditions for obtaining a thick extract have been established.

*Keywords: chlorella biomass, thick extract, fractional maceration,  $\alpha$  and  $\beta$  chlorophylls, carotenoids.*

# ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФЕРМЕНТАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЯХ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО

**Е.И. Молохова**

д.фарм.н., профессор ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава РФ (Пермь)  
e-mail: [profmol17@gmail.com](mailto:profmol17@gmail.com)

**В. Д. Белоногова**

д.фарм.н., профессор ФГБОУ ВО ПГФА Минздрава РФ (Пермь)

Изучено влияние различных режимов ферментации при получении чайных напитков из листьев кипрея узколистного. Установлено снижение количества биологически активных веществ (дубильных веществ и флавоноидов) при предварительном замораживании сырья (от 1,5 до 2, 13 раз) и изменении режима ферментации (более чем на 20 %).

Ключевые слова: ферментация, кипрей узколистный, замораживание, дубильные вещества, флавоноиды.

## ВВЕДЕНИЕ

В современном обществе отмечается повышение интереса к чайным напиткам из растений, традиционно используемым в народной медицине. В Российской Федерации к таким растений относится кипрей узколистный (иван-чай), который применяется с XII века в качестве седативного, противовоспалительного, детоксикационного, гемостатического, ранозаживляющего средства. Неисчерпаемые природные ресурсы, приятные органолептические свойства, богатый фитохимический состав делают актуальным возрождение и совершенствование технологий чайных напитков на основе растительного сырья – кипрея узколистного.

Иван-чай узколистный (лат. *Chamerion angustifolium*), или Кипрей узколистный (лат. *Epilobium angustifolium*) – многолетнее травянистое растение семейства Кипрейные (*Onagraceae*) высотой 50-150 (в некоторых регионах до 200) см. [1]. Кипрей узколистный распространен во всех районах Европейской части России: обширные заросли встречаются на северо-востоке Российской Федерации, на Урале: Южный Урал и его предгорья, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Обильно произрастает в Якутии, в Закавказье и Средней Азии. Кипрей узколистный растет в хвойных: сосновых, смешанных, а также лиственных, березовых лесах. Светолюбив, растет лишь на местах, доступных солнечным лучам, на лесных опушках, обильно растет на гарях, лесных вырубках, насыпях и вдоль дорог, около канав и торфяных болотах. [2].

На сегодняшний день кипрей узколистный не включён в Государственную Фармакопею и в Государственный реестр лекарственных средств. Однако, он широко применяется в народной медицине при таких заболеваниях, как: артериальная гипертензия; повышенная возбудимость и расстройства сна; головные боли, сотрясения мозга; хронический гастрит

с повышенной кислотностью; колиты и энтероколиты; язвенная болезнь с нормальной или повышенной кислотностью; плеврит; простатит; бесплодие; ангина, тонзиллит, ларингит; диатез, экзема; стоматит, гингивит, флюс, пародонтоз [1,2]. Также кипрей входит в состав комплексных сборов «Алфит-2» (для улучшения зрения), «Алфит-15» (для профилактики аллергии), «Алфит-16» (для снижения веса), «Алфит-23» (дезинтоксикационный), «Алфит-27» (для профилактики атеросклероза), «Алтайфит-5» (противовоспалительный), «Панталфит-12» (для профилактики атеросклероза), «Фитол-3» (для снижения веса), «Фитол-12» (для улучшения зрения). [3,5]

При получения чайных напитков сырье кипрея перед сушкой целесообразно подвергать ферментации - в противном случае они придадут чаю травяной запах и совершенно лишены аромата. Ферментация представляет собой биохимический процесс завяливания и скручивания свежего растительного сырья при окислении воздухом. [1,2]

Существует несколько способов получения чайных напитков из сырья кипрея узколистного:

1 способ включает последовательное подвяливание листьев кипрея до остаточной влажности 50-60%, промораживание ее при температуре минус 10-12°C в течение 9-15 часов, тепловую обработку при температуре 50-100°C до потери 10-15 % массы, ферментацию, измельчение, гранулирование и сушку. Кроме того, полученную после тепловой обработки массу купажируют с плодами в соотношении, сырье кипрея 80%, плоды 20%. А в качестве плодов для купаживания используют, например, плоды малины и земляники в равных долях.

2 способ – сначала сырье обрабатывают, обработка включает завяливание, до влагосодержания 55-65 % при температуре не выше 50°C, измельчение до размеров частиц 2-6 мм. Далее проводят ферментацию в течение 3-5 часов до образования характерного темного цвета со слабым темно-зеленым оттенком и сушку 1-1,5 часа при температуре 60-70°C до влагосодержания 7-9 %.

3 способ без предварительного завяливания, собранные листья кипрея узколистного подвергают измельчению, ферментации, сушке и сортировке листьев. При этом ферментацию проводят при температуре воздуха 24-28°C. Окончание ферментации контролируют по получению фруктового запаха. Она длится приблизительно 10-12 часов. После окончания ферментации получаемый продукт перекалывают в ящики с дном из сетки, которые ставят в сушильную камеру. Сушку проводят в два этапа, причем сушку на первом этапе осуществляют при температуре 35-40 С в течение приблизительно 1,5-2,5 часов, а на втором этапе - при температуре 50-55°C до получения относительной влажности готового продукта 8,5-9,5 %. [4]

Также после процесса подвяливания сырья, сырье замораживают. Поэтому ферментацию проводят из предварительно замороженного сырья. Заморозку используют как метод консервации сырья из-за больших объемов производства, для повышения высвобождения действующих веществ и улучшения вкуса. [4]

В ходе исследований было выявлено, что вкусо-ароматические показатели настоя из листьев кипрея узколистного значительно повышаются после ферментации листового сырья. Использование цветов, стеблей и корней кипрея узколистного в качестве сырья для изготовления чайных напитков нецелесообразно так как цветы дают специфическую окраску настою, легко разрушаемую при воздействии солнечного света, а стебли кипрея плохо подвергаются ферментации и имеют более низкую антиоксидантную активность, чем листья. [3,5]. Представляет интерес проведения экспериментальных исследований по сравнитель-

---

---

ному анализу состава основных БАВ в сырье кипрея узколистного с различными режимами обработки при получении чайных напитков.

Целью проведенной работы - изучение влияния условий ферментационной обработки на фитохимический состав чайных напитков на основе кипрея узколистного.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы для исследования были предоставлены с завода по производству чайных напитков из сырья кипрея узколистного ООО «Можно» г. Екатеринбург. На производстве для получения чайных напитков используют свежие листья, собранные от травы кипрея узколистного, которые подвергают ферментации.

Обработка листьев проводится в 3 стадии – предферментационная стадия (завяливание сырья в климатической камере, с последующим измельчением до размеров частиц 2-6 мм.), собственно ферментация (в течение 3-5 часов до образования характерного темного цвета со слабым темно-зеленым оттенком) и стадия сушки (при температуре 60-70°C до влагосодержания не более 12%) для предотвращения последующей порчи уже готовых чайных напитков. Используют две степени ферментации: слабая (0-10%) и средняя (30-90%).

Заморозку используют как метод консервации сырья из-за больших объемов производства, для повышения высвобождения действующих веществ и улучшения вкуса. [4]. Так как после предферментационной стадии часть сырья на заводе замораживают, поэтому ферментацию некоторых образцов проводили из предварительно замороженного сырья.

Определение влажности проводили согласно ОФС.1.5.3.00007.15. «Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов». Для пересчета количества действующих веществ на абсолютно сухое сырье влажность определяли в навесках сырья 3,0 (точная навеска), взятых от каждого образца чайного напитка.

Фитохимический состав сырья кипрея узколистного достаточно хорошо изучен и включает такие группы БАВ, относящиеся к веществам вторичного метаболизма, как дубильные вещества, полисахариды, терпены, флавоноиды, хлорофилл [4]. В качестве реперных соединений, позволяющих наиболее объективно оценить роль ферментационных процессов при обработке растительного сырья, выбраны дубильные вещества и флавоноиды.

Для количественного определения дубильных веществ использовали ОФС.1.5.3.00008.15 «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах».

Для количественного определения суммы флавоноидов выбрана методика дифференциальной спектрофотометрии, описанная для зверобоя травы – *Hyperici herbae* и адаптированная для анализа сырья кипрея узколистного. (ГФ XIII т.3, ФС 2.5.0015.15).

Для количественного определения дубильных веществ и флавоноидов из каждого образца чайного напитка брали по 3 пробы. Из полученных результатов вычисляли среднее значение с точностью 0,05 %.

Объектами исследования служили 6 образцов чайных напитков компании, характеристика которых представлена в таблице 1.



Таблица 1 – Характеристика чайных напитков из наземной части кипрея узколистного производства фирмы ООО «Можно», г. Екатеринбург

№ образца	Условное /торговое название	Характеристика обработки сырья
1	Зеленый 2016 (листья кипрея узколистного)	Без предварительного замораживания Слабая ферментация
2	Зеленый М-18 (листья кипрея узколистного)	Предварительное замораживание при $t=-18^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность - 90-95%. Слабая ферментация
3	Царь Берендей (листья кипрея узколистного + мед)	Без предварительного замораживания Средняя ферментация
4	Царь Берендей (листья кипрея узколистного + мед)	Предварительное замораживание при $t=-18^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность - 90-95%. Средняя ферментация
5	Иван-чай в фильтр/пак. листья кипрея узколистного	Без предварительного замораживания Средняя ферментация
6	Иван-чай с липой (листья кипрея узколистного + цветки липы)	Без предварительного замораживания Средняя ферментация

Образцы под номерами 1,3,5,6 готовили по стандартной технологии, 2,4 – после предварительного замораживания. В образцах под номерами 1,2 использовали слабую ферментацию, в 3-6 – среднюю.

Сырье собрано в Нижнесергинском, Шалинском и Алапаевском районах Свердловской области. Время сбора – 2016г.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты определения влажности в образцах чайных напитков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения влажности в образцах чайных напитков

№ образца чайного напитка	Результат определения, % (среднее значение)
№ 1	5,62
№ 2	5,71
№ 3	5,83
№ 4	5,93
№ 5	5,94
№ 6	5,52

В ходе исследований получены количественные значения содержания дубильных веществ и флавоноидов в образцах, характеризующих различные способы обработки листьев кипрея узколистного, представленных на рисунках 1-2. В результате сравнительного анализа содержания БАВ в экспериментальных образцах установлено достоверное уменьшение количества БАВ в слабоферментированных образцах (образцы 1, 2) - более чем на 20% в обоих случаях. Также установлено существенное влияние замораживания на содержание БАВ в образцах чайных напитков. Количество дубильных веществ в образцах с предварительным замораживанием снижается в 2, 13 раза, флавоноидов – более чем в 1, 50 раза. В слабоферментированных образцах, характеризующихся пониженным содержанием



дубильных веществ и флавоноидов, после замораживания количество дубильных веществ снизилось на 20 %, а флавоноидов оставалось без изменения.

## ВЫВОДЫ

Экспериментально установлено значимое снижение количества БАВ при изменении режима ферментации травы кипрея узколистного (более чем на 20 %) и при предварительном замораживании (от 1,5 до 2, 13 раз). Это позволяет классифицировать эти стадии в качестве критических, как оказывающих существенное влияние на качество чайных напитков по содержанию дубильных веществ и флавоноидов.

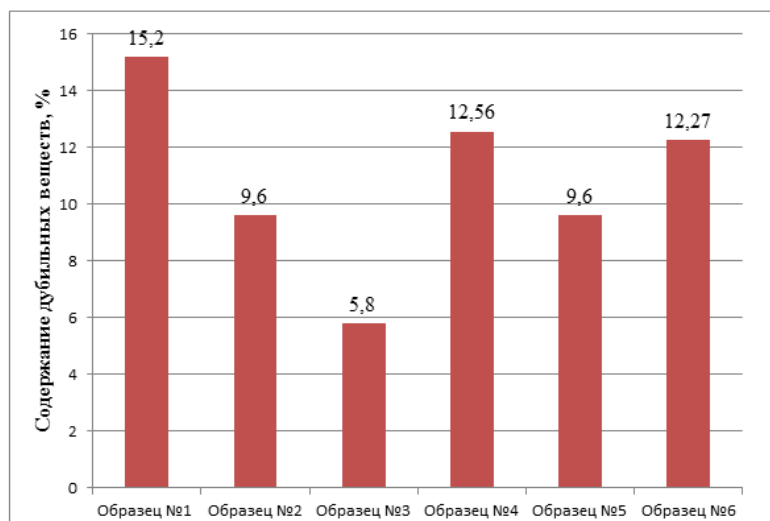


Рисунок 1 – Результаты количественного определения дубильных веществ в образцах в образцах чайных напитков

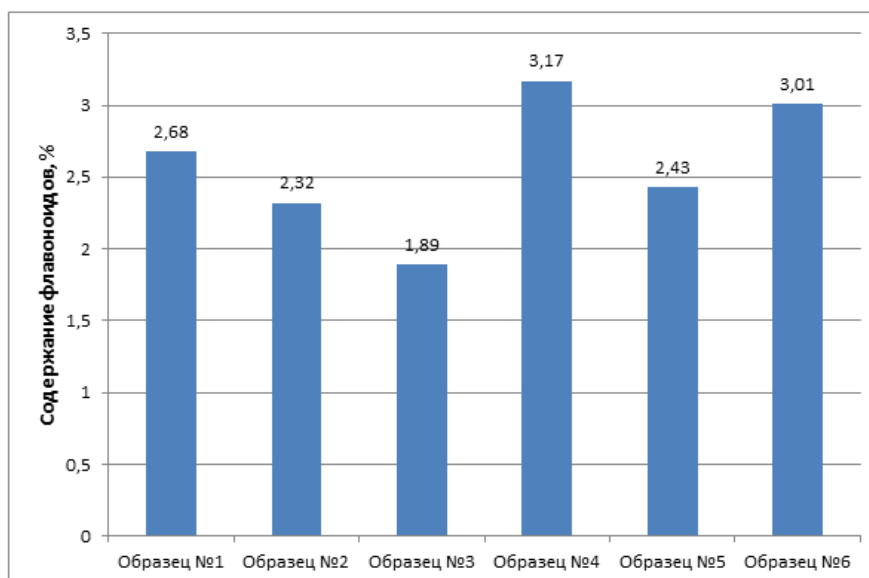


Рисунок 2 – Результаты количественного определения флавоноидов в образцах чайных на-

---

---

ПИТКОВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барнаулов О.Д. Лекарственные растения – суррогаты чая–СПБ.: Информнавигатор, 2016. – 447 с.
2. Даников Н.И. Целебный Иван-чай – М.: Эксмо, 2016. – 220 с.
3. Никитина М.М. Лечебные чаи, сборы, настои - М.: Крылов, 2010. – 120 с.
4. Сергунова Е.В. Изучение состава биологически активных веществ лекарственного растительного сырья различных способов консервации и лекарственных препаратов на его основе: автореф. дис. канд. фарм. наук 14.04.02 - М., 2016. – 43 с.
5. Фозилова В.Н. Разработка и исследование потребительских свойств чайных напитков на основе кипрея узколистного: дис. канд. тех. наук.- Екатеринбург, 2014. – 155 с.

## THE INFLUENCE OF FERMENTATIONS CONDITIONS ON THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN LEAVES OF ROSEBAY WILLOWHERB (*EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM*)

**E.I. Molokhova**

PharmDr., Prof. «Perm State Pharmaceutical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation, *e-mail*: [profmol17@gmail.com](mailto:profmol17@gmail.com)

**V.D. Belonogova**

PharmDr., Prof. «Perm State Pharmaceutical Academy» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Summary: The Influence of various modes of fermentation when receiving tea drinks from a leaf of a Rosebay Willowherb was studied. The significant decrease in amount of biologically active substances (Tannins and Flavonoids) by preliminary freezing of raw materials (from 1,5 to 2,13 times) and change of the mode of fermentation (more than for 20%) was found.

Keywords: Fermentation, Rosebay Willowherb, freezing, tannins, flavonoids

# ИЗУЧЕНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА МАСЛА ЧЁРНОГО ТМИНА

## **А.Р. Мубинов**

Студент 4 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [666milkyway@gmail.com](mailto:666milkyway@gmail.com)

## **Т.К. Рязанова**

к.фарм.н., старший преподаватель ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **В.А. Куркин**

д. фарм. н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **Е.В. Авдеева**

д.фарм.н., профессор ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

В настоящей работе обсуждаются вопросы идентификации и определения доброкачественности образцов ценных пищевых и косметических жирных масел черного тмина, или чернушки посевной (дамасской) — *Nigella sativa* (L.), из разных стран (Египет, Пакистан, Саудовская Аравия) по жирнокислотному составу и по содержанию компонентов эфирного масла. В жирном масле семян чёрного тмина с использованием метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) идентифицировано 29 компонентов. В жирнокислотном профиле масла доминируют эссенциальные жирные кислоты; присутствует эфиромасличная фракция, представленная в основном цимолом и в меньшем количестве —  $\beta$ -туйеном, лонгифолоном и другими компонентами.

Ключевые слова: чёрный тмин, чернушка посевная, *Nigella sativa* (L.), чернушка дамасская, жирное масло, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, триглицериды, эфирные масла, хроматография, ГХ/МС.

## ВВЕДЕНИЕ

Черный тмин (чернушка посевная) - *Nigella sativa* (L.) семейства Лютиковые - *Ranunculaceae* представляет собой однолетнее травянистое растение высотой до 50 см [2]. Цветёт в июле — августе, плоды созревают в августе-сентябре. В медицине используются семена черного тмина. Они представляют собой морщинистые треугольники черного цвета, длиной 5-6 мм. Вкус – травянистый, с лёгким ореховым оттенком; вкус и запах специфические.

Семена заготавливают вместе со стеблями, связывают в пучки и досушивают в сухом, проветриваемом помещении, в защищенном от солнечных лучей помещении. Родиной черного тмина является Юго-Западная Азия и Средиземноморье. В настоящее время прорастает на Балканском полуострове, на Кавказе, в Малой Азии, Южной Европе. Культивируется преимущественно в Индии, Египте и на Ближнем Востоке, в Западном Средиземноморье

---

---

[5], есть успешные попытки культивирования и на территории Российской Федерации.

Род чернушка широко известен во всем мире, однако, степень изученности отдельных видов характеризуется неравномерностью и неоднозначностью данных. В России официальным является сырье чернушки дамасской (ВФС 42-1691-87) как источник препарата «Нигедаза», применяемого для лечения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта (холецистопанкреатиты, энтероколиты, хронические гепатиты, панкреатиты), хотя в семенах чернушки посевной также содержатся липолитические ферменты, что позволяет рассматривать данный вид чернушки как дополнительный сырьевой источник для получения препарата [2, 4]. Чернушка посевная зарегистрирована как гомеопатическое средство (рег. номер 95/335/805). Фармакопея Китая регламентирует качество семян чернушки железистой. В научной литературе есть много сведений о биологической активности жирного масла чернушки посевной, для которого установлено антисклеротическое, сосудорасширяющее, антибактериальное и желчегонное действие [3].

На наш взгляд, углублённое изучение химического состава чернушки посевной необходимо для разработки современной нормативной документации и последующего расширения базы культивирования в России и использования отечественного сырья в медицинских и пищевых целях. В этом направлении, учитывая широкую географию произрастания растения, интерес представляет изучение устойчивости жирнокислотного состава основной группы биологически активных соединений (БАС) – жирного масла, а также решение вопросов идентификации и определения качества по жирнокислотному профилю. Кроме того, фальсификация растительных масел, в частности, близкими по жирнокислотному составу маслами иного происхождения (что ведет к изменению фармакологического действия, органолептических свойств и срока годности), является, на наш взгляд, актуальной и наукоёмкой проблемой.

Цель исследования: сравнительное изучение жирнокислотного состава образцов масла черного тмина от разных производителей (Египет, Пакистан, Саудовская Аравия) для выявления диагностически значимых жирных кислот и их соотношения с использованием метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами данного исследования служили 5 коммерческих образцов разных производителей жирного масла чёрного тмина, полученные методом холодного прессования (в пределах заявленного срока годности):

Образец № 1 - Масло чёрного тмина «Egyptian Black Seed Oil» («Organic CO. for Natural oil», Египет);

Образец № 2 - Масло чёрного тмина «Масло Королевское» («Хаббет Барака», Египет);

Образец № 3 - Масло чёрного тмина «Black seeds oil» (Hemani, Пакистан);

Образец № 4 - Масло чёрного тмина «Huile de Nigelle» («Современник красоты», Саудовская Аравия);

Образец № 5 - Масло чёрного тмина «Золото Эфиопии» (Arabian secrets, Египет).

Изучение жирнокислотного состава масел проводили методом газожидкостной хроматографии после предварительного перевода жирных кислот в метиловые эфиры по методике ГОСТ 31665-2012 переэтерификацией с метанольным раствором калия гидроксида [1]. Для этого 0,5 г масла помещали в коническую колбу, растворяли в 10 мл н-гексана, добав-

ляли 0,5 мл 2 М раствора калия гидроксида в метиловом спирте, перемешивали и 5 мин. нагревали на кипящей водяной бане (до кипения раствора). Далее отделяли гексановый слой, удаляли влагу с помощью натрия сульфата безводного, остаток упаривали и растворяли в 0,5 мл н-гексана.

Состав жирных кислот определяли с помощью газового хроматографа «МАЭСТРО 7820» с масс-спектрометром модели Agilent 5975 и автоинжектором. Анализ проводили с использованием капиллярной кварцевой колонки HP-5ms 30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм (неподвижная фаза: 5%-дифенил-95%-диметилсилоксан) фирмы Agilent.

Условия хроматографирования:

- Программирование температуры термостата колонок: изотерма 50 °С в течение 1 мин. – нагрев до 180 °С со скоростью 15 °С/мин – нагрев до 280 °С со скоростью 4 °С/мин – изотерма 280 °С в течение 5 мин.

- Газ-носитель: гелий, скорость газа-носителя: 1 мл/мин.

- Температура испарителя: 280 °С; температура источника ионов: 150 °С; температура квадруполя: 230 °С; температура переходной камеры: 280 °С.

- Объем вводимой жидкой пробы - 1 мкл с делением потока.

Для идентификации компонентов определяли линейные индексы удерживания, сопоставляли полученные результаты и полные масс-спектры с библиотечными (библиотеки масс-спектров «NIST 2.0») и литературными данными. Рассматривались только компоненты, определяемые по библиотеке с вероятностью более 90%. Количественный анализ проводили по площадям соответствующих пиков на хроматограмме, построенной по полному ионному току.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Методом газохроматографического разделения идентифицированы 15 жирных кислот в образцах масел черного тмина. Во всех исследуемых образцах преобладали ненасыщенные жирные кислоты - в среднем 88% при варьировании соотношения некоторых из них; по другим компонентам (насыщенные кислоты, терпеноиды) также наблюдались отличия в количественном содержании.

В 1-ом образце масла чёрного тмина («Egyptian Black Seed Oil», Египет) доминируют линолевая кислота ( $C_{18:2}$ ) – 64%, олеиновая кислота ( $C_{18:1}$ ) – 23%, пальмитиновая кислота ( $C_{16:0}$ ) – 9 %. Не обнаружены линоленовая ( $C_{18:3}$ ) и бегеновая ( $C_{22:0}$ ) кислоты, идентифицируемые в других образцах тмина (№2 и №3), но выявлено наличие пентадециловой кислоты ( $C_{15:0}$ ), и в отличие от остальных образцов масел выявлено присутствие гептадеценовой кислоты ( $C_{17:1}$ ) в минорном количестве.

Во 2-ом образце «Масло Королевское» («Хаббет Барака», Египет) выявлено принципиально отличное от других образцов соотношение линолевой кислоты ( $C_{18:2}$ ) и олеиновой кислоты ( $C_{18:1}$ ): линолевой ( $C_{18:2}$ ) – 37%, олеиновой ( $C_{18:1}$ ) – 56% и меньшее содержание пальмитиновой кислоты ( $C_{16:0}$ ) – 4%. Отсутствует 11-октадеценовая (вакценовая) кислота ( $C_{18:1}$ ) (Рисунок 1).

Образцы № 3-5 весьма схожи по жирнокислотному составу: в 3-ем «Black seeds oil» (Немані, Пакистан) содержание линолевой кислоты ( $C_{18:2}$ ) – 63%, олеиновой кислоты ( $C_{18:1}$ ) – 27%, пальмитиновой кислоты ( $C_{16:0}$ ) – 6%; в 4-ом образце «Huile de Nigelle» (Египет) не обнаруживается пальмитоолеиновая ( $C_{16:1}$ ) и маргариновая ( $C_{17:0}$ ), линоленовая ( $C_{18:3}$ ), 11-эй-



козеновая ( $C_{20:1}$ ), арахиновая ( $C_{20:0}$ ), бегеновая ( $C_{22:0}$ ) кислоты, содержание линолевой кислоты ( $C_{18:2}$ ) – 49%, олеиновой кислоты ( $C_{18:1}$ ) – 32%, пальмитиновой кислоты ( $C_{16:0}$ ) – 12 %; в 5-ом образце «Золото Эфиопии» (Египет) не установлено наличие линоленовой кислоты ( $C_{18:3}$ ) кислоты, содержание линолевой кислоты ( $C_{18:2}$ ) – 65%, олеиновой кислоты ( $C_{18:1}$ ) – 24%.

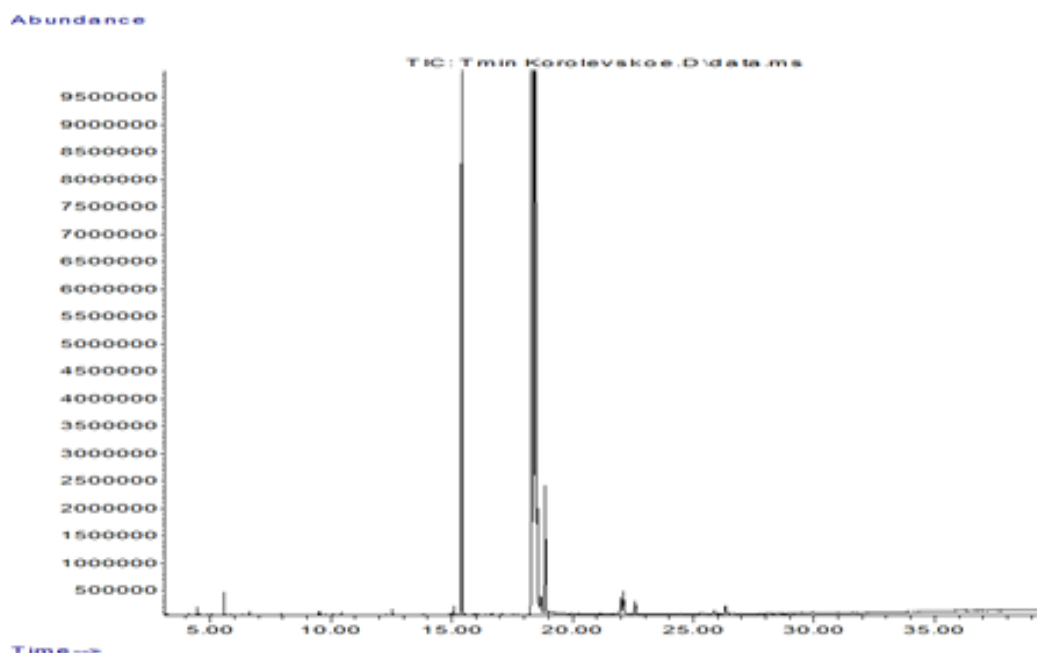


Рисунок 1 - Хроматограмма масла чёрного тмина №2 «Масло Королевское» («Хаббет Барака», Египет)

Во всех образцах масел чёрного тмина присутствуют в минорном количестве эйкозодиеновая ( $C_{20:2}$ ) кислота (от 0,5% до 1,5%), но ввиду низкого содержания не может быть рекомендована в качестве критерия идентификации масла.

Таким образом, основной профиль жирных кислот масла чёрного тмина формируют ненасыщенные кислоты – линолевая ( $C_{18:2}$ ) (49%-65%), олеиновая ( $C_{18:1}$ ) (23%-32%), эйкозодиеновая ( $C_{20:2}$ ) (0,5%-1,5%), насыщенные кислоты – пальмитиновая ( $C_{16:0}$ ) (6-12%), стеариновая ( $C_{18:0}$ ) (1,3%-2,7%).

Эфиромасличная фракция масла черного тмина в основном представлена цимолом – доминирует по содержанию для всех образцов масла, уступают по содержанию  $\beta$ -туйен, лонгифолен (присутствуют в большинстве образцов), в меньшем количестве обнаруживаются  $\alpha$ -пинен и транс-4-метокситуйон (есть во всех образцах масла), встречаются  $\beta$ -пинен, тимохинон, сабинен, лимонен,  $\gamma$ -терпинен, цис-4-метокситуйон, терпинен-4-ол (в половине исследуемых образцов), в следовых количествах содержатся камфора, борнилацетат, лонгипинен, апиол. Поскольку все указанные компоненты эфирного масла достаточно широко распространены в природе, их определение методом ГХ/МС не позволяет решить вопрос идентификации масла черного тмина по данной группе БАС.

Анализ мирового публикационного потока по теме показал, что полученные нами данные по составу жирного масла чёрного тмина сопоставимы с литературными данными и диапазон выявленных соотношений жирных кислот связан с различными климатическими условиями. В частности, в разрезе различных географических зон произрастания растения

заслуживают внимания следующие данные:

Таблица 1 – Состав жирного масла чёрного тмина, описанный другими исследователями

Основной жирнокислотный профиль	Страны			
	Турция [7]	Германия [8]	Марокко [6]	Россия [4]
Линолевая кислота (C <sub>18:2</sub> )	57%	57,3%	58,5%	24,26%
<b>Олеиновая кислота (C<sub>18:1</sub>)</b>	22,8%	22,8%	23,8%	7,44%
Пальмитиновая кислота (C <sub>16:0</sub> )	12,5%	12,5%	13%	12,04%
Стеариновая кислота (C <sub>18:0</sub> )	3,1%	3,1%	2,3%	5,27%
Эйкозодиеновая кислота (C <sub>20:2</sub> )	-	2,44%	-	8,08%
11-эйкозеновая (C <sub>20:1</sub> )	0,25%	0,3%	-	-

Сопоставление полученных нами результатов и литературных данных по количественному содержанию жирных кислот позволяют рекомендовать в качестве критериев качества масла чёрного тмина следующий жирнокислотный профиль: линолевой кислоты должно быть 48%-65% от общего содержания, олеиновой - 23-32%, пальмитиновой - 6%-13%, стеариновой - 1,3%-2,7%, эйкозодиеновой - 0,5%-1,5%. При этом, если ориентироваться на сведения по отечественному образцу масла [5], утверждать, что выявленный нами жирнокислотный профиль масла применим как единственный и достаточный для надежной идентификации масла черного тмина любых зон произрастания некорректно, но может трактоваться как ориентировочный критерий доброкачественности.

На содержание жирорастворимых витаминов и стеролов образцы масел нами не исследовались.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенного сравнительного исследования жирнокислотного состава 5 масел чёрного тмина (чернушка посевная) производства разных стран (Египет, Пакистан) методом ГХ/МС было установлено удельное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, соотношение доминирующих компонентов, наличие и состав эфиромасличной фракции. Показано, что соотношение жирных кислот исследуемых масел (ненасыщенные кислоты: линолевая - 49-65 %, олеиновая - 23-32 %, эйкозодиеновая - 0,5-1,5 %; насыщенные кислоты – пальмитиновой – 6-12 % и стеариновой - 1,3-2,7 %) целесообразно использовать в качестве критерия доброкачественности жирного масла тмина.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31665-2012. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.
2. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов), 3-е изд. перераб. и доп. / В.А. Куркин. - Самара: ООО «Офорт», ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2016; 1279 с.
3. Орловская Т.В. Новый взгляд на пищевые растения как перспективные источники лекарственных средств / Т.В. Орловская, М.В. Гаврилин, В.А. Челомбитко. – Пятигорск,

---

---

2011; 240 с.

4. Орловская Т.В., Маширова С.Ю. Изучение компонентного состава липидов семян чернушки посевной и чернушки дамасской // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. – 2012; 4; 17: 223-7.
5. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие/ Под ред. Г.П. Яковлева, К.Ф. Блиновой. – 2-е изд., перераб. и доп. / СПб.: Специальная литература, 2010; 407 с.
6. Gharby S., Harhar H., Guillaume D. et al. Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. – 2015; 14; 2: 172-7.
7. Telci I., Sahin-Yaglioglu A., Eser F. et al. Comparison of Seed Oil Composition of *Nigella sativa* L. and *N. damascena* L. During Seed Maturation Stages // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2014; 91; 10: 1723–9.
8. Ramadan M.F., Mörsel J.T. Characterization of phospholipid composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oil // Nahrung/Food. – 2002; 46: 240-4.

## RESEARCH OF FATTY ACID COMPOSITION OF BLACK CUMIN OILS

**A.R. Mubinov,**

student, FSBEI HE SamSMU MOH Russia (Samara)

E-mail: [666milkyway@gmail.com](mailto:666milkyway@gmail.com)

**T.K. Ryazanova**

Ph.D. (Pharm.), FSBEI HE SamSMU MOH Russia (Samara)

**V.A. Kurkin**

Dr. Science of Pharmacy, Full Professor, Head of Department (BrE), FSBEI HE SamSMU MOH Russia (Samara)

**E.V. Avdeeva**

Dr. Science of Pharmacy, Full Professor, FSBEI HE SamSMU MOH Russia (Samara)

Summary: This article discusses the identification of valuable food and cosmetic black cumin — *Nigella sativa* (L.) fatty oils from different countries (Egypt, Pakistan, Saudi Arabia) according to the fatty acid composition and content of essential oil components. By gas-liquid chromatography-mass spectrometry (GC-MS) there were identified 29 components in fat oil seeds of the plant. Essential fatty acids dominate in the fatty acid profile of the oil and there is an essential oil fraction, represented mainly by cymol and less by  $\beta$ -tuyen, longifolen and other.

*Keywords: black cumin, Nigella sativa (L.), fatty oil, saturated and unsaturated fatty acids, triglycerides, essential oil, gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS)*

# PHARMACOGNOSTIC CHARACTERISTICS OF PORTULACA OLERACEA (*PORTULACA OLERACEA* L.) (LITERATURE REVIEW)

## **Nasser Raudas Abdul Hakim**

Ph.D. Student Postgraduate of the Shared Research and Education Center of the Peoples' friendship university of Russia (RUDN University) (Moscow)

e-mail: [sldrraore@yahoo.com](mailto:sldrraore@yahoo.com)

## **Potanina Ol'ga Georgievna**

Ph.D., Head of the pharmaceutical chemistry and pharmacognosy chair, Director of the research and development department of the Shared Research and Education Center of the Peoples' friendship university of Russia (RUDN University) (Moscow)

In this work the literature review of the available data on distribution, morphologic-anatomic features, the chemical composition, use in traditional medicine and researches results of different types of pharmacological activity of the purslane garden herb is described.

*Keywords: purslane garden, Portulaca oleracea, pharmacognostic characteristics, antimicrobial activity, antioxidant activity, antiinflammator activity, literature review.*

## INTRODUCTION

From beginning of the time the human being were related to the plants. It start with eating it as food then he evaluated to other aspect of the his live and one of it was Pharmacognosy which means the study of medicinal uses of various naturally occurring drugs and as in plant kingdom we are going in small steps because of the large number of plants and variety unique properties that they have. We started exploring this plants from eating to widen the reaserch to know the insde of it. One of this promising plant is Portulaca oleracea. It was first identified in the United States in 1672 in Massachusetts. The name Portulaca is thought to be derived from the Latin 'porto' meaning 'to carry' and 'lac' meaning milk, since the plant contains a milky juice; oleracea from Latin, meaning 'pertaining to kitchen gardens', referring to its use as a vegetable. The use of this plant as a vegetable, spice and medicine has been known since the times of the ancient Egyptians and was popular in England during the middle Ages. [1]. Portulaca oleracea L. refers to family Portulacaceae [2].

## PROPAGATION AND DISTRIBUTION

Portulaca oleracea L. is distributed all over the world; Portulaca oleracea is a herbaceous annual, native of many parts of Europe, found in the East and West Indies, China, Japan and Ascension Island, and though found also in the British Isles is not indigenous there. It is a weedy summer annual species that is abundant throughout the world, invading vegetable gardens, bare areas, low-maintenance lawns, ornamental plantings, and agricultural areas. It is particularly well adapted to the warm, moist conditions found in California's irrigated agricultural and ornamental sites. It has been cultivated in India and the Middle East and has been popular in Europe since the



---

---

Middle Ages. *Portulaca oleracea* L. germinates in California from February to March in the southern desert areas to late spring in cooler areas when soil temperature reaches about 15°C. For an early crop, the seed is best sown under protection in early spring and can then be planted out in late spring. Outdoor sowings in situ take place from late spring to late summer, successional sowings being made every two to three weeks if a constant supply of the leaves is required. [3]

It germinates very near to or at the soil surface in large numbers after an irrigation or rain. Most of the tiny seedlings die, but the survivors grow rapidly and can produce flowers in a few weeks. The fleshy stems of *Portulaca oleracea* L. can remain moist and viable for several days after cultivation and hoeing, and reroot to form “new” plants when gardens or fields are irrigated. Because of its ability to produce large numbers of seeds, *Portulaca oleracea* L. can rapidly colonize any warm, moist site. It Requires a moist light rich well-drained soil in a sunny position. Plants will not produce good quality leaves when growing in dry conditions. The plants take about six to eight weeks to produce a crop from seed and can then be harvested on a cut and come again principle, providing edible leaves for most of the summer. [3]

## CHARACTERISTICS

Macroscopy: It has a round, smooth, procumbent, succulent stem, growing about 6 inches high, with small, oblong, wedge-shaped, dark-green leaves, thick and stalked, clustered together, destitute of the bristle in their axils which others of the genus have.

The flowers are small, yellow, solitary or clustered, stalk less, placed above the last leaves on the branches, blooming in June and July, and opening only for a short time towards noon. The growth of the plant somewhat resembles Samphire, and the rich red colour of the stems is very striking and most decorative in herb borders.

The reddish stems originate from a central rooting point, radiating out like spokes of a wheel. The stems vary in length, commonly up to 30 cm. The stem succulent, diffusely branched and felt very slippery due to the presence of mucilage when crushed. They are about 2mm in diameter and the internodes are 1.5-3.5cm in length. Nodel appendages are less in number as compared to *portulaca quadrifida* minute and scarious. [4]

Leaves are stalk less (sessile), oval, smooth, succulent, and shiny, and vary from 0.5 to 2 inches in length. The leaves, although generally arranged opposite, very short petiolated, stipular appendages minute or absent, taste sour without any smell, petiole short about 1-1.5mm long and 0.5mm thick with greenish upper surface and reddish lower, may also occur alternately along the stem, particularly near the base. Small (7 cm), five-petaled, yellow flowers are borne singly in leaf axils and open only in sunshine. Seeds are borne in a small pod with a top that comes off like the lid on a cookie jar. The seeds of an individual plant have been known to produce both green and golden leaved plants. [5]

Seeds are reddish brown to black, oval, and tiny. *Portulaca oleracea* L. is a prolific seeder. A single plant may produce 240,000 seeds, which may germinate even after 5 - 40 years. In late summer, flat mats of mature *Portulaca oleracea* L. can be turned over to reveal thousands of seeds on the soil surface. [5]

Microscopy: In Transverse section, the microscopic structure of the lamina of *Portulaca oleracea* resembles in many aspects to that of *Portulaca quadrifida*. The whole mesophyll consists of almost solely of aqueous tissue; the vascular bundles are surrounded by a sheath of green palisade cells as in *P. quadrifida*. The eragstic substance occurs in the form of prismatic and rossets (drugs) of calcium oxalate crystals of different sizes in both species. The leaf of a plant is amphistomatic in contrast



---

---

to *P. quadrifida* where it is epistomatic. The number of stomata on adaxial surface is higher than that of abaxial one. Transverse Section of petiole reveals that the lower surface is comparatively very much bulged, while the upper one is slightly depressed. The uniseriate epidermis is made up of tangentially elongated tubular parenchymatous cells. The anticlinal wall of lower epidermal cells is curved and cells contain some dark pigment too. Ground tissue comprised of 4-6 layers of thin walled, rounded parenchymatous cells having distinct intercellular spaces. The vascular bundle about 2-4 in number are collateral, closed, placed more or less centrally and arranged in an arch which opens towards adaxial side. Vesicles having helical and scalariform thickenings show simple perforations, fibres often grow intrusively. [5]

## COMPOSITION

*Portulaca oleracea* L. contains more omega-3 fatty acids (alpha-linolenic acid in particular) than any other leafy vegetable plant. Research published by Artemis P. Simopoulos stated that *Portulaca oleracea* L. has 0.01 mg/g of eicosapentaenoic acid (EPA). This is an extraordinary amount of EPA for a land-based vegetable source. EPA is an Omega-3 fatty acid found mostly in fish, some algae, and flax seeds. [6] It also contains vitamins (mainly vitamin A, vitamin C, and some vitamin B and carotenoids), as well as dietary minerals, such as magnesium, calcium, potassium, and iron. Also present are two types of betalain alkaloid pigments, the reddish betacyanins (visible in the coloration of the stems) and the yellow betaxanthins (noticeable in the flowers and in the slight yellowish cast of the leaves). Both of these pigment types are potent antioxidants and have been found to have antimutagenic properties in laboratory studies. [7]

*Portulaca oleracea* L. expected benefits

Folklore/ *Portulaca oleracea* L. in ancient times was looked upon as one of the anti-magic herbs, and strewn around a bed was said to afford protection against evil spirits. It was supposed to protect from evil spirits and if carried was supposed to attract love and luck. It was carried by soldiers to protect them in battle. If laid on the bed, it was believed to protect that person from having nightmares. It is under the dominion of the moon and is supposed to work on the psychic senses and taken regularly helps develop clairvoyant faculties. The infusion may be used to clear the third eye and to wash the crystal ball or scrying mirror, no doubt a useful tip for our marketing colleagues! Dioscorides says “it reduces the desire to fornicate”. In the latter sense, other authors also mention its anaphrodisiac powers, including this plant among the “four cold seeds”, together with chicory, endive and lettuce. In Ghana it is an emblem of peace and is mixed with oil to act as a palliative against evil spirits. It has use in religious ceremonies and in purification after sickness. It is a children’s charm for good luck. In Yoruba folklore all the plants of the forest owed money except papas and who paid his debts. Hence the plant features in an incantation for the recovery of owed money, and the Yoruba name meaning ‘stick pays’. In Lesotho the plant is a protection against illness and lightning. [8]

Anti-microbial activity. Ramesh & Hamumantapa [9] had reported the phytochemical and anti-microbial activity in aerial parts of chloroform and ethanolic extracts of *Portulaca oleracea* by agar diffusion method against five bacteria and three fungi (bacteria like *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Aspergillus niger* and *Nerozpora crassa*). The results of this present study supported the folklore usage of the studied plant and suggest that, this plant extract possesses compounds which is having antimicrobial agent in the form of drugs for the therapy of infectious diseases caused by pathogens.

Antioxidant activity. Kamal et al [10] had reported the antioxidant activity of *Portulaca oleracea* over the different growth stages by using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), ferric-

reducing antioxidant power (FRAP) assays and ascorbic acid content. There was a correlation between the results of total phenol content  $174.5 \pm 8.5$  to  $348.5 \pm 7.9$  mg GAE/100g and ascorbic acid equivalent antioxidant activity  $60.5 \pm 2.1$  to  $86.5 \pm 3.9$  mg/100 g and between DPPH scavenging IC<sub>50</sub> ( $1.30 \pm 0.04$  to  $1.71 \pm 0.04$  mg/ml) and ferric-reducing anti-oxidant power assays ( $r^2 > 0.9$ ). The concentrations of Ca, Mg, K, Fe and Zn increased with plant maturity. Calcium was negatively correlated with sodium and chloride, but positively correlated with magnesium, potassium, iron and zinc. It was concluded that mature plants of *Portulaca oleracea* had higher total phenol content and antioxidant activities than plants at immature stages.

Anti-atherogenic, renoprotective and immune modulatory activity. Rasha and Lamiaa [11] had reported the efficiency of *Portulaca oleracea* L. (components of  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6) on hyperlipidemia, kidney function and as immunomodulators in rats fed high cholesterol diets. The present study showed that 2% cholesterol administration caused a significant increase in total cholesterol, total lipids and triacylglycerol in both serum and liver. Serum phospholipid, LDL-C, and atherogenic index (AI) also significantly increased compared to control group. Cholesterol-enriched diet significantly increased serum urea, creatinine, sodium and potassium levels as well as significantly increased serum IgG and IgM compared to healthy control. Consumption of *Portulaca oleracea* L. by hypercholesterolemic rats resulted in a significant decrement in lipid parameters and significant improvement in IgG and IgM levels as compared with hypercholesterolemic rats. This result suggests that *Portulaca oleracea* L. had antiatherogenic hypolipidemic and immunomodulatory effects which were probably mediated by unsaturated fatty acids (including alpha linolenic acid) present in seed mixture.

Anti-hyperlipidemic activity. Ahmad et al [12] investigated the effect of hydroalcoholic extract of *Portulaca oleracea* L. leaves on serum lipids of rabbits fed with a hypercholesterolemic diet. The serum total cholesterol decreased in all groups treated with *Portulaca oleracea* L. extract. It also found that the distribution of cholesterol between lipoproteins were changed, so low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) decreased significantly in all of the groups treated with *Portulaca oleracea* L. extract with respect to positive control group. All treated animals also showed a decrease in AI. These findings indicate that this plant may be useful for the treatment of hypercholesterolemia.

Anti-haemorrhoidal effect, Gastric anti-icerogenic effects. Abnormal uterine bleeding (AUB) is a common cause of referral to the gynecology clinic. *Portulaca oleracea* L., commonly named purslane, is used in Iranian folk medicine to treat (AUB). To verify this use, ten premenopausal women with (AUB) comprising menorrhagia, metrorrhagia, polymenorrhea and intermenstrual bleeding who had not responded to standard drugs and were candidates for hysterectomy participated in the clinical trial. Endometrial biopsies demonstrated the etiologies of (AUB) in six (60%) patients, fibroma; one (10%) patient, endometrial hyperplasia and one (10%) patient, endometrial cyst. Endometrial biopsies of two (20%) subjects were normal. The subjects took 5 g of *Portulaca oleracea* L. seeds powder in a glass of water every 4 h orally 48 h after the onset of menstruation for 3 days. The participants were requested to report the effects of seeds powder on the volume, duration and pattern of bleeding. Eight (80%) patients reported that the duration and volume of bleeding had reduced and their patterns of periods had normalized. The seeds powder was ineffective in two (20%) patients. One of the patients had endometrial hyperplasia and the other had fibroma. No adverse effects were reported. (AUB) did not recur in the patients responding to treatment for the duration of a 3 months follow-up. The results suggest that *Portulaca oleracea* L. seeds could be effective and safe in the treatment of (AUB). [13]

Anti-arthritic activity. Jagan et al [14] had reported the anti-arthritic activity of petroleum-ether extract of *Portulaca oleracea* Linn by Freund's adjuvant arthritis model in male wistar rats. The test extracts were at the dose of 100, 200 and 300 mg/kg/p.o and standard as Indomethacin

---

---

at a dose of 100mg/kg. A maximum of 77.82% inhibition was observed on 21st day. In a similar fashion treatment with petroleum ether extract also attenuated the increase in paw diameter due to Freund's adjuvant administration, this was more pronounced at 300mg/kg of petroleum ether extract of *Portulaca oleracea*. A maximum of 75.69% inhibition was observed on 21st day. This study revealed the anti-arthritic activity of aqueous extract of *Portulaca oleracea*.

Anti-diabetic activity. In Ramadan et al [15] study *P. oleracea* extract is a general tissue protective and regenerative agent, as evidenced by increasing  $\beta$ -cell mass and therefore improved the glucose metabolism. Thus, stimulation of *Portulaca oleracea* signaling in  $\beta$ -cells may be a novel therapeutic strategy for diabetes prevention. The results indicated that while Hb A1C, serum levels of glucose, TNF- $\alpha$  and IL-6 were all significantly decreased in the *P. oleracea*-pre-treated diabetic rats, these rats also had significant increases in C-peptide and insulin compared to levels in the counterpart diabetic rats. These results were confirmed by the histopathological assessments which showed marked improvement of the destructive effect on pancreatic islet cells induced by alloxan.

Hepatoprotective activity. The hepatoprotective activity of the aqueous extract of the aerial parts of *Portulaca oleracea* (*P. oleracea*) in combination with lycopene against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in rats was investigated by Anusha et al. [16] Both the treatment groups showed hepatoprotective effect against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity by significantly restoring the levels of serum enzymes to normal which was comparable to that of silymarin group. Besides, the results obtained from PST and histopathological results also support the study. The oral administration of *P. oleracea* in combination with lycopene significantly ameliorates CCl<sub>4</sub> hepatotoxicity in rats.

Nephroprotective activity Gholamreza et al [17] reported the nephroprotective effect of aqueous and ethanolic extract of PO against cisplatin-induced renal toxicity in rats. After 5 days of investigation of the possible protective effect, *Portulaca oleracea* was administered as highest dose (0.8 and 2g/kg) for 6-12h before cisplatin injection and had BUN and SCR levels significantly lower than those receiving cisplatin alone. The study concluded that the aqueous extract of PO possesses marked nephroprotective activity and could have a promising role in the treatment of acute renal injury induced by nephrotoxins, especially cisplatin.

Neuronal activity. The neuronal activities of *P. oleracea* were investigated in adult rats by Ahmed et al. [18] *Portulaca oleracea* L. was able to induce a significant decrease in calcium concentration of the brain cortex. Dopamine, norepinephrine and serotonin were significantly altered in the studied brain regions after treatment of rats with purslane. Acetyl cholinesterase was increased in all brain regions except in the cerebellum. The results suggest the potential role of *Portulaca oleracea* L.-mediated changes in the neuronal tissues. In this investigation there was a significant decrease in the Ca<sup>2+</sup> level in cerebral cortex by about -25.2% at  $p < 0.05$ . There was a significant decrease in dopamine content (31.2) in spinal cord. There was a significant increase in dopamine content in cerebellum, cerebral cortex, thalamus and hypothalamus of rats. However, a significant decrease in norepinephrine content in spinal cord and mid brain, where in 5-HT serotonin significant increase in ( $p < 0.05$ ) pons (42.9), cerebral cortex (103.9), while a significant decrease in spinal cord by -32.4%. This study concluded that the potential role of *Portulaca oleracea* L. for neurotransmitters which is an integral part of many neurodegenerative disorders.

Anti-nociceptive and anti-inflammatory. Jagan et al [19] reported the anti-nociceptive and the anti-inflammatory activities of the petroleum ether extract of *Portulaca oleracea*. The petroleum ether extract exhibited significant inhibition of the acetic acid-induced writhing, it reduced the paw-licking response time significantly in the formalin test and it increased the withdrawal latency time in the tail immersion test. The Carrageenan-induced hind paw oedema was significantly reduced.

---

---

in rats. By this study they concluded that the petroleum- ether extract of PO had potential anti-nociceptive and anti-inflammatory activities.

Decrease Oxidative Stress and anti-fatigue effects of Portulaca oleracea Polysaccharides (POP). The study of Xiang et al [20] provides compelling evidence that POP can improve exercise endurance and decrease oxidative stress in forced swimming mice. The results show that the exhaustive swimming time of the POP-treated groups was significantly longer than that of the control group. After the exhaustive swimming exercise, BLA levels of the POP-treated groups and were significantly lower than that of the control group. MDA levels of the POP-treated groups were significantly lower than that of the control group. On the other hand, blood glucose levels of the POP-treated were significantly higher than that of the control group. SOD levels of the POP-treated were significantly higher than that of the control group. GPx levels of the POP treated groups were significantly higher than that of the control. CAT levels of the POP-treated groups were significantly higher than that of the control group.

## CONCLUSION

With the evolution of humanity and its development methods of detection new materials all that began to major discovery in plant kingdom which begun with consuming initially as food to used as a medicine .This reference study was the beginning of development study amazing neglected plant that contents important therapeutic and medical benefits as we saw above in hope of using it as a future treatment.

The provided data demonstrate that the herb of Portulaca oleracea is the perspective medicinal raw materials having vast experience of use in traditional medicine that attracts interest in its more careful studying and carrying out its pharmacognostic study.

## REFERENCE

1. Boulos, Loutfy and el Hadidi, M. Nabil. The weed flora of Egypt. / The American University in Cairo Press. 1984; c. 178.
2. <https://plants.sc.gov.usda.gov/core/profile?symbol=POOL> .United States Department of Agriculture- National resources conservation service,plants database- plant profile 2019.
3. Grieve. A Modern Herbal. . / Dover Publications; I-Z and Indexes edition .June 1, 1971; c. 544.
4. <https://botanical.com/botanical/mgmh/p/prugol77.html> Grieve M. Purslane, Golden A modern Herbal homepage. botanical.Com; 2018.
5. Cherukuri Vidyullatha Chowdhary, Anusha Meruva, Naresh K., Ranjith Kumar A. Elumalai. A review on phytochemical and pharmacological profile of portulaca oleracea Linn. (Purslane). // Int. J. Res. Ayur. Pharm. 2013; 4(1):34-37.
6. Simopoulos Artemis P. Omega-3 Fatty Acids and Antioxidants in Edible Wild Plants. //Biol Res. 2004;37(2): 263-277.
7. Caballero-Salazar S., L. Riveron-Negrete, M.G. Ordaz-Tellez, F. Abdullaev & J.J. Espinosa-Aguirre. Evaluation Of The Antimutagenic Activity Of Different Vegetable Extracts Using



- 
- 
- an In Vitro Screening Test. // Proc. West. Pharmacol. Soc. 2002; 45: 101-103.
8. Lavender, Susan and Franklin, Anna. Herb Craft - A guide to the shamanic and ritual use of herbs. // Capall Bann Pub. December 1, 1995. ; p. 600..
  9. Ramesh Londonkar & Hanumantappa Nayaka B. Phytochemical and antimicrobial activities of portulaca oleracea. // Journal of Pharmacy Research. 2011;4(10):3553-3555.
  10. Kamal Uddin Md, Abdul Shukor Juraimi, Equb Ali Md and Mohd Razi Ismail. Evaluation of Antioxidant properties and mineral composition of purslane (portulaca oleracea ) at different growth stages . // Int. J. Mol. Sci. 2012; 13:10257-10267.
  11. Rasha Hamed Mahmoud & Lamiaa Barakat AA. The antiatherogenic, renal protective and immunomodulatory effects of purslane on hypercholesteromic rats// North American Journal of Medical Sciences. 2011; 3(9):351-357.
  12. Ahmad movahedian, Alireza Ghannadi and Mahboobeh Vashirnia, Hypocholesterolemic effects of purslane extracts on serum lipids in rabbits fed with high cholesterol levels. // International journal of Pharmacology. 2007; 3:285-289.
  13. Shobeiri SF, Sharei S, Heidari A, Kianbakht S. Portulaca oleracea L. in the treatment of patients with abnormal uterine bleeding: a pilotclinical trial. // Phytotherapy research .2009; 23(10): 1411-4.
  14. Foster, S. and J. A. Duke. A Field Guide to Medicinal Plants and Herbs. 2nd Ed. /Houghton Mifflin Harcourt; Revised edition .December 28, 1999. ; p. 411..
  15. Ramadan et al. Hypoglycemic and pancreatic protective effects of Portulaca oleracea extract in alloxan induced diabetic rats. //BMC Complementary and Alternative Medicine .2017. 17: 17-37
  16. Anusha M., M. Venkateswarlu, V. Prabhakaran, S. Shareen Taj, B. Pushpa Kumari, and D. Ranganayakulu. Hepatoprotective activity of aqueous extract of Portulaca oleracea in combination with lycopene in rats. // Indian Journal of Pharmacology. 2011; 43(5)563.
  17. Gholamreza Karimi, Alireza Khoei, Abbas Omid, Mahmudreza Kalantari, Javad Babaei, Elahe Taghiabadi, Bibi Maijan Razavi. Protective effect of aqueous and ethanolic extracts of portulaca oleracea against cisplatin induced nephrotoxicity. // Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 2010; 13(2):31-35.
  18. Ahmed Abdel Moneim, Ibrahim Al Nasr, Mohamed Dkhil A, Saleh Al-Quraishy. Neuronal activities of portulaca oleracea in adult rats. // Journal of medicinal plant Research .2012; 6(16):3162-3168.
  19. Jagan Rao, Mallikarjuna Rao B., Kavitha R., Subash KR., Binoyvarghese Chariyan. Evaluation of anti-arthritic activity of pet-ether extract of portulaca oleracea. // International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. 2012; 3(3): 144-148.
  20. Xiang et al. Polysaccharides from Portulaca oleracea L Improve Exercise Endurance and Decrease Oxidative Stress in Forced Swimming Mice . // Trop J Pharm Res. 2014; 13(2):
- 
-



## ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРТУЛАКА ОГОРОДНОГО (*PORTULACA OLERACEA L.*) (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

**Р.А. Нассер**

аспирант ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва), e-mail: [sldraore@yahoo.com](mailto:sldraore@yahoo.com)

**О.Г. Потанина**

д. фарм. н., заведующая кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии, директор ЦНИР ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва)

Аннотация: В работе представлен обзор литературы имеющихся сведений о распространении, морфолого-анатомических особенностях, химическом составе, использовании в народной медицине и результатах исследований различных видов фармакологической активности травы Портулака огородного.

Ключевые слова: портулак огородный, фармакогностическая характеристика, антимикробная активность, антиоксидантная активность, противовоспалительная активность, обзор литературы.

# АМИНО- И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ *AMARANTHUS RETROFLEXUS*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕ- ГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**К.А.Нугуманова**

магистрант химии аграрно-биологического факультета Костанайского государственного университета им. А.Байтурсынова (Костанай)

e-mail: [karinaximik@mail.ru](mailto:karinaximik@mail.ru)

**О.В. Дрюк**

к.х.н., доцент Аграрно-биологического факультета Костанайского государственного университета им. А.Байтурсынова (Костанай)

Амарант запрокинутый широко используется на кормовые, пищевые и технические цели, поскольку по содержанию белка, витаминов, биологически активных веществ, жиров превосходит многие сельскохозяйственные культуры. Обладая высокой продуктивностью и ценными свойствами, в экономическом отношении амарант может конкурировать с традиционными сельскохозяйственными растениями.

*Ключевые слова: амарант запрокинутый, биологически активная добавка, жирные кислоты, аминокислоты, белки*

## ВВЕДЕНИЕ

Из изученных видов амаранта наиболее распространен амарант запрокинутый, или щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus*) [1]. *Amaranthus retroflexus* известный как злостный сорняк, с одной стороны, и как одна из лучших кормовых культур, - с другой. Благодаря широкому распространению в диком виде, а также неприхотливости, он быстро завоевал популярность у животноводов. Добавка амаранта в рационы домашних животных оказывает стимулирующее влияние на процессы белкового метаболизма. В настоящее время некоторые амаранты используются как зерновые, овощные, кормовые и, разумеется, декоративные растения [2].

В настоящее время масло из семян амаранта широко используется как биологически активная добавка. Это обусловлено главным образом высоким содержанием в ней сквалена, а также полиненасыщенных жирных кислот, витаминов. Семена амаранта богаты комплексом полиненасыщенных жирных кислот (линолевая, пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линоленовая), причем их содержание составляет 77%, при этом 50% принадлежит линолевой кислоте, из которой синтезируется арахидоновая кислота, являющаяся основанием для синтеза простагландинов в организме. Количество полиненасыщенных жирных кислотам в амаранте больше, чем во многих культурных растениях [3]. Кольтюгина О.В. приводит данные по содержанию в амаранте миристиновой, пентадекановой, пальмитиновой, маргариновой, стеариновой, арахисовой, докозановой, тетракозановой, пальметинолеиновой, олеиновой, линолевой, линоленовой, эйкозеновых, докозеновых, нервоновой кислот [4].

---

---

Известно, что белки различных видов амаранта могут различаться по количественному составу аминокислот [5]. Установлено, что у различных видов амаранта содержание исследуемых аминокислот в семенах статистически достоверно не отличается. Наиболее богаты семена такими аминокислотами как аргинин, серин, лейцин и изолейцин.

Изучен аминокислотный состав *A. Caudatus*, *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. edulis*, *A. hybridus* [4]. Отмечается высокое содержание лизина, которое определяет полноценность белка.

Парфеновым А.А и соавторами установлен аминокислотный состав семян амаранта печального сорта воронежский. В его составе обнаружено 19 аминокислот. Из них 8 незаменимых (Val 4,9% от общей суммы обнаруженных аминокислот, Ile 3,9%, Leu 6,76%, Met 1,84%, Phe 4,18%, Thr 3,69%, Lys 6,4%, OH-Lys 0,01 %) и 11 заменимых (Ala 4,54%, Arg 10,64%, Asp 8,48%, Gly 8,12%, Glu 19,69%, His 2,98 %, Pro 4,61 %, Ser 5,55%, Tyr 2,71%, Cys и Orn в следовых количествах). Суммарное содержание аминокислот довольно высокое (201,62 мг/г) [6]. Корейская И.М. также исследовала аминокислотный состав нескольких сортов амаранта печального [7].

Аминокислотный состав семян щирицы, запрокинутой (*Amaranthus retroflexus*) изучен для растений, произрастающих в условиях Центральной Якутии. Авторами установлено процентное содержание 14 аминокислот и выявлено доминирование аргинина, серина, лейцина и изолейцина [8].

В работе Г.А. Гасимовой [9] показано, что выращивание амаранта при сниженных температурах окружающей среды приводит к перераспределению аминокислот в общем комплексе: увеличивается содержание таких заменимых аминокислот как серин, глутаминовая кислота, пролин, аланин, а среди незаменимых аминокислот заметно увеличивается доля изолейцина и лизина.

Исходя из известных данных, мы предположили, что аминокислотный и жирнокислотный состав амаранта запрокинутого, произрастающего в условиях Северного Казахстана, будет иметь свои особенности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Хроматографирование проводили на газовом хроматографе «CARLO-ERBA-4200» с пламенно-ионизационным детектором на хромосорбе WAW. В качестве газа-носителя использовали гелий.

При анализе аминокислот установили температуру пламенно-ионизационного детектора – 300° С, температуру испарителя – 250° С, начальную температуру колонки (печи) – 110° С, конечную температуру колонки – 250° С.

Высушенное, измельченное сырье гидролизовали соляной кислотой (HCl) в течение 24 часов. Полученный гидролизат трижды выпарили досуха в роторном вакуум-испарителе при 40°С и окончательно полученный осадок растворили в сульфосалициловой кислоте, после центрифугирования со скоростью 2,5 тысяч оборотов в мин. Далее элюировали аминокислоты раствором гидроксида аммония (NH<sub>4</sub>OH) через ионообменную колонку с Дауск-50. Элюаты выпарили досуха на роторном испарителе, затем в колбу добавили свежеприготовленный хлорид олова (II) (SnCl<sub>2</sub>), 2,2-диметоксипропан и насыщенный соляной кислотой (HCl) пропанол, нагревали до 110° С, выдерживая эту температуру в течение 20 мин и затем содержимое колбы вновь выпарили на роторном испарителе. В колбу внесли свежеприготовленный ацилирующий реактив (1 объем уксусного ангидрида, 2 объема триэтиламина, 5

объемов ацетона), выпарили образцы досуха, добавили этилацетат и насыщенный раствор хлорида натрия (NaCl). Содержимое колбы тщательно перемешали и по мере того, как образовывались два слоя – взяли верхний слой (этилацетатный) для газохроматографического анализа. Данные анализа аминокислотного состава амаранта, запрокинутого приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Для определения жирных кислот использовали следующие параметры: скорость газа носителя 30 мл/мин.; температура детектора 188<sup>0</sup>С; температура печи 230<sup>0</sup>С; адсорбент целит 545 на хромосорбе WAW.

Высушенное, измельченное сырье экстрагировали смесью хлороформ-метанол (2:1) в течение 5 минут, экстракт отфильтровали и концентрировали досуха. Затем провели метилирование при 60-70<sup>0</sup>С в специальной системе в течение 30 минут. Метанол удалили с помощью роторного испарителя, а образцы экстрагировали гексаном и анализировали на газовом хроматографе в течение 1 часа. Данные анализа приведены в таблице 2, хроматограммы метилированных эфиров жирных кислот представлены на рисунке 2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В составе амаранта запрокинутого, произрастающего в условиях Костанайской области, установлено наличие 20 аминокислот. В наибольшем количестве содержатся глутамат, аспартат, аланин, аргинин, лейцин, изолейцин. Содержание тирозина, фенилаланина, лейцина и изолейцина, аланина выше, а аргинина, пролина и треонина ниже по сравнению с данными аминокислотного состава растений, произрастающих в Сибири [8]. Обнаружены триптофан и небольшие количества цистеина, орнитина, оксипролина. Следует также отметить очень высокое содержание глутаминовой кислоты (21%) и аспарагиновой (12%) по сравнению с другими видами амаранта [4, 6, 7, 10].

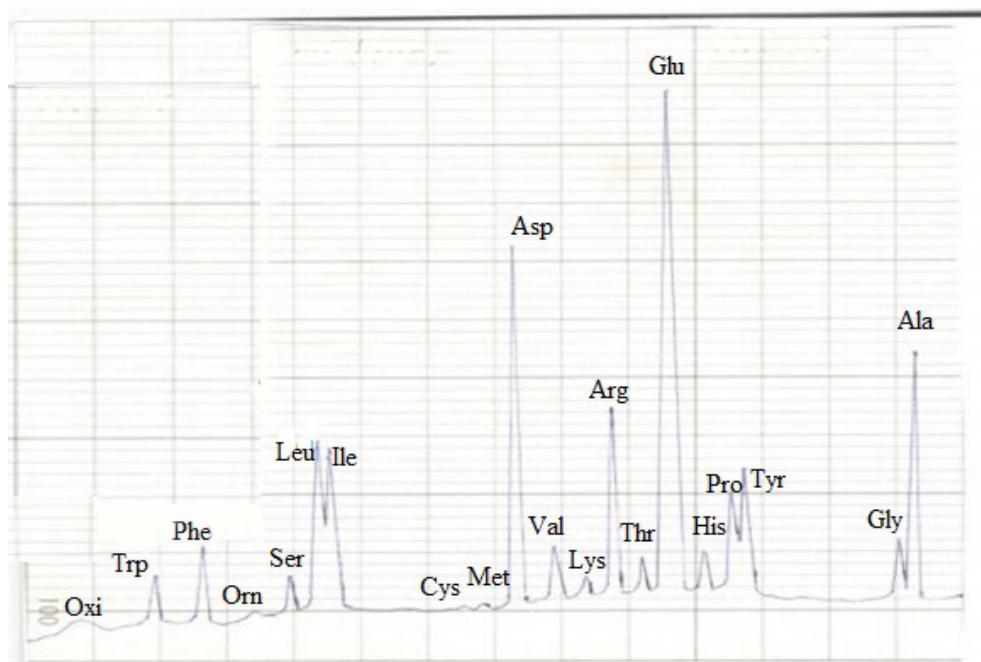


Рисунок 1 – Хроматограмма аминокислот амаранта запрокинутого

Таблица 1 – Аминокислотный состав *Amaranthus retroflexus*

№	Название аминокислоты	Символ	Содержание	
			мг/100 г	доля среди аминокислот, %
1	Глютаминовая	Glu	2110	26,27
2	Аспарагиновая	Asp	1248	15,54
3	Аланин	Ala	678	8,44
4	Аргинин	Arg	430	5,35
5	Лейцин	Leu	412	5,13
6	Изолейцин	Ile	388	4,83
7	Тирозин	Tyr	352	4,38
8	Пролин	Pro	338	4,21
9	Фенилаланин	Phe	315	3,92
10	Глицин	Gly	296	3,68
11	Валин	Val	285	3,55
12	Гистидин	His	278	3,46
13	Треонин	Thr	240	2,99
14	Лизин	Lys	227	2,83
15	Серин	Ser	225	2,80
16	Триптофан	Trp	96	1,2
17	Метионин	Met	67	0,83
18	Цистеин	Cys	44	0,56
19	Орнитин	Orn	2	0,02
20	Оксипролин	Oxi	2	0,02

Полученные данные по жирнокислотному составу амаранта запороженного согласуются с известными данными по другим видам амаранта [3, 4]. Основную долю составляют жирные ненасыщенные кислоты, такие как олеиновая (71,6 %) и линолевая (9,6%). Среди насыщенных кислот доминирует пальмитиновая (8,4 %).

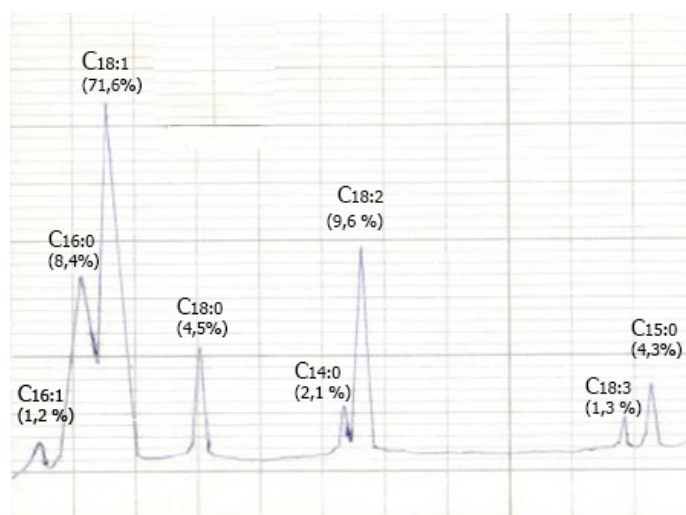


Рисунок 2 – Хроматограмма метилированных эфиров жирных кислот амаранта запороженного



Таблица 2. – Жирнокислотный состав *Amaranthus retroflexus*

№	Название кислоты	Символ кислоты	Относительное содержание, %
1	Миристиновая	C <sub>14:0</sub>	2,1
2	Пентадекановая	C <sub>15:0</sub>	4,3
3	Пальмитиновая	C <sub>16:0</sub>	8,4
4	Пальмитолеиновая	C <sub>16:1</sub>	1,2
5	Стеариновая	C <sub>18:0</sub>	4,5
6	Олеиновая	C <sub>18:1</sub>	71,6
7	Линолевая	C <sub>18:2</sub>	9,6
8	Линоленовая	C <sub>18:3</sub>	1,3

## ВЫВОДЫ

Амино- и жирнокислотный состав амаранта запрокинутого, произрастающего на территории Северного Казахстана имеет свои особенности и отличается от якутских растений и других видов амаранта. Высокое содержание некоторых незаменимых аминокислот и ненасыщенных жирных кислот служит основанием для дальнейших исследований химического состава и физиологической активности амаранта, запрокинутого Костанайской области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лучинский С.И. Доминирующие сорняки и их вредоносность в посевах подсолнечника // Научный журнал КубГАУ. -2010; 58(04), 457-469.
2. Сошникова О.В., Яцюк В.Я. Исследование химического состава *Amaranthus retroflexus* L. // ГОУ ВПО Курский государственный медицинский университет Росздрава, Курск. -2010; 18 (2), 135-141.
3. Чиркова, Т.В. Амарант - культура 21 века // Соросовский образовательный журнал// Санкт – Петербург. - 2015; 10, 22-27.
4. Кольтюгина О.В. Использование семян амаранта в молочных продуктах// Ползуновский вестник, Барнаул. -2011; 3/2:163-166.
5. Бабич, А.А. Аминокислотный состав протеина зерна амаранта [Текст] / А.А. Бабич и др. // Материалы докладов Второго Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования». Пушино, 1997. — Т.1.: 35-37.
6. Парфенов А.А., Джурко Ю.А., Коренская И.М., Корниевский Ю.И., Соленникова С.Н., Бородин Л.И., Фурса Н.С. Изучение аминокислотного состава семян амаранта печального сорта воронежский до и после экстракции гексаном. [Электронный источник] // [http: www.rusnauka.com/ 6\\_PNI\\_2012 /Biologia/ 2\\_100288.doc.htm](http://www.rusnauka.com/6_PNI_2012/Biologia/2_100288.doc.htm).Дата обращения: 31.01.2019 г.
7. Корейская И.М. Фармакогностическое изучение семян различных сортов амаранта пе-

чального/ Рукопись диссертации на соискание ученой степени кандидата фармакологических наук. Пермь, «Воронежский государственный университет» 2013 г.// [Электронный источник] <http://medical-diss.com/medicina/farmakognosticheskoe-izuchenie-semyan-razlichnyh-sortov-amaranta-pechalnogo>. Дата обращения: 08.02.2019 г.

8. Поскачина Е.Р. Эколого-физиологические и биохимические особенности щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), произрастающей в условиях центральной Якутии и перспективы ее использования / Рукопись диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Якутия, 2014 г.// [Электронный источник] [http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis). Дата обращения: 09.02.2019 г.
9. Гасимова Г.А., Дегтярева И.А. Полноценный растительный белок как средство повышения продуктивности сельскохозяйственных животных// Журнал, Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, Казань.- 2015; 3(223):58-61.
10. Волкова Г.А., Ширшова Т.И., Бешлей И.В. и др. Амарант (*Amaranthus* L.): химический состав и перспективы интродукции на севере // Известия Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар.-2017; 3(31): 15-24.

## AMINO AND FATTY ACID COMPOSITION OF AMARANTHUS RETROFLEXUS GROWN IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

**K. A. Nugumanova**

master's degree in chemistry of agrarian and biological faculty A. Baitursynov University Kostanay state e-mail: [karinaximik@mail.ru](mailto:karinaximik@mail.ru)

**O. V. Druk**

Ph. D., associate professor of agrarian and biological faculty A. Baitursynov University Kostanay state.

*Summary:* Amaranth thrown back is widely used for fodder, food and technical purposes, because the content of protein, vitamins, biologically active substances, fats exceeds many crops. With its high productivity and valuable properties, amaranth can compete economically with traditional agricultural plants.

*Keywords:* *Amaranthus retroflexus*, biologically active additive, fatty acids, amino acid proteins, amino acid

# СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МЕТАБОЛИТОВ В РАЗЛИЧНОМ СЫРЬЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ И СОРТОВ ПИОНА

**А. А. Реут**

к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции цветочных растений ЮУБСИ УФИЦ РАН (Уфа)

e-mail: [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)

Основной целью статьи являлось изучение содержания биохимического состава разного сырья (цветки, листья, стебли, корни) некоторых представителей рода *Paeonia* L., интродуцированных и выращенных на базе Южно-Уральского ботанического сада-института - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук для дальнейшего использования в качестве нового источника лекарственного растительного сырья. Выявлено, что в листьях пиона в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды и протеин. Изучение элементного состава показало, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона; среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко. Выявлено наличие 14 аминокислот, 9 из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях у большинства видов и в стеблях у сортов пиона. Показано, что выращиваемые на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН таксоны рода *Paeonia* L. представляют интерес в качестве перспективного растительного сырья.

Ключевые слова: *Paeonia* L., надземные и подземные органы, элементный состав, аминокислоты, Республика Башкортостан.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы возрос интерес к проблеме интродукции растений, содержащих ценные биологически активные вещества (эфирные масла, полисахариды, аминокислоты, витамины и др.), необходимые организму человека. В связи с этим возникла потребность в изучении химического состава растительного сырья представителей рода *Paeonia* L. как перспективного источника биологически активных веществ. Согласно литературным источникам, в корнях пионов обнаружены свободные салициловая и бензойная кислоты, эфирные масла, дубильные вещества, пионофлуоресцин, глюкозид салицин [1, 2]. В лекарственных целях в официальной медицине используется только *P. anomala* L. Однако в настоящее время объем заготовок сырья данного вида сдерживается рядом факторов: популяции малочисленные, повторный сбор допускается не раньше чем через пять лет [3]. Поэтому использование со-

---

---

ртов пиона как морфологически близких объектов может решить проблему недостаточных объемов заготовок лекарственного растительного сырья.

Необходимо отметить, что подробное изучение содержания аскорбиновой кислоты и флавоноидов некоторых сортов рода *Paeonia* проведено в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Было выявлено, что в процессе вегетации надземной части растения происходит накопление и увеличение количественного содержания флавоноидов и аскорбиновой кислоты [4, 5]. Работы по сравнительному изучению *P. anomala* и садовых сортов пиона выполнены в Пермской государственной фармацевтической академии. Установлено, что трава сортов пиона может быть использована в качестве альтернативного источника сырья [6]. В 2012-2013 годах на базе Ботанического сада-института УНЦ РАН были проведены первоначальные исследования по изучению содержания аминокислот, макро- и микроэлементов в разном сырье некоторых видов рода *Paeonia* (*P. hybrida* Pall., *P. tenuifolia* L., *P. anomala* L., *P. lactiflora* Pall.). Установлено присутствие 14 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми; максимальное накопление их наблюдалось в стеблях и листьях [7, 8].

Целью нашего исследования является изучение биохимического состава разного сырья некоторых видов и сортов рода *Paeonia* для дальнейшего использования в качестве нового источника лекарственного растительного сырья.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись четыре вида (*P. peregrina* Mill., *P. officinalis* L., *P. lactiflora* Pall., *P. delavayi* Franch.) и четыре сорта пиона, созданных на основе *P. lactiflora* (Мечта С.П. Королева, Ольга Кравченко, Полярник 8, Сабантуй), селекции Южно-Уральского ботанического сада-института-обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее - ЮУБСИ УФИЦ РАН).

Фитохимические исследования проводили в 2017 году на кафедре фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии Башкирского государственного медицинского университета. Для фитохимического исследования были взяты цветки, стебли, листья и корни объектов исследований, интродуцированных на базе ЮУБСИ УФИЦ РАН. Для проведения анализа с 10 средневозрастных генеративных растений каждого таксона в фазе цветения (май-июнь) брали цветки, листья и стебли. Сбор надземных частей интродуцентов проводили в утренние часы. Корни выкапывали в конце сентября-начале октября (до первых заморозков). Для количественного анализа цветки, стебли, листья и корни высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм.

Оценка качества исследуемых образцов сырья проводилась в соответствии с нормативными документами по следующим показателям: макроскопический анализ, микроскопия, числовые показатели (влажность, зола общая и зола нерастворимая в 10% растворе хлористоводородной кислоты), качественный анализ, количественное определение.

Для определения влажности в лекарственном растительном сырье применяли метод высушивания до постоянной массы при температуре 100-105°C.

Товароведческий анализ сырья пионов проводился общепринятыми фармакопейными методами по показателям влажность, общая зола и зола нерастворимая в кислоте хлороводородной [9]. Нормирование уровня минеральных веществ является условием получения качественного сырья. С этой целью определяется содержание общей золы, а для сырья, ис-



---

---

пользуемого для изготовления настоев и отваров, - содержание золы, не растворимой в 10% растворе хлористоводородной кислоты. Для установления содержания золы определяли несгораемый остаток неорганических веществ, остающийся после сжигания и прокаливания сырья. Зола, нерастворимая в 10%-й хлористоводородной кислоте, представляет собой остаток после обработки общей золы хлористоводородной кислотой.

Все анализы выполнялись в трехкратной повторности. Определение аминокислот в исследуемых образцах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (ЧССР) с использованием натриевого ионита и стандартного набора из 17 аминокислот. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Метод основан на определении натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в разведенной пробе, в которую для предотвращения частичной ионизации металлов в пламени при определении натрия и калия с целью видоизменения матрицы добавлен хлорид цезия, а при определении кальция и магния - лантан. Статистическую обработку данных по биохимии сырья проводили в соответствии с требованиями «Государственной фармакопеи...», с использованием критерия Стьюдента и пакета программ Excel и Statistica 10.0 [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Товароведческий анализ дает полную оценку лекарственного сырья и помогает установить его подлинность, доброкачественность и полноту. В результате данного анализа было установлено, что показатель влажность сырья, не превышает 8%, зола общая в пределах 8%, показатель – зола, нерастворимая в 10% растворе хлороводородной кислоты, – не более 3,00 %. Это подтверждает, что сырье изученных таксонов пиона полностью удовлетворяет требованиям нормативной документации по товароведческим показателям *P. anomala* [2].

В результате биохимического анализа установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды, протеин. Кроме того, выявлено, что у видов дубильные вещества и жир в максимальных количествах содержатся в листьях (12,23-12,66% и 7,12-9,84% соответственно), а у сортов – в цветках (18,14-20,07% и 5,78-6,93% соответственно). Максимальное содержание дубильных веществ отмечено у *P. delavayi* и сорта Сабантуй, минимальное – у *P. peregrina* и сорта Ольга Кравченко.

Показано, что содержание сахара в корнях пионов выше, чем в листьях (в 2,9-6,2 раза; максимальная разница у сорта Ольга Кравченко), стеблях (в 1,2-3,3 раза; максимум у *P. lactiflora*) и цветках (в 1,3-2,5 раза; максимум у *P. peregrina* и сорта Полярник 8). Максимальное содержание сахара выявлено у *P. peregrina* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. delavayi*.

По содержанию каротиноидов лидирующее положение занимают цветки (21,24-26,82%). В других видах сырья его содержание в 1,2-1,4 раза ниже. Максимальное содержание каротиноидов отмечено у *P. delavayi* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. peregrina*.

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты выявлено в листьях исследуемых образцов от 0,111 до 0,464 %. В цветках, стеблях и листьях значение этого показателя в 1,2-3,7 раз меньше. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты в листьях отмечено у *P. officinalis* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. lactiflora*. Показано, что содержание протеина выше в цветках пионов, чем в корнях (в 4,7-20,2 раза; максимальная разница у *P. lactiflora*), стеблях (в 1,5-2,5 раза; максимум у сорта Мечта С.П. Королева) и листьях (в 2,2-12,1 раза; максимум у *P. delavayi*).



По содержанию клетчатки лидирующее положение занимают стебли (29,78-38,97%), что в 1,2-30,3 раза выше, чем в других видах сырья. Максимальное содержание клетчатки отмечено у *P. delavayi* и сорта Ольга Кравченко, минимальное – у сорта Мечта С.П. Королева. Выявлено, что все изучаемые таксоны отличились высоким содержанием крахмала в листьях (15,66-19,03%), в других видах сырья этот показатель был ниже в 1,2-27,3 раза. Максимальное содержание крахмала отмечено у *P. peregrina* и сорта Сабантуй, минимальное – у сорта Ольга Кравченко. Показано, что максимальное содержание жира в листьях отмечено у *P. peregrina*, в цветках – у сорта Полярник 8, минимальное – у *P. delavayi* и сорта Мечта С.П. Королева.

Таким образом, установлено, что сырье вида *P. peregrina* в максимальном количестве накапливает сахара, крахмал и жир, *P. delavayi* – каротин, дубильные вещества и клетчатку, *P. lactiflora* – протеин, *P. officinalis* – аскорбиновую кислоту. Среди сортов лидером по содержанию сахаров, каротиноидов, аскорбиновой кислоты и жира является ‘Полярник 8’, дубильных веществ и крахмала – ‘Сабантуй’, протеина – ‘Мечта С.П. Королева’, клетчатки – ‘Ольга Кравченко’. Необходимо отметить, что виды пиона, по сравнению с сортами, в количественном отношении накапливают больше биологически активных веществ.

Также был изучен элементный состав сырья пионов. Установлено, что пионы содержат девять макро- и микроэлементов. Выявлено, что максимальным содержанием натрия, кальция, меди и йода отличались листья изучаемых пионов, что в 1,2-19,0 раз выше, чем в других видах сырья. Отмечено, что листья *P. delavayi* лидируют по содержанию натрия и йода, *P. peregrina* – кальция, меди, а сорт Ольга Кравченко – по всем четырем данным элементам.

В корнях обнаружено более высокое содержание железа и марганца (в 1,2-14,5 раз выше, чем в листьях, стеблях и цветках). Максимальное количество данных элементов отмечено у *P. peregrina* и сортов Памяти С.П. Королева и Сабантуй.

В стеблях скапливается большее количество калия (в 2,1-29,0 раз больше, чем в другом сырье). По содержанию данного элемента лидирующее положение занимает *P. lactiflora* и сорт Сабантуй. Кроме того, выявлено, что у видов фосфор в максимальных количествах содержится в корнях (от 0,11 до 0,33% у *P. peregrina*), а у сортов – в цветках (от 0,29 до 0,33% у сорта Полярник 8).

Показано, что максимальное содержание цинка у видов обнаружено в цветках (от 29,27 до 48,34 мг/кг у *P. officinalis*), а у сортов данный микроэлемент по максимуму накапливался в разных частях растений.

Таким образом, в результате изучения элементного состава установлено, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона. Среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко.

Согласно биохимическому исследованию сырья пионов выявлено наличие 14 аминокислот (лизин, метионин, цистеин, гистидин, аргинин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин), девять из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях у большинства видов и в стеблях у сортов пиона. Сумма незаменимых аминокислот составляет 2,51-4,88 мг/%, сумма всех аминокислот 5,96-9,46 мг/%, что отражает биологическую ценность объектов исследования. Установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются треонин, глицин, тирозин; в стеблях – цистеин, гистидин, изолейцин, лейцин; в цветках – фенилаланин; в корнях – аргинин. По суммарному содержанию аминокислот лидирующее положение занимают *P. lactiflora* и сорт Ольга Кравченко. Кроме того, выявлено, что по ко-

---

---

личественному содержанию всех аминокислот виды пиона превосходят сорта.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате проведенного биохимического анализа различного сырья пионов установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды и протеин, что не противоречит данным, полученным ранее при первоначальном исследовании биологически активных веществ пионов, в том числе *P. anomala* [7, 8]. Выявлено, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона. Среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко. Показано наличие 14 аминокислот (лизин, метионин, цистеин, гистидин, аргинин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин), 9 из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях. Сумма незаменимых аминокислот составляет 2,51-4,88 мг/%, сумма всех аминокислот 5,96-9,46 мг/%, что отражает биологическую ценность объектов исследования.

В целом можно заключить, что выращиваемые на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН изученные таксоны рода *Paeonia* L. представляют интерес в качестве нового источника перспективного растительного сырья. Дальнейшее планируемое изучение и анализ динамики накопления биологически активных веществ, в том числе иридоидов, по органам пионов позволит выделить интродуценты с повышенным биохимическим потенциалом для фармацевтической промышленности Республики Башкортостан.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wu Shao Hua, Da Gang Wu, You Wei Chen. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia* // Chemistry & biodiversity. – 2010; 7.1: 90-104.
2. ФС 42-531-98 Корневища и корни пиона уклоняющегося Rhizomata et radices *Paeonia anomala*. Взамен ФС 42-531-72; введ. 09.12.1998. М., 2000; 16 с.
3. Реут А.А., Миронова Л.Н. [Изучение химического состава некоторых представителей рода \*Paeonia\* L. при интродукции в Башкортостане](#) // [Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии](#). – 2014; 10: 70-73.
4. Китаева М.В., Войцеховская Е.А. Оценка содержания аскорбиновой кислоты в надземной части растений семейства пионовые (Paeoniaceae) в процессе онтогенеза // Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого к современным технологиям: мат-лы пятой Междунар. науч.-практ. интернет-конф. Полтава, 2016: 214-216.
5. Китаева М.В., Власова А.Б., Войцеховская Е.А. Содержание флавоноидов в листьях некоторых сортов рода *Paeonia* L., произрастающих в Республике Беларусь // Лекарственные растения Ботанического сада: мат-лы науч.-практ. конф. к 70-летию Бот. сада Петра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. М, 2016: 68-71.
6. Накарякова Н.И., Смирнова М.М., Яборова О.В., Олешко О.А. Сравнительное изу-

---

---

чение пиона уклоняющегося и пиона садового // *Фундаментальные исследования*. – 2014; 11: 372-376.

7. Реут А.А., Миронова Л.Н. [Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода \*Paeonia\* L.](#) // [Субтропическое и декоративное садоводство](#). – 2013; 48: 200-203.
8. Реут А.А., Миронова Л.Н. [Изучение аминокислотного и элементного состава представителей семейства \*Paeoniaceae\* Rudolphi](#) // [Известия Уфимского научного центра Российской академии наук](#). – 2013; 3: 61-63.
9. Государственная фармакопея СССР: Общие методы анализа // МЗ СССР. 11-е изд., доп. М., 1987; 1: 336 с.
10. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984: 424 с.

## THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE METABOLITES IN VARIOUS RAW MATERIALS OF CERTAIN SPECIES AND VARIETIES OF PEONY

**A. A. Reut**

Candidate of biological Sciences, leading researcher of the laboratory of introduction and selection of flowering plants, SUBGI UFRS RAS (Ufa)  
e-mail: [cvetok.79@mail.ru](mailto:cvetok.79@mail.ru)

Summary: The main purpose of the article was to study the content of the biochemical composition of different raw materials (flowers, leaves, stems, roots) of some representatives of the genus *Paeonia* L., introduced and grown on the basis of the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences for further use as a new source of medicinal plant raw materials. It was found that the peony leaves in maximum quantities accumulate ascorbic acid and starch; in the roots – sugar; in the stems – fiber; in flowers – carotenoids and protein. The study of the elemental composition of peonia showed that the *P. peregrina* quantitative content of calcium, phosphorus, iron, copper, manganese is superior to other types of peony; among the varieties, the maximum values of sodium, calcium, copper and iodine were noted in Olga Kravchenko. The presence of 14 amino acids, 9 of which are essential, was revealed. The maximum accumulation of amino acids is observed in the leaves of most species and in the stems of varieties of peonia. It is shown that grown on the territory of the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences of the genus *Paeonia* is of interest as a promising plant material.

Keywords: *Paeonia*, above-ground and underground organs, elemental composition, amino acids, Republic of Bashkortostan.

# ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАТРИНОЗИДОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ АНКСИОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СЫРЬЯ И СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ФИТОПРЕПАРАТА ПАТРИНИИ

## О.Н. Саванец

младший научный сотрудник лаборатории токсикологии Института биоорганической химии НАН Беларуси (Минск)

e-mail: oksana.savanez.96@mail.ru

## А.В. Малявко

младший научный сотрудник лаборатории фармацевтических испытаний Института биоорганической химии НАН Беларуси (Минск)

Проведено изучение влияния суммарного содержания патринозидов на выраженность анксиолитического действия на образцах лекарственного растительного сырья (ЛРС) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* белорусской интродукции. Выявлено статистически значимое влияние ЛРС и «Патринии» на поведение мышей в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ). Несмотря на существенно более низкое содержание патринозидов в ЛРС в сравнении с фитопрепаратом «Патриния», поведенческие эффекты были сопоставимы. Полученные данные показывают, что анксиолитическое действие патринии определяется не только суммарным содержанием патринозидов, но и другими биологически активными веществами (БАВ), входящими в её состав.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, *Patrinia intermedia*, фитопрепарат «Патриния», анксиолитическое действие, патринозиды, мыши

## ВВЕДЕНИЕ

Патриния средняя – лекарственное растение, ареал произрастания которого находится в пределах Казахстана и Киргизии, а также в Средней Азии. Лекарственным сырьем патринии являются корневища с корнями, содержащие алкалоиды, тритерпеновые сапонины (до 35 %), эфирное и жирное масла, азотсодержащие основания [3].

Для *Patrinia intermedia* белорусской интродукции идентифицировано 5 видов тритерпеновых сапонинов [2]. Основным агликоном тритерпеновых сапонинов в корнях и корневищах является олеаноловая кислота [2]. Взаимосвязь между выраженностью анксиолитического действия лекарственного растительного сырья (ЛРС) и фитокомпозиции «Патриния» с количественным содержанием патринозидов изучена недостаточно.

Цель исследования: изучение влияния содержания патринозидов на выраженность анксиолитического действия на образцах ЛРС *Patrinia intermedia* и стандартизированного фитопрепарата «Патриния».



Задачи: 1) Оценить суммарное содержание патринозидов в ЛРС *Patrinia intermedia* и фитопрепарате «Патриния» (с. 011117) белорусской интродукции.

2) Сопоставить выраженность анксиолитического действия ЛРС (с более низким содержанием патринозидов) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ) на аутбредных лабораторных мышах ICR.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы фитопрепарата «Патриния» (с. 011117, срок годности до 11.19) с содержанием в каждой капсуле массой 350 г не менее 15 мг суммы сапонинов (в пересчёте на олеаноловую кислоту) изготовлены Государственным предприятием «Академфарм» ИБОХ НАН Беларуси.

При производстве фитопрепарата «Патриния» используется стандартизированное сырьё - среднеизмельчённый порошок корней и корневищ патринии с содержанием патринозидов (сапонины) не менее 8 % в пересчёте на олеаноловую кислоту [4].

Для изучения влияния количественного содержания сапонинов на анксиолитические свойства использовали образцы с различным их содержанием: порошок патринии средней корневища с корнями белорусской интродукции (лекарственное растительное сырьё второго года выращивания) и стандартизированный фитопрепарат на основе *Patrinia intermedia* белорусской интродукции (лекарственное растительное сырьё третьего года выращивания) (Таблица 1).

Обозначения в тексте	Исследуемые образцы	Состав	
		Активное вещество	Вспомогательные вещества
Образец 1	ЛРС	Порошок <u>патринии средней корневища с корнями</u>	–
Образец 2	<u>Фитопрепарат «Патриния» с. 011117</u>	Порошок <u>патринии средней корневища с корнями</u>	<u>Повидон (пласдон К 29/32)</u>
			<u>Кремния диоксид коллоидный безводный (азросил 200 VV)</u>
			<u>Магния стеарат</u>
			<u>Микрокристаллическая целлюлоза М102</u>

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Оценка содержания патринозидов выполнена методом спектрофотометрии согласно ГФ РБ II, т.1 (2.2.25) [1] с использованием оборудования: спектрофотометр Agilent Cary 60, весы лабораторные электронные Mettler Toledo XP105. Экстракцию осуществляли методом Сокслета. Проводили экстрагирование БАВ из навески измельчённого порошка патринии средней корневища с корнями массой 2,000 г (точная навеска), растворитель – спирт этиловый (200 см<sup>3</sup>). Экстрагирование продолжали в течение 3 ч. Экстракт переливали в мерную колбу вместимостью 250 мл и доводили объем до метки спиртом этиловым (раствор А). 10 мл раствора А помещали в круглодонную колбу вместимостью 50 мл и упаривали досуха на водяной бане, прибавляли 10 мл смеси для гидролиза (ледяная уксусная кислота – хло-



ристоводородная кислота – вода 3,5:1:5,5). Нагревали на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 2 ч, после чего охлаждали до комнатной температуры и прибавляли 10 мл воды. Выпавший осадок отделяли фильтрованием под вакуумом. Фильтр вместе с осадком помещали в стакан вместимостью 50 мл, растворяли в спирте этиловом, переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводили до метки этанолом. 2 мл полученного раствора помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки серной кислотой (испытуемый раствор). Навеску около 0,0025 г рабочего стандартного образца (далее – РСО) олеаноловой кислоты помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки спиртом этиловым. 2 мл полученного раствора помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки серной кислотой (раствор сравнения). Кислоту серную использовали в качестве компенсационного раствора. Испытуемый раствор анализировали методом спектрофотометрии. Измеряли оптическую плотность (ГФ РБ, т. 1, п. 2.2.25) испытуемого раствора и раствора сравнения при длине волны ( $310 \pm 5$  нм) нм по отношению к компенсационному раствору.

Содержание сапонинов в исследуемых образцах составили:

- для образца 1 –  $4,0 \pm 0,4$  %,
- для образца 2 –  $8,3 \pm 0,2$  %.

Сравнительная оценка анксиолитических свойств образца 1 и образца 2 проведена с использованием методики приподнятого крестообразного лабиринта (далее ПКЛ). Использована установка Elevated Plus Maze (приподнятый крестообразный лабиринт). Размеры ПКЛ для мышей: рукава –  $30 \times 5 \times 15$  см, центральная площадка –  $5 \times 5 \times 15$  см, ПКЛ приподнят на 40 см над уровнем стола. Животное помещали в ПКЛ на центральную площадку, головой к открытому рукаву, и в течение 6 минут (поминутно) регистрировали время пребывания животных в открытых (Тоткр.), закрытых рукавах (Тзакр.), а также на центральной площадке (Тцентр.). Эксперименты проводили при комбинированном освещении в утренние и дневные часы (10.00 – 13.15) с использованием половозрелых лабораторных мышей-самцов ICR (аутбредных), массой 20,1 – 36,3 г. До включения в эксперимент мыши ICR на протяжении 12 дней подвергались хэндлингу, ознакомительной высадке в ПКЛ, а также относительно инвазивной процедуре интрагастрального введения образцов зондом (стресс слабой интенсивности) – с целью нивелирования эффекта «новизны» обстановки и процедуры введения.

Формировали 3 экспериментальные группы: основную-1, основную-2 и контрольную. Особям групп основная-1 ( $n=7$ ) и основная-2 ( $n=6$ ) внутрижелудочно вводили образец 1 и образец 2 в дозе 64,5 мг/кг соответственно, диспергированные в растворителе (здесь и далее – 1% крахмальный клейстер) в объеме 10 мл/кг, а особям контрольной группы ( $n=7$ ) вводили растворитель в том же объеме. Режим введения: в день тестирования за 30-60 минут до экспозиции животных в ПКЛ.

Оценку статистической значимости результатов проводили с использованием методов непараметрической статистики с помощью программного обеспечения Excel 2010, Statistica 6.0, Biostat 4,03. Применяли критерии Манна-Уитни, Уилкоксона, Крускала-Уоллиса, ранговый дисперсионный анализ Фридмана для зависимых выборок с последующей обработкой данных методом апостериорных сравнений по критерию Даннета. Критический уровень статистической значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Результаты исследования динамики поведенческих реакций в ПКЛ обрабатывали методом линейной регрессии. Оценивали уровень статистической значимости полученных прямых ( $P1$ ) и коэффициент корреляции ( $R$ ). При сопоставлении прямых с  $P1 < 0,05$  определяли статистическую значимость различий коэффициентов уравнений линейной регрессии ( $P2$ ),

полученных для основных групп 1 и 2 с применением однофакторного дисперсионного анализа ANOVA и последующей обработкой данных методом апостериорных сравнений по Даннету.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание патринозидов в образце 1 составляет  $4,0 \pm 0,4$  %, что в 2 раза ниже содержания сапонинов в образце 2 ( $8,3 \pm 0,2$  %).

Поведенческие реакции аутбредных мышей ICR контрольной группы в ПКЛ существенно отличались от таковых у особей групп основная-1 и основная-2. Так, животные, получавшие образец 1 или образец 2, проводили больше времени в открытых рукавах ПКЛ в сравнении с контролем (за 6 мин суммарно –  $37,7 \pm 16,7$  с,  $34,7 \pm 16,4$  с и  $12,0 \pm 4,6$  с соответственно), в основных группах (но не в контроле) отмечалось линейное снижение продолжительности пребывания в открытых рукавах лабиринта от первой к последней минутам эксперимента ( $p < 0,05$ ), в группе основная-1 критерий «время пребывания в открытых рукавах» снижался статистически значимо более выражено, чем в группе основная-2 (что может указывать на большую активность мышей, получавших ЛРС, в первые, наиболее «опасные» минуты эксперимента).

Суммарная продолжительность пребывания особей групп сравнения в закрытых рукавах составила  $305,1 \pm 17,8$  с,  $307,3 \pm 21,2$  с и  $325,9 \pm 14,1$  с, на центральной площадке –  $17,1 \pm 4,6$  с,  $18,0 \pm 6,3$  с и  $22,1 \pm 11,4$  с для мышей групп основная-1, основная-2 и контрольная. Динамика активности мышей основных (но не контрольной) групп по критериям «время пребывания в закрытых рукавах» и «время пребывания на центральной площадке» была статистически значима ( $p < 0,05$ ). Продолжительность нахождения в закрытых рукавах возрастала со временем, что объясняется биологической целесообразностью пребывания в закрытых («безопасных» рукавах ПКЛ), а время нахождения на центральной площадке снижалось, что указывает на снижение времени выбора рукава. В целом, выраженность анксиолитического действия образца ЛРС, характеризующегося более низким содержанием патринозидов ( $4,0 \pm 0,4$ %) и фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* ( $8,3 \pm 0,2$ %) была сопоставимой.

## ВЫВОДЫ

1. Суммарное содержание патринозидов в фитопрепарате *Patrinia intermedia* белорусской интродукции составило  $8,3 \pm 0,2$  %, что соответствует требованиям ТУ «Добавка биологически активная к пище «Патриния»».

2. Суммарное содержание патринозидов в ЛРС (порошок патринии средней корневища с корнями белорусской интродукции) составило  $4,0 \pm 0,4$ %.

3. Поведенческие реакции аутбредных мышей ICR контрольной группы в ПКЛ существенно отличались от таковых у особей групп основная-1 (ЛРС) и основная-2 («Патриния»). Выраженность анксиолитического действия ЛРС (характеризующегося низким содержанием патринозидов) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ) на аутбредных лабораторных мышцах ICR была сопоставимой. Полученные данные показывают, что анксиолитическое действие патринии определяется не только суммарным содержанием патринозидов, но и другими биологически активными веществами, входящими в состав исследуемых образцов.

Авторы выражают благодарность и.о. заведующего отделом фармакологии и фармации

---

---

П.Т. Петрову, заведующему лабораторией токсикологии (ЛТ) В.М. Насеку, научному руководителю – ведущему научному сотруднику ЛТ Е.В. Кравченко за методическую помощь и оказание содействия в организации и проведении эксперимента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь, т. II, Минск: 2007. – 471 с.
2. Демид Д.И., Шабуня П.С., Фатыхова С. А., Курман П. В., Петров П.Т. Определение качественного сырья состава тритерпеновых гликозидов лекарственного растительного сырья *Patrinia intermedia* белорусской интродукции и их суммарного содержания // Белорусские лекарства: материалы Междунар. научн.-практ. конф., Минск, 27-28 ноября 2014г. / НАН Беларуси, Инст. биоорг. Химии НАН Беларуси. – Минск, 2014. – С.57-61.
3. Титок В.В., Кухарева Л.В., Савич И.М., Тычина И.Н., Гавриленко Т.К. Опыт интродукции патринии средней (*Patrinia intermedia*) в Беларуси // Весці НАН Беларусі. Сер.біял. навук. 2013.- № 4. – С. 19–23.
4. ТУ ВУ 100185129.131-2014. Добавка биологически активная к пище «Патриния»; Введ. 12.08.2019. – 20с.

## STUDYING OF ANXIOLYTIC ACTIVITY AND POSSIBLE SIDE EFFECT OF A PHYTOCOMPOSITION BASED ON PATRINIA INTERMEDIA

### **Savanets O.N.**

Junior Researcher toxicology laboratories of the Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk)  
e-mail: oksana.savanez.96@mail.ru

### **Maliuka A.V.**

Junior Researcher laboratory of Pharmaceutical Testing Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk)

Summary. The influence of the total content of patrinosides on the severity of the anxiolytic effect of medicinal plant raw materials (MPM) and standardized herbal remedies based on *Patrinia intermedia* has been studied. A statistically significant effect of MPM and «*Patrinia*» on the behavior of mice in the test of the elevated plus maze (EPM) was revealed. Despite the significantly lower content of patrinosides in MPM, the effects of the compared samples were not statistically significantly different. The data obtained show that the anxiolytic effect of *patrinia* is determined not only by the total content of patrinosides, but also by other biologically active substances (BAS).

Key words: medicinal plant materials, *Patrinia intermedia*, phytocomposition “*Patrinia*”, anxiolytic action, patrinosides, mice

# ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ТРАВЫ ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ И КСАНТОРИИ НАСТЕННОЙ, КАК ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

**А.П.Северин**

к. фарм.н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории разработки образовательных программ и технологий в медицинской и фармацевтической промышленности Инжинирингового центра НИУ «БелГУ» (Белгород)

**Б.В.Папонов**

к. х. н., старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории Органического синтеза и ЯМР спектроскопии Инжинирингового центра НИУ «БелГУ» (Белгород)

В статье рассматривается потенциал и возможности применения биологически активных метаболитов лекарственного растительного сырья - полыни горькой и лишайника ксантории настенной (золотянки), широко распространенных в Белгородском регионе, в качестве потенциальных источников лекарственных средств. Авторы анализируют химический состав растительного сырья, их фармакологическую активность для создания новых лекарственных средств.

Ключевые слова: трава полыни горькой, гиперозид, катехин, гесперидин, ксантория настенная, париетин, ЯМР спектроскопия

## ВВЕДЕНИЕ

Род Полынь (*Artemisia L.*) насчитывает более ста видов, распространенных в РФ, странах Европы, Азии, Америки, из них десять видов полыни встречается на территории центрально-черноземного региона РФ. Растения рода Полынь имеют широкое распространение, запасы которых значительны [1,3]. Лекарственное растительное сырье рода Полынь, имеющее сложный химический состав, находит широкое применение, как для создания новых лекарственных препаратов, так и для расширения лекарственной сырьевой базы

Растения рода Полынь занимают немаловажное место среди лекарственных растений, применяемых в официальной и народной медицине. Аналитический обзор данных литературы показал, что в научной медицине РФ используется трава полыни горькой для приготовления настойки, применяемой в качестве желчегонного, способствующего усиленной выработке желудочного сока и усиливающего аппетит средства. [4]

В науке еще очень мало достоверных фактических данных о том, как и когда возникли лишайники. Многие высказывания по этой проблеме носят сугубо гипотетический характер. Самые древние единичные находки ископаемых лишайников относятся к мезозою, немного



---

---

больше их из кайнозоя. Эти находки свидетельствуют, что к тому времени (более 200 млн. лет назад) лишайники уже были высокоразвитыми организмами, листоватыми и кустистыми формами. Когда появились первые примитивные лишайники, неизвестно. Лишайники могли возникнуть лишь тогда, когда в процессе эволюции появились большие группы водорослей и грибов, и при этом в виде крупных, экологически дифференцированных популяций. Эти популяции образовали примитивные смешанные группировки – микробиоценозы, в которых между членами (ценобионтами) были разнородные взаимовлияния. Очевидно, в этих микробиоценозах, состоящих главным образом из одноклеточных простых организмов, возникли первые рыхлые скопления водорослей и грибов, первые примитивные (вначале, можно полагать, непостоянные) лишайники. Род ксантория (*Xanthoria*) объединяет формы с листоватым оранжево-желтым слоевищем, покрытым со всех сторон коровым слоем [5].

К этому роду принадлежит один из самых обычных лишайников – ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), встречающаяся на различных субстратах (коре деревьев, древесине, скалах, камнях и пр.) на всех континентах. Ее оранжево-желтые розетки, обычно с большим количеством более темных апотециев, хорошо заметны, они часто покрывают стволы деревьев у дороги, в парках. Это нитрофильный лишайник, весьма выносливый к загрязненности воздуха, поэтому встречается и в городах. [5].

В настоящее время в химии растительных лекарственных средств уделяется большое внимание, так как лекарственные растительные средства обладают малой токсичностью и большой фармакологической активностью.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ соединений полифенольной фракции полыни горькой был проведен на высокоэффективном жидкостном хроматографе фирмы GILSTON, модель 305 (Франция), инжектор ручной, модель RHEODYNE 7125 USA, с последующей компьютерной обработкой результатов исследования с помощью программы «Мультихром» для Windows. В качестве неподвижной фазы был использован сорбент Kromasil C 18, размер частиц 5 микрон, металлическая колонка 4,6×250 мм. Подвижная фаза – смесь метанол – вода – фосфорная кислота (конц.) в соотношении 40:60:0,5. Анализ проводили при комнатной температуре в течение 70 минут. Скорость подачи элюента 0,8 мл/мин. Детектирование веществ осуществляли с помощью УФ-детектора GILSTON UV/VIS, модель 151, при длине волны 254 нм [2].

Для исследования траву полыни горькой измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм. В колбы вместимостью 200,0 мл помещали навески сырья (10,0 г), прибавляли по 60 мл спирта этилового 70 %, присоединяли к обратным холодильникам и нагревали на кипящей водяной бане в течение 60 минут с момента закипания спирто-водной смеси в колбах. После охлаждения, смеси фильтровали через бумажные фильтры в мерные колбы объемом 100,0 мл и доводили объемы экстрактов 70% спиртом этиловым до метки (исследуемые растворы).

Параллельно готовили серию 0,05% растворов стандартных образцов (СО) в 70% спирте этиловом: рутина, кверцетин, лютеолин, лютеолин-7-гликозида, гесперидина, апигенина, гиперозида, дигидрокверцетин, кемпферол, витексин, изовитексин, нарингенин, байкалин, изорамнетин, галловой, кофейной, хлорогеновой, цикориевой, коричной, феруловой, эллаговой, о-кумаровой кислот, умбеллиферона, эскулетин, кумарин, 3-метоксикумарин, эпигаллокатехин, галлат, эпикатехин. По 50 мкл исследуемых растворов и СО вводили в хроматограф и хроматографировали по выше приведенной методике.



Количественное соотношение веществ полифенольной природы в изучаемых извлечениях установлено методом нормировки по площадям хроматографических пиков [2].

**Ксанто́рия настенная** (лат. *Xanthoria parietina*) содержит в качестве вторичного метаболита париедин – оранжевый пигмент антрахинонового ряда (Рисунок 1). Этот пигмент использовался в древности для крашения одежды в желтый цвет. Это один из немногих лишайников, имеющих русское «имя». За цвет ксантории называют «золотяжкой». Окраску лишайнику придают микроскопические кристаллы вещества париедина, накапливающиеся в верхнем слое. С его помощью лишайник защищается от излишнего солнечного ультрафиолета.

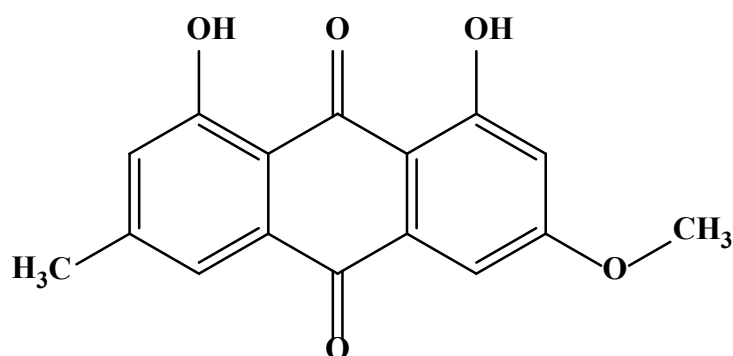


Рисунок 1 – Структурная формула париедина

В колбу Эрленмейера ёмкостью 1 литр помещают 100 г Ксантории Настенной. Лишайник заливают 600 мл изопропилового спирта и кипятят при перемешивании 40 минут. Образовавшийся изопропанольный экстракт париедина декантируют через складчатый фильтр в круглодонную колбу ёмкостью два литра. Процедуру экстракции повторяют еще два раза. Объединённый экстракт упаривают на роторном испарителе при пониженном давлении до объема 100 мл. Выпавший при охлаждении осадок сырого париедина отфильтровывают на воронке Шотта. Сырой париедин перекристаллизовывают из ацетона. Получают 2,5 г чистого париедина в виде мелких оранжевых игл.

Чистота выделенного париедина подтверждена с помощью ЯМР спектроскопии (Рисунок 2).

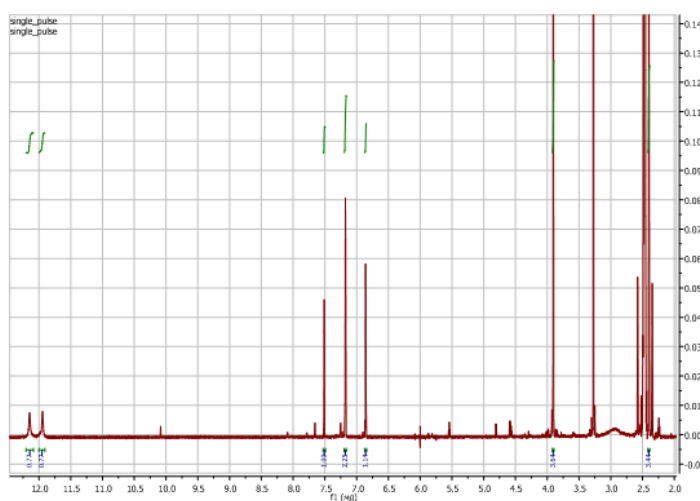


Рисунок 2 – Обзорный <sup>1</sup>H-ЯМР спектр выделенного париедина

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании анализа полифенольных соединений методом ВЭЖХ установлено, что спирто-водная фракция травы полыни горькой содержит порядка 20 (трава) веществ (флавоноидных соединений, кумаринов и фенолкарбоновых кислот) (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты исследования фенольных соединений методом ВЭЖХ в траве полыни горькой

№ п/п	Время удерживания, сек	Количественное соотношение, %	Наименование вещества
1	176,46	4,80	Танин
2	189,24	12,26	Галловая кислота
3	217,08	1,96	Неидентифиц.
4	228,30	3,60	Неидентифиц
5	244,20	7,63	Эпигаллокатехин галлат
6	307,80	17,20	Хлорогеновая кислота
7	399,78	6,24	Кофейная кислота
8	479,10	6,32	Феруловая кислота
9	536,52	1,82	Дигидрокумарин
10	572,94	3,08	Неохлорогеновая кислота
11	680,40	4,60	Эпикатехин
12	882,60	6,18	Гесперидин
13	961,20	4,12	Гиперозид
14	1084,20	2,59	Рутин
15	1217,40	1,95	Неидентифиц
16	1417,80	5,57	Коричная кислота
17	1840,20	4,73	3-метоксикумарин
18	2103,60	0,97	Неидентифиц
19	2430,60	2,04	Катехин
20	2707,20	2,36	Неидентифиц

Как видно из данных таблицы 1 состав полифенольной фракции травы полыни установлено наличие, эпигаллокатехина галлата, эпикатехина, катехина, дигидрокумарина и гиперозида. В частности некоторые полифенолы обладает следующими фармакологическими свойствами:

Гиперозид используется для профилактики сердечных заболеваний, обладает седативным эффектом и используется для лечения бессонницы, общей тревожности и повышенной возбудимости. Способен снижать кровяное давление, улучшать кровообращение.

Гесперидин вещество обладает способностью укреплять стенки кровеносных сосудов, снижать их проницаемость, улучшать *микроциркуляцию* и *лимфоотток*.

Катехины обладают высокой антиоксидантной активностью[4].

Паритин обладает широким спектром биологической активности [6]. Он показал

---

---

противогрибковую активность против мучнистой росы и против золотистого стафилококка, кишечной палочки, синегнойной палочки и других 26 видов [7].

Исследование *in vivo* доказывает что пигмент париедин, замедляет рост раковых клеток и подавляет их пролиферацию [8]. Для париедина предложен механизм действия на онкотрансформированные клетки. Он заключается в том, что у раковой клетки преобладает весьма специфический вид метаболизма глюкозы – пентозофосфатный путь метаболизма. Для протекания такого вида метаболизма необходим специальный фермент - 6-фосфоглюконат дегидрогеназа, а молекула париедина способна ингибировать работу этого фермента, что делает протекание пентозофосфатного пути метаболизма глюкозы невозможным. В результате этого раковая клетка не сможет получать энергию из глюкозы и погибнет, тогда как здоровые клетки могут расщеплять глюкозу по другому пути метаболизму – гликолизу и не будут затронуты действием париедина. Впрочем, эти данные до сих пор требуют внимательного изучения.

Париедин был получен экстракцией лишайника семейства Ксантория, изопропиловым спиртом или системой этанол-ацетон с последующим упариванием растворителя и перекристаллизацией сырого париедина из ацетона. Париедин выделяется в виде оранжевого порошка и затем кристаллизуется в виде оранжевых игл.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, извлекаемые биологически активные вещества из травы полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.) и лишайников семейства Ксантория (*Xanthoria parietina*) с широким и недооцененным потенциалом могут быть использованы, как основа создания новых лекарственных средств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амельченко В.П. Биосистематика полыней Сибири / Кемерово, 2006; с. 238-71.
2. Гаршев А.В., Еремин С.В., Наумова Е.Э. Применение ВЭЖХ для определения витамина К<sub>1</sub> в таблетках крапивы / СПб., 1997; с. 200- 26.
3. Губанов, И. А., Киселёва К.В., Новиков В. С. *Artemisia absinthium* L. — Полынь горькая / М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл, 2004; с.335
4. Супильникова, А.В., Мизина П.Г., Егоров М.В. Анализ лекарственного растительного сырья и настойки полыни // X Рос. нац. конгр. «Человек и лекарство 2003»; с.820- 728.
5. Тахтаджян А. Л. Водоросли и лишайники/ М.: Просвещение, 1981; с.512- 230
6. Adriana Basile, Daniela Rigano, Stefano Loppi, Annalisa Di Santi, Angela Nebbioso, Sergio Sorbo, Barbara Conte, Luca Paoli, Francesca De Ruberto, Anna Maria Molinari, Lucia Altucci, and Paola Bontempo. Antiproliferative, antibacterial and antifungal activity of the lichen *Xanthoria parietina* and its secondary metabolite parietin. *Int. J. Mol. Sci.* 2015, V. 16, pp. 7861-7875.
7. Gajendra Shrestha, Larry L. St. Clair. Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs. *Phytochem Rev.* 2013. Is. 12, pp.229–244.

- 
- 
8. Nedeljko T. Manojlovic, Slavica Solujic and Slobodan Sukdolak. Antimicrobial activity of an extract and anthraquinones from *Caloplaca Schaereri*. 2002, V. 34, Is. 1, pp. 83-85.

## **POTENTIAL USE OF BIO ACTIVE SUBSTANCES EXTRACTED FROM ARTEMISIA ABSINTHIUM AND XANTHORIA PARIETINA AS A BASIS FOR NEW PHARMACEUTICALS COMPOSITIONS**

### **A.P. Severin**

Ph. D. Senior Re-searcher of the Research Laboratory for the Development of Educational Programs and Technologies in the Medical and Pharmaceutical Industry of the Engineering Center of BelSU, *BelSU, Belgorod*

### **B. V. Paponov**

Ph. D. Senior Re-searcher of the Research Laboratory of Organic Synthesis and NMR Spectroscopy of the Engineering Center of BelSU, *BelSU, Belgorod*

Summary: The potential possibility of use for biologically active metabolites of medicinal plant materials - wormwood and lichen *Xanthoria Parietina* widespread in the Belgorod region, as potential sources of drugs is discussed in present article. The authors analyze the chemical composition of plant materials, their pharmacological activity to create new potential drugs.

Keywords: wormwood grass, hyperoside, catechin, hesperedin, *Xantoria*, parietin, NMR spectroscopy.

# ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КОРНЕЙ И НАДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ СИНЕГОЛОВНИКА КАВКАЗСКОГО И СИНЕГОЛОВНИКА ПЛОСКОЛИСТНОГО

**Е.А. Щербакова**

аспирант кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, специалист по аспирантуре и докторантуре, Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ (Пятигорск)

e-mail: [yeliseikina@mail.ru](mailto:yeliseikina@mail.ru)

**Д.А. Коновалов**

д. фарм. н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ МЗ РФ (Пятигорск)

В данной статье представлены результаты изучения качественного состава фенольных соединений надземных частей и корней синеголовника кавказского и синеголовника плосколистного, а также результаты количественного определения суммы фенольных соединений и флавоноидов.

Ключевые слова: синеголовник, фенольные соединения, флавоноиды.

## ВВЕДЕНИЕ

*Apiaceae* Lindl. (*Umbelliferae* Juss.) – семейство сельдерейные, оно включает около 3000 видов. Виды сельдерейных широко применяются как в кулинарии, так в косметической и медицинской сфере. Для представителей данного семейства характерно наличие эфирных масел, смол, камедей, кумаринов, тритерпеновых сапонинов, ацетиленовых производных, фенольных соединений [2].

Род *Eryngium* L., принадлежащий подсемейству *Saniculoideae* Burnett. семейства *Apiaceae*, представлен 317 видами, широко распространенными в Северной Африке, Австралии, Америке, Центральной и Юго-Восточной Европе [1, 5, 7]. Для видов подсемейства *Saniculoideae* характерно присутствие гликозидов розмариновой кислоты и терпеноидов кариофиллового типа [2].

Синеголовник кавказский (с. кавказский) – *Eryngium caucasicum* Trautv. и синеголовник плосколистный (с. плосколистный) – *Eryngium planum* L. – двулетние травянистые растения, имеют стержневую корневую систему, простые листья цельные или расчленённые, стебель прямостоячий ветвистый до 70-90 см высотой. Произрастают на пастбищах, залежах, по окраинам полей, на опушках лесов, иногда как сорные растения [8, 9].

До настоящего времени в растениях рода *Eryngium* было выявлено не менее 127 различных химических соединений, в основном это фенольные и терпеновые соединения [6, 7]. Для флавоноидов и фенольных кислот (розмариновой и хлорогеновой кислот) описаны антибактериальные и антиоксидантные свойства [3, 4].



**Цель работы:** идентификация фенольных соединений и определение содержания суммы фенольных соединений и флавоноидов в извлечениях из корней и надземных частей синеголовника плосколистного и синеголовника кавказского.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами изучения являлись высушенные корни и надземная масса с. кавказского и с. плосколистного. Корни обоих видов заготавливали ранней весной в фазу формирования розеток листьев. Надземные части были собраны в фазу цветения, с. плосколистный – июль месяц, с. кавказский – сентябрь. Заготовку производили на участке коллекционного питомника в п. Змейка, Минераловодского района, Ставропольского края. Собранные корни и надземную часть измельчали (до размера не более 10 мм) и высушивали в тени в хорошо проветриваемом помещении.

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) нами был исследован качественный состав фенольных соединений водного и спиртоводных (40% и 70%) извлечений из надземных частей и корней с. плосколистного и с. кавказского. В качестве образцов сравнения использовали 0,05% растворы в спирте этиловом 70%: апигенина, витексина, геспередина, гиперозида, дигидрокверцетина, изовитексина, изорамнетина, катехина, кверцетина, кемпферола, лютеолин-7-гликозида, лютеолина, нарингенина, рутина, эпикатехина, эпигалокатехингаллата, галловой кислоты, коричной кислоты, кофейной кислоты, о-кумаровой, феруловой кислоты, хлорогеновой кислоты, цикориевой кислоты, эллаговой, кумарина, метоксикумарина, умбеллиферона, эскулетина и танина. Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) нами было выявлено присутствие розмариновой кислоты в спиртовых извлечениях изучаемых объектов. Количественное определение суммы фенольных соединений в пересчете на розмариновую кислоту проводили при длине волны  $326 \pm 2$  нм по методике ГФ 14 издания. Сумму флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид определяли, измеряя оптическую плотность извлечений при длине волны  $396 \pm 2$  нм по методике ГФ 14 издания. Все методики ГФ 14 издания были адаптированы под изучаемые объекты.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований качественного состава фенольных соединений водных и спиртовых (40 %, 70 %, 96 %) извлечений из корней и надземных частей с. кавказского и с. плосколистного представлены в таблицах 1 и 2.

Из таблиц 1, 2 следует, что фенольные кислоты в изучаемых растениях представлены большим разнообразием, чем флавоноиды. Было идентифицировано 6 соединений из класса фенольных кислот, флавоноидов – 4 и 1 соединение класса дубильных веществ.

Таблица 1 – Результаты идентификации фенольных соединений синеголовника кавказского

№ п/п	Класс соединений	Компонент	Синеголовник кавказский					
			Надземные части			Корни		
			Вода	Спирт 40%	Спирт 70%	Вода	Спирт 40%	Спирт 70%
	Дубильные вещества	Танин	+	+	+	+	+	+

Фенольные кислоты	Галловая кислота	+	+	+	+	+	+
	Цикориевая кислота	+	-	-	+	-	-
	Хлорогеновая кислота	+	+	+	+	+	+
	Кофейная кислота	+	+	-	+	+	+
	Феруловая кислота	+	+	+	+	-	-
	Изоферуловая кислота	+	+	-	+	-	-
Флавоноиды	Катехин	+	+	+	+	-	-
	Эпикатехин	+	+	-	+	-	-
	Лютеолин-7-гликозид	+	+	+	+	-	-
	Кверцетин	+	-	-	-	-	-

Танин и галловая кислота присутствуют во всех извлечениях из исследуемых объектов. У с. плосколистного во всех извлечениях обнаружена цикориевая кислота, у с. кавказского данное соединение обнаружено только в водных извлечениях. Кислота хлорогеновая у с. плосколистного присутствовала только в водном и 70% спиртовом извлечениях, у с. кавказского хлорогеновая кислота обнаружена во всех извлечениях полученных из данного объекта. Феруловая кислота была идентифицирована и в спиртовых, и в водных извлечениях из надземных частей обоих видов, но при этом только в водном извлечении из корней с. кавказского и с. плосколистного.

Методом ТСХ нами была обнаружена розмариновая кислота. Для этого использовали следующие системы растворителей – муравьиная кислота безводная Р: ацетон Р: метилен хлорид Р (8,5:25:85); уксусная кислота 15% и бутанол: уксусная кислота: вода (4:1:2). Проявители: УФ-свет до и после обработки парами раствора аммиака. Розмариновая кислота проявлялась в виде флуоресцирующего пятна голубого или голубовато-зеленого цвета [10]. Наиболее эффективная система для идентификации розмариновой кислоты методом ТСХ – муравьиная кислота безводная Р: ацетон Р: метилен хлорид Р (8,5:25:85).

Всего идентифицировано 12 соединений: 11 – методом ВЭЖХ и 1 – методом ТСХ.

Таблица 2 – Результаты идентификации фенольных соединений синеголовника плосколистного

№ п/п	Класс соединений	Компонент	Синеголовник плосколистный					
			Надземные части			Корни		
			Вода	Спирт 40%	Спирт 70%	Вода	Спирт 40%	Спирт 70%
	Дубильные вещества	Танин	+	+	+	+	+	+
Фенольные кислоты	Галловая кислота	+	+	+	+	+	+	
	Цикориевая кислота	+	+	+	+	+	+	
	Хлорогеновая кислота	+	-	+	+	-	+	
	Кофейная кислота	+	+	+	+	-	-	
	Феруловая кислота	+	+	+	+	-	-	
	Изоферуловая кислота	+	+	+	+	-	-	

	Флавоноиды	Катехин	+	+	+	+	-	-
		Эпикатехин	+	+	+	+	-	-
		Лютеолин-7-гликозид	+	+	+	+	+	+
		Кверцетин	-	-	+	+	-	-

В надземных частях и корнях с. плосколистного и с. кавказского нами было установлено количественное содержание фенольных соединений в пересчете на розмариновую кислоту и флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид. Результаты экспериментов после статистической обработки отражены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты количественного определения фенольных соединений в надземных частях С. кавказского и С. плосколистного

Класс соединений	С. плосколистный				С. кавказский			
	Надземные части		Корни		Надземные части		Корни	
	, %	$\Delta x$	, %	$\Delta x$	, %	$\Delta x$	, %	$\Delta x$
Фенольные соединения	1,69	0,079	0,42	0,021	1,66	0,079	0,07	0,003
Флавоноиды	0,45	0,022	0,06	0,003	0,29	0,013	0,15	0,007


Как видно из данных представленных в таблице 3 надземные части с. кавказского и с. плосколистного содержат больше фенольных соединений, чем корни. Общее содержание флавоноидов в обоих видах не превышает 0,2 %.

## ВЫВОДЫ

Нами впервые было проведено определение качественного состава фенольных соединений в извлечениях из корней с. кавказского и с. плосколистного. Так же мы впервые определили качественный состав фенольных соединений в извлечениях из надземных частей с. кавказского и с. плосколистного произрастающих на Северном Кавказе. Установлено, что галловая кислота и танин присутствуют во всех извлечениях из исследуемых объектов. У с. плосколистного во всех извлечениях обнаружена цикориевая кислота, у с. кавказского данное соединение обнаружено только в водных извлечениях. Кислота хлорогеновая у с. плосколистного присутствовала только в водном и 70% спиртовом извлечениях, у с. кавказского это соединение обнаружено во всех изучаемых извлечениях. Идентифицировано 6 соединений из класса фенольных кислот, дубильных веществ – 1 и флавоноидов – 4 соединения. Всего идентифицировано 12 соединений: 11 – методом ВЭЖХ и 1 – методом ТСХ. Наиболее эффективная система для идентификации розмариновой кислоты методом ТСХ – муравьиная кислота безводная Р: ацетон Р: метилен хлорид Р (8,5:25:85). Надземные части с. кавказского и с. плосколистного содержат больше фенольных соединений, чем корни. Общее содержание флавоноидов в обоих видах не превышает 0,2 %. Высокое содержание фенольных соединений в надземных частях с. плосколистного и с. кавказского показывает перспективность дальнейшего исследования данных растений и возможное их использования в медицине.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thiem B., Goślińska O., Kikowska M., Budzianowski J. Antimicrobial activity of three *Eryngium* L. species (*Apiaceae*) // Herba Polonica Journal.- 2010; 4: 56.

- 
2. Bogucka-Kocka A., Smolarz H.D., Kocki J. Apoptotic activities of ethanol extracts from some Apiaceae on human leukaemia cell lines // *Fitoterapia*.- 2008; 79: 487–97.
  3. Cushine T.P.T., Lamb A.J. Antimicrobial activity of flavonoids. *International // Journal of Antimicrobial Agents*.- 2005; 26: 343-56.
  4. Petersen M., Simmonds MS J. Rosmarinic acid // *Phytochemistry*.- 2003; 62: 121-5.
  5. Thiem B., Wiatrowska I. *Eryngium campestre* L. (Field Eryngo) and other species of *Eryngium* L. // *Little known medicinal plants: Herba Pol.*- 2007; 53(1): 93-102.
  6. Wojtanowski K.K., Mroczek T. Study of a complex secondary metabolites with potent anti-radical activity by two dimensional TLC/HPLC coupled to electrospray ionization time-of-flight mass spectrometry and bioautography // *Analytica Chimica Acta*.- 2018; 1-12.
  7. Wörz A. On the distribution and relationships of the South-West Asian species of *Eryngium* L. (Apiaceae-Saniculoideae) // *Turk. J. Bot.*- 2004; 28: 85-92.
  8. Галушко А. И. Флора Северного Кавказа. Определитель/ Ростов н/Д: Изд – во Ростовского университета, 1980; т. 2: с. 238 – 248.
  9. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / СПб.: «Мир и семья – 95», 1995; 992 с.
  10. Шамилов А.А., Попова Н.В., Ивашев М.Н. Поиск источников розмариновой кислоты во флоре Северного Кавказа // *Современные проблемы науки и образования*.- 2014; 4.[Электронный ресурс].

## **PENOL COMPOUNDS OF ROOTS AND ULTRA-GROUND PARTS OF ERYNGIUM CAUCASICUM AND ERYNGIUM PLANUM**

### **E.A. Shcherbakova**

Postgraduate Student, Department of Pharmacognosy, Botany and Phytopreparation Technology, Specialist in Postgraduate and Doctoral Studies, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - a branch of Kaliningrad State Medical University, Pyatigorsk

### **D.A. Konovalov**

Dr. farm Ph.D., Professor, Head of the Department of Pharmacognosy, Botany and Phytopreparation Technology, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - a branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education of VolgGMU of the Ministry of Health of the Russian Federation, Pyatigorsk.

Summary: This article presents the results of a study of the qualitative composition of phenolics compounds of the aerial parts and roots of *Eryngium caucasicum* and *Eryngium planum*, as well as the results of quantitative determination of the sum of phenolics and flavonoids.

Keywords: *Eryngium*, phenolics, flavonoids.

## НЕЙРОПРОТЕКТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ *ALFREDIA NIVEA*

### Шилова И.В.

д.ф.н., старший научный сотрудник фармацевтической группы лаборатории фитотоксикологии и специального питания НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга, ТНИМЦ РАН (Томск), 634028, пр. Ленина, 3, e-mail: inessashilova@mail.ru

### Суслов Н.И.

д.м.н., профессор, заведующий лабораторией фитотоксикологии и специального питания НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга, ТНИМЦ РАН (Томск)

Установлено, что экстракт надземной части альфредии снежной на 95 % этаноле в дозе 100 мг/кг восстанавливает эксплоративное поведение и сохранность рефлекса после перенесенной гипоксической травмы. Эффективность его сравнима с таковой экстракта корня белого женьшеня.

Ключевые слова: условный рефлекс пассивного избегания (УРПИ), «открытое поле», гипоксия, мозг, альфредия снежная, экстракт.

## ВВЕДЕНИЕ

В России род альфредия (*Alfredia* Cass.) представлен двумя видами – альфредия поникшая (*A. cernua* (L.) Cass.) и альфредия снежная (*A. nivea* Kar. et Kir.). *Alfredia* Cass. является своеобразным родом семейства сложноцветные (*Asteraceae*) с довольно узким и замкнутым ареалом. Альфредия поникшая – реликт третичной неморальной флоры, узкий эндемик юга Западной Сибири и представляет собой многолетнее травянистое растение, произрастающее на высокотравных лугах и в разреженных пихтово-еловых лесах. Растение введено в культуру [1, 2]. Исследования фармакологической активности показали, что водный и водно-этанольные экстракты надземной части растения обладают ноотропными, антидепрессантными, анксиолитическими, антиоксидантными, диуретическими и антигрибковыми свойствами [1, 3-5]. Экстракт надземной части растения на 95 % этаноле проявляет выраженную антидепрессантную, ноотропную и анксиолитическую активности [1, 3, 6-9]. Исследование химического состава экстракта альфредии поникшей показало присутствие простых фенолов, флавоноидов, фенолкарбоновых кислот, кумаринов, тритерпеновых соединений, стероидов, аминокислот и неорганических компонентов [2, 3, 8, 9]. Примечательным является выделение из хлороформной фракции экстракта тритерпеновых спиртов ( $\alpha$ -амирин,  $\beta$ -амирин, моретенол, лупеол) и бутиролигнана (арктиин). В ней также обнаружены различные представители простых фенолов (*m*-крезол, бензиловый и кониферилловый спирты, ванилин, сиреневый альдегид), органических кислот и их эфиров (бензойная, салициловая и её этиловый эфир, ванилиновая, галловая, коричная, капроновая, пальмитиновая, линолевая,  $\alpha$ -линоленовая, диэтилфталат, моно(2-этилгексил)фталат, диметилсукцинат, диметиллазелаинат), ациклические терпеноиды (фитол), моноциклические циклогексановые монотерпеноиды (сильвестрен, дигидроактинидиолид), бициклические терпены (3-карен) [3, 8, 9].



Альфредия снежная недавно обнаружена на территории России и имеет ограниченную область распространения, так как находится в северной и оторванной части своего ареала [1]. Это многолетнее травянистое растение, произрастающее в горных степях, еловых лесах, скалах субальпийского и альпийского пояса Сибири. В надземной части растения установлено присутствие простых фенолов, флавоноидов (0,86±0,08 %; кверцетин, кемпферол, таксифолин, апигенин, изокверцитрин, рутин), лигнанов, органических кислот (3,37±0,47 %; бензойная, салициловая, ванилиновая, коричная, кофейная, хлорогеновая, хинная), дубильных веществ (следовые количества), кумаринов, тритерпеновых соединений ( $\alpha$ - и  $\beta$ -амирин), стеридов ( $\beta$ -ситостерин), водорастворимых полисахаридов (2,24±0,28 %; из D-глюкозы, L-арабинозы, D-глюкуроновой кислоты), каротиноидов и азотсодержащих соединений, в том числе аминокислот (валин, гистидин, метионин, лизин, треонин, триптофан) [5]. В надземной части альфредии снежной определено наличие 25 элементов, из которых восемь элементов являются эссенциальными или условно эссенциальными. Доминирующими в надземной части являются кальций, натрий – макроэлементы и микроэлементы (железо, стронций, барий, бром, цинк, рубидий), вероятно, специфичные для нее [10].

Учитывая ограниченный ареал альфредии поникшей и перспективность использования растения в качестве источника получения ноотропного средства, мы сочли целесообразным осуществить изучение ноотропной активности биологически активных веществ (БАВ) экстракта надземной части, близкого представителя рода, альфредии снежной на 95 % этаноле.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Надземную часть альфредии снежной *Alfredia nivea* Kar. et Kir. собирали в фазу цветения в Улманском районе Республики Алтай. Высушенное воздушным способом сырье измельчали и просеивали через сито с диаметром отверстий 2–4 мм (влажность 10,6 %). Измельченную надземную часть растения обрабатывали 95 % этанолом трижды на водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин при температуре 80 °С и соотношении сырье-экстрагент 1:15. Полученные извлечения объединяли, фильтровали и упаривали в вакууме при температуре не выше 60 °С. Выход экстракта по отношению к растительному сырью – 14,8±0,3 %. Содержание флавоноидов (УФ-В-СФМ) в пересчете на изокверцитрин в экстракте составляет 0,76±0,05 %.

Фармакологические исследования выполнены на 40 аутбредных мышах-самцах CD-1 (I категории, согласно сертификату). Животных содержали в стандартных условиях вивария на обычном рационе кормления в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей (г. Страсбург, 1986). Экстракт растения вводили животным курсом ежедневно в течение 5 дней через зонд в желудок за 1 час до начала экспериментальных манипуляций в дозе 100 мг/кг. Животные контрольных групп получали эквивалентное количество воды (0,4 мл). В качестве препарата сравнения использовали экстракт корня белого женьшеня (гинсана, Phargmaton, Швейцария) в дозе 100 мг/кг. Нейропротекторные функции БАВ оценивали в соответствии с руководством по проведению доклинических исследований лекарственных средств (2012, ч. 1). Гипоксическое воздействие моделировали в условиях методики гипоксии гермообъема. Животное помещали в герметически закрываемую камеру (объем 0,5 л), выдерживали до наступления агонального судорожного припадка, не допуская гибели. После этого его извлекали из камеры, регистрировали время от момента помещения в гермокамеру (латентное время гипоксии) и через 30 мин оценивали ориентировочно-исследовательское (эксплоративное) поведение в условиях теста «открытое поле». Затем у животных вырабатывали условный рефлекс пассивного избегания (УРПИ), о качестве которого судили

по латентному времени захода в темный отсек камеры при воспроизведении рефлекса, а также по доле животных, не зашедших в темный отсек при проверке и времени пребывания в нем. Проверку наличия рефлекса осуществляли через 24 ч, 7 и 14 суток после гипоксической травмы, после чего животных выводили из эксперимента в CO<sub>2</sub>-камере. Экспериментальные данные обрабатывали статистически с использованием *t* критерия Стьюдента и углового метода Фишера для сравнения долей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экстракт альфредии снежной (таблица) не оказывает значимого влияния на латентное время гипоксии, как и препарат сравнения. В тоже время экстракт альфредии наравне с препаратом сравнения нормализует двигательную активность животных через 30 мин после гипоксического воздействия до уровня интактного контроля. При проверке УРПИ через 24 ч, 7 и 14 суток экстракт значительно улучшает показатель доли животных с сохранившимся рефлексом. Результаты проверки рефлекса через 24 ч показали, что экстракт наравне с препаратом сравнения восстанавливают показатель качества рефлекса. При проверке рефлекса через 7 и 14 суток применение экстракта растения способствует большему восстановлению изучаемого показателя в сравнении с экстрактом корня белого женьшеня, однако эта разница не имеет статистически значимого характера. В случае использования экстракта альфредии снежной показатель сохранности УРПИ, достигнув 90 %, не изменяется на протяжении всего исследования и через 14 суток сравнивается с таковым интактного контроля.

В результате проведенные исследования выявили, что изучаемый экстракт восстанавливает эксплоративное и условно-рефлекторное поведение после травмы. Эффективность исследуемого экстракта соответствует активности препарата сравнения, обнаруживая тенденцию превосходить его по показателю сохранности рефлекса.

Таблица – Влияние экстракта надземной части альфредии снежной на время пребывания в гермокамере, ориентировочно-исследовательское поведение, сохранность УРПИ у мышей после гипоксического воздействия ( $\bar{D} \pm m$ , n=10)

Группа наблюдения	Латентное время гипоксии, мин	Двигательная активность через 30 мин после гипоксии	Доля животных с сохранившимся рефлексом при проверке, %		
			24 ч	7 суток	14 суток
Интактный контроль	–	21,0±2,4 *p≤0,01	100 *p≤0,05	100 *p≤0,05	90 *p≤0,05
Гипоксический контроль	74,8±10,5	51,8±12,0	0	10	10
Экстракт альфредии снежной на 95 % этаноле	67,0±3,9	22,4±4,8 *p≤0,05	90 *p≤0,05	90 *p≤0,05	90 *p≤0,05
Экстракт корня белого женьшеня	83,2±5,3	22,3±4,9 *p≤0,05	90 *p≤0,05	80 *p≤0,05	70 *p≤0,05

Примечание: \* – различия достоверны в отношении гипоксического контроля.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате исследования установлена выраженная нейропротекторная активность экстракта надземной части альфредии снежной. Экстракт растения на 95

---

---

% этаноле в дозе 100 мг/кг проявляет выраженное защитное влияние на функции ЦНС при гипоксии гермообъема. Эффективность экстракта альфредии снежной сравнима с таковой препарата сравнения (экстракта корня белого женьшеня).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шилова И.В., Суслов Н.И., Самылина И.А. Химический состав и ноотропная активность растений Сибири / Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010; с. 236.
2. Амельченко В.П., Шилова И.В., Кувачева Н.В. Особенности развития и компонентный состав *Alfredia cernua* (*Asteraceae*) в условиях интродукции (г. Томск) // Раст. рес. – 2009; 2: 23–31.
3. Шилова И.В., Самылина И.А., Суслов Н.И. Разработка ноотропных средств на основе растений Сибири / Томск: Изд-во «Печатная мануфактура», 2013; с. 268.
4. Патент РФ на изобретение № 2292214. Средство, обладающее антиоксидантной активностью. Бюл. 3; 27.01.2007 / Шилова И.В., Краснов Е.А., Кувачева Н.В. и соавт.
5. Шилова И.В., Кувачева Н.В., Короткова Е.И. и соавт. Антиоксидантные свойства биологически активных веществ *Alfredia cernua* и *Alfredia nivea* (*Asteraceae*) // Раст. рес. – 2008; 1: 114–21.
6. Патент РФ на изобретение № 2347580. Средство, обладающее ноотропным действием. Бюл. 6; 27.02.2009 / Шилова И.В., Суслов Н.И., Мустафин Р.Н. и соавт.
7. Мустафин Р.Н., Шилова И.В., Суслов Н.И. Антидепрессантные и анксиолитические свойства экстракта *Alfredia cernua* (*Asteraceae*) // Раст. рес. – 2011; 3: 130–5.
8. Шилова И.В. Рациональные подходы к поиску и созданию ноотропных средств растительного происхождения // Вест. РУДН. Сер. Мед. – 2007; 6: 236–40.
9. Шилова И.В., Семенов А.А., Кувачева Н.В. и соавт. Выделение, идентификация и ноотропная активность веществ хлороформной фракции экстракта альфредии поникшей // Хим.-фармац. журн. – 2012; 6: 36–41.
10. Шилова И.В., Барановская Н.В., Суслов Н.И. Элементный состав надземной части *Alfredia cernua* (*Asteraceae*) // Раст. рес. – 2012; 3: 414а–20.

---

---

# NEUROPROTECTIVE ACTIVITY OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES *ALFREDIA NIVEA*

## **Shilova I.V.**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Senior Researcher, Pharmaceutical Group, Laboratory Phytopharmacology and special food, Institute of Pharmacology Research and Regenerative Medicine named after E.D. Goldberg, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences (Tomsk), 634028, Lenin Avenue, 3, e-mail: inessashilova@mail.ru

## **Suslov N.I.**

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Phytopharmacology and special food, Institute of Pharmacology Research and Regenerative Medicine named after E.D. Goldberg, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences (Tomsk), 634028, Lenin Avenue, 3

Summary: It was established that the extract of the aerial part of *alfredia snow* 95 % ethanol at a dose of 100 mg/kg restores the exploratory behavior and the reproduction of the reflex after a hypoxic injury. Its effectiveness equal to of white ginseng root extract.

Key words: conditioned passive avoidance reflex (CPAR), open field test, hypoxia, brain, *snow alfredia*, extract.

Шилова Инесса Владимировна – старший научный сотрудник фармацевтической группы лаборатории фитотермофизиологии и специального питания НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга ТНИМЦ РАН, доктор фармацевтических наук, inessashilova@mail.ru

Суслов Николай Иннокентьевич – заведующий лабораторией фитотермофизиологии и специального питания НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга ТНИМЦ РАН, доктор медицинских наук, профессор, nis-51@mail.ru

Переписку вести с Шиловой И.В. по адресу:

634059, г. Томск, ул. Смирнова д. 36, кв. 113.

+79138087736

E-mail: inessashilova@mail.ru



## ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛЯДВЕНЦА РОГАТОГО КУЛЬТИВИРУЕМОГО В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

### **О. Н. Шплис**

старший преподаватель кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск)

### **Н. Э. Коломиец**

д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии Сибирского государственного медицинского университета Минздрава России (Томск)  
e-mail: [borkol47@mail.ru](mailto:borkol47@mail.ru);

### **Н. Ю. Абрамец**

старший преподаватель кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск)

### **Н. И. Каракчиева**

к.х.н., научный сотрудник лабораторно-аналитического центра СибНИИСХиТ–филиал СФНЦА РАН (Томск)

### **Е. Б. Дайбова**

к.х.н., заведующий лабораторно-аналитическим центром СибНИИСХиТ –филиал СФНЦА РАН (Томск)

### **Р.А. Бондарчук**

к.фарм.н., соискатель кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск)

### **Л.В. Жалнина**

лаборант кафедры фармакогнозии с курсами ботаники и экологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск)

В статье представлена информация по составу фенольных соединений культивируемого в Томской области лядвенца рогастого. Хроматографическими и спектральными исследованиями установлено присутствие формонетина, биоханина А, генистеина, кемпферола, астрагалина, изокверцитрина, гиперозида, изорамнетина, кофейной, п-кумаровой, феруловой, хлорогеновой, неохлорогеновой кислот. Содержание флавоноидов составляет 0,98-1,26%; изофлавоноидов – 0,35-0,79%, фенолкарбоновых кислот – 0,07-0,14%.

Ключевые слова: лядвенец рогастый, фенольные соединения, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, изофлавоноиды

## ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование природных ресурсов является одним из важных факторов устойчивого развития любого региона. Не является исключением и Западно-Сибирский регион, известный в мире не только своими полезными ископаемыми, но и уникальными природными экосистемами. Богатство сибирской флоры открывает перед учеными-исследователями колоссальные перспективы и возможности в плане создания новых перспективных



---

---

практически ценных препаратов и продуктов. При этом приоритетными являются задачи по выявлению потенциальных источников биологически активных соединений, изучению химического состава растений, выделению, установлению химической структуры молекул, определению физико-химических и биологических свойств. Решение указанных задач позволит в дальнейшем разработать инновационные технологии по производству удобрений, кормов, лекарственных препаратов, биологически активных добавок на основе перспективных видов растительного сырья.

Вместе с тем нельзя не отметить и тот факт, что в настоящее время использование дикорастущего сырья весьма ограничено. Эти ограничения связаны с несколькими причинами, во-первых, большинство эксплуатируемых зарослей находятся в зоне ведения активной хозяйственной деятельности человека, во-вторых, с сокращением или полным исчезновением популяций ценных видов растений. Решение данной проблемы лежит в расширении списка используемых видов, и введении необходимых видов в культуру. Для интенсификации данного процесса необходимо выявлять наиболее ценные виды, устойчивые в данном регионе. Одним из таких видов для Западной Сибири является лядвенец рогатый.

*Лядвенец рогатый (Lotus corniculatus L.)* - многолетнее травянистое растение рода *Лядвенец (Lotus L.)*. В естественных условиях этот вид произрастает в широком диапазоне условий окружающей среды. Разные источники подтверждают, тот факт, что лядвенец наиболее часто используют для рекультивации деградированных и нарушенных агроландшафтов [1,2].

В культуре *лядвенец рогатый* известен с начала XIX века. В бывшем СССР возделывалось 8 селекционных сортов лядвенца на 38 территориях в лесной и лесостепной зонах страны [3].

По оценкам специалистов, *лядвенец рогатый* считается одним из основных ценных высокобелковых кормовых культур после клевера (*Trifolium repens*) и люцерны (*Medicago sativa*). Лядвенец одинаково подходит как для сенокосов, так и для пастбищ, хорошо поедается всеми видами сельскохозяйственных животных как в сене, так и в виде силоса и свежим на пастбищах [3,4].

Лядвенец - прекрасное сидеральное удобрение, которое мало поражается вредителями, болезнями. При сенокосном использовании в травостое сохраняется до 10-12 лет, хорошо отрастает после скашивания, устойчив к вытаптыванию и стравливанию, имеет длительный период вегетации, поэтому при возделывании его скашивают до четырех раз за сезон. Суммарная урожайность сена достигает 102-131 ц/га, это составляет от 50 до 80% от урожайности люцерны [3-5].

По имеющимся в литературе сведениям лядвенец рогатый имеет химический состав, варьирующий от времени сбора сырья. Так, согласно данным литературы, *лядвенец* содержит протеин, безазотистые экстрактивные вещества, жирное масло, фитоалексины (сативан, веститол), дубильные вещества, флавоноиды, проантоцианидины, горькие гликозиды, полисахариды, сапонины, галактоманнан, каротиноиды, аскорбиновую кислоту, и цианогенный гликозид, образующийся в фазу цветения, придающий горьковатый вкус, и снижающий поедаемость сырья животными в этот период [6-10].

На наш взгляд, наибольший интерес как в хемосистематическом, так и в практическом отношении, вызывают фенольные соединения, определяющие многие известные для лядвенца виды фармакологической активности. Именно эти группы биологически активных веществ были исследованы нами хроматографическими и спектральными методами.

---

---

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлся лядвенец рогатый, сорт «Солнышко», культивируемый в условиях подтаежной зоны Западной Сибири (Томская область, Лучановское опытное поле Богашевского отделения Сибирского НИИ сельского хозяйства и торфа).

Для установления качественного состава из сырья получали экстракты на 40% этаноле (1:10) на водяной бане при температуре около 80°C. Экстракты концентрировали под вакуумом, после чего подвергали хроматографическому исследованию.

Для хроматографирования использовали бумагу FN-6, FN-12 (Germany). Для тонкослойной хроматографии использовали пластины на алюминиевой подложке фирмы Merck KGaA (Germany) Kieselgel 60 F254; аналитические пластины «Сорбфил» ПТСХ-П-А/ПТСХ-П-А-УФ, ПТСХ-АФ-А/ПТСХ-АФ-А-УФ3 (АО «Сорбполимер», Россия).

В качестве веществ сравнения использовали известные вещества: формонетин 47752-F (Fluka); генистеин 9155 (Fluka); ононин 75375 (Fluka); биоханин А 14385 (Fluka); и фенолкарбоновые кислоты - галловую 48630-F (Fluka); феруловую 46280-F (Fluka); кофейную C0625 (Sigma); коричную C80857 (Aldrich); п-кумаровую 28200 (Fluka) и протокатеховую p5630 (Aldrich).

В качестве систем растворителей для хроматографирования использовали: 15%  $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OH}$ ; 5% раствор натрия карбоната; 25% этанол; хлороформ–этанол (3:1, 1:1); хлороформ–уксусная кислота (9:1); хлороформ–этанол (1:1); хлороформ–метанол (15:1, 93:7, 90:3, 95:5, 90:15); хлороформ–метанол–раствор аммиака (70:30:3). Детектирование веществ проводили в УФ-свете при длинах волн 365 и 254 нм [11-13].

Исследование экстрактов методом ВЭЖХ проведено на высокоэффективном жидкостном хроматографе «Миллихром-А-02» с последующей компьютерной обработкой результатов исследования с помощью программы «МультиХром-Спектр». Условия хроматографирования: неподвижная фаза - колонка ProntoSIL 120-5-C18 AQ, 80303 размер 2,0×75мм, размер частиц 5мкм; подвижная фаза – [4MLiClO<sub>4</sub>+ 0,1 М HClO<sub>4</sub>]:H<sub>2</sub>O (5 : 95); скорость подачи элюента 100,00 мкл/мин; температура – 40°C; давление – 2,0МПа; продолжительность – 115 мин. Параллельно с испытуемым раствором вводили в хроматограф растворы известных веществ. Детектирование проводили при 210–400 нм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Хроматографирование экстрактов на бумаге в системе 5% р-ра натрия гидрокарбоната в УФ-свете при длине волны 365нм показало присутствие не менее 4 зон адсорбции с различной окраской. Сравнение окраски пятен и значений  $R_f$  с известными веществами и данными литературы позволило с определенной степенью достоверности идентифицировать формонетин ( $R_f$  около 0,12), генистеин ( $R_f$  около 0,11), кофейную ( $R_f$  около 0,85), п-кумаровую ( $R_f$  около 0,90) и феруловую кислоты ( $R_f$  около 0,75).

При хроматографическом исследовании в тонком слое сорбента лучшего разделения веществ удалось достичь на пластинах Kieselgel 60 F<sub>254</sub> в системе растворителей хлороформ-метанол (93:7) и БУВ (4:1:1). При этом были идентифицированы генистеин, биоханин А и формонетин.

Для подтверждения и уточнения качественного состава был проведен анализ экстракта методом ВЭЖХ на хроматографе «Миллихром А-02». Идентификацию веществ проводили

---

---

по времени удерживания компонентов в сравнении с известными веществами и имеющейся базой данных.

Сравнение ВЭЖ-хроматограммы экстракта с хроматограммами известных веществ подтвердило присутствие формонетина, биоханина А, генистеина, кофейной, п-кумаровой, феруловой кислот. Дополнительно были обнаружены хлорогеновая и неохлорогеновая кислоты, кемпферол, астрагалин, изокверцитрин, гиперозид, изорамнетин.

Определено количественное содержание в траве лядвенца рогатого флавоноидов в пересчете на гиперозид [13], которое составило в образцах разных сроков сбора 0,98-1,26%; изофлавоноидов в пересчете на формонетин [11], которое составило – 0,35-0,79% и фенолкарбоновых кислот в пересчете на кофейную кислоту [12], составившее 0,07-0,14%.

## ВЫВОДЫ

Результаты хроматографического и спектрального исследования позволили установить присутствие в траве лядвенца рогатого сорта «Солнышко», культивируемого в условиях подтаежной зоны Западной Сибири изофлавоноидов, флавоноидов, фенолкарбоновых кислот. Установленные значения уровней содержания фенольных соединений позволяют говорить о перспективности дальнейшего изучения фармакологического действия лядвенца, и возможности его использования для разработки на его основе лекарственных средств, биологически активных добавок к пище, кормов для животных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т3. Семейства Fabaceae-Apiaceae / С-пб.; М., 2010; 601 с.
2. Escaray F.J., Menendez A.B., Gárriz A., Pieckenstain F.L., Estrella M.J., Castagno L.N., Carrasco P., Sanjuán J., Ruiz O.A. Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils // *Plant Science*. – 2012; 182: 121–133.
3. Медведев П.Ф. Новые кормовые культуры СССР. М., 1948. 324 с.
4. Тыновец С.В., Флиппенко В.С. Продуктивность и кормовая ценность *Lotus corniculatus* на антропогенно преобразованных почвах // *Вестник ПолесГУ*. – 2012; 36-40.
5. Ramirez-Restrepo C.A., Kemp P.D., Barry T.N., Lo'pez-Villalobos N. Production of *Lotus corniculatus* L. under grazing in a dryland farming environment // *New Zealand Journal of Agricultural Research*. – 2006; 49 (1): 89-100.
6. Harney P.M., Grant W.F. Chromatographic study of the phenolics of species of *Lotus* closely related to *L. corniculatus* and their taxonomic significance // *American Journal of Botany*. – 1964; 51: 621-627.
7. Harney P.M., Grant W.F. A polygonal representation of chromatographic investigations on the phenolic content of certain species of *Lotus* // *Canadian Journal of Genetic and Cytology*. – 1965; 7: 40-51.

- 
- 
8. Bate-Smith E.C. The phenolic constituents of plants and their taxonomic significance. 1. Dicotyledons // *Journal of the Linnean Society of Botany*. – 1965; 58: 95-173.
  9. Reynaud J., Lussignol M. The Flavonoids of *Lotus corniculatus* // *Lotus Newsletter*. – 2005; 35 (1): 75-82.
  10. Foo L.Y., Newman R., Waghorn G., McNabb W.C., Ulyatt M.J. Proanthocyanidins from *Lotus corniculatus* // *Phytochemistry*. – 1996; 41: 617-624.
  11. Полуэктова Т.В., Коломиец Н.Э., Калинин Г.И. Хроматографическое исследование изофлавоноидов климактерического сбора // *Химия растительного сырья*. – 2011; 2: 145-148.
  12. Бондарчук Р.А., Коломиец Н.Э. Исследование фенольных соединений хвоща лесного *Equisetum sylvaticum* L. // *Бюллетень сибирской медицины*. – 2011; 5: 25-29.
  13. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV издание. Том 4. [Электронный ресурс]: база данных. Режим доступа: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_4/HTML/index.html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/index.html)

---

---

# PHENOL COMPOUNDS OF THE LOTUS CORNICULATUS CULTIVATED IN WESTERN SIBERIA

## **ON Shplis,**

Senior Lecturer, Department of Pharmacognosy with Botany and Ecology Courses, Siberian State Medical University, Ministry of Health of Russia (Tomsk)

## **NE Kolomiets,**

Ph.D. (Pharm.), Professor at the Department of Pharmacognosy with Botany and Ecology courses at the SSMU (Tomsk), e-mail: [borkol47@mail.ru](mailto:borkol47@mail.ru); +79609732038

## **NYu Abramets,**

Senior Lecturer, Department of Pharmacognosy with Botany and Ecology Courses, SSMU (Tomsk)

## **NI Karakchieva,**

Ph.D. (Chem.), Researcher at the Laboratory and Analytical Center of the Siberian Institute of Agriculture and Peat - a branch of the Siberian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Tomsk)

## **EB Daybova**

Ph.D. (Chem.), Head of Laboratory and Analytical Center of the Siberian Institute of Agriculture and Peat - a branch of the Siberian Federal Scientific Center of RAS (Tomsk)

## **RA Bondarchuk**

Ph.D. (Pharm.), SSMU (Tomsk)

## **LV Zhalnina,**

Laboratory Assistant, Department of Pharmacognosy, with courses in botany and ecology, SSMU (Tomsk)

Summary: The article presents information on phenolic compounds of *Lotus corniculatus* cultivated in the Tomsk region. Chromatographic and spectral studies have established the presence of formononetin, biochanin A, genistein, kaempferol, astragaline, isoquercitrin, hyperoside, isorhamnetin, coffee, p-coumaric, ferulic, chlorogenic, neochlorogenic acids. The content of flavonoids is 0.98-1.26%; isoflavonoids - 0.35-0.79%; phenol carboxylic acids - 0.07-0.14%.

*Key words: Lotus corniculatus, phenolic compounds, flavonoids, phenol carboxylic acids, isoflavonoids*



## ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ АЛКАЛОИДЫ, *VINCA HERBACEA WALDST. ET KIT.* И *PEGANUM HARMALA L.*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ГРУЗИИ.

### **Н.С. Вачнадзе**

акад. д-р химии, ведущий научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (Тбилиси, Грузия);  
e-mail: [vachnadze\\_nina@yahoo.com](mailto:vachnadze_nina@yahoo.com)

### **В.Ю. Вачнадзе**

д-р фарм. наук, профессор, научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе Тбилисского ТГМУ (Тбилиси)

### **Т.Ш. Суладзе**

акад. д фарм. наук, научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (Тбилиси)

### **К.З. Мchedлидзе**

акад. д с.- х. н., ведущий научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (Тбилиси)

### **М. Сулаквелидзе**

акад. д. мед. н., ст. научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (Тбилиси)

### **В.Д. Мшвилдадзе**

акад. д фарм. н., ст. научный сотрудник Института Фармакохимии им. И. Кутателадзе ТГМУ (Тбилиси, Грузия), профессор Квебекского Университета г. Шикутими (Квебек, Канада).

В статье затрагивается актуальная тема по поиску природных биологически и фармакологически активных органических соединений как действующие начала лекарственных препаратов. Объектами исследования являются: *Vinca herba-cea Waldst. et Kit* (надземные органы), из которых, полученная фармакологически активная субстанция индолиновых алкалоидов проявила антиаритмическую активность; фракция индольных алкалоидов, выделенная из спелых семян *Peganum harmala L.*, проявляет цитостатическую активность.

Ключевые слова: субстанция, алкалоиды, биологическая активность.

## ВВЕДЕНИЕ

Исторически так сложилось, что еще со времен Феофраста растения служили одним из источников лечебных средств. Поэтому, несмотря на то, что прошло несколько столетий, алкалоидосодержащие растения и алкалоиды не потеряли своей актуальности в списке органических соединений природного происхождения как действующие начала лекарственных препаратов. Объясняется это не только тем, что алкалоиды являются

---

---

оптически активными и энантиомерно чистыми, но и тем, что они обладают многосторонней фармакологической активностью и мягкостью терапевтического действия.[3]

Биологические и фармакологические испытания алкалоидов проводились: в отделе предклинической фармакологии (Институт Фармакохимии им. И.Кутателадзе ТГМУ); в отделе экспериментальной и патфизиологии научно-исследовательского института кардиологии им. М.Д. Цинамдзгвришвили (Тбилиси); исследования на цитотоксическую активность проведены в лаборатории LASEVE, Departament de Seinses Fundamentales. Université du Québec á Chicoutimi, Canada. [6]

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами исследования были надземные органы *Vinca herbacea* Waldst. et Kit., собранные в фазе цветения на опорном пункте лекарственных растений института Фармакохимии (с. Шираки), а спелые семена *Peganum harmala* L. собраны в окрестностях г. Тбилиси.

3,0кг воздушно-сухой измельченной травы *Vinca herbacea* экстрагировали подкисленным метанолом. Полученное извлечение фильтровали, сгущали под вакуумом до полного удаления метанола. Водно-кислое извлечение подщелачивали 12% NH<sub>4</sub>OH до pH-9 и алкалоиды экстрагировали хлороформом. Хлороформенные извлечения очищали 4% водным раствором KOH, алкалоиды переводили в раствор 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Кислый экстракт подщелачивали 25% NH<sub>4</sub>OH до pH 9-10, алкалоиды извлекали этиловым эфиром; сгущенные эфирные извлечения обрабатывали цитратно-фосфатным буфером с pH-5,0 и получали субстанцию индолиновых алкалоидов в количестве 5,4г. [4,5]

Колоночным хроматографированием суммы алкалоидов с носителем Silicagel 100/160, элюированием хлороформом, а в последующем смесью хлороформ/метанол (98:2; 96:4; 92:8; 1:1) выделили и идентифицировали алкалоиды: винкарин, вингербин, гербадин, гербамин, которые являются доминантами в субстанции индолиновых алкалоидов.

330г спелых измельченных семян *Peganum harmala* L. После форэкстракции гексаном, обрабатывали хлороформом при комнатной температуре в соотношении измельченные семена/хлороформ 1:10. Объединенные хлороформенные извлечения сгущали под вакуумом до сухого остатка, при обработке ацетоном выделили фракцию (13г), содержащую индольные алкалоиды - производные гармана (1,18 г).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Влияние индолиновых алкалоидов *Vinca herbacea* на сердечно-сосудистую систему было изучено на 80 кошках, 80 кроликах, 100 белых мышах и 20 собаках. [1,2]

Цитотоксическая активность алкалоидов *Peganum harmala* L. была оценена на A-549 (клетки линии рака легкого), DLD-1 (клетки линии аденокарциномы прямой кишки) и WS-1 (клетки линии нормальных человеческих фибробластов). Цитотоксическая активность *in vitro* была выражена как концентрация алкалоидов, препятствующая росту клетки на 50% (IC<sub>50</sub>)

Материал вегетативных органов для изучения особенностей микроструктуры надземных частей *Vinca herbacea* был собран на опорном пункте лекарственных растений института Фармакохимии им. И.Кутателадзе (с. Шираки). Выбор объектов для проведения микроструктурного изучения вегетативных органов производили со среднего яруса листьев

и стеблей. Препараты изготавливали от руки на живом материале, окрашивая 1% раствором софранина. Срезы просматривали в световых (Carl Zeiss, Jena и МБС-2) микроскопах, фотоматериал фиксировали цифровым фотоаппаратом (Canon Digital IXVS 75), результаты обрабатывали в компьютерной программе.

Фармакологические исследования субстанции индолиновых алкалоидов *Vinca herba-sea* показали, что субстанция, в которой доминировали алкалоиды винкарин, вингербин, гербадин, гербамин, обладает выраженной антиаритмической активностью: в 70-80% случаев предупреждает и полностью купирует хлор-бариевую аритмию у кроликов. Антиаритмический эффект наступает через 1-1,5 мин и длится в течении 20-25 мин.

В серии экспериментов с желудочковой аритмией, возникающей при двухэтапной перевязке коронарной артерии по методу Харрикса было показано, что введение субстанции внутривенно в 70% случаев вызывает полное подавление эктопической импульсации и восстановление синусового ритма через 1-1,5 мин. При введении внутримышечного и per os антиаритмический эффект развивается через 30 мин.

Антиаритмический эффект субстанции проявляет также при аконитовой, хлор-кальцевой, строфантиновой аритмиях. В экспериментах на кроликах субстанция предохраняет сердечную мышцу от метаболических и структурных изменений, характерных для данной патологии. Субстанция обладает низкой токсичностью - 162,5 мг/кг, хроническая токсичность не вызывает патологических изменений в крови, в содержании холестерина, сахара, общего белка, субстанция не обладает канцерогенными свойствами.

При гистологическом исследовании внутренних органов патологических сдвигов не отмечалось. Т.о., субстанция индолиновых алкалоидов является активным и перспективным антиаритмическим средством. In vitro цитотоксическая активность субстанции индолиновых алкалоидов, производных гармана, полученная из семян *Peganum harmala L.* была оценена тестами Resasurina I и Hoechst II:

I: А-549:  $12,7 \pm 0,8 \mu\text{g/ml}$ ; DLD-1:  $6,5 \pm 0,2 \mu\text{g/ml}$ ; WS-1:  $10 \pm 1 \mu\text{g/ml}$ ;

II: А-549:  $21 \pm 2 \mu\text{g/ml}$ ; DLD-1:  $5,2 \pm 0,2 \mu\text{g/ml}$ ; WS-1:  $60 \pm 16 \mu\text{g/ml}$ ;

Этопозид: А-549:  $2,4 \pm 0,5 \mu\text{M}$ ; DLD-1:  $0,64 \pm 0,1 \mu\text{M}$ ; WS-1:  $2,6 \pm 0,7 \mu\text{M}$ .

Согласно приведенным результатам субстанция индолиновых алкалоидов *Peganum harmala L.* проявляет явно выраженную цитотоксическую активность против линий клеток А-549 (клетки линии рака легкого), DLD-1 (клетки линии аденокарциномы прямой кишки). [5,6]

## ВЫВОДЫ

1. Из надземных органов *Vinca herbacea Waldst. et Kit.* получена природная смесь индолиновых алкалоидов винкарин, гербадина, гербамина, винкамайина, суммарная субстанция которых согласно фармакологическим исследованиям обнаруживает выраженное антиаритмическое действие, не вызывает депрессию сердечной деятельности и обладает выраженным кардиостимулирующим эффектом; усиливает амплитуду сердечных сокращений, мало токсична и не проявляет побочных действия.
2. Из спелых семян *Peganum harmala L.* полученная фракция индолиновых алкалоидов проявляет явно выраженную цитостатическую активность против линий клеток А-549 (клетки линии рака легкого), DLD-1 (клетки линии аденокарциномы прямой кишки).

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гацура В.В. Методы первичного фармакологического исследования. //М.: Медицина, 1974; с. 143.
2. Миронова А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств.//М.: Гриф и К, 2012; с. 944.
3. Grag G.M. and Newman D.V. International collaboration in drug discovery and development from natural sources// Pur. Appl. Chem.-2005; 77, 11: 1923-42.
4. Гагуа Н.Д., Бакуридзе А.Дж, Вачнадзе Н.С., Берашвили Д.Т., Вачнадзе В.Ю. Изучение процесса экстракции фармакологически активных алкалоидов из видов *Vinca*.// GMN – 2017; 6: 105-10.
5. Вачнадзе В.Ю., Кинцурашвили Л.Г., Вачнадзе Н.С., Суладзе Т.Ш., Мшвилдадзе В.Д., Мchedлидзе К.З. Фитохимический скрининг растений рода Магнолия, интродуцированных в западную Грузию.// Экспериментальная и клиническая медицина. - 2018; 5: 22-24.
6. Vachnadze V.Yu., Vachnadze N.S., Kintsurashvili T.Sh., Study of cytotoxic activities of alkaloids from medicinal plants in Georgia. Future Technologies and quality of life. Batumi, Georgia, 29 September – 1 October, 2017.

## PHARMACOLOGICAL ACTIVE ALKALOIDS, VINCA HERBACEA WALDST. ET KIT., PEGANUM HARMALA L., GROWING IN GEORGIA

### **N.S. Vachnadze:**

Ph.D. (Chem.), leading researcher, Institute of Pharmacochimistry. I.Kutateladze, TSMU (Tbilisi, Georgia);

### **V.Yu. Vachnadze:**

Doctor of pharmacy, professor, scientific research, Institute of Pharmacochimistry I. Kutateladze, TSMU (Tbilisi, Georgia);

### **T.Sh. Suladze:**

Ph.D. (Pharm.), scientific research, Institute of Pharmacochimistry I. Kutateladze TSMU (Tbilisi, Georgia);

### **K.Z. Mchedlidze:**

Ph.D. (Agricultural), leading researcher of the Institute of Pharmacochimistry. I. Kutateladze TSMU (Tbilisi, Georgia);

### **M. Sulakvelidze:**

Ph.D.(Medical.), senior research, Institute of Pharmacochimistry. I. Kutateladze TSMU (Tbilisi, Georgia);

### **V.D. Mshvildadze:**

Ph.D. (Pharm.), senior research, Institute of Pharmacochimistry. I. Kutateladze TSMU

---

---

(Tbilisi, Georgia), professor at the University of Quebec Chicoutimi, Canada (Quebec, Canada).

Summary: substance from overground parts of *Vinca herbacea* Waldst. et Kit containing indoline alkaloids and fraction from ripe seeds of *Peganum harmala* L. containing indole alkaloids exhibit antyarrythmic and cytotoxic activities respectively.

*Key words: Substance, alkaloids, biological activity.*





# СКРИНИНГ МЕМБРАНОПРОТЕКТОРНОЙ И ПРОТИВОЯЗВЕННОЙ АКТИВНОСТИ СОКА ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО В ДОКЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

## **А. А. Верлина**

преподаватель ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)  
e-mail: [verlina2016@yandex.ru](mailto:verlina2016@yandex.ru)

## **А. В. Бузлама**

д.м.н., доцент, заведующая кафедрой фармакологии и клинической фармакологии  
ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

## **А. А. Гудкова**

к.фарм.н., доцент ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

## **А. С. Чистякова**

к.фарм.н., ассистент ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

Аннотация: проведена стандартизация трех различных серий выпуска «Сока подорожника большого», впервые доказана его мембранопротекторная активность на *Paramecium caudatum*, на модели НПВС-гастропатии выявлена гастропротекторная активность.

Ключевые слова: подорожник большой, сок, доклинические исследования, мембранопротекторы, *гастропротекторы*

## ВВЕДЕНИЕ.

Подорожник большой (*Plantago major* L.) – известное лекарственное растение, которое широко применяется в народной и официальной медицине. Листья подорожника большого входят в состав противовоспалительных и отхаркивающих лекарственных средств, известно так же его применение для лечения хронического гипоацидного гастрита, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки с нормальной и пониженной кислотностью [1], при этом гастропротекторные свойства сока листьев подорожника при НПВС-гастропатии и других кислото-зависимых состояниях не изучены. В 2018 году в свет вышла Государственная Фармакопея XIV издания, где впервые была введена общая фармакопейная статья, посвященная сокам, что представляет интерес в стандартизации и контроле качества «Сока подорожника большого». В связи с вышеизложенным, целью данной работы являлось проведение стандартизации трех различных серий выпуска «Сока подорожника большого» и скрининга его мембранопротекторной и противовоспалительной активности в доклинических исследованиях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Объектом исследования являлся лекарственный препарат «Сок подорожника большого» производства ВИФИТЕХ, содержащий сок из свежих листьев подорожника большого, консервированный 95 % спиртом этиловым. Проведена стандартизация трех его различных серий согласно ОФС.1.4.1.0039.18 ГФ XIV «Соки» по показателям: описание, спирт этиловый (метод дистилляции), плотность (метод 1 с помощью пикнометра), pH и сухой остаток [2].

Оценку мембранопротекторной активности проводили на тест-системе инфузорий *Paramecium caudatum* в стационарной фазе роста при воздействии в качестве повреждающего фактора 10% раствора натрия хлорида. Так как спирт этиловый вызывает гибель культуры инфузорий, его предварительно отгоняли под вакуумом, полученный сухой остаток растворяли в дистиллированной воде. В ходе исследования в 19 пробирок помещали культуры инфузорий, далее в первую (контрольную) пробирку добавляли воду, а в остальные – исследуемый препарат в различных разведениях от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^{-18}$ , все пробы подвергли экспозиции 24 ч при T 22°C. С помощью контрольной пробирки установили объем 10%-ого раствора натрия хлорида, приводящего к гибели 100% клеток в течении 5 мин. Далее отбирали по 1,0 мл жидкости из опытных пробирок, добавляли ранее определенное количество натрия хлорида и при помощи светового микроскопа (Биомед 6, Россия) визуально по прекращению двигательной активности определяли гибель клеток. Для расчета среднего времени до момента гибели клеток ( $t_{cp}$ , сек), время засекали с помощью секундомера. Опыт повторяли необходимое количество раз, по известной методике, по формуле рассчитывали индекс биологической активности. Оценку мембранопротекторной активности исследуемого объекта проводили по расчетным значениям индекса биологической активности ( $I_{BA}$ ):  $1,000 \pm 0,100$  объект считается биологически не активным,  $>1,000 \pm 0,1000$  – объект повышает жизнеспособность клеток,  $<1,000 \pm 0,1000$  – объект снижает жизнеспособность клеток [3].

Для оценки противоязвенных свойств использовали модель НПВС-индуцированного ulcerогенеза. Предварительно проводили пищевую депривацию длительностью 18 ч, в качестве ulcerогенного агента использовали 2,5% раствор диклофенака натрия, который вводили однократно перорально в известной «ulcerогенной дозе» 50 мг/кг [4]. В качестве препарата сравнения использовали суспензию «Маалокс», которую вводили животным в дозе 1,2 мл/кг, соответствующей максимальной суточной дозе для человека. Препарат «Сок подорожника большого» вводили в дозе 2,4 мл/кг массы тела животного, что соответствует средней терапевтической дозе для человека. Изучаемые лекарственные препараты вводили опытным группам животных однократно перорально через желудочный зонд за 1 ч до введения ulcerогенного агента. Через 3 ч после введения диклофенака натрия всех животных умерщвляли передозировкой хлороформного наркоза, производили патологоанатомические исследования для осмотра состояния слизистой оболочки желудка и проведения измерений [5,6]. Оценку эффективности проводили путем сравнения показателей: количество животных в группе с язвами; среднее по группе количество язв в штуках на одно животное (шт./гол.); суммарная площадь язв из расчета на одно животное ( $mm^2$ ), которое определяли планиметрическим методом при помощи палеток с сеткой масштабно-координатной, по известным формулам рассчитывали показатель противоязвенной активности и индекс Паулса [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Результаты стандартизации трех серий препарата «Сок подорожника большого» (одна серия 2017 года выпуска, две серии – 2018 года) представлены в таблице (табл. 1).

В инструкции по медицинскому применению препарата «Сок подорожника большого» в качестве нормативных показателей качества приведены описание и содержание спирта этилового (не менее 21 %), установлено, что все протестированные три серии препарата полностью соответствуют нормативным показателям. По показателям плотности и pH различия между сериями имеют минимальные значения, а по показателю сухой остаток выявлены различия, не превышающие 30% между серией 2017 года (№041017) и сериями 2018 года (№010118 и №020418). Таким образом все три изученные серии соответствуют нормативным показателям.

В ходе эксперимента на *Paramecium caudatum* установлено (табл. 2), что сок листьев подорожника большого проявляет высокую биологическую активность в разведениях от  $1 \cdot 10^1$  до  $1 \cdot 10^{-4}$ , обеспечивая значительное достоверное ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,001$ ) повышение времени выживания инфузорий при неблагоприятном воздействии максимально в 2,2 раза (для разведения  $1 \cdot 10^{-1}$ ) и не менее чем на 37,4%. Средняя степень биологической активности выявлена в разведениях  $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-13}$ , что проявлялось повышением времени выживания инфузорий не менее чем на 15%, но не более чем на 38%. Низкая степень активности выявлена при разведениях  $1 \cdot 10^{-14}$ – $1 \cdot 10^{-18}$ .

Таблица 1 – Основные показатели качества сока подорожника большого

Показатели качества	№ серии			Нормативные показатели
	041017	010118	020418	
Описание	жидкость коричневого цвета с характерным запахом	жидкость темно-коричневого цвета с характерным запахом	жидкость темно-коричневого цвета с характерным запахом	жидкость от коричневого до темно-коричневого цвета с характерным запахом, при хранении допускается наличие осадка
Спирт этиловый, %	26,7±1,2	22,7±1,1	24,98±1,1	н.м. 21%
разница с нормативным показателем, %	+5,7	+1,7	+3,98	-
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,849±0,03	1,094±0,08	1,094±0,08	-
разница между сериями, %	-22,4	100,0	0	-
pH	4,760±0,11	5,136±0,12	5,091±0,12	-
разница между сериями, %	-7,32	100,0	-0,88	-
Сухой остаток, %	6,49±0,6	4,91±0,4	4,50±0,3	-
разница между сериями, %	100,0	-24,3	-30,6	-

Исследование противоязвенной активности проведено на белых аутбредных крысах самцах линии «Вистар» (21 особь, по 7 животных в каждой из групп). Установлено, что у 100% животных контрольной группы диклофенак натрия вызывал множественные (17,20±2,13 шт./гол.), обширные (площадь язв 56,00±8,64 мм<sup>2</sup>) и глубокие язвы, при этом индекс Паулса по критерию площадь язв составил 56,0. Препарат сравнения Маалокс вызывал снижение количества язв на 39,4% и значительно снижал площадь язв на 61,7%, индекс Паулса составил 18,36, а расчетное значение противоязвенной активности – 3,05, что свидетель-

ствует о высокой противоязвенной активности. Сок подорожника большого обеспечивал снижение количества язв на 18,6%, площади язв на 26,3%, индекс Паулса составил 41,3 и расчетное значение противоязвенной активности – 1,36, что свидетельствует о наличии гастропротекторного действия, которое, однако, уступает по степени выраженности препарату сравнения (рис.1, 2, 3).

Таблица 2 – Оценка мембранопротекторной активности сока подорожника большого

Разведение	$t_{cp}$ , сек	Разница с контролем, %	$I_{BA}$
контроль	159,33±5,17	-	-
1·10 <sup>-1</sup>	356,80±50,38 *	+123,9	2,24
1·10 <sup>-2</sup>	344,80±69,1*	+116,4	2,16
1·10 <sup>-3</sup>	219,00±9,64**	+37,4	1,37
1·10 <sup>-4</sup>	257,00±10,54***	+61,3	1,61
1·10 <sup>-5</sup>	206,80±3,71***	+29,8	1,30
1·10 <sup>-6</sup>	190,60±20,92	+19,6	1,20
1·10 <sup>-7</sup>	183,40±20,70	+15,1	1,15
1·10 <sup>-8</sup>	207,20±19,62	+30,0	1,30
1·10 <sup>-9</sup>	220,07±8,66**	+38,1	1,38
1·10 <sup>-10</sup>	213,00±14,26*	+33,7	1,34
1·10 <sup>-11</sup>	204,40±13,68*	+28,3	1,28
1·10 <sup>-12</sup>	199,60±9,42*	+25,3	1,25
1·10 <sup>-13</sup>	191,80±9,29*	+20,4	1,20
1·10 <sup>-14</sup>	165,75±8,13	+4,0	1,05
1·10 <sup>-15</sup>	174,80±8,36	+9,7	1,1
1·10 <sup>-16</sup>	186,60±8,20*	+17,1	1,17
1·10 <sup>-17</sup>	169,20±11,38	+6,2	1,06
1·10 <sup>-18</sup>	178,80±19,34	+12,2	1,12

Примечание: \* – P<0,05, \*\*\* – P<0,001 – достоверность различий при сравнении показателей в опытных группах с контролем.

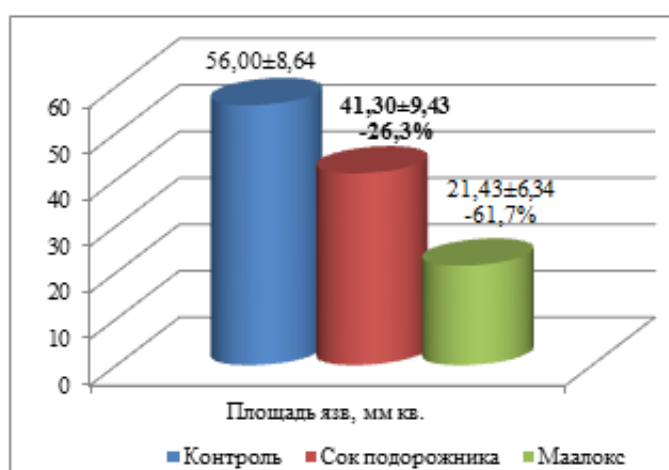


Рисунок 1 – Оценка противоязвенной активности сока подорожника большого, критерий – площадь язв



Рисунок 2 – Оценка противоязвенной активности сока подорожника большого, критерий – количество язв

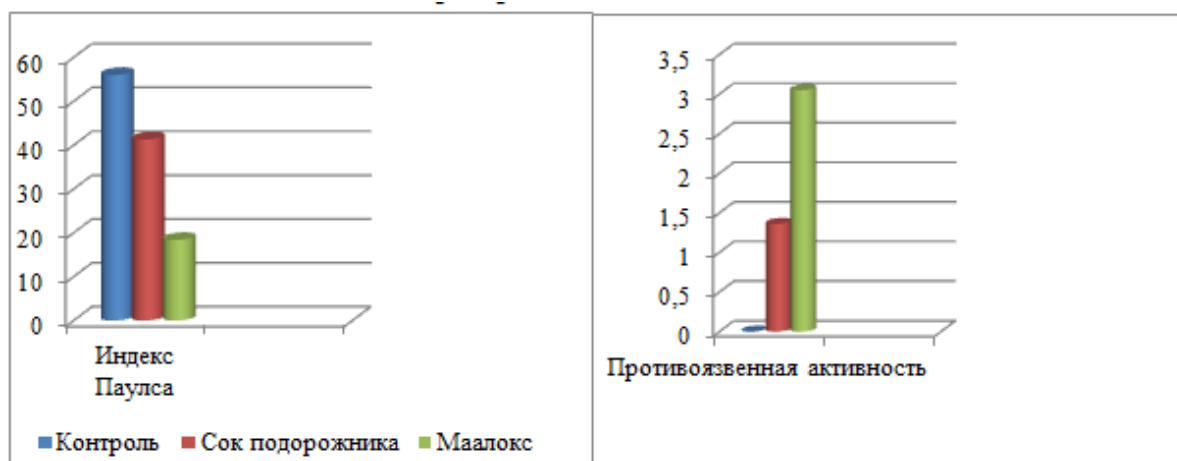


Рисунок 3 – Оценка противоязвенной активности сока подорожника большого, критерий – индекс Паулса и противоязвенная активность

## ВЫВОДЫ.

Установлено, что лекарственный препарат «Сок подорожника большого» соответствует нормативным показателям. Впервые доказано, что сок подорожника при однократном профилактическом пероральном применении обладает гастропротекторной активностью, снижая площадь, количество и обширность язвенных повреждений слизистой оболочки желудка при НПВС-гастропатии, однако по эффективности уступает препарату Маалокс, так же доказана мембранопротекторная активность препарата, что может являться одним из механизмов реализации его гастропротекторной активности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ



- 
- 
1. Фармакогнозия. Лекарственное сырьё растительного и животного происхождения: учебное пособие / под ред. Г. П. Яковлева. — 3-е изд., испр. и доп. — СПб.: СпецЛит, 2013. — 848 с.
  2. Государственная фармакопея Российской Федерации. — 14 изд-е. — Т. 2. — М., 2018. — 1447 с.
  3. Чистякова А.С. Фармакогностическое исследование травы горца почечуйного : дисс. ... канд. фарм. наук / А.С. Чистякова. — Москва, 2017. — 200 с.
  4. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая [под ред. А. Н. Миронова]. — М.: Гриф и К, 2012. — 944 с.
  5. Доклинические исследования лекарственных веществ: учеб. пособие / А.В. Бузлама [и др.]; под ред. А.А. Свистунова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. — 384 с.
  6. Экспериментальная фармакология - принципы, модели, анализ: монография / А.В. Бузлама, В.А. Николаевский, Ю.Н. Чернов, А.И. Сливкин. — Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. — 362 с.
  7. Пат. 114147 Российская Федерация, МПК G01B 5/26. Палетка для планиметрических измерений объектов в биологии и медицине / Бузлама А.В., Чернов Ю.Н., Сливкин А.И.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГУ. - № 2010135853/28; заявл. 26.08.2010; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7. - 8 с.

## SCREENING OF MEMBRANOPROTECTIVE AND CONTRACTING ACTIVITY OF JUICE OF COMMON PLANTAIN IN PRE-CLINICAL STUDIES

### **A.A. Verlina**

Lecturer Voronezh State University (Voronezh) *E-mail: verlina2016@yandex.ru*

### **A.V. Buzlama**

Doctor of Medical Sciences, Head of the of Pharmacology and Clinical Pharmacology department Voronezh State University (Voronezh)

### **A. A. Gudkova**

Ph.D. (Pharm.), Voronezh State University (Voronezh)

### **A. S. Chistyakova**

Ph.D. (Pharm.), Voronezh State University (Voronezh)

Summary: Standardization of three different episodes of the "Juice of Plantain common" was carried out, its membrane-protective activity was proved for the first time on *Paramecium caudatum*, and a gastroprotective activity was detected on the NSAID-gastroathy model.

Keywords: plantain common, juice, preclinical studies, membrane protectors, gastroprotectors

# ЭНДО- И ЭКЗОФИТОЛЕКТИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В БИОЛОГИИ И ФИТОМИКОПАТОЛОГИЯХ

**А.А. Ямалеева**

д.б.н., профессор Башкирского государственного университета (БашГУ).

**Р.Г. Фархутдинов**

д.б.н., профессор Башкирского государственного университета (БашГУ)

E-mail: frg2@mail.ru

В обзоре дается описание основных представлений о лектинах и их применении в практическом растениеводстве. Проведено исследование активности эндолектинов разных групп растений при действии экзо-лектина, выделенного из *Ricinus communis* L. Выявлено, что препарат «Биодуслект» положительно влияет на гемагглюцинирующую активность растворимых и структурно-связанных лектинов, что коррелирует с улучшением абсорбционных свойств хлорофилл-белкового комплекса. Обоснована схема передачи стресса и защитный ответ организма с участием лектинов и активация ответных реакций под влияние осцилляции. Дано графическое представление процессов на мембранах патогена с участием лектинов, приводящих к гибели патогена и восстановлению жизнеспособности организма.

**Ключевые слова:** Лектины, гемагглютинирующая активность, хлорофилл, белковые комплексы, устойчивость, осцилляция.

## ВВЕДЕНИЕ

В протеомике, в геномике и в процессах метаболизма организма в целом, существенную роль играют белки, обладающие способностью к комплексообразованию и уникальным свойством – агрегацией эритроцитов и других белковых телец крови. О наличии таких белков было впервые заявлено малоизвестным в тот период молодым ученым Стильмарком (1860-1923 гг.) при защите докторской диссертации в Институте фармакологии Дерптского университета в 1888 году (ныне Тартуский университет) (Liener, 1986). Стильмарк обнаружил, что экстракты из семян клещевины (*Ricinus communis* L.) агрегатируют эритроциты, то есть способны индуцировать гемагглютинацию. Этот агрегатирующий белок он назвал рицином по названию клещевины. Название «лектины» было дано позже Бойдом от слова «lege» – выбирать, а их определение было принято и узаконено Номенклатурным комитетом Комиссии по биохимической номенклатуре в 1981 г. (Dixon, 1981). В многочисленных работах ученых, работающих в области лектинологии, М.Д. Луцика и др. (1981 г.), В.М. Лахтина (1981 г.), Н.В. Любимовой и Э.И. Выскребенцевой (1981 г.), А.М. Ямалеева и др. (1978-2014 гг.), В.Ф. Корсуна и др. (1995-2018 гг.) была показана невероятная полифункциональность лектинов. Полифункциональность лектинов связана со способностью их к образованию различных комплексов с основными составляющими клетки: белками-ферментами, углеводами, липидами, нуклеиновыми кислотами, гормонами, витаминами и металлами и их

---

---

производными, образующимися в процессе метаболизма.

К настоящему времени лектины выделены и охарактеризованы практически из всех живых организмов: от вирусов до человека. Выяснено, что есть эндо- и экзолектины, лектины структурные и свободно - связанные, выделяемые с экстрацеллюлярной жидкостью наружу (слезы, семенная жидкость, слюна) и в межклеточное пространство, принимая тем самым активное участие в межклеточных взаимодействиях (Ludwig et al., 2019). Особое место занимают лектины в защитных реакциях организма при патогенезе как животных, так и растительных организмов.

Лектины обладают противомикробной, противовирусной и иммуностимулирующей активностью. В зависимости от источника получения различают бактолектины, миколектины, фитолектины, зоолектины (Niegelhell et al., 2018, Elumalai et al., 2019). Лектиновая активность была обнаружена в экстрактах пыльцы различных видов из 30 отрядов семенных растений включая представителей голосеменных, двудольных и однодольных (Carratu et al., 1990) в наземных побегах более 2000 видов растений. Лектиновая активность установлена в культурных и диких видах картофеля (*Solanum L.*), двойных и эндоспермальных мутантах кукурузы (*Zea L.*), диких и культурных видах гречихи (*Fagopyrum L.*) (Ямалева, 2002). В последние годы делаются попытки использования лектинов и в качестве регуляторов роста растений, как, например, составленный и использованный нами «Биодуслект». Синтез и выделение из растений является менее дорогостоящим и более простым по сравнению с лектинами животного происхождения, а селективное связывание с углеводными детерминантами также очень высока, что позволяет использовать их для оценки морфофункционального состояния органов и тканей на основании анализа рецепторного состава клетки. Реакции гемагглютинации лектинов с эритроцитами различных групп крови позволяют сделать вывод не только о содержании лектинов, но и о степени их биологической активности (Голынская, 1989).

Устойчивость к различного рода заболеваниям, продуктивность, урожайность и другие положительные характеристики растений связаны и зависят от многих факторов, важнейшим из них является фотосинтетическая активность, которая осуществляется хлорофилл-белковыми комплексами (ХБК). Они являются одними из главных энергетических компонентов растительных пластид, где лектины, локализованные в строме и тилакоидах хлоропластов, активно функционируют в фотохимических процессах. Исследование оптимальных параметров ХБК дает возможность проследить за фотосинтетической и функциональной активностью растения и дать характеристику физиологического состояния растения при действии на него абиотических и биотических стрессоров. Показатели параметров ХБК можно получать с использованием специальных приборов, фиксирующих интегральные свойства системы, при этом количественные соотношения пигмент-белок отражают структурную организацию и его функциональную активность. Прибором, отвечающим этим требованиям, является лазерный спектрофотометр, созданный в Агрофизическом институте И.С. Лискером (Лискер, 1991).

Целью настоящей работы было выявление активности эндо- и экзолектинов и роли их в молекулярных механизмах ответных реакций организма при фитомикопатогенезе.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили: *Fagopyrum esculentum* и *Fagopyrum tataricum*; семена, плоды и надземная часть *Lycopersicon*, листья (перья) и семена *Allium sepa* L.; чашелистики корзинки, семена и паренхима *Heliathus annus* L. и другие лекарственные

---

---

растения.

Были использованы методы определения углеводной специфичности, гемагглютинирующей активности, гель-фильтрационной хроматографии, метод лазерной спектрофотометрии, выявления биологической эффективности препарата «Биодуслект» и его действия на степень устойчивости растений к фитопатогенезу.

«Биодуслект» был создан на основе многоцелевого регулятора роста растений «Биодукс». Процесс получения «Биодукса» основан на культивировании низшего почвенного гриба *Mortierella alpina* F-134 на глюкозо-картофельной среде с последующим омылением и экстракцией полиненасыщенных жирных кислот, обогащенных арахидоновой кислотой. Товарная формула представляет собой раствор полученного концентрата жирных кислот в этиловом спирте с добавлением антиоксиданта. (Давлетбаев и др., 2012). К этому регулятору роста были добавлены экзоплектины, выделенные из *Ricinus communis* L., до концентрации 0,0003% - Биодуслект 3 и 0,001% - Биодуслект 1.

Луковицы лука замачивали в растворах Биодукса, Биодуслект3 и Биодуслекта1 в течении суток, затем выращивали в воде до определенного периода.

Определение содержания хлорофилла непосредственно в живом листе проводилось с помощью лазерного спектрофотометра «ЛАФОТ - 2», при длине волны 632,8 нм.

Оптические характеристики листьев определяли по методике И.С. Лискера (1990) на основании измерения значений прошедшего, отраженного (диффузно  $R_d$  (%) и зеркально  $R_m$  (%)) и поглощенного излучений ( $A_b$ , %). Последняя величина эквивалентна коэффициенту листовой абсорбции, отражающему долю фотонов, поглощенных единицей площади листа – 1 мм<sup>2</sup>. Измерения проводили при длине волны 632,8 нм. Оптические характеристики листьев (лук) определяли по основным фазам развития на 10 день после обработок.

Углеводную специфичность определяли по общепринятой классической методике (Лахтин, 1991).

Антисыворотки для иммунохимических исследований в зависимости от целей эксперимента получали на лектины, выделенные из различных органов растений (семена диких видов *Fagopyrum tataricum*, *F. esculentum*), корневище *Angelica archangelica*, стебли каллизии (*Callisia fragrans*). В качестве гаптена использовали коллоидное серебро, эрдистероиды и алюмосиликат глауконита. Иммунизировали кроликов породы «Шиншилла» весом 1,5-2 кг., по методике разработанной в лаборатории В.Г. Конарева сотр. (1972).

Иммунохимический анализ лектинов проводили с помощью реакции двойной иммунодиффузии в геле описанной Ухтерлони в микромодификации, предложенной А.И. Гусевым и В.С. Цветковым (1968). При постановке реакции иммунодиффузии в качестве геля использовали 1,5% агар «Дифко» на веронал-ацетатном буфере рН 8,6.

Определение гемагглютинирующей активности лектинов проводили с эритроцитами крови кролика, гуся, быка, свиньи, петуха и со всеми группами крови человека системы АВО (Игнатов, 1997).. Для контрастирования реакции агглюцинации использовали трипсинизированные в 1% растворе трипсина эритроциты. Определение содержания лектинов проводили методом Лоури.

Первоначальную очистку лектинов проводили гель-фильтрацией на сефадексе G-15, отделение лектинов от высокомолекулярных растворимых белков проводили методом аффинной хроматографии по Луцику (1989), фракционировали очищенные лектины на сефадексе G-75 (Ямалева, 2001).



Эксперименты включали не менее трех биологических и пяти химических повторов. Результаты обрабатывали с помощью методов вариационной статистики, реализованных на базе пакета программ Microsoft Office.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Fagopyrum esculentum* служит сырьем для получения рутина, который содержит фагоперин, используемый при геморрагическом диатезе и гипертонической болезни (Каримова и др., 2011).

Содержание лектинов в семенах *Fagopyrum esculentum* составляет  $26,0 \pm 0,3$  мг на 100 г, *Fagopyrum tataricum*  $27,6 \pm 0,5$  на 100 г. Дикие формы *Fagopyrum* отличаются более высоким содержанием лектинов, чем культурные. Такая тенденция наблюдается и по отношению к их гемагглютинирующей активности.

Реакцией иммунодиффузии было выявлено, что в спектрах лектинов дикого вида *Fagopyrum* проявляется 6-7 линий преципитации. Спектр лектинов *Fagopyrum esculentum* несколько обеднен и включает в себя 5 линий преципитации.

Склеротиниоз - основное заболевание *Helianthus annuus L.* При поражении корзинки появляются бурые пятна, мякоть корзинки загнивает, поражается и содержание семян (Нгуен Тхань Хай, 2008). Склероции образуются между семенами в виде сплошной сетки. Исследование подсолнечника проводили в связи с тем, что в семенах подсолнечника, также, как и в семенах других масличных культур, содержится большое количество глиоксисом — наночастиц, имеющих размеры 0,5-0,6 нм, которые мы планируем применить, в будущем, для создания нанолектоглиоксисом с целью использования их для адресной доставки лекарств при сердечных и воспалительных заболеваниях организма.

Следует отметить, что обработка семян подсолнечника растворами «Биодукса» несколько повышает их посевные качества (энергию прорастания и всхожесть) и интенсивность прорастания (таб. 1). Более низкие концентрации препарата не только повышают посевные качества семян, но и усиливают процесс их прорастания. Семена, обработанные «Биодуслектом», прорастали быстрее, чем в контроле, в среднем на 6-8 %. Больше всего обработка семян влияет на энергию прорастания семян (выше, чем в контроле, на 10-17%).

*Allium* - род двулетних и многолетних травянистых растений, насчитывает около 1000 видов, наиболее распространенным из которых является *Allium cepa* - лук репчатый. Наиболее распространенная болезнь лука — ложная мучнистая роса (пероноспороз), вызываемая *Peronospora Schleidenii* Ung (Lammerts van Bueren et al., 2005). Результаты определения содержания хлорофилла и абсорбционных свойств ХБК, из листьев устойчивого (с. Уфимский местный), к *Peronospora Schleidenii* Ung. лука представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Гемагглютинирующая активность лектинов, всхожесть и энергия прорастания семян *Helianthus annuus* при действии биорегуляторов.

Варианты	ГА лектинов, Еа/мг	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	
			лабораторная	Полевая
Контроль	$27,0 \pm 1,5$	78,4	88,0	80,1
Биодукс	$31,4 \pm 1,8$	87,3	95,8	88,2
Биодуслект 3	$35,3 \pm 2,0$	88,2	95,6	86,9
Биодуслект 1	$41,4 \pm 2,1$	90	96,6	89,8



Примечание: Контроль — вода; Биодуслект 3 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,0003%; Биодуслект 1 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,001%.

Таблица 2 – Содержание хлорофилла и абсорбционные свойства ХБК, выделенных из устойчивого к *Peronospora Schleidenii* Und. лука (с. Уфимский местный)

Варианты обработок	Период роста, сутки	Содержание хлорофилла, мг/г		Коэффициент поглощения Ab, %	Коэффициент прошедшего излучения Rd, %	Коэффициент отраженного излучения Rm, %
		a	b			
Контроль	10	7,8	4,3	81,5	11,91	2,23
	15	8,2	4,2	82,03	11,37	2,18
	20	8,5	4,5	81,5	11,95	2,23
Биодукс	10	8,8	4,8	82,3	11,68	2,15
	15	9,7	4,6	82,7	11,44	2,24
	20	10,7	5,1	82,6	11,78	2,19
Биодуслект 3	10	9,3	4,2	83,5	10,97	2,09
	15	10,4	5,0	84,3	10,85	2,07
	20	11,5	5,7	84,6	10,74	2,05
Биодуслект 1	10	8,3	4,8	81,3	11,78	2,21
	15	8,4	4,7	82,02	11,62	2,17
	20	8,5	4,9	82,7	11,88	2,10

Примечание: Контроль — вода; Биодуслект 3 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,0003%; Биодуслект 1 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,001%.

Как видно из таблицы 2 содержание хлорофилла а при обработке Биодуслектом 3 в листьях 15 и 20-суточных растений достигает максимума 10,4 и 11,5 соответственно мг/г. Абсорбционные свойства листьев лука при этих сроках также оптимальны: 84,3 у 15-суточных и 84,6 у 20-суточных. Несколько низкие показатели у луковиц, обработанных Биодуксом и еще более низкие у контроля. Биодуслект 1 оказывает ингибирующее действие на оптические свойства и содержание хлорофилла. С другой стороны у растений повышается коэффициент прошедшего излучения (11,62%, 11,68%) и немного увеличивается процент отраженного излучения. Таким образом, эти данные указывают на положительное влияние Биодуслекта 3 на рост и развитие растений лука.

Исследование лектинов, выделенных из семян, 3, 5 и 10-суточных проростков различных представителей лука позволило выяснить, что лектины семян у фиолетового лука изначально обладают такой же активностью, что и у семян желтого лука (Таблица 3).

Таблица 3 – РГА лектинов, выделенных из семян и проростков лука (сорт Даниловский 301 (Д) и Уфимский (У))

	Сорта лука	Контроль			Биодукс			Биодуслект 3		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
ГА лектинов, Еа/мг белка	Д	7,3	8,8	6,4	7,6	8,9	7,2	8,3	9,8	7,9
	У	7,4	8,5	8,8	7,7	8,5	8,7	8,4	8,6	8,9

Примечание: контроль — вода; Биодуслект 3 + лектины *Ricinus communis* в концентрации

0,0003%; Биодуслект 1 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,001%; Д — сорт Даниловский 301; У — сорт Уфимский; 1 — семена; 2 — 3-суточные проростки; 3 — 10-суточные проростки.

В 3-суточных проростках активность лектинов составляет 8,8 у фиолетового (сорт Даниловский 301) и 7,4 у желтого (сорт Уфимский) лука. Такая тенденция наблюдается при обработке семян Биодуслектом3. При обработке Биодуслектом3 активность лектинов достигает максимального значения (9,8). Резко меняется картина у 10-суточных проростков. Активность лектинов у фиолетового лука снижается до 7,9, тогда как активность у желтого лука составляет 8,9. Уменьшение активности лектинов у фиолетового сорта через 10-е сутки прорастания влияет на последующее развитие и рост растений лука, которое способствует восприимчивости этого сорта к пероноспорозу. Резкое увеличение активности лектинов при обработке Биодуслектом3 в данном случае, вероятно, сопровождается последующим падением активности лектинов, что влечет за собой развитие восприимчивости этого сорта к заболеваниям и ухудшению сроков его хранения.

Сорт Даниловский 301 характеризуется интенсивным ростом и высокой урожайностью. При одинаковых условиях проращивания красно-фиолетовый лук имеет большую перистость, чем желтый и белый. Но вместе с тем красный лук восприимчив к пероноспорозу. Болезнь проявляется в период длительного хранения (2-3 месяца). Результаты исследования показали, что проявлению устойчивости к ложной мучнистой росе способствует предпосевное замачивание семян лука препаратом «Биодуслект3». Такая обработка способствует увеличению устойчивости и урожайности этой культуры.

Томат, или помидор (*Lycopersicon L.*) – однолетнее или многолетнее травянистое растение, в его плодах отмечено высокое содержание каротиноидов (фитоен, неоуроспорин, каротин (0,8-1,2 мг/100г сырой массы), ликосантин, ликопилл), витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>. Плоды помидоров особенно богаты ликопином — нециклическим изомером бета-каротина. Ликопин поглощает все длины волн видимого света, поэтому обладает красной окраской. Наличие сопряженных двойных связей придает молекуле способность к легкому окислению. Основной функцией ликопина в организме человека является антиоксидантная, что замедляет развитие атеросклероза и обеспечивает защиту ДНК, предотвращая онкогенез. Ликопин-содержащие продукты приводят к достоверному уменьшению маркеров окислительного стресса у человека. Предполагают наличие сигнальной роли ликопина в отношении некоторых клеточных культур. Низкий уровень ликопина в крови увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний. Выявлена обратная зависимость между содержанием ликопинов в крови и риском развития катаракты. Ликопин применяется как лечебное средство при лечении гингивита (8 мг/сут).

Регуляторы роста, близкие к природным соединениям быстро метаболизируются в растительной клетке. Установлено, что Биодукс оказывает прямое мембраноподобное действие, вызывая модификацию мембранных структур растения, что отражается на параметре абсорбционных свойств ХБК и активности структурно-связанных лектинов хлоропластов. Активность лектинов в случае обработки Биодуслектом = 29,3% у 10-суточных растений и достигает максимума у 35-суточных растений = 30,5%. Абсорбция света 83,2% и 84,5% соответственно (табл.4). Биологическая эффективность Биодуслекта3 75% и 85% в 1,5 раза больше по сравнению с Биодуксом 45,5% и контрольными растениями 30% (Рисунок 1).

Таблица 4 – РГА лектинов, содержание хлорофилла и абсорбция света ХБК *Lycopersicon L.*

(сорт Сибирский ранний) при действии биорегуляторов

Варианты опыта	Период роста, сутки	ГА лектинов, Еа/мг белка	Абсорбция света ХБК, %	Содержание хлорофилла, мг/дм <sup>2</sup>	Биологическая эффективность, %
Контроль	10	22,3±1,02	75,7	12,3±0,1	30
	35	20,3±1,09	76,8	13,4±0,5	40
Биодукс	10	25,6±1,2	76,±7	13,8±0,5	50
	35	27,3±1,3	78,5	14,5±0,6	45
Биодуслект 3	10	29,3±1,4	83,2	16,6±0,8	75
	35	30,5±1,6	84,5	17,7±0,9	85
Биодуслект 1	10	23±1,1	76,9	15,4±0,6	60
	35	22,3±1,02	78,5	14,5±0,5	65

Примечание: 1 – Контроль (вода); 2 – Биодукс. Предпосевная обработка семян, расход препарата – 3 мл/10л; 3 – Биодуслект 3 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,0003%; 4 – Биодуслект 1 + лектины *Ricinus communis* в концентрации 0,001%;



Распространенная болезнь помидоров – фитофтороз, или фитофтора (гниль бурая томатов), возбудителем которой является патогенный оомицет *Phytophthora infestans*.

Рисунок 1 – Сравнение плодов томатов. 1 — плоды помидор, выращенных из семян, обработанных Биодуслектом 3; 2 — плоды помидор, выращенных из семян, обработанных Биодуслектом 1; 3 — плоды помидор, выращенных из семян, обработанных Биодуксом; 4 — плоды необработанных помидор.

Определение углеводной специфичности лектинов показало, что лектины томатов специфичны к N – ацетилглюкозамину, маннозе, галактозе, галактуроновой и сиаловой кислоте. Лектины *Allium sepa* проявляют специфичность к N – ацетилгалактозамину, глюкозе, сахарозе, гиалуроновой кислоте. Лектины чашелистиков и семян *Helianthus annuus* отличаются по углеводной специфичности, а именно лектины чашелистника проявляют специфичность к галактозе, ацетилированной глюкозе, маннозе, галактозе, лектины семян, кроме этих сахаров, проявляют специфичность к фукозе. Иммунохимические постановки с антисыворотками на лектины *Angelica archangelica* позволяют выявить в гомологичном



спектре 7-8 линий преципитации. В спектре лектинов *Callisia* сывороткой на *Angelica archangelica* выявляются 5 линий, здесь отсутствуют медленные компоненты близкие к лунке с антигеном. Спектры лектинов изученных нами лекарственных растений: *Plantago major* L., *Tussilago farfara* L., *Fragaria vesca* L., *Artemisia absinthium* L., *Glycyrrhiza* L. характеризуются при проявление антисывороткой на лектины *Angelica archangelica* наличием 3-4 линий преципитации, показывая степень гомологии с этим растением. Однако, интересно отметить, что спектр *Glycyrrhiza* L. очень специфичен по отношению к *Angelica archangelica*.

Определение гемагглютинирующей активности лектинов лекарственных трав позволило выделить высокую активность лектинов, выделенных из листьев и стеблей (узлов) *Glycyrrhiza* L. На рисунке 2 представлены реакции гемагглютинации исследованных лектинов с эритроцитами I группы крови системы ABO.

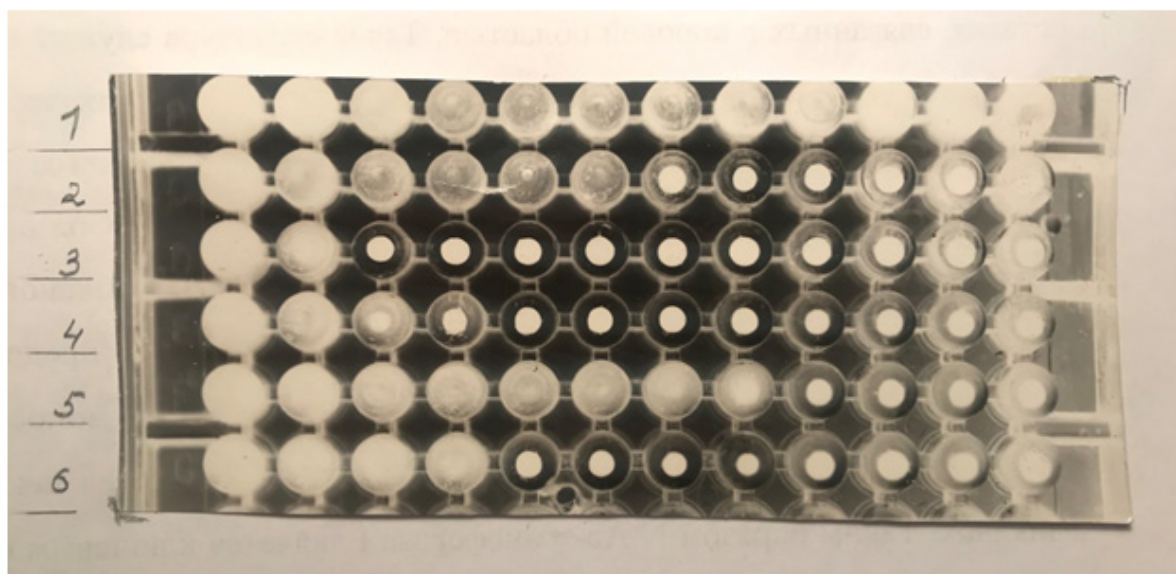


Рисунок 2 – Реакции гемагглютинации исследованных лектинов с эритроцитами I группы крови системы ABO. 1, 5 — лектины из стебля *Callisia*; 3, 4 — из листьев *Artemisia*; 6 — лектины листьев *Callisia*. Примечание: РГА лектинов, выделенных из листьев и стеблей *Callisia* и *Artemisia* с эритроцитами I группы крови. титр лектинов стеблей очень высок и составляет 1:31744, тогда как титр лектинов из листьев равен 1:124, титр лектинов *Artemisia* равен 1:14, что говорит о больших различиях в активности лектинов исследованных растений.

В 30-е года XX века физиолог Ганс Селье писал (Selye, 1936): «Стресс есть неспецифический ответ организма на любое предъявляемое ему требование, то есть неспецифические требования, предъявляемые воздействием как таковым, – это и есть сущность стресса». Центральное место в раскрытии молекулярных механизмов устойчивости растений к фитомикопатологиям занимают процессы, происходящие на мембранах патогена и мембранах растительной клетки. Первая реакция восприятия стресса начинается на мембране, и сенсором при этом являются лектины, которые передают сигнал через посредников или путем комплексообразования с другими компонентами клетки с последующей передачей этого сигнала на соответствующие гены. Схему восприятия, передачи сигнала и акклиматизации клеток к стрессовым условиям можно представить в следующем виде: Стресс → Сенсор → Передатчики → Гены → мРНК → Белки, ферменты → Метаболиты → Акклиматизация.

Явление осцилляции в живых системах, впервые открытое Р. Ямалеевым (Yamaleev, 2005) и получившее международное признание (Mongkolsakulvong et al, 2012), позволяет с использованием закономерностей, наблюдаемых в эллиптических колебательных движениях, объяснить процессы, происходящие на плазмалеммах и других мембранных структурах живой клетки. Вероятное влияние осцилляции отражается, скорее всего, на функционировании ионных каналов, важнейшими из которых являются кальциевые  $Ca^{2+}$ . Открытие ионов кальция как вторичного посредника, сделанное в 1980 г. Г. Расмуссенем явилось событием, которое, по выражению С.С. Медведева (Медведев, 2000), можно сравнить в биологии лишь с построением двойной спирали ДНК Д. Уотсоном, Ф. Криком и М. Уилкинсом. Особое положение ионов кальция  $Ca^{2+}$  основано на их способности связываться с различными кальций-связывающими белками, в числе которых существенную роль играют кальций-лектиновые комплексы.

Проникновение патогена в организм запускает синтетические процессы в клетке, влекущие за собой накопление лектиновых белков, которые нарушают метаболические процессы на мембранных структурах патогена. Процессы, протекающие на мембранах патогена, можно отразить уравнениями и выразить графически. Уравнения, выражающие закономерности эллиптических движений, имеют, в большинстве случаев, нелинейный вид.

На рис. 3 показана схема передача стрессового сигнала с участием растворимых, структурно-связанных лектинов, их комплексов, осцилляции и субклеточных органелл клетки.

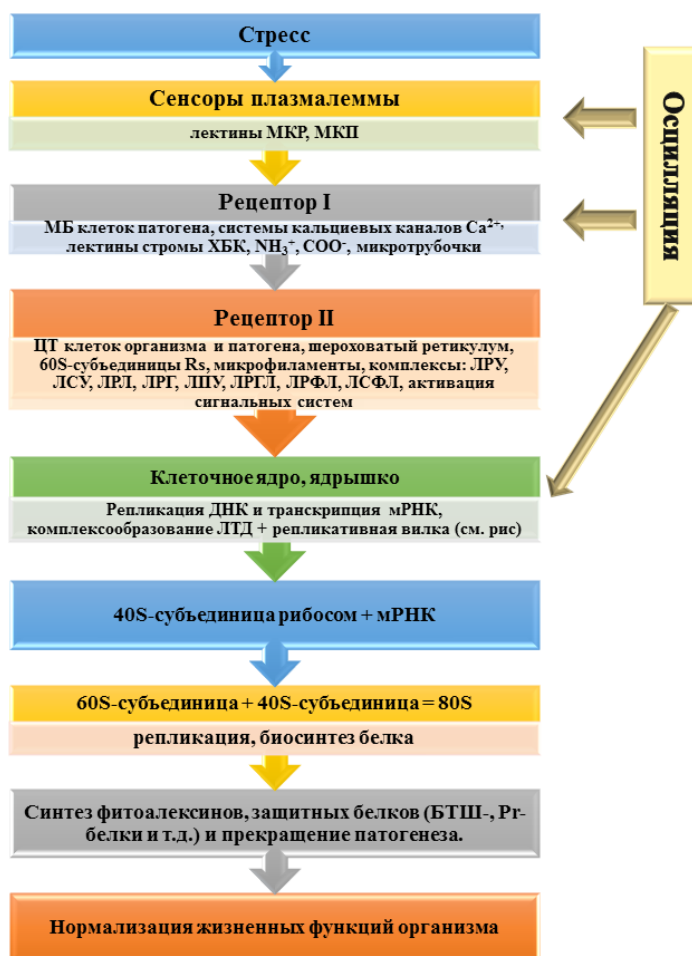


Рисунок 3 – Схема передачи стрессового сигнала эндолектинами и инициация экспрессии и функционирования генома организма. Влияние осцилляции на плазматическую мембрану



клетки. Условные сокращения: МКР — мембраны клеток растения-хозяина; МКП — мембраны клеток патогена; МБ — мембрана клеток; ЦТ — цитоплазма; Rs — рибосомы; 40S и 60S — субъединицы рибосом; ЛРУ — лектины растворимые + углеводы; ЛСУ — лектины стромы + углеводы; ЛРЛ — лектины растворимые + липиды, жирные кислоты; ЛРГ — лектины растворимые + гормоны (н/п, цитокины); ЛРГЛ — лектины растворимые галактолипидов; ЛРФЛ — лектины растворимые фосфолипидов; ЛСФЛ — лектины стромы фосфолипидов; ЛПУ — лектины + производные углеводов; ЛТД — лектин-топоизомераза ДНК.

Решение, исход этих уравнений зависят от времени, активности (концентрации) сигнальных молекул, которыми, в первую очередь, являются лектины. Высокая активность (концентрация) лектинов, устойчивых к заболеваниям сортов растений, позволяет осуществляться этим процессам до тех пор, пока концентрация патогена не придет к нулю, а концентрация лектинов вырастет до максимума, что приводит к гибели патогена. Этим объясняются процессы, наблюдаемые у устойчивых сортов растений, при этом на первых этапах заражения происходит активация, как у устойчивых сортов, так и у восприимчивых, однако в дальнейшем, по мере онтогенетического развития растений, у восприимчивых сортов активность лектинов падает. После прохождения определенного времени  $t$  концентрация патогена у устойчивых сортов уменьшается, а концентрация лектина увеличивается, что характеризуется возрастанием лектиновой активности. В конечном итоге наступает гибель патогена и восстановление нормальных функций организма (растения). Этим объясняется лизис (гибель) патогена у устойчивого сорта и «хлорофильная яма», наблюдаемая у восприимчивого сорта.

Инициацию репликации регулируют специфические сигнальные белковые молекулы, названные факторами роста. Факторы роста связываются с рецепторами мембран клеток, которые активируются эллиптическими явлениями, сопровождающиеся осцилляцией. В репликации, наряду с другими белками и ферментами, принимает участие семейство ДНК-топоиomerаз (I, II, III). Важно, что лектины образуют комплексы с топоизомеразой I в репликативной вилке. Лектин образует белок-белковый комплекс с ДНК-топоизомеразой I благодаря возникновению связи типа N---N (Рисунок 4). Такая связь возможна при диссоциации ОН-группы аминокислот тирозина и серина, локализованных в активном центре фермента топоизомеразы I.

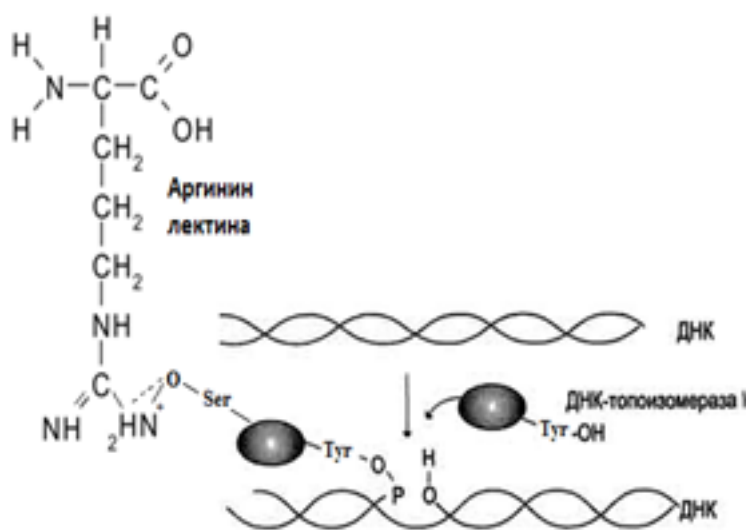


Рисунок 4 – Схема образования комплекса лектина с ДНК-топоизомеразой I.

Кислород ОН группы тирозина связывается с фосфором разорванной цепи ДНК О-Р связью (согласно рис.). А часть ионов водорода присоединяется к азоту аргинина, где таким образом лектины присоединяются к топоизомеразе I и влияют на индукцию полимеразной реакции ДНК Серин, также как и тирозин, входит в активный центр фермента топоизомеразы I. При диссоциации ОН-группы серина образуется свободный кислород O<sup>-</sup>, к которому своей NH<sup>2+</sup> входящей в состав гуанидиновой группы аргинина присоединяется лектин. Активация этой реакции происходит под влиянием осцилляции, к которой более чувствителен устойчивый организм. Образуется комплекс: Лектин - фермент топоизомеразы I, который способен присоединиться ОН-связью к ДНК по месту разрыва её цепи, т. е. В репликационной вилке. Образование тройного комплекса: лектин-фермент-ДНК приводит к экспрессии генома, т. е. начинается репликация ДНК, транскрипция экзонов мРНК, несущих информацию о синтезе защитных, сигнальных молекул.

Математическое обоснование действия эндолектинов растения на патогенные организмы при фитомикопатологиях

До внедрения патогена в растение состояния патогена и лектина описываются уравнениями (1,2):

$$\frac{\partial C_2}{\partial t} = k_{1л} - k_{2п} * C_2 * C_1 \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_1}{\partial t} = k_{2п} * C_2 * C_1 - k_c * C_1 \quad (2)$$

Графически это можно представить так (рис. 5, 6):

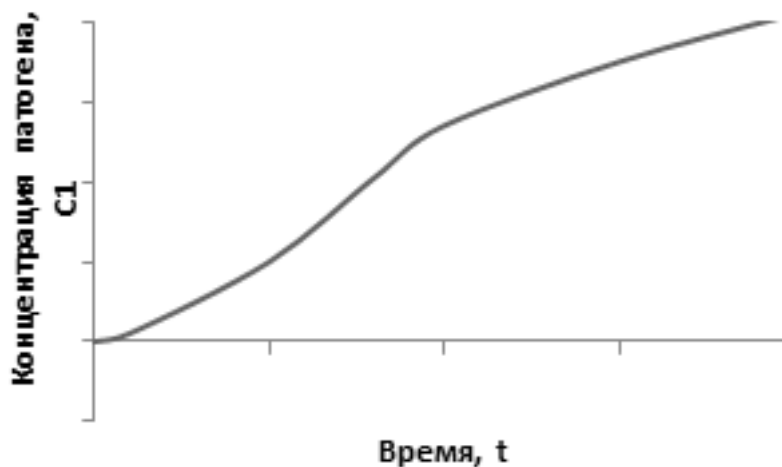


Рисунок 5 – Зависимость концентрации патогена от времени (время безразмерная величина)

Лектины влияют на проницаемость электрически заряженных компонентов через мембраны, что сопровождается эффектом взаимодействия с функциональными группами полимерных компонентов мембран. Это взаимодействие можно изобразить в виде химической реакции, которая основана на процессах диссоциации молекул с образованием ионов водорода и карбоксильных групп. Любая аминокислота как амфотерный электролит диссоциирует по формуле  $\cdot\text{OOC}-(\text{CH}_2)_n-\text{NH}_2^{+H^+} \rightarrow \cdot\text{OOC}-(\text{CH}_2)_n-\text{NH}_3^+$ , при этом выделяется свободный ион водорода H<sup>+</sup>.

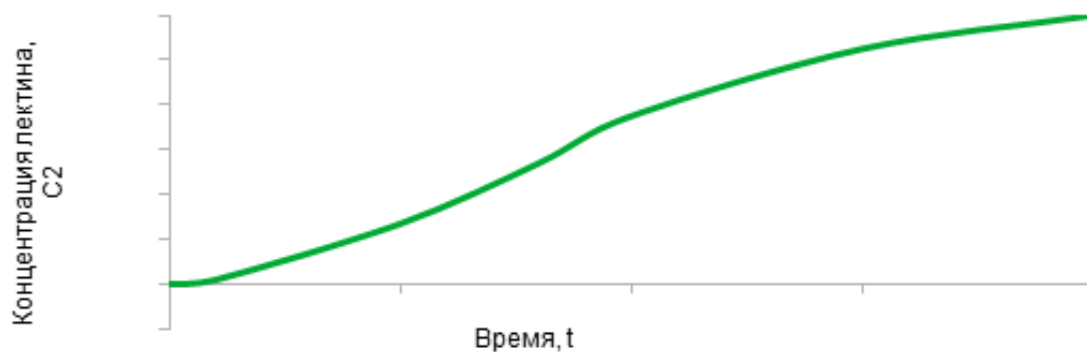
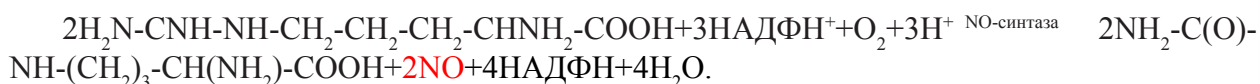


Рисунок 6 – Зависимость концентрации лектина от времени

Ион  $H^+$ , являющийся основным диффундирующим компонентом, удаляется в результате химической реакции из основной массы потока до тех пор, пока все центры не будут насыщены. На мембранах главную роль играют кальциевые каналы (Медведев, 2000), активируемые деполимеризацией мембран, помимо которых на скорость реакции и насыщение будут влиять кроме ионов  $Ca^{2+}$  и другие ионы, освобождающиеся при диссоциации аминокислот, входящих в состав белков-лектинов.

При внедрении патогена через мембрану растения кроме индукции синтеза лектинов происходит активация многих сигнальных систем растения: НАДФН сигнальной системы, активируемая ионами  $Ca^{2+}$ , NO-сигнальная система, катализируемая NO-синтазой, протонная сигнальная система, липоксигеназная сигнальная система, фосфатидная сигнальная система, где играют важную роль повышение концентрации ионов  $Ca^{2+}$ , аденилатциклазная сигнальная система, где промежуточным сигнальным интермедиатом является цАМФ — и эта активация происходит сильнее у устойчивых растений, чем у восприимчивых. Существенную роль в проявлении реакций устойчивости играет NO-синтазная сигнальная система. Реакция, катализируемая NO-синтазой может быть представлена в таком виде:



Вызванное внедрение патогена, повысившее содержание NO в тканях растений называют «NO – взрывом», по аналогии с «окислительными взрывами». В качестве сигнальных посредников между NO и геном (Delledone et al., 1998) выступают цГМФ и цАДФрибоза. Интересно, что NO-синтаза растений ингибируется теми же соединениями, что и животная. Активация гуанилатциклазы происходит при взаимодействии NO с геном. Участие цГМФ в сигнальной сети клеток определяется его способностью активировать некоторые протеинкиназы, открывать катионные каналы и регулировать активность фосфодиэстераз.

В NO-синтазной системе растений в качестве посредника между NO и геномом принимает участие салициловая кислота. У животных NO изменяет активность железо-регуляторного белка цитоплазмы, который активирует или ингибирует участки мРНК. В растениях NO влияет на изоформы железо-регуляторного белка, вызывая его ингибирование, тем самым влияя непосредственно на процессы трансляции и транскрипции. Возможно, здесь также принимают участие лектины, которые, связываясь с цистеиновым остатком SH, образуют регулирующий комплекс. Тем более, что NO является активным свободным радикалом и

способен взаимодействовать с нуклеиновыми кислотами и лектинами не ферментативно. Таким путем комплекс, образованный между NO и лектином (Hardie, 1999) влияет на активность изоформы фермента, индуцируя процессы трансляции защитных белков.

Время задержки (time lag) для одного компонента зависит от обратимости его взаимодействия с сорбционными центрами мембраны.

$$C_i(x,0)=0; C_i(0,t)=C_i^0; C_i C_i(1,t)=0.$$

Нестационарный транспорт компонента  $i$  через мембрану толщиной  $l$  описывается уравнением:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = D_i \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} - k_i C_i$$

при начальных и краевых условиях  $C_i(x,0)=0; C_i(0,t)=C_i^0; C_i C_i(1,t)=0$ .

При этом предполагается (Newell et al., 1995), что реакция линейна и характеризуется константой псевдопервого порядка  $k_i$ .

В реальных ионообменных мембранах со слабодиссоциированными карбоксильными группами перенос одного противоиона или цвиттер-иона сопровождается встречным переносом другого компонента. Для описания таких транспортных явлений при нормальном физиологическом состоянии клетки предложена система двух уравнений типа (3) для компонентов  $i=1,2$ . Правые части этих уравнений связаны кинетическими параметрами химической реакции связывания на сорбционных центрах:

$$k_2 = f(k_1, C_1);$$

Экспериментальное изучение проницаемости карбоксилсодержащих цвиттерионообменных мембран при различных рН внешних растворов (внеклеточных) и измерение кинетики потенциометрического титрования позволяет рассчитать  $k_1$  и  $C_1$ . В системах с переносом белковых цвиттерионов форма нелинейного химического источника определяется формой индивидуальной рН-зависимости обратимого связывания данного белка с мембраной в независимости от того, является ли этот белок транспортируемым, ферментативным или лектиновым.

Устойчивые решения системы двух уравнений типа (3) для транспорта ионов водорода или белка возможны в системах, для которых емкости резервуаров ( $V$ ) на двух сторонах мембраны по отношению к подвижным компонентам ( $M_1=C_i \cdot V_1; M_2=C_i \cdot V_2;$ ) очень велики по сравнению со статической сорбционной емкостью ионообменной мембраны “ $m$ ”. В противном случае, при  $m=M$ , начальные условия у поверхности мембраны меняются:

$$C_i(x,t)_{x=0} = F(t)$$

и даже для однокомпонентного процесса, появляется вторая производная по времени в левой части транспортного уравнения:

$$M \frac{\partial^2 C_i}{\partial t^2} + \frac{\partial C_i}{\partial t} = D_i \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} + k_i C_i$$

Изменение таких начальных условий на поверхности мембраны индуцируют лектиновые белки при формировании комплекса с углеводными детерминантными системами гликокалекса мембран клеток, влияя на обмен веществ в клетке, вызывая различные токсические эффекты.

Ионный канал представлен в виде цепочки потенциальных «ниш» и барьеров и частицы, находясь в конкретной «нише», могут перескочить в соседнюю лишь при достаточной флуктуации энергии при условии, что «ниша-адресат» свободна. При реализации такого процесса при любом конечном дискретном шаге по времени всегда возможна одновременная предпосылка к возникновению двух или более реакций, что влечет за собой большие проблемы, связанные с конкуренцией различных процессов транспорта ионов из-за того, что в каждой «нише» может находиться не более одной частицы. По мнению В.С. Кубарева (2011) изменение конкретных ситуаций, связанных с сорбированием на стенках клетки лектиновых белков и блокированием ими ионных каналов в рамках дискретного шага по времени приводит к резким осложнениям процесса алгоритма проникновения вещества в клетку. Определение времени, за которое система остается неизменной можно выразить следующим уравнением:

$$t_0 = \frac{-1}{\Omega} \ln S_1$$

где  $\Omega$  – полное поле возможных переходов в системе,  $S_1$  – случайное число.

$$\Omega = \sum a_\lambda v_\lambda$$

$v_\lambda$  — константы проскоков,  $a_\lambda = 1$ , если данный проскок возможен,  $a_\lambda = 0$ , если проскок невозможен.

Тогда по истечении времени  $t_0$  произойдет одно событие, определяемое другим случайным числом  $S_2$ . Таким образом, видно, что профили заполнения мембранного канала даже в случае транспорта неэлектролитов и электролитов имеют нелинейный вид (классический диффузный подход дает линейные профили при отсутствии на мембране клетки связанного с ней лектина). Решение уравнений можно представить в графическом виде (Рисунок 7):

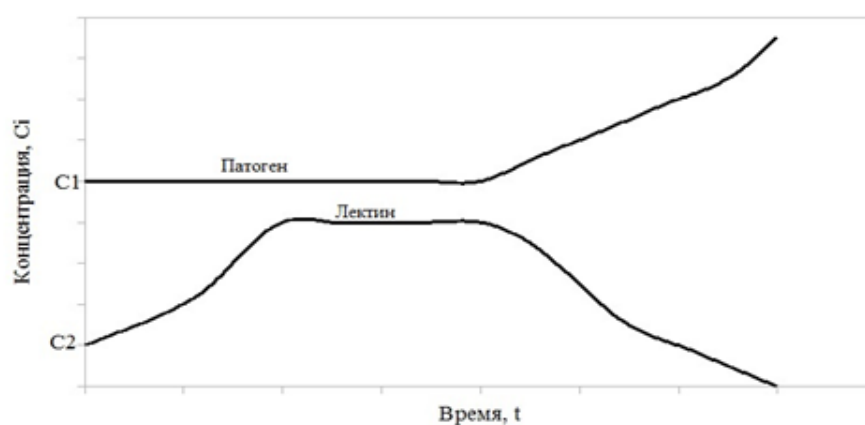


Рисунок 7 – Зависимость жизнеспособности от времени и концентрации патогена у воспри-



имчивых растений ( $C_1$  — начальная концентрация патогена,  $C_2$  — начальная концентрация лектина)

При выборе другого элемента, например  $Ca^{2+}$ , изменится рН среды, следовательно будут другими и параметры  $C$  и  $k$ , поэтому решения уравнения будут другими.

Из приведенных выше уравнений видно, что лектины, вступая в реакцию комплексообразования не только с белками, продуцируемыми патогеном, но и с углеводными детерминантами и другими компонентами мембраны фитопатогена, значительно изменяют процессы переноса и состав ионов через клеточную мембрану, вызывая нарушение процесса метаболизма в клетке патогенного микроорганизма.

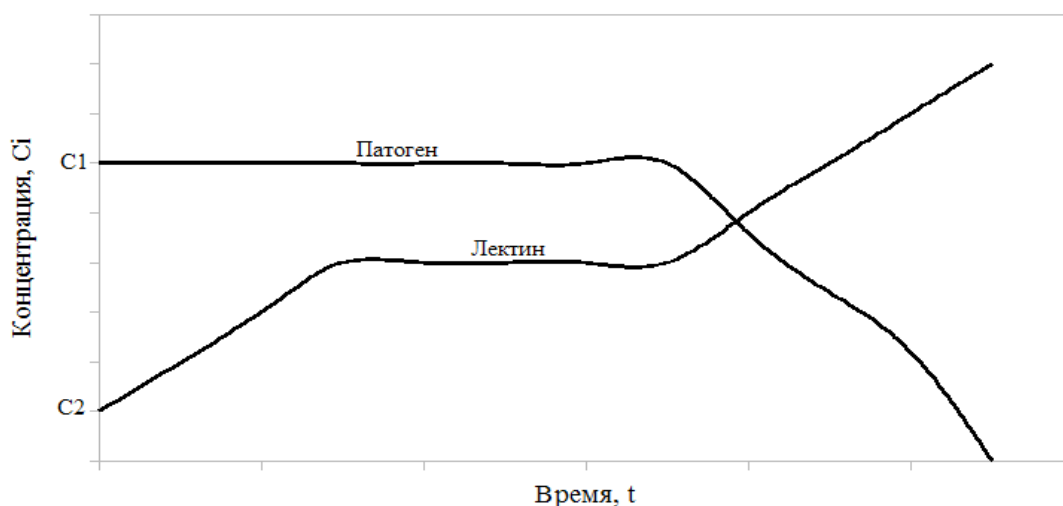


Рисунок 8 — Зависимость жизнеспособности от времени и концентрации патогена у устойчивых растений ( $C_1$  — начальная концентрация патогена,  $C_2$  — начальная концентрация лектина)

Графическое изображение реакций протекающих на мембране при патогенезе даст возможность выявить и предсказать степень жизнеспособности организма в зависимости от заболевания, условий и концентрации реагирующих веществ и подобрать исходный материал для биотехнологических экспериментов (рис. 8).

## ВЫВОДЫ

Проведенные исследования и анализ научной литературы позволили заключить о высокой биологической активности лектинов растений из разных систематических групп. Высокая комплексообразующая способность лектинов дает возможность этим белкам участвовать в защитных реакциях через трансдукцию сигнала на мембранные системы и непосредственно на геном клеточного ядра. Благодаря образованию тройного комплекса лектин — топоизомераза 1 — ДНК происходит активация в репликативной вилке с последующим синтезом мРНК на структурных экзонах, которой происходит синтез защитных компонентов клетки. Графическое представление процессов, происходящих при патогенезе на мембране дает возможность выбрать устойчивые к патогенезу с высокой активностью лектинов растения для биотехнологических экспериментов и медицины.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 
- 
1. Liener I. The Lectins: Properties, Functions, and Applications in Biology and Medicine. Elsevier, Academic press, INC. 1986. 618 p.
  2. Dixon H.B.F. Defining a lectin// Nature. – 1981. – Vol. 292. – P. 192. DOI://doi.org/10.1038/292192e0
  3. Луцик М.Д., Понасюк Е.Н., Луцик А.Д. // Лектины, – Львов, 1981. – 240 с.
  4. Ludwig, A.-K., Kaltner, H., Kopitz, J., Gabius, H.-J. Lectinology 4.0: Altering modular (ga) lectin display for functional analysis and biomedical applications (Review) Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects V. 1863, I. 5, 2019, P. 935-940
  5. Niegelhell, K., Ganner, T., Plank, H., Jantscher-Krenn, E., Spirk, S. Lectins at interfaces-An atomic force microscopy and multi-parameter-surface plasmon resonance study. Materials. 2018. V. 11, I. 12, , № 2348
  6. Elumalai, P., Rubeena, A.S., Arockiaraj, J., Wongpanya, R., Cammarata, M., Ringø, E., Vaseeharan, B. The Role of Lectins in Finfish. Reviews in Fisheries Science and Aquaculture. 2019. – V. 27, I. 2, P. 152-169
  7. Игнатов В.В. Углеводузнающие белки – лектины // Соровский образовательный журнал. – 1997. – №2.
  8. Королёв Н.П. Функции лектинов в клетках // Итоги науки и техники. Сер. Общие проблемы физ. – хим. биологии. – М. ВИНТИ, 1984. – Т.1. – 351 с.
  9. Ямалеева А.А., Хайруллина Р.Р., Набеева Р.А., Ямалеев А.М., Фархутдинов Р.Г., Ибрагимов А.И. Синтез 1,3-аминосульфидных комплексов, их биологическая эффективность к фитопатогенам, вызывающих корневые гнили и индуцирование реакции устойчивости у *Triticum aestivum* L. Вестник Башкирского университета. Том 20, 2015, No. 1. С. 66-72.
  10. Лахтин В.М. Лектины в исследовании белков и углеводов // Итоги науки и техники. М. : ВНИИТИХ, 1987. – 289 с.
  11. Лискер И.С. Устройство для измерения коэффициентов отражения и пропускания объектов // РФ Патент № 1673928. – 1991.
  12. Ямалеев А.М. Механизмы устойчивости пшеницы к грибным болезням и пути её повышения // Автореферат докт. дисс. – Л. 1990. – 45 с.
  13. Ямалеева А.А. Лектины растений и их биологическая роль. – Уфа. : Изд-во БГУ, 2001. – 204 с.
  14. Carratu G., Giannattasio M. Lectin activity in pollen from plants representative of thirty orders of spermatophyte // Sex Plant Reprod. – 1990. – 3, №1. – P. 35 – 40.
  15. Голынская Е.Л., Погорелая Н.Ф., Макаренко В.И. Лектины как возможное фармакологически активное начало у некоторых лекарственных растений// Лектины в биологии и медицине. - Тарту:1989. - Вып. 870. - С. 212-217.
  16. Каримова Э. Р., Ямансарова Э. Т., Куковинец О. С., Абдуллин М. И.. Групповой
- 
-

- 
- 
- состав фенольных соединений, извлекаемых из плодовых оболочек гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench). Вестник Башкирского университета, 2011. Т. 16, №. 4, С. 1167-1169.
17. Нгуен Тхань Хай Получение *in vitro* клеточных и тканевых культур подсолнечника (*Helianthus annus* L.), устойчивых к *Sclerotinia sclerotiorum*. Автореф. дис-ии на соискание уч. ст. канд. биол. наук. М. 2008, 24 с.
18. Laktin V.M. Lectins-metabolic regulators. Soviet Biotechnology. – 1986. – № 6 – P. 58 – 71.
19. Leach J.C. Cautrell M.A., Sequeira L. A hydrooxyprolinereich bacterial agglutinin from potato: atc localization by immunofluorescence // *Physiol Plant Pathol.* – 1982. – V. 21. – N.3. – P. 319 – 321.
20. Lammerts van Bueren E. T., van Soest L. J. M., de Groot E. C., Boukema I. W., Osman A. M. Broadening the genetic base of onion to develop better-adapted varieties for organic farming systems. *Euphytica*, 2005, V. 146, I. 1–2, pp 125–132.
21. Yamaleeva A.A. Lectin function in resistance of weat to fungi diseases // 13-th International Lectin Meeting. Interlec 13. – Berlin. – 1991. – P. 67.
22. Yamaleev R.M. Complex Algebras on n-Order Polynomials and Generalizations of Trigonometry, Oscillator Model and Hamilton Dynamics // *J. Adv. Appl. Clifford Al.* - 2005. - V. 12. No 2. - P. 123 - 150.
23. Mongkolsakulvong S., Chaikhan P., Frank T.D., Oscillatory Nonequilibrium Nambu Systems: the Canonical-Dissipative Yamaleev Oscillator // *Eur. Phys. J. B.* - 2012. - V. 85. - P. 90.
24. Медведев С.С. Кальциевая сигнализация в растениях // Санкт-Петербургский университет. - 2000. - № 20. С. 13
25. Selye H. A syndrome produced by diverse nocuous agents // *Nature* 138: 32. 1936
26. Newell C.A., Lowe J.M., Merryweather A., Rooke L.M., Hamilton W.D.O. // *Plant Sci.* 1995. V. 107 №2. P/ 2015-227.
27. Delledonne M, Xia Y, Dixon RA, Lamb C Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance. *Nature* . 1998, № 394: P. 585–588
28. Hardie D.G. Plant protein serine/threonine kinases: Classification and Functions. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.* 1999 № 50. P. 97-131.
29. Newell C.A., J.M. Lowe, A. Merryweather, L.M. Rooke W.D.O. Hamilton. Transformation of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) with *Agrobacterium tumefaciens* and regeneration of plants expressing cowpea trypsin inhibitor and snowdrop lectin. *Plant Science* 1995. № 107. P. 215–227.
30. Кубарев В.С., Коваленок Ю.К. Роль лектинов и ингибиторов протеолитических ферментов растений в защите их от патогенных грибов как вариант профилактики возникновения микотоксикозов. Ученые записки УО ВГАВМ, 2011. т. 47, вып. 2, С
- 
-

## ENDO-AND EXOPHYTOLECTINS AND THE PROSPECTS FOR THEIR USE IN BIOLOGY AND PHYTOPATHOGENESIS

**A.A. Yamaleeva**

Doctor of Biology, Professor of the Bashkir State University (Bashkir State University).

**R.G. Farkhutdinov**

Doctor of biological sciences, professor of Bashkir State University (Bashkir State University)

E-mail: frg2@mail.ru

**Summary:** the study of entelechy activity of different groups of plants under the action of Exo-lectin isolated from *Ricinus communis* L. It is revealed that Biotalent hemagglutinin positive effect on the activity of soluble and structure-related lectins, which correlates with improved properties of absorption of the PCU. The article presents a graph of stress transfer and protective reaction of the body with the participation of lectins and activation of reactions under the influence of oscillations. Graphical representation of the processes on the membranes of the pathogen with the participation of lectins, leading to the death of the pathogen and restore the viability of the organism.

Key words: Lectins, hemagglutinating activity, chlorophyll, protein complexes, stability, oscillation.

# АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ СЕМЯН ПАСТЕРНАКА

## **В. Н. Зеленков**

д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва), ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область

E-mail: [zelenkov-raen@mail.ru](mailto:zelenkov-raen@mail.ru)

## **А. А. Лапин**

ФГБОУ ВО Казанский государственный энергетический университет (г. Казань)

## **П. В. Крутов**

к.фарм.н., директор по производству Фармцентр ВИЛАР (Москва)

## **Т. Д. Даргаева**

д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела стандартизации и сертификации ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Исследована суммарная антиоксидантная активность (САОА) водных экстрактов образцов семян пастернака (*Pastinaca sativa L.*) разных лет сбора. Показаны различия в значениях САОА для семян пастернака. Показана возможность использования показателя САОА для характеристики семян на термостабильность в тесте досушивания до постоянного веса при 105 °С. Выявлено, что семена пастернака по показателю САОА могут быть как термолабильными, так и термостабильными и термоактивными.

Ключевые слова: суммарная антиоксидантная активность, образцы семян пастернака, сбор семян в разные годы.

## ВВЕДЕНИЕ

За последние десятилетия с новой силой пробудился интерес к лекарственным средствам природного происхождения, применявшиеся в традиционной и народной медицине разных народов для лечения ряда болезней, проблемы которых весьма актуальны для современной медицины (болезни сердечно-сосудистой и нервной систем, аллергия, злокачественные опухоли, диабет, витилиго и др.).

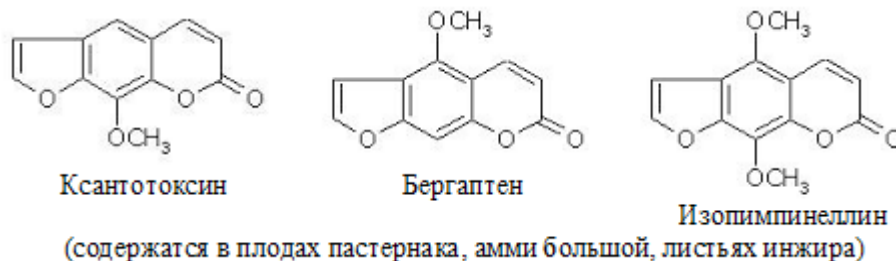
В этой связи, заслуживает внимания растения рода Пастернак (*Pastinaca*), относящийся к семейству зонтичные – *Apiaceae* или *Umbelliferae*, к порядку Зонтикоцветные – *Apiales*, подклассу Розиды – *Rosidae* в классе Двудольных – *Magnoliopsida* (*Dicotyledones*) отдела Покрытосеменные растения – *Magnoliophyta* (*Angiospermae*). [1]. Данный род растений включает 15 видов. [2]

Из-за высокой пищевой ценности и богатого разнообразия биологически активных компонентов в своем составе, растение пастернак посевной применяется во многих сферах народного хозяйства.

Из плодов пастернака посевного производят лекарственный препарат «Бероксан», содержащий сумму веществ – смесь ксантотоксина и бергаптена (0,25 % и 0,5 % растворы по 50 мл).



Данные вещества относятся к фурукумаринам, соединениям, которые образуются в результате конденсации кумаринов с фурановым циклом. Фурукумарины — самая многочисленная группа, широко представленная в семействах зонтичных и бобовых, в зависимости от расположения фуранового кольца делятся на производные псоралена (фурановое ядро сконденсировано с кумарином в 6,7-положении) и производные ангелицина (изопсоралена), у которых фурановое кольцо сконденсировано с кумарином в 7,8-положении. К производным псоралена относятся его метоксипроизводные:



Плоды (семена) пастернака созревают в начале осени. Плоскосжатые - вислоплодники, округло-эллиптической формы, обычно распадающиеся на два полуплодика – мерикарпия. Мерикарпии со стороны спинки слабо выпуклые с тремя нитевидными и двумя краевыми крыловидными ребрами. В ложбинках между ребрами проходят четыре темно-коричневых секреторных канала, на брюшной стороне таких каналов два. Длина плодов 4-8 мм, ширина 3-6 мм. Цвет от зеленовато-соломенного до темно-бурого. Запах приятный, своеобразный. Вкус пряный, слегка жгучий.

В продолжении научных исследований по изучению антиоксидантных свойств различных растений [3-6], цель данной работы заключается в изучении суммарной антиоксидантной активности образцов семян пастернака.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Измельченные образцы семян пастернака, собранных в 2007-2015 годах, заваривались кипящей дистиллированной водой из расчета 2 г образца на 100 дм<sup>3</sup> кипятка, экстракция проводилась при перемешивании на магнитной мешалке в течение 15 минут, экстракты перед анализом фильтровались. Исследования САОА образцов, адсорбированной структурированной воды были проведены с помощью метода кулонометрического титрования в гальваностатическом режиме по сертифицированной методике МВИ-01-00669068-13 в пересчете на стандартный образец рутин (Ru) [7] через модальное значение (моду) из 10 определений. Относительная ошибка определения САОА (Е отн.) находилась в пределах 0,82 – 1,78 % отн. САОА определяли в мг рутина (Ru) в пересчете на 100 г абсолютно сухого образца (а.с.о.), Досушивание исследуемых образцов проводили с помощью анализатора влажности MX-50, A&D Company (Япония) при 105 °С параллельно с определением влажности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по определению САОА образцов семян пастернака приведены в таблице. Результаты свидетельствуют, что самая высокая САОА отмечается у образца 2015 г 2,044 г Ru, а минимальная у 2014 1,797 г Ru на 100 г а.с.о. пастернака.

При досушивании образцов при температуре 105 °С были найдены величины увеличе-

ния и уменьшения САОА образцов, что отражено в таблице. Как видно из таблицы, только у образцов № 2 и № 3 (сбор 2008 г и 2010 г) наблюдается уменьшение значений САОА при досушивании. Для образцов № 6 и № 7 наблюдается сохранение значений САОА в пределах погрешности ее определения, что характеризует эти образцы как термостабильные по показателю САОА. Для образцов № 1,4,5,8 наблюдается повышение значений САОА при досушивании до 105 °С, что характеризует эти образцы по показателю САОА не просто термостабильными, а термоактивными, что ведет к повышению значений САОА при использовании высоких температур при досушивании семян.

Таблица -. Суммарная антиоксидантная активность измельченных образцов семян пастернака и после их досушивания при 105 °С (до постоянного веса)

№ образца	Образец семян пастернака (год сбора)	Удаленная вода % масс.	САОА г рутина
			на 100 г а.с.о. образца
1	2015	5,9	2,044±0,032
		После сушки	2,575±0,030
2	2008	6,6	1,978±0,032
		После сушки	1,696±0,030
3	2010	6,1	1,968±0,032
		После сушки	1,848±0,033
4	2013	6,0	1,966±0,032
		После сушки	2,423±0,030
5	2012	5,9	1,964±0,032
		После сушки	3,650±0,030
6	2007	5,8	1,881±0,032
		После сушки	1,848±0,030
7	2009	7,4	1,832±0,033
		После сушки	1,848±0,033
8	2014	5,6	1,797±0,032
		После сушки	2,696±0,030

Изменения САОА при 105 °С можно использовать в качестве параметра, характеризующего термостабильность высушенных образцов семян пастернака при его тепловых обработках.

## ВЫВОДЫ

1. Исследована суммарная антиоксидантная активность водных экстрактов 8 образцов семян пастернака.

2. Самая высокая суммарная антиоксидантная активность установлена у образца семян 2015 г сбора - 2044,19 мг рутина на 100 г абсолютно сухого образца, а минимальная у 2014 1797,01 мг рутина на 100 г абсолютно сухого образца семян пастернака.

3. Изменения САОА при 105 °С использовали в качестве параметра, характеризующего термостабильность образцов семян при тепловых обработках.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Все о лекарственных растениях на ваших грядках / Под ред. Раделова С. Ю.. — СПб: «СЗКЭО», 2010. — С. 183. — 224 с.
2. Атлас лекарственных растений России./ Под ред. профессора Быкова В.А., М.: ВИЛАР,

---

---

2006. – С.345.

3. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Гончаров А.В. Суммарная антиоксидантная активность мякоти и семян различных сортов тыквы отечественной селекции. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 23. – М.:ИЗД-во РАЕН. – 2016. - 186 с. - С. 65 – 69 .
4. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Поляков А.В. Суммарная антиоксидантная активность чеснока озимого отечественной и зарубежной селекции. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 23. – М.:ИЗД-во РАЕН. – 2016. - 186 с. - С. 69 – 72.
5. Лапин А.А., Зеленков В.Н., Бекузарова С.А. Антиоксидантные свойства образцов люцерны, выращенных в республике Северная Осетия – Алания. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 24. – М.: РАЕН. – 2016. – 263 с. – С. 23–27.
6. Лапин А.А., Романова Н.Г., Зеленков В.Н. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности различных видов биологического сырья и продуктов их переработки. - М.: МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2011. – 197 с.

## ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SEED SAMPLES PASTINACA

### **V.N.Zelenkov,**

Dr. Sc. (Agriculture), professor, All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI «Federal Scientific Center of Vegetable Growing», Moscow region,  
E-mail: [zelenkov-raen@mail.ru](mailto:zelenkov-raen@mail.ru)

### **A.A.Lapin,**

Ph. D. (Chim.), Associate Professor, Kazan State Energy University, Kazan

### **P.V.Krutov,**

Ph. D. (Pharm.), Chief researcher. All-Russian scientific research Institute of Medicinal and Aromatic plants

### **T.D.Dargaeva**

Dr. Sc. (Pharm.), prof., Chief researcher of Department of standardization and certification, All-Russian scientific research Institute of Medicinal and Aromatic plants

Summary: We investigated total antioxidant activity (SAOA) of aqueous extracts of seed samples *Pastinaca sativa L.* of different years of collecting. Identified differences in seed SAOA values of collection *Pastinaca sativa L.* Shows how to use the thermal test drying to constant weight at 105 °C/

Key words: Ключевые слова: the total antioxidant activity of seed samples, Pasternak, collection of seeds in different years.

# АНАЛИЗ ДИНАМИК УДАЛЕНИЯ ВОДЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СБОРА ГЕПАТОПРОТЕКТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ИЗЛУЧЕНИИ ПРИ ДОСУШИВАНИИ ОБРАЗЦОВ

## **В.Н. Зеленков**

Д.с.-х.н, профессор, главный научный сотрудник отдела агробиологии и селекции ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: [zelenkov-raen@mail.ru](mailto:zelenkov-raen@mail.ru)

## **Е.В. Ферубко.**

к.м.н., заведующая отделом экспериментальной и клинической фармакологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

## **Т.Д. Даргаева**

д.фарм.н., профессор, главный научный сотрудник отдела стандартизации и сертификации ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Авторами изучены закономерности удаления воды при инфракрасном облучении лекарственного растительного сбора гепатопротективного действия. Анализ динамики удаления воды при 105<sup>0</sup>С показал возможности количественной характеристики удаления воды по четырем прямолинейным участкам. Получены данные по скоростям, влагосодержанию и времени сушки по каждому ее участку для растительного сбора гепатопротективного действия.

Ключевые слова: динамика удаления воды, лекарственный сбор, гепатопротективное действие, скорости сушки, влагосодержание.

## ВВЕДЕНИЕ

Один из методологических вопросов лекарственного приготовления и использования лекарственных растительных сборов - понимание взаимосвязи воды в конечных порошкообразных композициях с их химическим составом. Ранее в работе [1] рассмотрены методические вопросы изучения динамик обезвоживания 7 разных сортов чеснока при инфракрасной сушке для зубков чеснока при 105<sup>0</sup>С.

Для лечения заболеваний гепатобилиарной системы в ФГБНУ ВИЛАР был разработан сбор, полученный из следующих видов растительного сырья: корней и корневищ девясила высокого (*Inula helenium* L.), травы золотысячника обыкновенного (*Centaureum erythraea* Rafn.), цветков пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), плодов шиповника (*Rosa* sp.), плодов боярышника (*Crataegus* sp.). Каждый компонент выбран и предложен с учетом многофакторных механизмов развития заболеваний гепатобилиарной системы и соответствует принципам фармакологической регуляции функций систем пищеварения. Указанный состав компонентов содержит различные группы БАВ, обеспечивающие в совокупности противовоспалительное, спазмолитическое, желчегонное и гепатопротекторное действие,



---

---

усиливающее детоксикационную функцию печени.

В сбор включена трава золототысячника обыкновенного семейства Горечавковые (*Gentianaceae*), которая оказывает желчегонное действие, стимулирует секрецию пищеварительных желез [2,3]. В медицине используют как горечь для возбуждения аппетита, а также при заболеваниях печени и желчевыводящих путей [4].

В данном сборе рекомендовано использование флавоноидов цветков пижмы обыкновенной семейства Астровые (*Asterales*) для обеспечения выраженного желчегонного эффекта [3]. Они также обладают спазмолитической активностью в отношении желчевыводящих путей и оказывают стимулирующее действие на образование желчи [2]. Для цветков пижмы установлено противовоспалительное и гепатопротекторное действие. В ФГБНУ ВИЛАР на основе экстракта цветков пижмы разработан препарат «Ганацехол» для лечения хронического холецистита [5,6].

Корни и корневищ девясила высокого семейства Астровые (*Asteraceae*) являются компонентом сбора, т.к. БАВ, содержащиеся в них, оказывают противовоспалительное действие и стимулируют регенерацию тканей в органах желудочно-кишечного тракта [7]. В народной медицине девясил высокий применяют как отхаркивающее средство при острых и хронических заболеваниях дыхательных путей, а также как противоязвенное средство при длительно незаживающих язвах [5]. Из корней девясила разработан препарат «Аллантон», обладающий противовоспалительным и гастропротективным действием.

Включение в композицию плодов шиповника семейства Розовые (*Rosaceae*) обусловлено тем, что содержащийся в растении комплекс поливитаминов оказывает противовоспалительное, желчегонное действие [2,3]. Также плоды шиповника повышают окислительно-восстановительные процессы в организме, стимулируют сопротивляемость организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды и инфекционным факторам [7]. В медицине препараты шиповника применяют при острых и хронических заболеваниях печени, желчных путей, гиповитаминозах и заболеваниях, сопровождающихся повышенной потребностью организма в витаминах [7].

Плоды боярышника семейства Розовые (*Rosaceae*) за счет содержащихся в них сапонинов регулируют тонус сосудов, оказывают спазмолитическое действие, поэтому включены в многокомпонентный растительный экстракт [5,7]. В медицине применяют настои и экстракты из плодов боярышника как препараты, оказывающие седативное действие, нормализующие артериальное давление тонизирующие сердечно-сосудистую систему [4].

Основными БАВ в данном экстракте являются полифенольные соединения, которые обуславливают желчегонный, противовоспалительный и гепатопротективный эффект. Таким образом, входящие в состав многокомпонентного растительного экстракта компоненты обладают выраженной фармакологической активностью, благодаря чему обеспечивается целостное антигепатотоксическое действие препарата.

Цель данной работы – изучение особенностей обезвоживания растительного сбора гепатопротективного действия при инфракрасном облучении при 105° С.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Динамики обезвоживания получали, определяя массу образцов во времени сушки при непрерывном взвешивании на анализаторе влажности MX-50 (A&D Company, Япония). Сушку проводили при 105°С с использованием инфракрасного излучателя. Сушку проводили при 105°С с использованием инфракрасного излучателя с автоматическим регулиро-



ванием подводимого тепла к поверхности образца на чашке весов для создания постоянной температуры сушки в 105 °С для всего периода обезвоживания. Проведение эксперимента после начала сушки проводили в контролируемом режиме с использованием автоматической записи данных по остаточной влажности образцов (с временным шагом в 10 сек) на компьютере, с последующей их обработкой. В построении графиков изменения остаточной влажности во времени использовали до 60 экспериментальных измерений.

В качестве объекта исследований использовали сбор для лечения заболеваний гепатобилиарной системы следующего состава: корни и корневища девясила высокого -250 г, трава золотысячника обыкновенного -150 г, корни солодки – 150 г, плоды шиповника – 250 г, плоды боярышника – 200 г. Исходное сырье измельчали и смешивали в кофемолке с последующим просевом через сито диаметром 1-2 мм. Для анализа брали пробы по 2,5 г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 приведена динамика сушки при 105°С гепатопротективного сбора. Кривую обезвоживания можно описать логарифмической зависимостью остаточной влажности от времени обезвоживания, что аппроксимируется с достоверностью 0,9829, т.е. с высокой надежностью. Однако, это не дает понимание сущности процесса удаления воды, поскольку сглаживание участков кривой при удалении воды, по-разному связанной с исследуемым материалом, сглаживает и переход от одного временного участка удаления воды с определенным значением энергии связи с химическими компонентами и порошкообразной структурой материала образца к другому участку, с другим энергетическим уровнем взаимодействия воды с другими химическими компонентами в структуре порошкообразного образца.

Анализ кривой обезвоживания растительного сбора позволил выделить 4 линейных участка на приведенной кривой, переходы между которыми являются переходами от одного энергетического уровня удаления воды к другим уровням, более высоким по энергии связей воды в структуре и физико-химической сущности исследуемого растительного материала (рис.2).

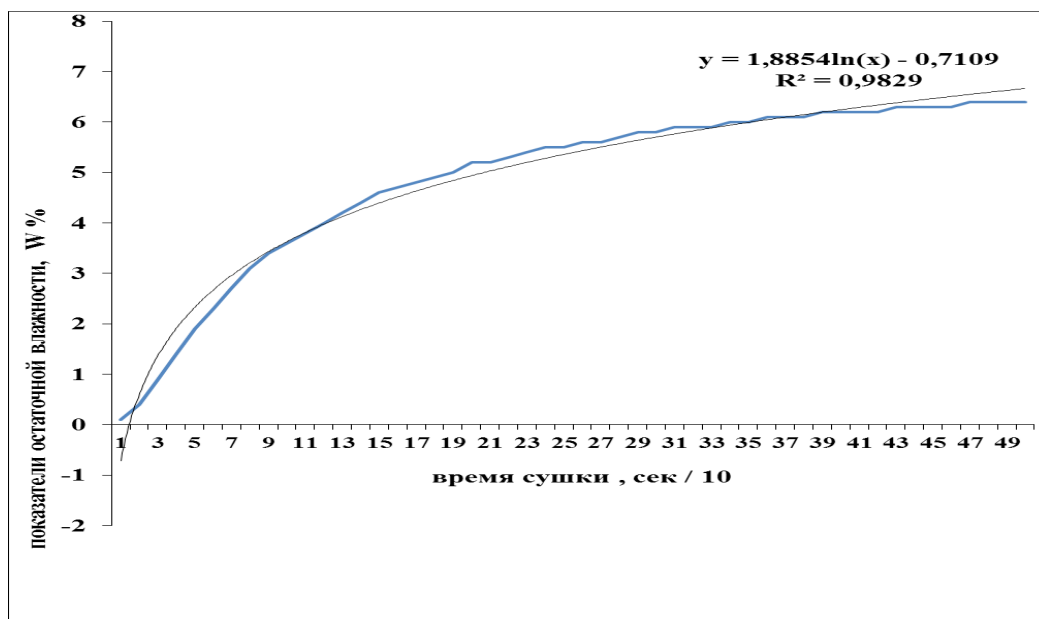


Рисунок 1 – Динамика ИК-сушки гепатопротективного сбора при 105° С

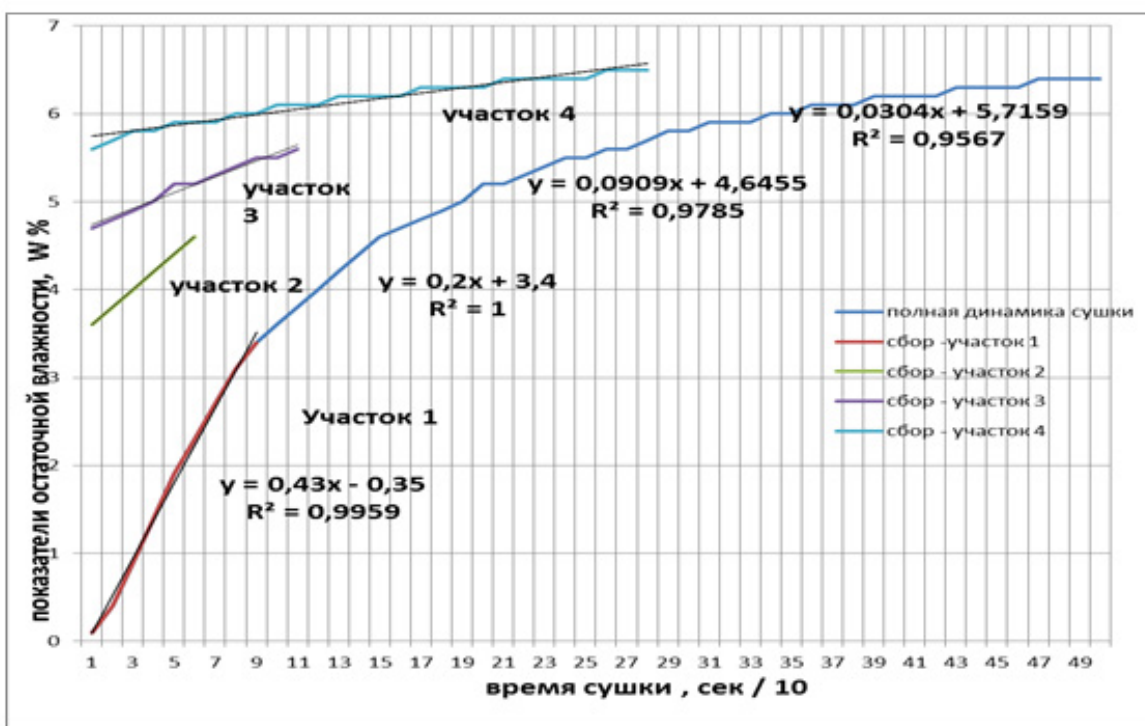


Рисунок 2 - Динамика ИК-сушки при 105<sup>0</sup>С лекарственного сбора гепатопротективного действия с разбивкой кривой на 4 прямолинейных участка

Каждый участок со 2-го по 4-й извлечен из кривой обезвоживания для удобства анализа и сравнения с единым отсчетом времени начиная от нулевой точки оси ординат.

Наклон каждого участка соответствует тангенсу угла наклона участка с временной осью ординат и в уравнении линейной регрессии соответствует коэффициенту **a** первого члена уравнения.

Как видно из рис. 2 наблюдается высокая достоверность аппроксимации результатов обезвоживания 4-мя линейными участками с соответствующими уравнениями линейной регрессии, характеризующими скорости обезвоживания на каждом участке (тангенс угла наклона линейного участка к оси времени) и достоверность соответствия этой модели экспериментальным данным.

Для первого, второго и третьего участков сушки достоверность аппроксимации экспериментальных результатов уравнениями линейной регрессии составила 0,9959, 1,0 и 0,9785, соответственно, а для 4-го участка - 0,9567.

Снижение достоверности для 4-го участка обезвоживания, вероятно, связано с тем, что несмотря на длительность времени нахождения образца при 105<sup>0</sup> С, недостаточно подведенной энергии для полного и абсолютного удаления воды из образца по причине ее сильного химического взаимодействия с молекулами некоторых химических соединений в которых молекулы воды образуют прочные химические связи и входят в состав структур химических соединений, например как лиганды некоторых аквакомплексов ферментных и фитогормональных систем растений фитосбора.

Первый линейный участок характеризуется скоростью 0,043 %/сек удаления воды и его протяженность соответствует 90 секундам (1,5 мин. ) временного диапазона. Изменение влажности соответствует 3,4%/6,5%=0,523 доли всей удаленной влаги из образца.

Второй линейный участок характеризуется скоростью 0,02 %/сек удаления воды и его протяженность соответствует 60 секундам (1,0 мин.) временного диапазона. Изменение влажности соответствует  $1,2/6,5\%=0,185$  доли всей удаленной влаги из образца.

Третий линейный участок характеризуется скоростью 0,00909 %/сек удаления воды и его протяженность соответствует 110 секундам (1,8 мин. ) временного диапазона. Изменение влажности соответствует  $1,0\%/6,5\%=0,154$  доли всей удаленной влаги из образца.

Четвертый линейный участок характеризуется скоростью 0,00304 %/сек удаления воды и его протяженность соответствует 280 секундам (4,67 мин.) временного диапазона. Изменение влажности соответствует  $0,9\%/6,5\%=0,138$  доли всей удаленной влаги из образца.



Рисунок 3 – Диаграмма скоростей удаления воды по участкам ИК-сушки

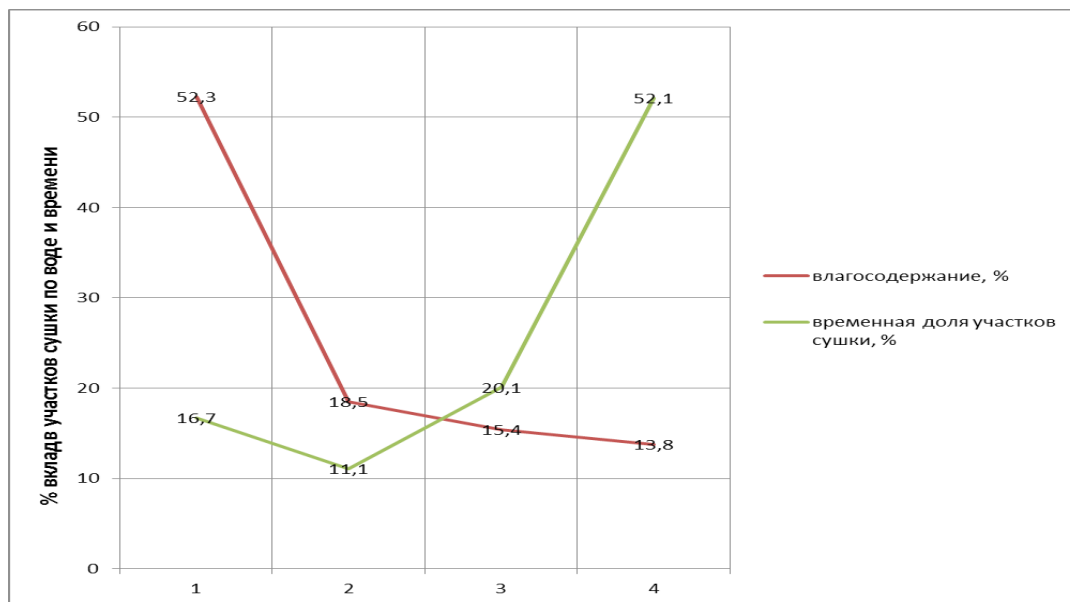


Рисунок 4 – Диаграммы значений влагосодержания и долевого вклада в сушку по времени удаления воды для 4-х участков ИК-сушки лекарственного сбора при 105° С

Количественные характеристики динамики обезвоживания растительного сбора можно отобразить диаграммой их влагосодержания и скоростей обезвоживания (рис.3, 4) на осно-

---

---

ве расчетов по линейным участкам удаления воды. Под влагосодержанием будем понимать процент содержания воды, характерным для каждого участка обезвоживания относительно общего содержания воды и выраженного в процентах.

В зависимости от энергии взаимодействия молекул воды с химическими компонентами в структуре порошкообразной формы образца линейности участков являются следствием наличия 4-х видов ее взаимодействия с химическими компонентами составляющими основу растительного сбора. На первом этапе удаления воды происходит ее переход в парообразное состояние. Это начальный период сушки с преимущественно удалением свободной воды (слабосвязанной с химическими компонентами и структурой частиц образца). И в начале сушки мы наблюдаем небольшой (по времени сушки) участок обезвоживания с высокой начальной скоростью 0,043 %/сек с временным интервалом в 16,7 % от всего периода сушки при влагосодержании в 52,3 % от общего количества удаленной воды. Для простоты дальнейшего описания назовем это фракцией 1, соответствующей участку динамики сушки для участка 1.

Далее идет обезвоживание через структуру порошкообразной композиции растительного сбора связанной воды фракции 2 с постоянной скоростью процесса удаления молекул воды 0,02 %/сек., содержание которой в образце составляет 11,1 % . Это обезвоживание по второму механизму, что характерно для второго линейного участка в графическом описании динамики процесса. После удаления молекул воды этого уровня энергетике, наблюдается выход на 3-й участок обезвоживания со снижением скорости до 0,00909 %/сек (на 220 % относительно скорости удаления воды 2-го участка), что характерно для воды фракции 3 в динамике обезвоживания.

Переход к 4-му участку характеризуется реализацией процесса удаления воды с высоким энергетическим взаимодействием и характерен для воды фракции 4.

Этот участок имеет самую низкую скорость удаления воды - 0,00304 %/сек, что меньше скоростей относительно 1-го, 2-го и 3-го участков в 14,1, 6,6 и 3,0 раза, соответственно.

Выделение в динамике обезвоживания растительного сбора гепатопротективного действия 4-х фракций воды на основе анализа 4-х линейных участков, по мнению авторов, позволит в дальнейшем связать эти фракции воды с химическими компонентами, составляющими конкретный лекарственный сбор. Один из путей реализации этого подхода является введение в эксперимент химических соединений –маркеров и экспериментальным определением их динамик сушки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, обработка экспериментального материала динамики сушки по предложенному алгоритму позволяет определить характерный профиль энергетике различного уровня взаимодействия удаляемой воды при ИК-энергоподводе для конкретного растительного сбора с получением его количественной характеристики по скоростям удаления воды, влагосодержанию по каждому участку скоростей и вклада времени сушки по каждому участку относительно всего периода обезвоживания. Это, возможно, позволит количественно характеризовать образцы растительных сборов в зависимости от их составляющих компонентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленков В.Н., Лапин А.А., Поляков А.В. Особенности динамики обезвоживания разных сортов чеснока отечественной и зарубежной селекции при инфракрасной сушке. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Выпуск 23 – М.: РАЕН, 2016. С. 109-115.
2. Лекарственные растения в гепатологии. – М., Издательский дом «Русский врач», 2005.- 274 с.
3. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV изд. – М., 2018. Режим доступа: <https://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-14-izdaniya/>
4. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям (фитотерапия). - М. Медицина, 1984.- 464 с.
5. Лекарственные растения, возделываемые в России/ И.Д. Семенихин, В.И. Семенихин. – М, 2013, 240 С.
6. Лекарственные средства из растений (опыт ВИЛАР): научное издание/ С.А. Вичканова, В.К. Колхир, Т.А. Сокольская, И.В. Воскобойникова, В.А. Быков.- М.6 АДРИС, 2009.-432 с.
7. Энциклопедия фитотерапии. Травы жизни профессора Корсуна. М.: ЗАО Центрополиграф, 2007. -443 с.

## DYNAMICS OF WATER REMOVAL WITH INFRARED DRYING PLANT FOR THE LIVER

### **V.N.Zelenkov**

Dr.Sc.(Agriculture), prof., Chief researcher All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI «Federal Scientific Center of Vegetable Growing», Moscow region,

### **E.V. Ferubko**

Ph. D. (Med.), Head of department of experimental and clinical pharmacology of the Center of Medicine, All-Russian scientific research institute of Medicinal and Aromatic plants

### **T.D. Dargaeva,**

Dr. Sc. (Pharm.), prof., Chief researcher of Department of standardization and certification, All-Russian scientific research Institute of Medicinal and Aromatic plants.

Summary. The authors studied the patterns of water removal with infrared irradiation of medicinal plant for treatment of liver diseases. Analysis of the dynamics of water removal in 105°C showed the possibility of quantitative characterization of water removal in four linear plots. Obtained data on speed, water content and drying time for each of lines of flora collection for treatment of liver diseases.

Key words: dynamics of water removal, medicine gathering, flora collection for treatment of liver diseases, speed drying, moisture content.



# ПОКАЗАТЕЛИ СУММАРНОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ДЛЯ СЕМЯН КАЛЕНДУЛЫ, ЗМЕЕГОЛОВНИКА МОЛДАВСКОГО И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ В ТЕСТЕ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ ПРИ 105<sup>0</sup>С

**В.Н.Зеленков**

д.с.-х.н, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: [zelenkov-raen@mail.ru](mailto:zelenkov-raen@mail.ru)

**А.А.Лапин**

к.х.н., доцент ФГБУ ВО Казанский энергетический университет (г.Казань)

**Н.Ю.Свистунова,**

к.б.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

Определены показатели суммарной антиоксидантной активности для семян календулы и змееголовника молдавского. Показано проявление термостабильности антиоксидантного показателя в тесте к температуре 105<sup>0</sup> С для семян календулы. .

*Ключевые слова:* календула, змееголовник молдавский, семена, суммарная антиоксидантная активность.

## ВВЕДЕНИЕ

Содержание антиоксидантов в растениях и, в частности в семенах лекарственных растений, имеет большое значение для создания сырьевой базы лекарственного растениеводства и длительность сохранения семенного материала. Знание параметров антиоксидантной семян лекарственных растений необходимо для контроля уровня их антиоксидантного статуса, обуславливающего поддержание структур и функциональной активности клеточных мембран, ферментов и т.д., участвующих в запуске различных физиологических процессах после периода хранения при проращивании.

Целью настоящей работы является изучение суммарной антиоксидантной активности семян лекарственных растений календулы и змееголовника молдавского коллекции ФГБНУ ВИЛАР.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Измельченные образцы семян календулы (сорт «Райский сад») и змееголовника молдавского из коллекции ФГБНУ ВИЛАР, заваривались кипящей дистиллированной водой из расчета 1 г образца на 0,1 дм<sup>3</sup> кипятка, экстракцию проводили при перемешивании на магнитной мешалке в течение 15 минут, экстракты перед анализом фильтровали. Исследования суммарной антиоксидантной активности (САОА) образцов были проведены с помощью

метода кулонометрического титрования в гальваностатическом режиме по сертифицированной методике МВИ-01-00669068-13 в пересчете на стандартный образец рутин (Ru) [1] через модальное значение (моду) [2] из 10 определений. Относительная ошибка определения САОА (Е отн.) находилась в пределах 0,82 – 1,78 % отн. САОА определяли в мг рутина (Ru) в пересчете на 100 г абсолютно сухого образца (а.с.о.), Досушивание исследуемых образцов для нормирования на абсолютно сухой образец (а.с.о.) проводили с помощью анализатора влажности МХ-50, A&D Company (Япония) при 105 °С параллельно с определением влажности [3]. Досушивание образцов при 105 °С также служило тестом на проверку показателя САОА исходных образцов семян лекарственных растений на термостабильность. Проводили два варианта реализации досушивания в тесте для семян: - тестировали измельченные семена и тестировали цельные семена, которые после досушивания измельчались.

При определении САОА экстрактов использовали кулонометрический метод анализа с помощью электрогенерированных радикалов брома на автоматизированном, сертифицированном, серийном кулонометре «Эксперт-006-антиоксиданты» ООО «Эконикс-Эксперт» г. Москва.

Выбор электрогенерированных соединений брома в качестве титрантов обусловлен их способностью вступать в различные реакции присоединения или замещения по радикальному типу, что позволяет оценить практически все группы веществ, обладающих антиоксидантными свойствами [4,5].

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по определению САОА образцов семян календулы и змееголовника молдавского приведены в таблице. Они показывают, что значения САОА для семян календулы выше значений САОА семян змееголовника на 0,046 г рутина/100г а.с.о., что составляет 1,8 %, что не является достоверным. При фактическом равенстве значений САОА семян календулы (для сорта «Райский сад») при проведении досушивания до а.с.о. измельченных семян потери САОА для календулы составили 5,5 %, а для змееголовника 40,1 %.

Таблица – Суммарная антиоксидантная активность семян календулы и змееголовника молдавского и в тесте на досушивание при температуре 105°С

Образцы семян	Остаточная влажность, %	САОА в г рутина на 100 г а.с.о. Воздушно-высушенный образец/ после высокотемпературного досушивания	Потери САОА, %
<b>Календула</b>			
Измельченные семена	5,5	2,434±0,066	-
Измельченные семена после температурного теста	а.с.о.	2,300±0,062	5,5
Цельные семена в температурном тесте с последующим измельчением	а.с.о.	2,249±0,070	7,6

Змееголовник	5,8	2,388±0,074	-
Измельченные семена			
Измельченные семена после температурного теста	а.с.о.	1,430±0,062	40,1
Цельные семена в температурном тесте с последующим измельчением	а.с.о.	1,430±0,062	40,1

При проведении тестирования в режиме досушивания первично цельных семян испытуемых растений с последующим их измельчением не наблюдается достоверного снижения значений САОА для календулы (тенденция уменьшения САОА на 2,1 % в пределах погрешности измерений) при полном соответствии сохранения САОА для семян змееголовника. Полученные данные можно интерпретировать, что в условиях примененного теста в режиме использования высокой температуры 105<sup>0</sup> С оболочки семян испытанных растений не являются защитой от воздействия высокой температуры при удалении воды до а.с.о.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований показано, что значения САОА для семян календулы (сорт «Райский сад») и семян змееголовника молдавского коллекции ФГБНУ ВИЛАР составили 2,434±0,066 и 2,388±0,074 г рутина на 100 г а.с.о., соответственно, что говорит о равенстве показателей суммарной антиоксидантной активности семян для этих растений.

В тестах на досушивание при 105<sup>0</sup> С до постоянного веса показано, что для измельченных и неизмельченных семян календулы и змееголовника изменения значений САОА уменьшаются на 5,5-7,6 % и 40,1 %, соответственно.

Показано отсутствия влияния оболочек семян календулы и змееголовника при досушивании от влажности 6,0 % до постоянного веса (а.с.о.) при 105<sup>0</sup> С. Существенные различия между термоинактивацией САОА веществ, содержащихся в семенах змееголовника и календулы и проявляющих антиоксидантную активность говорит о специфичности разработанного теста по характеристике семян на термолабильность к повышенным температурам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапин А.А., Романова Н.Г., Зеленков В.Н. Применение метода гальваностатической кулонометрии в определении антиоксидантной активности различных видов биологического сырья и продуктов их переработки. - М.: МСХА им. К.А. Тимирязева. – 2011. – 197 с.
2. Лапин А.А., Зеленков В.Н., Бекузарова С.А. Антиоксидантные свойства образцов люцерны, выращенных в республике Северная Осетия – Алания. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 24. – М.: РАЕН. – 2016. – 263 с. – С. 23–27.
3. Анализатор влажности МХ-50/МФ-50. Q&A : справочник пользователя / Версия 2.20. – М.: A&D Company, Limited. Внешнеэкономический отдел. 2003. 31 с.
4. Лапин А.А., Зеленков В.Н. Антиоксидантные свойства растительных полисахаридов.

---

---

VII Международная конференция «Биоантиоксидант». Тезисы докладов (Москва 25-26 октября 2006 г.). М.: РУДН. 2006. С.175-177.

5. Султанова Г.Е., Евгеньев М.И., Лапин А.А., Герасимов М.К. Регрессионный анализ в оценке суммарной антиоксидантной активности белых вин. Бутлеровские сообщения. 2010. Т.19. №1. С.55-60.
6. Берк К., Кэйри П. Анализ данных с помощью Microsoft Excel.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. 560с.

## **THE TOTAL ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SEEDS OF MEDICINAL PLANTS OF *CALENDULA OFFICINALS* L AND *DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM***

**V.N.Zelenkov,**

Dr.Sc.(Agriculture), prof., Chief researcher All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI «Federal Scientific Center of Vegetable Growing», Moscow region,

**A.A.Lapin,**

Ph.D. (Chem.), Associate Professor. Energy Kazan University (Kazan)

**N.Yr.Svistunova,**

Ph.D. (Biol.), Leading Research Scientist of the All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

Summary. Identify indicators of total antioxidant activity for *CALENDULA OFFICINALS* L seeds and *DRACOCEPHALUM MOLDAVICUM*. Shows the manifestation of thermal stability of antioxidant test target temperature 105<sup>0</sup> C with Calendula seeds.

Keywords: Calendula, dracocephalum moldavica, seeds, total antioxidant activity.

# ИРИДОИДНЫЕ ГЛИКОЗИДЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *ALCHEMILLA SUBCRENATA* BUSER., *ANDROMEDA POLYFOLIA* L. И *VERONICA CHAMAEDRIS* L. ПРИБАЙКАЛЬЯ

**М. А. Живетьев**

к.б.н., научный сотрудник СИФИБР СО РАН (Иркутск)

e-mail: [nik.19@mail.ru](mailto:nik.19@mail.ru)

**К. А. Кириченко**

к.б.н., научный сотрудник СИФИБР СО РАН (Иркутск)

**И. А. Граскова**

д.б.н., главный научный сотрудник СИФИБР СО РАН (Иркутск)

Впервые показано наличие иридоидных гликозидов в листьях *Alchemilla subcrenata* и *Andromeda polyfolia*. Их содержание значительно меньше, чем в *Veronica chamaedris*, являющейся известным сверхпродуцентом иридоидов. Экстракция 70% этанолом показывала более высокий выход иридоидных гликозидов.

Ключевые слова: иридоидные гликозиды, *Alchemilla subcrenata*, *Andromeda polyfolia*, *Veronica chamaedris*

## ВВЕДЕНИЕ

Иридоидные гликозиды, или горечи, в связи с их высокой видоспецифичностью и высокой фармакологической активностью являются перспективными для изучения [1]. Иридоиды, содержащиеся во многих лекарственных растениях и являются основой их антимицробной, антимуtagenной, болеутоляющей, гепатопротекторной, гипогликемической, желчегонной, иммуномодулирующей, противовирусной, противовоспалительной, противоопухолевой, слабительной, спазмолитической активности, их благотворного влияния на сердечно-сосудистую систему человека. Иридоиды активно участвуют в борьбе со свободными радикалами, а выраженное бактериостатическое действие относительно *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli* наблюдают у экстрактов вероник, в которых содержание иридоидов выше [2].

Накопление иридоидов характерно для таких крупных таксонов как сложноцветные, вахтовые, горечавковые, норичниковые, подорожниковые и другие. Виды растений с высоким содержанием иридоидных гликозидов в большинстве своем являются космополитными организмами, способными произрастать в самых разнообразных условиях, в том числе экстремальных (полыни, одуванчик, тысячелистник, вероники, подорожники, аир). Сверхпродуцентами иридоидов считаются растения рода *Veronica*, способные заселять альпийские луга и высокогорья [1]. Все это указывает на перспективность исследования иридоидов не только для выяснения фармацевтической ценности растений, но и для понимания механизмов адаптации растений к условиям обитания.



---

---

Изучение иридоидных гликозидов затрудняется отсутствием в их молекулах сильных хроматофоров, что усложняет их исследование методами газовой хроматографии, ВЭЖХ и УФ-спектроскопии [3].

Род манжеток (*Alchemilla*), его химический состав и лекарственный потенциал широко исследуется [4]. В то же время, иридоидные гликозиды в этом таксоне никем до сих пор не изучались. Похожая ситуация с подбелом многолистным. Содержание горьких гликозидов (иридоидов) в верониках Прибайкалья тоже до сих пор не установлено.

Цель исследования: изучить общее содержание иридоидных гликозидов в листьях *Alchemilla subcrenata*, *Andromeda polyfolia* и *Veronica chamaedris*, произрастающих в Прибайкальском регионе.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Манжетка городковатая. *Alchemilla subcrenata* Buser – растение семейства розоцветные (*Rosaceae*) со сложной систематикой внутри рода. Манжетка широко применяется в народной медицине Сибири и Европы при дизентерии, воспалительных заболеваниях глаз [5], внутренних и внешних изъязвлениях и ранах [6]. В настоящее время растение активно изучается [4,7,8].

Подбел многолистный. *Andromeda polyfolia* L. – болотное растение, относящееся к семейству вересковые (*Ericaceae*), роду вечнозеленые кустарники и кустарнички класса двудольные. Применяется в народной медицине как успокаивающее, снотворное средство, при ревматизме, отложениях солей, невралгии и головных болях. Мед с цветков подбела рекомендуют при туберкулезе, гнойных ранах, в качестве снотворного. Содержит андромедотоксин, из-за которого, в больших концентрациях, токсичен [5].

Вероника дубравная. *Veronica chamaedris* L. – многолетнее травянистое растение семейства Подорожниковые (*Plantaginaceae*). Ранее род *Veronica* включали в семейство Норичниковые (*Scrophulariaceae*). Вероники обладают выраженным противоглистным, антибактериальным и фунгицидным, противовоспалительным, ранозаживляющим и противораковым действием, антиоксидантными и успокаивающими эффектами [9].

Отбор растительного материала проводили на юго-восточном побережье озера Байкал, в 700 м от уреза озера. Отбиралась надземная часть растений.

Получение экстрактов. Листья растений высушивали в тени в хорошо проветриваемом помещении до воздушно-сухого состояния и измельчали до частиц размером 1-2 мм. Экстракцию проводили при соотношении сырье-экстрагент 1:30. Экстракцию осуществляли в течение 1 ч с использованием спирта этилового 40 и 70 %.

Количественное определение иридоидных гликозидов в экстрактах. Содержание иридоидных гликозидов в экстрактах определяли спектрометрическим методом с помощью качественной реакции с реактивом Трим-Хилла. Оптическую плотность раствора определяли при длине волны 430 нм на SPECORD S 100 («Analytikjena», Германия). Промышленные препараты пустырника содержат иридоидов 10,1–30,9 мг% (0,101–0,309 мг/мл) [10]. Контролем для построения калибровочной кривой служил аптечный препарат промышленного производства «Настойка пустырника» (ОАО «Флора Кавказа», ЛП-000525) со средним содержанием иридоидов 20,5 мг% (0,205 мг/мл). Содержание иридоидов выражали относительно 1 мл настойки пустырника с последующим пересчетом на мг/г сухого веса исходного растительного образца.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

К гликозидам относятся природные соединения, молекула которых состоит из сахарной (гликон) и несахарной (агликон) частей, связанных через атомы углерода, кислорода, серы или азота. Растворимые в воде и спиртах, горькие гликозиды, или иридоиды, представляют собой производные циклических монотерпенов. Следовательно, образование горечей в растениях происходит по пути биосинтеза терпеноидов. Предшественником иридоидов является гераниол.

Содержание иридоидных гликозидов в листьях манжетки городковатой, подбела многолистного и вероники дубравной представлено на рисунке 1. Иридоидные гликозиды в листьях манжетки изучены впервые. Было показано их значительно меньшее содержание ( $0,80 \pm 0,07 \cdot 10^{-2}$  мг/г) по сравнению с листьями вероники дубравной ( $2,29 \pm 0,19 \cdot 10^{-2}$  мг/г), относящейся к сверхпродуцентам иридоидов. Содержание иридоидных гликозидов в листьях подбела было  $1,46 \pm 0,09 \cdot 10^{-2}$  мг/г сухого веса.

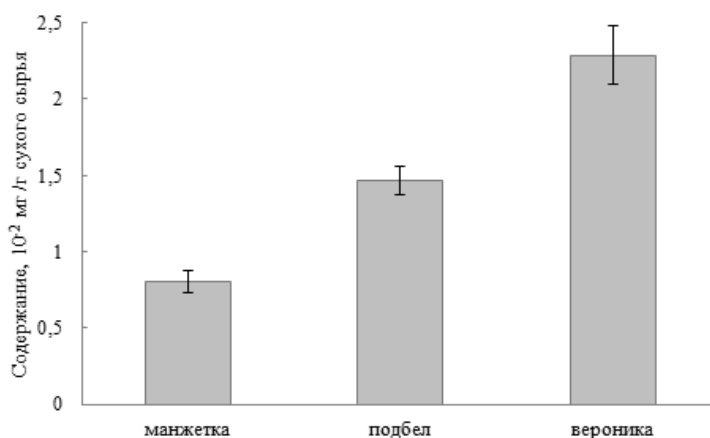


Рисунок 1 – Содержание иридоидных гликозидов в листьях манжетки городковатой, подбела многолистного и вероники дубравной

Сравнение результатов анализа содержания иридоидных гликозидов при экстракции 40 и 70 % этиловым спиртом приведено на рисунке 2.

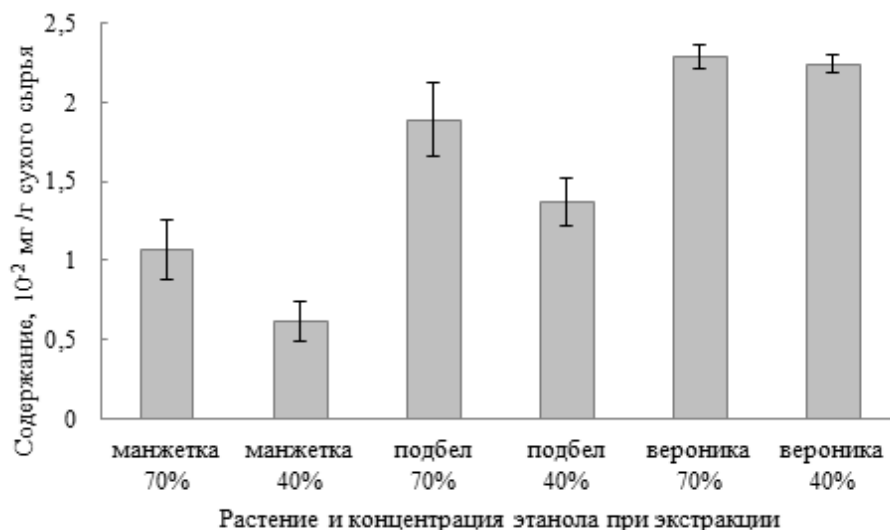


Рисунок 2 – Содержание иридоидных гликозидов в листьях манжетки городковатой, подбела многолистного и вероники дубравной при экстракции 40 и 70 % этиловым спиртом

ла многолистного и вероники дубравной в зависимости от способа экстракции

Для манжетки и подбела экстракция 70 % спиртом этиловым показала более высокий выход иридоидов ( $1,07 \pm 0,19$  для манжетки и  $1,89 \pm 0,23 \cdot 10^{-2}$  мг/г для подбела) по сравнению с 40% этанолом ( $0,62 \pm 0,12$  и  $1,36 \pm 0,15 \cdot 10^{-2}$  мг/г для манжетки и подбела соответственно). Из вероники дубравной выход иридоидов был одинаково высоким при любом способе экстрагирования ( $2,29 \pm 0,07$  и  $2,24 \pm 0,06 \cdot 10^{-2}$  мг/г в 70 и 40 % спирт этиловый).

Известно, что в *V. chamaedrys* Предуралья [2] иридоидов обнаруживается больше в листьях по сравнению со стеблями и соцветиями. Иридоид каталпозид, выявленный авторами в других видах вероник (седой и широколиственной), не обнаружен в веронике дубравной Оренбургской области [2]. Нами было предположено, что содержание и набор иридоидов может варьировать в течение вегетационного сезона. Поэтому было изучено содержание иридоидных гликозидов в листьях вероники дубравной как наиболее перспективного источника иридоидов в нашем регионе в зависимости от месяца сбора растительного сырья (Рисунок 3).

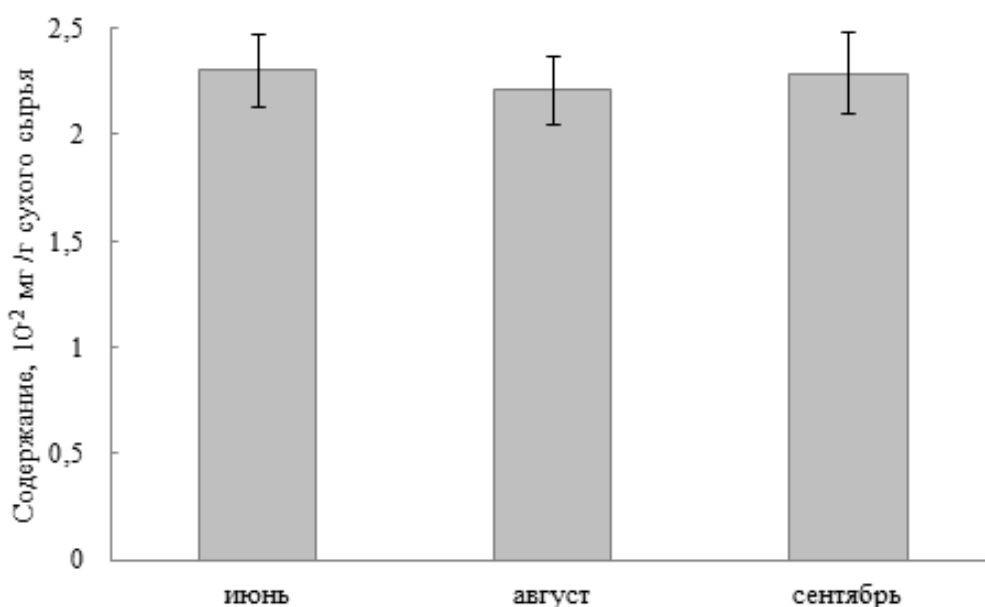


Рисунок 3 – Содержание иридоидных гликозидов в листьях вероники дубравной в зависимости от месяца сбора растительного сырья

Показано, что в листьях вероники дубравной содержание иридоидов сохраняется на постоянно высоком уровне в течение всего периода вегетации ( $2,29 \pm 0,17 \cdot 10^{-2}$  мг/г). В августе отмечено статистически незначимое понижение содержания иридоидных гликозидов в листьях вероники ( $2,20 \pm 0,16 \cdot 10^{-2}$  мг/г). Таким образом, вероника дубравная, произрастающая на территории Прибайкалья, является перспективным источником иридоидных гликозидов в течение всего сезона.

## ВЫВОДЫ

Впервые показано наличие иридоидных гликозидов в листьях манжетки. Их содержание было значительно меньшим, чем в листьях вероники дубравной, относящейся к общепризнанным сверхпродуцентам иридоидов. Экстракция 70% этанолом показала более высокий выход иридоидов по сравнению с 40% этанолом для манжетки и подбела.

---

---

Иридоиды из вероники дубравной одинаково хорошо экстрагировались при обоих способах извлечения. Во все изученные сроки сбора растительного материала содержание иридоидов в веронике было на стабильно высоком уровне.

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования «Биоаналитика» Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск) при поддержке Проекта VI.56.1.2. «Исследование физиолого-биохимических основ механизмов растительно-микробных взаимодействий при различных видах стрессов».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grayer-Barkmeijer R.J. A chemosystematic study of Veronica: Iridoid glucosides. // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 1973; 1(2): 101–110.
2. Немершина О.Н., Гусев Н.Ф., Филиппова А.В., Сычева М.В. Антимикробные свойства сухих экстрактов из сырья видов рода *Veronica* L. // *Успехи современного естествознания* – 2012; 8: 54–58.
3. Косман В.М., Пожарицкая О.Н., Шиков А.Н., Макаров В.Г. Изучение экстракции иридоидных гликозидов травы пустырника различными растворителями // *Химико-фармацевтический журнал* – 2002; 36: 43–45.
4. Лобанова И.Е., Высочина Г.И., Мазуркова Н.А., Кукушкина Т.А., Филиппова Е.И. Виды рода *Alchemilla* L. (Rosaceae): химический состав, биологическая активность, использование в медицине (Обзор) // *Химия растительного сырья*. – 2019; 1: 130–6.
5. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. / Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1985; 384 с.
6. Верещагин В.И., Соболевская К.А., Якубова А.И. Полезные растения Западной Сибири. / М.: Наука, 1959; 346 с.
7. Filippova E.I. Antiviral Activity of Lady's Mantle (*Alchemilla vulgaris* L.) Extracts against Orthopoxviruses. // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2017; 163: 374–377.
8. Karatoprak G.S., *İlgün* S., Koşar M. Phenolic Composition, Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of *Alchemilla mollis* (Buser) Rothm // *Chemistry & Biodiversity* – 2017; 14(9). doi: 10.1002/cbdv.201700150.
9. Телятьев В.В. Целебные клады. / Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1991; 400 с.
10. Жогова А.В. Разработка методик идентификации и определения содержания иридоидов в лекарственном растительном сырье / автореф. дисс к. фарм. наук. М., 2015, 24 с.

---

---

# MEDICINAL PLANTS IRIDIOD GLYCOSIDES FROM ALCHEMILLA SUBCRENATA BUSER, ANDROMEDA POLYFOLIA L. AND CHAMAEDRIS, VERONICA L. OF BAIKALIAN REGIN

**MA Zhivetev**

Ph.D. (Biol.) Research Scientist of the Institute SIPPB SB RAS (Irkutsk) E-mail: [nik.19@mail.ru](mailto:nik.19@mail.ru)

**KA Kirichenko**

Ph.D. (Biol.) Research Scientist of the Institute SIPPB SB RAS(Irkutsk)

**IA Graskova**

D.Sc. (Biol.), Chief researcher of the Institute SIPPB SB RAS(Irkutsk)

Summary: First shown the presence of iridoid glycosides in the leaves of *Alchemilla subcrenata* and *Andromeda polyfolia*. Their content is significantly less than *Veronica chamaedris*, which is a known overproduction of iridoids. Extraction of 70% ethanol showed a higher output of iridoid glycosides.

Keywords: iridoid glycosides, *Alchemilla subcrenata*, *Andromeda polyfolia*, *Veronica chamaedris*



## АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ МЯТЫ

### **Е.В. Жученко**

ассистент Пензенского государственного университета медицинского института (Красная 40, Пенза, 440026, Россия)

*e-mail:* [lenochek\\_zhuchenko@mail.ru](mailto:lenochek_zhuchenko@mail.ru)

### **Н.Н. Маркелова**

к.б.н., с.н.с., лаборатория инфекций, ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Москва)

### **Е.Ф. Семенова**

к.б.н., профессор Пензенского государственного университета медицинского института (Пенза)

### **В.С. Преснякова**

студентка специальности «Лечебное дело», факультет «Медицина будущего», первый МГМУ им. Сеченова

В статье представлены результаты анализа антимикробной активности мятных эфирных масел с основными компонентами: ментолом, карвоном, линалоолом, полученных методом гидродистилляции из сырья современных сортов. Установлено их бактерицидное и/или бактериостатическое действие в отношении грамотрицательных бактерий – возбудителей нозокомиальных инфекций: *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*.

**Ключевые слова:** эфирные масла, современные сорта мяты, антимикробная активность, грамотрицательные бактерии, внутрибольничные инфекции.

## ВВЕДЕНИЕ

Мята – это травянистое многолетнее растение, произрастающее по всей Евразии и Северной Америке и встречающееся также в Австралии и Южной Африке.

Основным действующим компонентом мяты является эфирное масло (ЭМ). Эфирное масло – это концентрированная, летучая смесь душистых веществ, получаемая из растительных материалов путем отжима, экстракции, дистилляции. ЭМ мяты обладает раздражающим, антимикробным, желчегонным, спазмолитическим действием [1].

Антимикробные свойства ЭМ мяты позволяют использовать его в фармацевтической, косметической, санитарной промышленности. С недостаточным прогрессом в поиске и разработке новых антибиотиков и растущим уровнем резистентности микроорганизмов к антибиотикам ЭМ растений представляют интерес с точки зрения антимикробной активности и использования в качестве альтернативного или комбинированного лечения инфекций у человека [2]. Имеются исследования по антимикробной активности эфирных

масел мяты в отношении различных бактерий [3-5].

Целью исследования является изучение антимикробной активности эфирных масел современных сортов мяты в отношении *внутрибольничных изолятов S. maltophilia, A. baumannii, P. aeruginosa, K. pneumonia.*

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили 4 вида условно-патогенных грамотрицательных бактерий *Stenotrophomonas maltophilia, Acinetobacter baumannii, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae*; 5 образцов ЭМ современных сортов мяты, с различным компонентным составом (табл. 1).

Таблица 1 – Компонентный состав эфирных масел мяты, %

Название сорта Компоненты ЭМ	Заграва	Украинская перечная	Прилукская карвонная	Оксамитовая	Бергамот ная
Ментол*	72.9	31.7	-	-	-
Изоментон	4.6	9.2	-	-	-
Ментон	5.1	22.3	-	-	-
Линалоол*	-	-	-	81.6	68.4
Линалилацетат	-	-	-	4.1	17.2
Лимонен	1.1	1.7	16.8	0.8	0.2
Карвон*	-	-	51.5	-	-

Примечание: «\*» – главный компонент; «-» – компонент не обнаружен.

Эфирные масла выделяли методом гидродистилляции [6].

Чувствительность бактерий к эфирным маслам диффузионным методом определяли на агаре Мюллер-Хинтона, который готовили в соответствии с инструкциями производителя (Oxoid, Великобритания).

Для проведения скрининга антибактериальной активности эфирных масел их растворяли в этиловом спирте, затем пропитывали диски диаметром 6 мм и проводили ультрафиолетовую стерилизацию, затем накладывали на чашки, засеянные газонот-культур. Содержание действующих веществ в диске составляло 10-100 мкг/диск в зависимости от происхождения образца ЭМ. Массовая доля компонентов в изучаемых маслах определялась методом газожидкостной хроматографии [7].

Определение минимальной подавляющей концентрации (МПК) при изучении антимикробной активности эфирных масел в отношении изолятов бактерий проводили методом анализа роста микроорганизмов с помощью программы «Микроб-автомат» (Россия), которая реализована на базе планшетного фотометра «Multiscan Ascent» (Финляндия). Методика заключалась в приготовлении ряда двукратных разведений ЭМ (1:32), представляющего собой смесь 0,1 мл эфирного масла в 1,5 мл глицерина и в 1,6 мл дистиллированной воды. В лунки стандартного 96-луночного планшета вносили различные концентрации испытуемых субстанций в объёме 100 мкл, затем в каждое разведение добавляли 100 мкл суспензии бактерий, приготовленной в жидкой питательной среде Мюллер-Хинтона и содержащей  $10^6$  КОЕ/мл бактерий. Измерение проводилось в трёх повторностях. Температура инкубации составила 36,5 °С. Динамическое измерение оптической плотности в ячейках планшета происходило через равные промежутки времени – 5 минут при длине волны фотометрирования 620 нм, количество измерений **составляло 220, длительность**

встряхивания перед измерением – 3 минуты [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В проведённом исследовании эфирные масла некоторых сортов мяты показали антибактериальную активность в отношении внутрибольничного возбудителя *S. maltophilia*, при этом было выявлено их бактерицидное и/или бактериостатическое действие. Первичный диско-диффузионный скрининг способности эфирных масел подавлять культуру *S. maltophilia* определил средние значения зон ингибирования изолята, которые находились в диапазоне 6,0 – 15,0 мм (табл.2).

Таблица 2 – Антибактериальная активность эфирных масел в отношении *S. maltophilia*, (диско-диффузионный метод)

Название сорта	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X+Sx	
<b>Прилукская карвонная</b>	6,0...10,0	7,7+1,8	23,7
Заграва	7,0...11,0	8,4+2,4	28,7
Бергамотная	6,0...11,0	7,8+1,2	10,6
Оксамитовая	7,0...15,0	8,5+1,8	21,7
Украинская перечная	6,0...8,0	6,7+0,6	8,9

Дальнейшее изучение антибактериального действия эфирных масел включало определение их минимальной подавляющей концентрации (МПК), а также степени подавления ими роста *S. maltophilia* в различных концентрациях и соответствующих этим значениям продолжительности лаг-фазы роста. В результате измерений уровня чувствительности *S. maltophilia* к ЭМ методом анализа роста микроорганизмов самая высокая активность в отношении бактерий среди мятных масел наблюдалась у сорта Прилукская карвонная, а его МПК находилась в диапазоне разведений 1:512 – 1:1024 .

В меньших концентрациях масла мяты проявляли бактериостатическое действие (табл.3).

Таблица 3 – Антибактериальная активность мятных эфирных масел в отношении *S. maltophilia*, (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилукская карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	гибель бактериальных клеток, %				
3,9062*10 <sup>-3</sup> (1:256)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1,9531*10 <sup>-3</sup> (1:512)	100,0	52,3±1,7	20,3±2,0	41,6±3,2	28,0±1,4
9,765*10 <sup>-4</sup> (1:1024)	97,0±2,0	23,3±2,0	12,6±0,9	18,0±0,8	13,0±2,4
4,882*10 <sup>-4</sup> (1:2048)	56,6±3,3	13,3±1,2	0,0±0,0	7,6±1,2	0,0±0,0

Бактериостатическое действие изученных эфирных масел сопровождалось изменением длительности лаг-фазы роста бактерий в сторону её увеличения (табл. 4).

Таблица 4 – Время удлинения лаг-фазы роста *S. maltophilia* под влиянием мятных эфирных масел (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилукская карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	удлинение лаг-фазы, в минутах				
1,9531*10 <sup>-3</sup> (1:512)	-	176,6 ±4,7	80,0±4,0	98,3±6,2	140,0±7,0
9,765*10 <sup>-4</sup> (1:1024)	-	61,7 ±2,4	41,7±2,4	45,0±0,0	73,3±12,5
4,882*10 <sup>-4</sup> (1:2048)	125,0±4,8	33,3±2,4	21,7±6,2	25,0±7,0	30,0±7,0

В отношении внутрибольничного полирезистентного *A. baumannii* было выявлено бактерицидное и/или бактериостатическое действие эфирных масел мяты различных сортов. Средние значения зон ингибирования бактериальной культуры *A. baumannii* под влиянием ЭМ были определены в диапазоне 6,0 – 14,0 мм и слабо различались между собой ( $p < 0,999$ ) (табл.5).

Таблица 5 – Антибактериальная активность эфирных масел в отношении *A. baumannii* (диско-диффузионный метод)

Название сорта	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X+Sx	
Прилукская карвонная	6,0...11,0	7,5±1,4	18,7
Заграва	6,0...14,0	8,6±2,3	27,0
Бергамотная	6,0...10,0	7,3±1,2	16,6
Оксамитовая	6,0...14,0	7,9±2,0	25,9
Украинская перечная	6,0...14,0	7,7±1,9	24,2

Анализ чувствительности *A. baumannii* к мятным маслам методом анализа роста микроорганизмов показал самую высокую активность масел сортов мяты Заграва и Прилукская карвонная. Степень ингибирования ими культуры превысила более чем в 1,3 раза соответствующие значения других ЭМ мяты в разведении 1:1024. МПК всех изученных эфирных масел мяты находилась в диапазоне разведений 1:256 – 1:512 (табл.6).

Таблица 6 – Антибактериальная активность мятных эфирных масел в отношении *A. baumannii* (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилукская карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	гибель бактериальных клеток, %				
3,9062*10 <sup>-3</sup> (1:256)	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
1,9531*10 <sup>-3</sup> (1:512)	71,5±4,5	76,0±1,0	39,3±3,3	53,0±0,0	48,0±8,0
9,765*10 <sup>-4</sup> (1:1024)	38,5±0,5	37,0±0,0	13,5±1,5	29,0±5,0	21,0±6,0



$4,882 \cdot 10^{-4}$ (1:2048)	$16,0 \pm 0,0$	$19,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$
--------------------------------	----------------	----------------	---------------	---------------	---------------

Продолжительность лаг-фазы роста *A. baumannii* в присутствии бактериостатических концентраций различных эфирных масел увеличивалась относительно её длительности в процессе роста бактерии в свободной от ЭМ питательной среде (табл. 7). Определена значимая корреляция между интервалом времени, за которое произошло удлинение лаг-фазы роста *A. baumannii* и уровнем его ингибирования эфирными маслами (Spearman R = 0,69  $p = 0,003$ ), в результате чего, увеличение времени адаптации бактерии к новым условиям, сопровождалось повышением степени подавления роста бактерии в течение 18 часов.

Таблица 7 – Время удлинения лаг-фазы роста *A. baumannii* под влиянием мятных эфирных масел (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилуцкая карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	удлинение лаг-фазы, мин.				
$1,9531 \cdot 10^{-3}$ (1:512)	$126,7 \pm 4,7$	$81,7 \pm 16,5$	$40,0 \pm 0,0$	$42,5 \pm 7,5$	$63,3 \pm 4,7$
$9,765 \cdot 10^{-4}$ (1:1024)	$48,3 \pm 4,7$	$38,3 \pm 10,3$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$
$4,882 \cdot 10^{-4}$ (1:2048)	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$

Определение действия эфирных масел мяты на *P. aeruginosa* выявило очень незначительные антибактериальные эффекты, при этом средние значения диаметра подавления роста микроорганизма находились в диапазоне 6,3 – 7,8 мм и практически не различались между собой ( $p < 1,00$ ) (табл. 8). Активность в отношении бактерии среди мятных масел наблюдалась в высоких концентрациях и проявлялась бактериостатическим действием, а их МПК находились за пределами наибольшего экспериментального разведения 1:128 (табл. 9).

Таблица 8 – Антибактериальная активность эфирных масел в отношении *P. aeruginosa* (диско-диффузионный метод)

Название сорта	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X+Sx	
<b>Прилуцкая карвонная</b>	6,0...15,0	$7,1 \pm 1,9$	26,8
Заграва	6,0...11,0	$6,8 \pm 1,5$	22,0
Бергамотная	6,0...9,0	$6,7 \pm 0,8$	12,3
Оксамитовая	6,0...8,0	$6,3 \pm 0,8$	12,9
Украинская перечная	6,0...9,0	$6,6 \pm 0,8$	12,1

Таблица 9 – Антибактериальная активность мятных эфирных масел в отношении *P. aeruginosa* (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилуцкая карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	гибель бактериальных клеток, %				



$7,8125 \cdot 10^{-3}$ (1:128)	23,0±1,0	32,5±2,5	29,3±0,5	25,0±0,0	27,0±2,9
$3,9062 \cdot 10^{-3}$ (1:256)	11,7±2,4	19,3±0,5	14,7±1,2	10,0±2,8	12,3±1,7
$1,9531 \cdot 10^{-3}$ (1:512)	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0

Продолжительность лаг-фазы роста *P. aeruginosa* в присутствии тех концентраций эфирных масел, которые оказывали бактериостатическое действие, увеличивалась по сравнению с длительностью этого периода в процессе роста *P. aeruginosa* в питательной среде, не содержащей ЭМ (табл. 10). Показана значимая корреляция между промежутком времени, на величину которого произошло удлинение лаг-фазы, и уровнем ингибирования *P. aeruginosa* эфирными маслами (Spearman R = 0,647 p < 0,05).

Таблица 10 – Увеличение продолжительности лаг-фазы роста *P. aeruginosa* под влиянием мятных эфирных масел (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилуцкая карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	удлинение лаг-фазы, в минутах				
$3,9062 \cdot 10^{-3}$ (1:256)	48,3±2,4	63,3±2,4	61,7±2,3	46,7±2,4	73,3±2,3
$1,9531 \cdot 10^{-3}$ (1:512)	25,0±7,0	10,0±0,0	10,0±0,0	10,0±0,0	20,0±0,0
$9,765 \cdot 10^{-4}$ (1:1024)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Скрининг антибактериальной активности некоторых эфирных масел в отношении *K. pneumoniae* показал, что средние значения зон его ингибирования различными маслами находятся в диапазоне 6,4 – 7,8 мм, и не выявил статистически значимых различий между ними (p < 1,00) (табл. 11).

Таблица 11 – Антибактериальная активность эфирных масел в отношении *K. pneumoniae* (диско-диффузионный метод)

Название сорта	Зона задержки роста, мм		Коэффициент вариации, %
	lim	X±Sx	
<b>Прилуцкая карвонная</b>	6,0...11,0	6,8±1,2	17,6
Заграва	6,0...15,0	7,8±2,2	28,2
Бергамотная	6,0...11,0	7,2±1,2	16,7
Оксамитовая	6,0...10,0	7,0±1,0	14,3
Украинская перечная	6,0...13,0	7,8±2,8	35,9

В результате изучения роста *K. pneumoniae* под влиянием эфирных масел, самая высокая чувствительность в концентрации 1:256 среди масел мяты отмечалась у сорта Заграва. Остальные мятные масла ненамного отличались от неё по активности и менее чем в 1,7 раза были слабее в отношении изолята (p < 0,567). Определить МПК эфирных масел мяты в рамках экспериментальных разведений не предоставлялось возможным, но, очевидно, что они находились в разведениях ниже 1:128 (табл.12).

Таблица 12 – Антибактериальная активность мятных эфирных масел в отношении *K. pneu-*

*toniae* (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилуцкая карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	гибель бактериальных клеток, %				
7,8125*10 <sup>-3</sup> (1:128)	35,7±1,7	42,7±2,0	43,0±0,0	39,0±1,4	54,0±0,0
3,9062*10 <sup>-3</sup> (1:256)	16,7±3,0	27,0±0,0	19,0±2,2	21,0±4,2	19,3±0,5
0,0±0,00,0±0,00,0±0,00,0019531 (1:512)	1,0±0,0	16,3±0,9	0,0±0,0	0,0±0,0	1,0±0,0
9,765*10 <sup>-4</sup> (1:1024)	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0

Время удлинения лаг-фазы роста изолята под влиянием бактериостатических концентраций различных ЭМ коррелировало с уровнем ингибирования ими *K. pneumoniae* во всех изученных случаях (Spearman R = 0,66; p = 0,005). Связь между данными признаками указывает на тесную зависимость между ними, в результате чего, увеличение бактериостатической концентрации любого эфирного масла, сопровождается увеличением времени *K. pneumoniae* на адаптацию к новым условиям и замедляет вступление бактерии в стадию экспоненциального роста (табл. 13).

Таблица 13 – Время удлинения лаг-фазы роста *K. pneumoniae* под влиянием мятных эфирных масел (метод анализа роста в жидкой среде)

Концентрация по объёму, мл/см <sup>3</sup> (степень разведения)	Мятное эфирное масло различных сортов				
	Прилуцкая карвонная	Заграва	Бергамотная	Оксамитовая	Украинская перечная
	удлинение лаг-фазы, в минутах				
3,9062*10 <sup>-3</sup> (1:256)	39,3±0,9	183,3±2,4	86,7±4,7	65,0±4,0	33,3±4,7
1,9531*10 <sup>-3</sup> (1:512)	18,3±2,4	115,0±21,2	5,0±0,0	5,0±0,0	15,0±0,0
9,765*10 <sup>-4</sup> (1:1024)	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0

## ВЫВОДЫ

1. Эфирные масла современных сортов мяты (ментольных, линалоольных, карвонных) оказывали бактерицидное и/или бактериостатическое действие в отношении грамотрицательных бактерий – возбудителей нозокомиальных инфекций.
2. В отношении *S. maltophilia* активность масел наблюдалась у сорта Прилуцкая карвонная, а его МПК находилась в диапазоне разведений 1:512 – 1:1024; при выявлении влияния ЭМ мяты на *A. baumannii* МПК находилась в диапазоне разведений 1:256 – 1:512; на *P. aeruginosa* - за пределами наибольшего экспериментального разведения 1:128; *K. pneumoniae* проявила самую высокую чувствительность к ЭМ мяты сорта

---

---

Заграва (концентрация масла 1:256).

3. Оценка бактериостатического действия эфирных масел с помощью построения моделей роста выявила достоверные положительные корреляции между удлинением lag-фазы ростового цикла под воздействием различных концентраций эфирных масел и степенью подавления роста бактериальных клеток (Spearman R = 0,64-0,69).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солдатченко С.С., Николаевский В.В., Кириленко Е.С., Гладун М.И., Кащенко Г.Ф., Небрат С.Н., Дыхнова Т.В. Эфирные масла. Древнейшее лечебное средство // Симферополь: Крымский республиканский НИИ им. Сеченова И.М., 1995. — 160 с.
2. Жученко Е.В., Семенова Е.Ф., Маркелова Н.Н., Шпичка А.И., Князькова А.А. Влияние эфирных масел на микроорганизмы различной таксономической принадлежности в сравнении с современными антибиотиками. Сообщение III. Действие масел лаванды, розового дерева, эвкалипта, пихты // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – 2015; 1(9): 130 – 30.
3. Райкова С.В., Голиков А.Г., Шуб Г.М., Дурнова Н.А., Шаповал О.Г., Рахметова А.Ю. Антимикробная активность эфирного масла мяты перечной (*Menta piperita L.*) // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011; Т.7, № 4: с. 787
4. Казаринова Н. В., Музыченко Л.М., Ткаченко К.Г., Шургая А.М., Брежнев В.Н., Усов О.М. Использование эфирных масел для профилактики внутрибольничных инфекций и лечения кандидозов // Медицинские технологии. – 1995; № 1–2: с. 23.
5. Ткаченко К.Г., Казаринова Н. В., Музыченко Л.М., Шургая А.М., Павлова О.В., Сафонова Н.Г. Санационные свойства эфирных масел некоторых видов растений // Растительные ресурсы. – 1999; Т. 35, вып. 3; 11–24.
6. Государственная фармакопея РФ. 14-е изд., т. 2, ОФС.1.5.3.0010.15. - М.: Медицина, 2018.
7. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел: сборник научных трудов. – Симферополь, 1972; с. 108
8. Скала Л. З., Лукин И.Н. Автоматизированное рабочее место микробиолога и химиотерапевта «Микроб-Автомат». Программное обеспечение. Версия 1.13, 2002-2009. Руководство пользователя // М.: МедПроект-3, 2012; с. 55.

---

---

# ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS OF MODERN VARIETIES OF MINT

## **E. V. Zhuchenko**

assistant of Penza state University of medical Institute (Krasnaya 40, Penza, 440026, Russia)

e-mail: lenochek\_zhuchenko@mail.ru

phone: 89875274042

## **N. N. Markelova**

k. b. n., s. s. s., laboratory of infections, Central research Institute of epidemiology of Rospotrebnadzor of Federal service for supervision of consumer rights protection and human welfare (Moscow)

## **E. F. Semenova**

k. b. n., Professor of Penza state University of medical Institute (Penza)

## **V. S. Presnyakov**

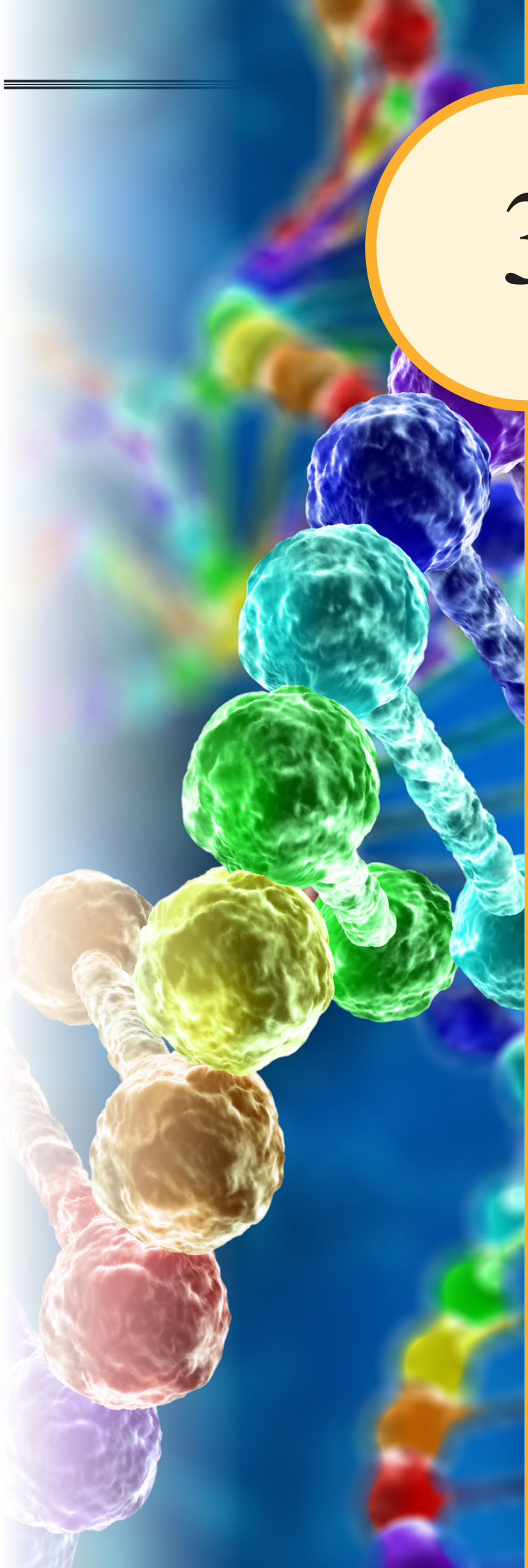
student of specialty “Medical business”, faculty “Medicine of the future”, the first MG MU. Sechenov

Summary: the article presents the results of the analysis of antimicrobial activity of mint essential oils with the main components: menthol, carvon, linalool, obtained by hydrodistillation from raw materials of modern varieties. Their bactericidal and/or bacteriostatic action against gram – negative bacteria-pathogens of nosocomial infections was established: *Stenotrophomonas maltophilia*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*.

Key words: Essential oils, modern varieties of mint, antimicrobial activity, gram-negative bacteria, nosocomial infections.



# Генетические особенности растений и экзотенная мобилизация их адаптивного потенциала.





## К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЭРВЫ ШЕРСТИСТОЙ В КРЫМУ И НА ЮГЕ РОССИИ

### **А.А. Коростылев**

аспирант ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (Ялта)  
e-mail: [andkor92@mail.ru](mailto:andkor92@mail.ru)

### **Л.А. Логвиненко**

научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (Ялта)

### **О.М. Шевчук**

д.б.н., главный научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (Ялта)

В статье приведен аналитический обзор научных исследований фармакопейного лекарственного растения эрвы шерстистой (*Aerva lanata* (L.) Juss.) в разрезе развития отрасли лекарственного растениеводства в России. Анализ имеющихся литературных данных, а также результаты многолетнего изучения развития эрвы в коллекции ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада, свидетельствуют о перспективности возделывания данной культуры в Крыму и на юге России с целью получения качественного лекарственного сырья.

*Ключевые слова:* *Aerva lanata* (L.) Juss., лекарственное растениеводство, Южный берег Крыма

### ВВЕДЕНИЕ.

Проблема восстановления и развития отрасли лекарственного растениеводства после его резкого упадка в конце 90-х годов прошлого столетия очень актуальна на сегодняшний день [1]. Этот вопрос требует активного обсуждения и четкой постановки задач, направленных на его решение. К числу таковых можно отнести экспортно-ориентированное импортозамещение, рост конкурентоспособности российских товаров и продукции в области здравоохранения, переход на уровень, соответствующий мировым стандартам, отрасли производства и переработки лекарственного растительного сырья.

Использование лекарственного растительного сырья перспективно не только внутри страны [3], высокий мировой спрос на него дает возможность Российской Федерации занять позицию в категории международных экспортеров. В настоящее время эти задачи могут быть реализованы ввиду одобрения президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию дорожной карты На-

---

---

циональной технологической инициативы по направлению «Хелснет». В документе акцентируется внимание на необходимости развития отрасли лекарственного растениеводства в части выращивания традиционных для разных медицинских систем мира лекарственных растений и производства традиционных натуральных лекарственных средств с огромными экспортными возможностями. Экспорт лекарственного сырья для России на порядок выгоднее экспорта традиционных пшеницы, сои и рапса. Кроме того, растет спрос на готовые растительные лекарственные средства, изготовленные с использованием современных технологий, на быстро растущих и стабильных рынках Китая, Индии и других Восточно-азиатских стран, внутреннее развитие которых существенно ограничено из-за перенаселения и загрязнения почв [4].

По данным Всемирной организации здравоохранения на сегодняшний день порядка 80% населения развитых стран всего мира прибегают к традиционной народной медицине, используя при лечении различных заболеваний лекарства растительного происхождения. В некоторых случаях это обусловлено тем, что лекарственные растения оказывают более мягкое воздействие на организм. Применение природных источников биологически активных соединений, особенно при хронических заболеваниях, существенно снижают риск проявления побочных эффектов по сравнению с синтетическими медицинскими препаратами [5].

Существенная роль в расширении и обновлении генофонда лекарственных растений отводится интродукционным учреждениям, и в первую очередь, ботаническим садам. Никитский ботанический сад (НБС) с первых лет существования ставил своей главной задачей ввести в культуру «травы в хозяйстве полезные или на фабриках и в аптеках употребляемые» [2]. Следовательно, задача поиска, интродукции и внедрения в культуру новых высокопродуктивных видов и форм лекарственных растений является актуальным направлением.

Несмотря на успехи, достигнутые в последние годы в области медицины при оказании помощи больным с мочекаменной болезнью, вопросы диагностики, лечения и профилактики уролитиаза продолжают оставаться актуальными до настоящего времени. Сегодня многие препараты растительного происхождения ценятся не только в народной медицине, а с успехом выделяются как эффективные средства и в научной медицине. Заболеваемость мочекаменной болезнью в мире составляет не менее 3% и продолжает прогрессивно возрастать, что подтверждается данными официальной статистики Минздравсоцразвития РФ. Так, за период 2002-2009 гг. абсолютное число зарегистрированных больных нефролитиазом увеличилось на 17,3% [6].

Эффективностью при лечении и предупреждении образования мочекаменной болезни характеризуется трава эрвы шерстистой или пол-палы (*Aerva lanata* (L.) Juss.). Данное лекарственное растение, благодаря полифункциональности использования, была интродуцирована в 1987 г. на Южный берег Крыма (ЮБК) сотрудниками отдела новых технических и лекарственных культур НБС [7]. Однако до сих пор сведения о введении пол-полы в культуру в данном регионе отсутствуют.

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ** – аналитический обзор изученности эрвы шерстистой и определение перспектив выращивания данной культуры в Крыму и на юге России.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Поиск информации, необходимой для проведения исследования, осуществлялся при помощи поисковых систем Google Scholar, Web of Science и PubMed Central, научных электронных библиотек eLibrary.ru и CyberLeninka, а также научной библиотеки ФГБУН «Ор-

дена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Кроме того, в работе использовалась крупнейшая справочная база данных рецензируемой литературы Scopus и сетевые приложения (семантический поиск, совместное использование файлов, обмен базой публикаций), предоставляемые средством сотрудничества ученых всех научных дисциплин ResearchGate.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Эрва шерстистая – травянистое растение семейства *Amaranthaceae*. В естественных местообитаниях произрастает по всей тропической Индии, на территории Аравии, тропической Африки, Шри-Ланки, Филиппин и о. Ява.

Сырье эрвы применяется при различных заболеваниях, таких как воспалительные процессы мочеполовых органов, язвенные болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, полипы кишечника; обладает диуретическими [8] и антисептическими свойствами; увеличивает выведение натрия и калия, снижает содержание мочевой кислоты в крови; растворяет оксалатные камни почек и предупреждает их образование [9]. Кроме вышеперечисленного, экстракты травы пол-палы обладают антиоксидантными свойствами [10], оказывают антидиабетическое воздействие. На сегодняшний день известны и многие другие положительные качества этого уникального растения, среди которых иммуномодулирующий и противоопухолевый эффект, гепатопротекторная, антидиарейная, противо-астматическая, инсектицидная активность [11].

В традиционной системе индийской медицины (Аюрведа) эрва шерстистая известна как Paashaanabheda, Gorakshaganjaa, Aadaanpraaki и Shatkabhedi [12]. Кроме того, растение используется в традиционной китайской медицине. В России эрва шерстистая включена в Государственную фармакопею страны. В соответствии с требованиями сырьем является высушенная трава, собранная в фазу цветения – начала плодоношения. Влажность конечного продукта не должна превышать 12% [13].

Согласно Государственному реестру лекарственных средств по состоянию на 2018 г. выпуском травы эрвы шерстистой в России занимаются несколько предприятий, среди них: ЗАО «АПФ «Фито-Эм» (Московская обл.), ООО «Лек С+» (Московская обл.), ЗАО «Иван-Чай» (г. Москва), ООО «Ленмедснаб» (Краснодарский край), ОАО «Красногорсклекарств» (Московская обл.), ЗАО «Ст.-Медифарм» (Ставропольский край), ООО Фирма «Здоровье» (Московская обл.), ООО «ПКФ «Фитофарм» (Краснодарский край), ФГУП «НПО «Микроген» Минздравсоцразвития России (Краснодарский край) [14]. Однако сырье для производственных нужд в основном импортируется из стран ее естественного ареала произрастания. Основным импортером на сегодняшний день является остров Цейлон. На территории России не культивируется.

Несмотря на тропическое происхождение пол-пала неприхотлива к условиям выращивания и оказалась пригодной для выращивания как однолетнее растение в условиях степной и лесостепной зон [7]. Известно, что в 1977 г. эрва шерстистая была интродуцирована в Грузию, в зону влажных субтропиков. На сегодняшний день в условиях Краснодарского края и Самарской области получен положительный опыт возделывания этого лекарственного растения [15].

В условиях Южного берега Крыма в открытом грунте эрва шерстистая также развивается как однолетнее растение. Стебли сильноветвистые от основания, прямостоячие, реже стелющиеся, ребристо-бороздчатые, зеленые. Листья очередные, короткочерешковые, эллиптические или почти округлые, цельнокрайние, опушенные. Цветки мелкие, невзрачные,

---

---

пятичленные, с простым пленчатым беловато-зеленоватым или кремовым околоцветником, собраны в многочисленные пазушные плотные соцветия. Семена представляют собой мелкие (0,5-0,7 мм), твердые, блестящие орешки бобовидной формы черного цвета.

Успех интродукции может быть достигнут лишь благодаря углубленному изучению биологии, особенностей онтогенеза и морфогенеза растительного организма в ответ на экологические условия выращивания. С целью изучения устойчивости и экологической пластичности эрвы в разных экологических условиях были проведены испытания данного вида в различных почвенно-климатических районах Крыма: ЮБК, Предгорная зона Крыма и Степной Крым. Для посадки в открытый грунт использовали сеянцы из теплицы через 30-40 суток после проращивания, высотой 15-20 см, с развитой корневой системой длиной 12-15 см и диаметром корневой шейки 3-4 мм. По результатам исследований во всех трех районах испытания растения прошли полный цикл развития и завязали полновесные семена [7]. Опыт выращивания эрвы шерстистой, проведенный на Крымской научно-исследовательской станции лекарственных растений, подтвердил возможность промышленного выращивания этой культуры в Крыму [16].

Морфологическое и анатомическое исследование органов растения, организации клеточных структур являются определенными диагностическими параметрами, позволяющими определить соответствие качества полученного лекарственного сырья требованиям Государственной фармакопеи. Особый интерес представляли многочисленные сероватого цвета трихомы оригинального строения, однотипные на листьях и стеблях растений. Согласно полученным данным, они состоят из 5-7 клеток, нижние клетки-членики трихом голые, верхние, начиная со второго, имеют сосочковидные выросты. В местах сочленения клеток эти выросты образуют своеобразную «корону». Отдельные клетки трихом имеют белую окраску. Результаты также показали, что количество трихом на стебле всегда больше, чем на листьях. На листе волоски распределяются преимущественно вдоль центральной жилки, реже на нижней эпидерме листа [7]. Сведения по морфологии и анатомическому строению корневой системы пол-палы, полученные в ходе адаптации растений в новых условиях, позволят в дальнейшем изучить степень засухоустойчивости культуры на ЮБК.

Также был проведен сравнительный анализ фитохимических характеристик спиртового экстракта травы эрвы шерстистой, выращенной в Крыму и образцов сырья, завезенного аптекоуправлением с острова Цейлон [17]. В результате проведенных исследований установлено, что хроматограммы в тонком слое оказались практически идентичными. Четко прослеживалось присутствие флавоноидов и некоторых гликозидов. Согласно данным Г.Г. Запесочной, трава эрвы шерстистой содержит флавоноиды в количестве 1,0-1,5% (тилирозид и кумароилтилирозид), гликозиды изорамнетина (эрвитин, нарциссин), алкалоиды группы кантин-6-она (эрвозид, эрвин, метилэрвин) и  $\beta$ -карболина ( $\beta$ -карболин-1-пропионовая кислота, эрволанин), фенольные кислоты (сиреневая, ванилиновая), ферулоиламиды (ферулоилтирамин, ферулоилгомованилиламин) [18, 19].

Работу по изучению *Aerva lanata* в Крыму авторами предполагалось продолжить, однако вот уже спустя 20 лет подобной информации, в частности особенностей биологии и морфологии вида, так необходимых для внедрения в промышленную культуру на ЮБК, обнаружить не удалось. В настоящее время пол-пала Крыму не культивируется и представлена лишь в коллекции лекарственных растений Никитского ботанического сада [20]. Согласно многолетним исследованиям эрва шерстистая развивается в условиях закрытого грунта как многолетняя культура, в открытом - как однолетняя. На протяжении всего вегетационного периода растения развиваются хорошо, высота их может достигать 70-90 см. Первая пара настоящих листьев с момента появления всходов начинается образовываться через 10-12



дней, а спустя 30-40 дней наблюдается массовое образование соцветий. Урожай сырья составляет 2,15 кг/кв.м. По результатам предыдущих исследований, основным способом размножения пол-палы является семенной [7]. Нами установлено, что семена требуют достаточно высокой температуры (выше 20<sup>0</sup>С) и влажности для прорастания. Вес 1000 семян репродукции НБС составляет 0,083-0,086 г, их лабораторная всхожесть в первый год после сбора достаточно высока и колеблется от 57 до 76%.

## ВЫВОДЫ.

Таким образом, исходя из важности и актуальности развития отечественного лекарственного растениеводства в рамках Национальной технологической инициативы по направлению «Хелснет», разработка технологий культивирования субтропических лекарственных фармакопейных растений, таких как эрва шерстистая, в Крыму на юге России является своевременной и востребованной. Анализ результатов научных исследований особенностей развития и биохимических характеристик эрвы в различных экологических условиях показывает, что в условиях Южного берега Крыма данная культура проходит полный цикл развития, формирует полноценные семена с высокой всхожестью, что свидетельствует о перспективности возделывания данной культуры в Крыму и на юге России с целью получения качественного лекарственного сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козко А.А., Цицилин А.Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018; 146: 18–25.
2. Кочкин М.А. К 50-летию отдела технических растений // Бюллетень Государственного Никитского Ботанического Сада. – 1973; 2(21): 5.
3. Полоз Т.П., Соколов Н.Н., Васильев А.В. Лекарственные растения России – неиссякаемый источник для создания новых высокоэффективных лечебно-профилактических препаратов и биологически активных пищевых добавок // Вопросы медицинской химии. – 2000; 46(2): 101–109.
4. План мероприятий («дорожная карта») «Хелснет» Национальной технологической инициативы. URL: [http://www.nti2035.ru/markets/docs/DK\\_healthnet.pdf](http://www.nti2035.ru/markets/docs/DK_healthnet.pdf) (Дата обращения: 12.10.2018 г.).
5. Adepu A., Narala S., Ganji A., Chilvalvar S. A Review on natural plant: Aerva lanata // Int J Pharma Sci. – 2013; 3: 398–402.
6. Аполихин О.И., Сивков А.В., Солнцева Т.В. и др. Эпидемиология МКБ в различных регионах РФ по данным официальной статистики // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011; 7(2): 120.
7. Машанов В.И., Даниленко Б.В., Лысякова Н.Ю., Эмираджиев И.А. Биоморфологические особенности эрвы шерстистой, интродуцированной Никитским ботаническим садом // Четверта міжнародна конференція з медичної ботаніки. Тези доповідей. Київ. – 1997;. 222–224.



8. Kumar D., Prasad D.N., Bhatnagar S.P. Comparison of Diuretic activity of ethanolic extract of *Aerva lanata* (Linn.) Juss. ex. Schult & *Aerva tomentosa* Forsk. Family: Amaranthaceae. // *Ancient science of life*. – 2005; 25(2): 66–68.
9. Soundararajan P., Mahesh R., Ramesh T., Begam Hazeena V. Effect of *Aerva lanata* on calcium oxalate urolithiasis in rats // *Indian Journal of Experimental Biology*. – 2006; 44: 981–986.
10. Ragavendra P., Sophia D., Raj C.A., Starlin T., Gopalakrishnan V.K. Phytochemical screening and antioxidant activity of *Aerva lanata* (L.) – An in-vitro study // *Asian J Pharm Clin Res*. – 2012; 5: 77–81.
11. Goyal M., Pareek A., Nagori B.P., Sasmal D. *Aerva lanata*: A review on phytochemistry and pharmacological aspects // *Pharmacogn. Rev.* – 2011; 5(10): 195–198.
12. Khare C.P. *Indian medicinal plants. An illustrated dictionary* / New York: Springer-Verlag, 2007; 900.
13. ФС.2.5.0054.15 Эрвы шерстистой трава // Государственная фармакопея Российской Федерации XIII. – 2015; 3: 1–9.
14. Государственный реестр лекарственных средств. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/GRLS.aspx> (Дата обращения: 10.02.2019 г.).
15. Куркина А.В., Осипова А.А. Новые подходы к стандартизации сырья эрвы шерстистой // *Химия растительного сырья*. – 2010; 2: 117–121.
16. Решетнева В.П., Стукан В.Г. Особенности выращивания эрвы шерстистой в Крыму // *Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье (материалы 7-й международной научно-практической конференции, посвященной 135-летию со дня рождения В.И. Вернадского, гениального основоположника учения о биосфере, 7-13 сентября 1998 года, г. Алушта)*. – 1998; 133.
17. Даниленко Б.В. Изучение биоморфологических особенностей эрвы шерстистой *Aerva lanata* (L.) Juss. ex Schult. в Никитском ботаническом саду // *Проблемы дендрологии, цветоводства, плодородства (материалы V международной конференции 6-10 октября 1997 г., Крым. Ялта)*. – 1997; 2: 32–34.
18. Zapesochay G., Kurkin V., Okhanov V., Miroshnikov A. Canthin-6-one and  $\beta$ -Carboline Alkaloids from *Aerva lanata* // *Planta Medica*. – 1992; 58(2): 192–195.
19. Первых Л.Н., Карасартов Б.С., Запесочная Г.Г. Изучение травы *Aerva lanata*. IV. Гликозиды флавоноидов // *Химия природных соединений*. – 1992; 5: 581–583.
20. Логвиненко И.Е., Исиков В.П., Логвиненко Л.А. Лекарственные растения Никитского ботанического сада / Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017; 72.

---

---

# TO THE QUESTION ABOUT THE PERSPECTIVES OF THE CULTIVATION OF ERVA WOOLING IN THE CRIMEA AND IN THE SOUTH OF RUSSIA

**A.A. Korostylev,**

Graduate Researcher, Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center, (Yalta)  
E-mail: [andkor92@mail.ru](mailto:andkor92@mail.ru)

**L.A. Logvinenko,**

Research Scientist of the laboratory of aromatic and medicinal plants, Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center (Yalta)

**O.M. Shevchuk**

Ph.D. (Biol.), Leading Research of the laboratory of aromatic and medicinal plants, Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center (Yalta)

The article presents an analytical review of scientific research of the pharmacopoeial medicinal plant Erva woolly (*Aerva lanata* (L.) Juss.) in the context of the development of the medicinal plant growing industry in Russia. Analysis of the available literature data, as well as the results of many years of studying the development *Aerva lanata* in the collection of aromatic and medicinal plants of the Nikitsky Botanical Garden, indicate the promise of cultivating this crop in the Crimea and southern Russia with the aim of obtaining high-quality medicinal raw materials.

**Key words:** *Aerva lanata* (L.) Juss., medicinal plant growing, Southern coast of Crimea

## СЕЛЕКЦИЯ ИНТЕНСИВНЫХ СОРТОВ ТОПИНАМБУРА И ТОПИНСОЛНЕЧНИКА

### **Н.С. Купцов**

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: N.Kuptsov@cbg.org.by , +375172840787

### **Е.Г. Попов**

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: E.Popoff@cbg.org.by , +375172841592

### **Б.Ю. Аношенко**

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: B.Anoshenko@cbg.org.by , +375173321578

### **В.В. Титок**

д.б.н. чл.-корр. НАН Беларуси, директор, *e-mail*: Office@cbg.org.by , +375172841484 Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 220012, ул. Сурганова, 2 в, Минск, Беларусь

Аннотация: Обоснована необходимость ускоренного, в условиях современного сельскохозяйственного производства и аридизации климата Европы, создания интенсивных сортов топинамбура и топинсолнечника. Излагаются генетические пути их создания и результаты практической селекции.

*Ключевые слова*: топинамбур, топинсолнечник, интенсивные сорта, гетерозис

## ВВЕДЕНИЕ

Топинамбур [*Helianthus tuberosus* L.] – клубненосное многолетнее растение рода *Helianthus* Североамериканского центра происхождения культурных растений. Топинамбур является гексаплоидом ( $2n = 102$ ), основное число хромосом  $X = 17$  [1, 2]. Интродуцировано данное растение в Европу французскими моряками экспедиции Лескарбо в 1605 г. [3]. Топинамбур, в силу экологической пластичности, удачно натурализовался в Европе, а в дальнейшем, благодаря своим замечательным вкусовым и лечебным свойствам при сравнительно высокой урожайности, быстро распространился в Австралии, а также в странах Азии, Африки, и Южной Америки [4].

Топинсолнечник – экспериментальный гибрид, полученный в результате скрещивания топинамбура с диплоидным подсолнечником (*Helianthus annuus* L.,  $2n = 34$ ). По морфологическим и хозяйственно ценным признакам топинсолнечник схож с топинамбуром, однако является тетраплоидом ( $2n = 68$ ) [1, 2].

К настоящему времени разработаны технологии производства из надземной массы и клубней топинамбура и топинсолнечника инулина, фитопрепаратов, биологически активных добавок, продуктов функционального питания, биокорректоров, фруктозы, биоэтанола и другой продукции, пользующейся спросом на внутреннем и внешнем рынках [5], что обусловило рост площадей под этими культурами. В мировом земледелии указанные культуры занимают более 2,5 млн. га [3, 4].

В Беларуси топинамбур промышленно выращивается на площади около 500 га, кроме этого, он традиционно возделывается в частном секторе (дачные и садовые участки, крестьянские

---

---

усады). В республике разработаны ряд продуктов и методов использования топинамбура [4]: 1) Бальнеологическое лечебно-оздоровительное средство [Патент РБ № 17961], 2) БАД «Кальфосил» [Патент РБ № 17826], 3) диетический продукт из топинамбура [Патент РБ № 17853].

Однако, что в Беларуси в условиях интенсивного сельхозпроизводства основным сдерживающим фактором расширения посевных площадей под топинамбуром и топинсолнечником является отсутствие интенсивных сортов и технологий их возделывания, так как селекционно-генетические работы с этими культурами до 2014 года не проводились.

Мировой опыт растениеводства убедительно показывает, что только современные интенсивные сорта сельхозкультур, возделываемые в плотных агроценозах по современным технологиям, способны формировать максимально возможную урожайность, а также обеспечивать её качество и защиту от неблагоприятных факторов внешней среды, болезней и вредителей. При этом в современном сельхозпроизводстве наиболее продуктивны плотные гомогенные моноценозы, состоящие из растений, морфофизиологическая структура которых уклонена в ксероморфную сторону. Это обусловлено, во-первых, тем, что уплотнение моноценоза обеспечивает больший выход продукции с единицы площади, а его ценотические условия действуют в том же направлении, что и таковые аридные и засуха. Во-вторых, продолжающаяся аридизация климата планеты и тот факт, что в Европе этот процесс идёт более быстрыми темпами, чем в среднем по миру, требуют ориентации селекции на ускоренное целенаправленное создание у сельхозкультур интенсивных ксероморфных сортов различного типа развития (яровых, факультативных, озимых и многолетних), а также технологий их возделывания [4, 6]. Соответственно, исследования по топинамбуру и топинсолнечнику должны быть также направлены на ускоренное выведение интенсивных сортов различных типов развития, что, в свою очередь, существенно повысит урожайность культур и, в дальнейшем, обеспечит расширение их промышленных посадок. Кроме того, полиплоидный уровень топинамбура и топинсолнечника позволяют результативно использовать эти культуры в гибридизации с интенсивными сортами подсолнечника *Helianthus annuus* L. [4, 6], как с целью создания многолетнего подсолнечника, так и принципиально новой культуры межвидового гибрида *Гелиуникум*, способного обеспечивать экономически выгодную урожайность как семян, так и клубней. Для успешной селекционной работы в указанном направлении необходимым условием является наличие моделей растений интенсивных сортов, в соответствии с которыми исследователи могут вести отбор желательных генотипов как с коллекционного, так и селекционного материала.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (ЦБС) в период 2014-2016 годов проведены комплексные исследования (морфофизиологические, биохимические, иммунологические, агротехнические) 58 образцов коллекции топинамбура с использованием общепринятых методов [4, 7, 8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что модель сорта даёт представление о соотношении признаков его растения, при котором обеспечивается максимальная урожайность агроценоза в данных экологических условиях при нелIMITированном питании и влагообеспеченности. Опираясь на результаты собственного сравнительного агротехнического, морфофизиологического, иммунологического и биохимического изучения образцов коллекции топинамбура и топинсолнечника, нами разработана для этих культур модель растения интенсивного сорта клубневого направления использования, которая кратко описывается следующим образом. Растения невысокие (70...90 см), имеют компактный габитус и ксеро-

---

---

морфную мезоструктуру, толерантны к комплексу экономически значимых болезней, засухе и плотному агроценозу (80...90 тыс./га). Клубни яйцевидной или овальной формы, имеют выравненную поверхность и оптимальный пробковый слой, обеспечивающий их качественную лёжку. Масса клубня 60...120 г. Содержание инулина в сухом веществе клубней ~60...70%. Потенциальная урожайность клубней 70...80 т/га. Изучение коллекционного материала топинамбура и топинамбурника показало, что наличный генофонд содержит почти все необходимые признаки и свойства для селекции интенсивных сортов в соответствии с моделью. Единственным ключевым признаком, который отсутствует в коллекционном материале является «оптимальный пробковый слой клубня» (ОПС). В связи с этим в ЦБС НАН Беларуси разработана технология генетико-селекционного синтеза у топинамбура признака «ОПС» (рис. 1).

Мы предлагаем для целенаправленного синтеза развитого пробкового слоя клубней в качестве теоретической основы использовать закономерности изменения генетической структуры признаков растений традиционных сельхозкультур в ходе их доместики и селекции. Общеизвестно [4], что в процессе доместики многих видов (пшеница, рис, кукуруза, подсолнечник, люпин и др.) в генотипах происходит накопление мутантных генов по различным признакам. В случае необходимости селекции на максимальное и стабильное выражение культурного признака в генотипе происходит объединение с помощью рекомбинаций двух и более неаллельных мутантных генов. Для синтеза пробкового слоя в кожуре клубней топинамбура необходимо вовлечь в гибридизацию его экологически и географически отдаленные сорта и дикие формы. Это связано с тем, что генетические системы, контролирующие тот или иной элементарный признак, в разных экологических нишах содержат неаллельные гены. Взаимодействие неаллельных генов даст реальную возможность отобрать в расщепляющихся поколениях таких гибридов рекомбинантные генотипы с новыми значениями признаков, в том числе и с оптимальной толщиной пробкового слоя. Кроме того, перспективным направлением может оказаться также использование межвидовых гибридов топинамбура, а также топинамбурника, с интенсивными сортами подсолнечника. Топинамбурники, как и некоторые дикие формы топинамбура, имеют более развитый пробковый слой, чем культурные образцы и сорта топинамбура [1, 2]. Схема генетического синтеза элементарного признака «оптимальный пробковый слой клубня» приведена на рис. 1.

По сведениям литературы [9], естественные и экспериментальные полиплоиды при эколого-географических скрещиваниях образуют в гибридном потомстве популяции, состоящие, в основном, из гетерозигот. Способность полиплоидов обеспечивать высокий уровень гетерозиготности популяции является основой для поддержания гетерозиса в ряду поколений гибридов. Учитывая это, в ЦБС НАН Беларуси разработана технология создания сортов топинамбура и топинамбурника с незатухающим гетерозисом (см. рис. 2). В основу этой технологии положено целенаправленное создание сортов с незатухающим гетерозисом с помощью экспериментального синтеза максимальной гексааллельной гетерозиготности по желательным элементарным признакам у топинамбура и четырёхаллельной гетерозиготности – у топинамбурника (рис. 2). Исключительно вегетативное размножение сортов топинамбура и топинамбурника в состоянии обеспечивать многократное воспроизведение в широких масштабах гетерозисного эффекта.

Создание гетерозисных сортов должно быть основополагающим направлением селекции на повышение урожайности и адаптивности этих культур.



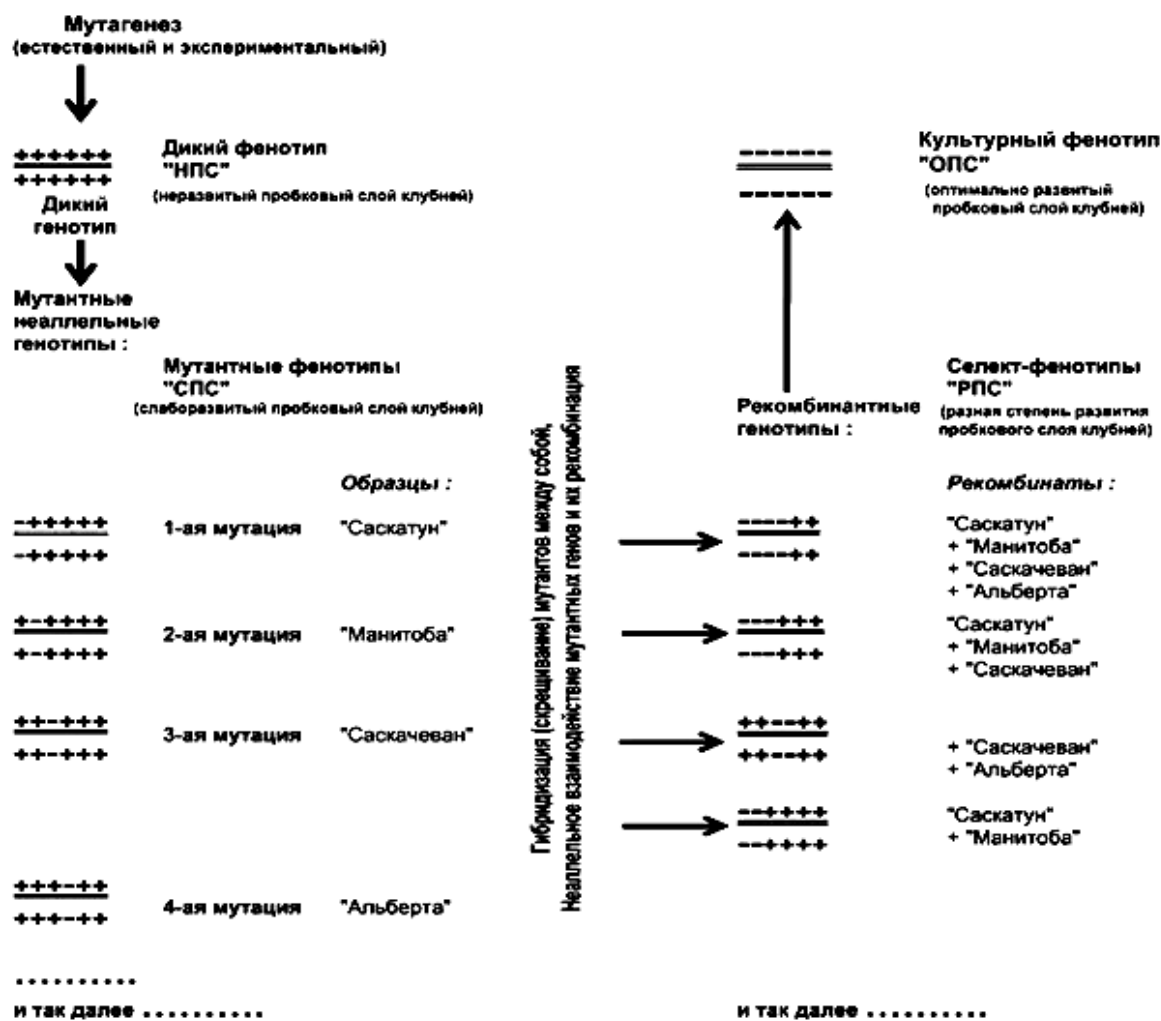


Рисунок 1 – Схема селекционного синтеза у топинамбура признака «оптимальный пробковый слой клубня»

С использованием параметров разработанной модели топинамбура в ЦБС НАН Беларуси впервые выведен интенсивный короткостебельный сорт *Анастас* клубневого направления, внесённый в 2018 г. в Госреестр Республики Беларусь. Растения сорта *Анастас* невысокие, в плотном моноценозе – до 80 см. *Анастас* имеет компактный габитус (рис. 3). Сорт создан путём индивидуального отбора на жёстком инфекционном фоне из популяции коллекционного образца *Дwarf*, короткостебельных устойчивых к комплексу болезней растений. Стебель *Анастаса* устойчив к полеганию, имеет слабую антоциановую (пурпурную) окраску. Моноподиальное ветвление развито хорошо, а симподиальное – слабо. Облиственность растений высокая (доля листьев от массы растений ~55 %). Листья тёмнозелёные ксероморфные. Удельная поверхностная плотность листа – 8,6 мг/см<sup>2</sup>. Листовой индекс при густоте стояния 90 тыс./га – 5,6 м<sup>2</sup> лист/м<sup>2</sup> поля. Клубневое гнездо умеренно-компактное (3,3 дм<sup>3</sup>). Клубни удлиненно-овальной формы легко отделяются от столонов (рис. 3). Поверхность клубней умеренно-гладкая (без крупных наростов и деток). Глазки вдавленные, глубина их залегания мелкая. Окраска кожуры клубней фиолетово-пурпурная, мякоти – белая. Масса клубня варьирует от 20 г до 80 г. Клубни *Анастаса* имеют умеренно развитый пробковый слой. Период вегетации растения – 150...170 сут. Сорт обладает высокой устойчивостью к экстремальным факторам среды (к основной экономически значимой болезни склеротинии, к

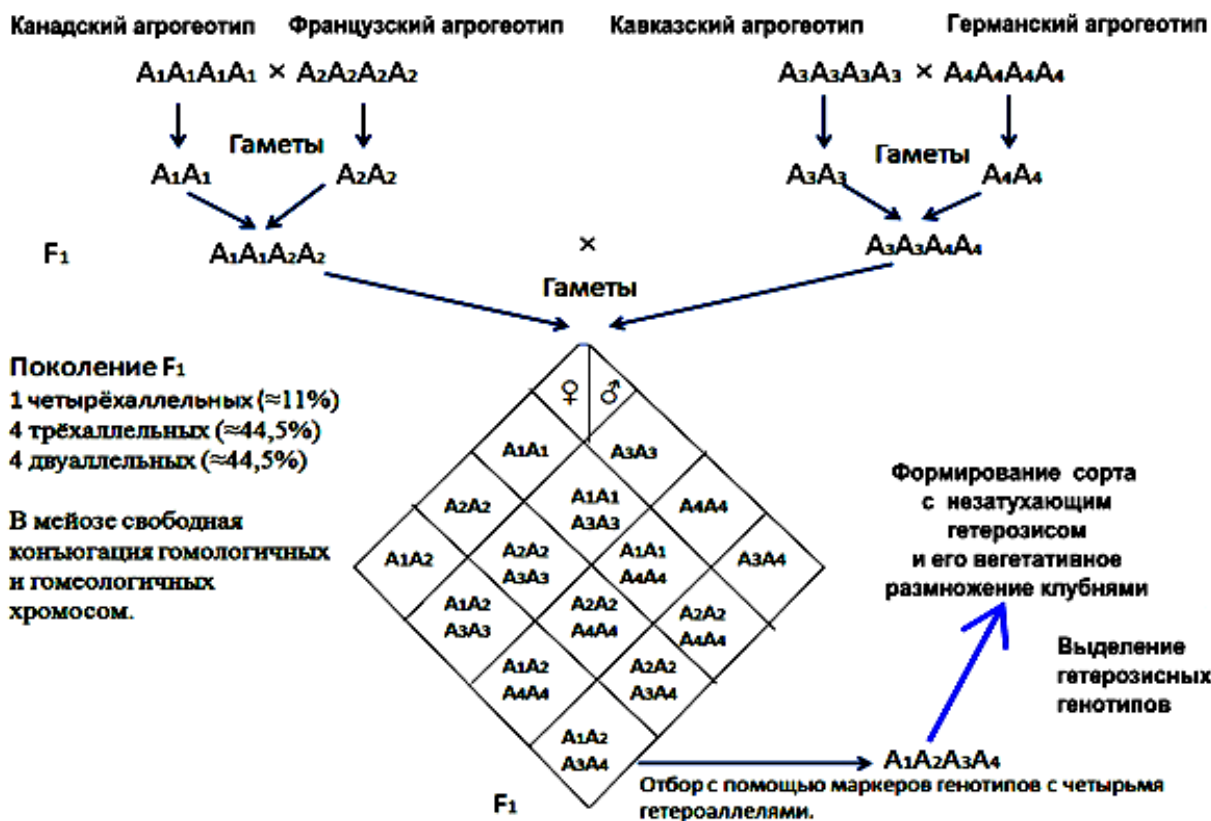


Рисунок 2 – Схема технологии создания сортов топинамбурника ( $2n = 68$ ) с незатухающим гетерозисом

засухе, к полеганию). Технология возделывания и уборки сорта *Анастас* аналогична таковой картофеля. Потенциальная урожайность клубней 45...50 т/га при плотности агроценоза 90 тыс./га. Содержание инулина в сухом веществе клубней  $\sim 60\%$ . Сорт пригоден для промышленной переработки клубней (получение инулина, производство фитопрепаратов, продуктов питания).



а



б



в

Рисунок 3 – Растение сорта *Анастас* (а), его клубневое гнездо (б), клубень (в)

---

---

## ВЫВОДЫ

1. В Беларуси в условиях интенсивного сельхозпроизводства основным сдерживающим фактором расширения посевных площадей под топинамбуром и топинсолнечником является отсутствие интенсивных сортов и технологий их возделывания, так как селекционно-генетические работы с этой культурой в республике до 2014 года не проводились.
2. На основе результатов комплексного изучения 58 коллекционных образцов разработана модель растения интенсивного сорта, обладающего ксероморфностью, компактным габитусом, и короткостебельностью. В соответствии с параметрами разработанной модели создан интенсивный сорт *Анастас*, который в 2018 году внесён в Госреестр Республики Беларусь.
3. Разработаны и используются генетико-селекционные технологии создания сортов топинамбура и топинсолнечника с признаком «оптимальный пробковый слой» и с незацветающим гетерозисом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kays S.J., Nottingham S.F. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L. // Boca Raton FL: Taylor & Francis Group, 2007; 479 p.
2. Пасько Н.М. *Helianthus tuberosus* L. (морфология, классификация, биология, исходный материал для селекции) : дисс. ... докт. с.-х. наук 06.01.05 //Л.: 1989; 454 с.
3. Зеленков В.Н., Романова Н.Г. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения: монография // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т. – М.: РГАУ-МСХА, 2012; 161 с.
4. Титок В.В., Рупасова Ж.А., Купцов Н.С. и соавт. Топинамбур в Беларуси (монография). // Минск: РУП «Издательство “Беларуская навука”», 2018; 263 с.
5. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В. Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура: монография // Красноярск, 2008; 213 с.
6. Crews, T.E., Cattani D.J. Strategies, advances, and challenges in breeding perennial grain crops // Sustainability. – 2018; 10 (7): 2792–9.
7. Зеленский М.И., Быков О.Д. Терминология количественных характеристик при изучении роста продуктивности и фотосинтеза сельскохозяйственных растений. Методические указания // ВАСХНИЛ. ВИР. – Л.: Наука, 1982; 46 с.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др Методы биохимического исследования растений. под ред. Ермакова А.И. // Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987; 430 с.
9. Савченко В.К. Генетика полиплоидных популяций. Под ред. П.Ф. Рокицкого. // Мн.: Наука и техника, 1976; 240 с.

---

---

# BREEDING OF INTENSIVE OF JERUSALEM ARTICHOKE AND TOPINSA SUNFLOWER VARIETIES

**N.S. Kuptsov**

(Ph.D), E.H. Popoff (Ph.D), B.Yu. Anoshenko (Ph.D), V.V. Titok (ScD) – research scientists of Central Botanical Garden (Natl. Sci. of Belarus), Minsk. E-mail: [E.Popoff@cbg.org.by](mailto:E.Popoff@cbg.org.by)

*Summary:* Different breeding aspects for creating novel intensive Jerusalem artichoke and Topinsa sunflower varieties are presented that could be efficiently used for modern agriculture at continuing aridization of Europe climate. Corresponding genetic algorithms of their creation and results of practical selection are discussed.

*Key words:* Jerusalem artichoke, topinsa sunflower, intensive *cultivars*, heterosis



# ЭДАФИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ЛИСТЯХ ИВЫ ТРЕХТЫЧИНКОВОЙ

**Н.А. Кузьмичева**

к.б.н., доцент кафедры фармакогнозии УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (Витебск)

*e-mail:* kuzm\_n-a@mail.ru

Аннотация. Содержание кверцетина и его гликозидов в листьях ивы трехтычинковой коррелирует с содержанием гумуса и подвижных форм калия и фосфора в почве. Эта связь имеет двухвершинный характер с двумя максимумами накопления флавоноидов.

*Ключевые слова:* *Salix triandra*, флавоноиды, эдафические факторы

## ВВЕДЕНИЕ

Флавоноиды играют важную роль в адаптации растений к условиям окружающей среды. Это подтверждается как значительной вариабельностью их содержания в растениях из разных местообитаний, так и широтой реакции на экологические факторы [1]. Предполагается, что адаптивная роль этой группы соединений сильно зависит от структуры их молекул, но экспериментальных данных по данному направлению накоплено недостаточно, что связано с трудоемкостью как сбора образцов сырья в природных популяциях, в максимально широком для каждого вида диапазоне эдафических и климатических факторов, так и количественного определения индивидуальных флавоноидных компонентов в достаточной для статистической обработки выборке.

В настоящей работе предпринята попытка обобщить результаты многолетних исследований по изучению влияния некоторых эдафических факторов на содержание флавоноидов в листьях ивы трехтычинковой.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом явились образцы листьев ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.), собранные в период конца вегетации от нормально развитых особей в средней части кроны в средней части годовых побегов. Места сбора были подобраны с таким расчетом, чтобы как можно полнее отразить экологическую амплитуду вида [2]. Всего было отобрано 169 образцов листьев ивы трехтычинковой из 32 ценопопуляций. В каждой ценопопуляции отбирались по 3 образца почвы, в которых по общепринятым агрохимическим методикам определяли содержание гумуса и подвижных форм калия и фосфора [3].

Листья подвергали воздушно-теневого сушке, и в них определяли содержание флавоноидов хроматоспектрофотометрическим способом [4]. Достоверность корреляционных связей между содержанием отдельных флавоноидов и уровнем каждого из изученных эдафических



---

---

факторов определяли по F-критерию Фишера [5], а их характер – по графикам, в качестве аппроксимирующей кривой использовали полиномы 4-5 степени [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В листьях ивы трехтычинковой идентифицированы 9 флавоноидов из группы флавонов и флавонолов [4], из которых достоверные связи с содержанием гумуса и подвижных форм калия и фосфора показали рутин, изокверцитрин и кверцетин. Кверцетин является агликоном, изокверцитрин – его 3-О-глюкозидом, а рутин – 3-О-рамноглюкозидом. Содержание рутина изменяется в пределах 2-4%, изокверцитрина и кверцетина – от 0,02 до 0,12% и от 5 до 22 мг% соответственно.

Характер изменчивости в большинстве изученных вариантов удовлетворительно аппроксимируется полиномом четвертой степени ( $R^2 = 0,45-0,71$ ) с двумя максимумами накопления, один из которых может быть не достигнут в изученном диапазоне значений эдафических факторов. Положение максимумов в значительной степени зависит от строения молекулы флавоноида (рисунок).

Так, содержание гумуса в почве оказывает неоднозначное влияние на содержание кверцетина и его гликозидов в листьях ивы трехтычинковой. Для накопления рутина и кверцетина характерны два максимума накопления, соответствующих содержанию гумуса около 1% и около 4%, но их выраженность для каждого из веществ разная. Максимальное содержание рутина наблюдается в листьях особей, произрастающих на относительно богатых почвах (содержание гумуса 4%), в то время как содержание кверцетина – у растений на бедных почвах (содержание гумуса 1-2%). Максимумы содержания изокверцитрина смещены в сторону более богатых почв, один из них обнаружен при 2% содержании гумуса, второй не достигнут в рамках эксперимента.

В отношении содержания в почве подвижных форм фосфора одинаковое положение максимумов накопления флавоноидов показали рутин и изокверцитрин (5 и 25 мг-экв. на 100 г почвы), причем оба максимума выражены приблизительно одинаково. Максимумы накопления кверцетина смещены влево.

Содержание рутина и кверцетина в листьях ивы трехтычинковой зависит и от содержания подвижных форм калия в почве. Оптимальным для накопления рутина является содержание калия 15-20 мг-экв. на 100 г почвы, для кверцетина – 5-7 мг-экв.

Между двумя максимумами накопления каждого флавоноида наблюдается минимум, соответствующий 2,5% гумуса, 15 мг-экв. подвижных форм фосфора и около 10 мг-экв. калия на 100 г почвы. При таких значениях эдафических факторов листья ивы трехтычинковой достигают максимальных размеров [1], т.е. их можно считать оптимальными для роста. Таким образом, еще раз подтверждается вывод о невозможности достижения максимальных размеров растения и наибольшего содержания в нем вторичных соединений [7,8].

## ВЫВОДЫ

1. Содержание рутина, изокверцитрина и кверцетина в листьях ивы трехтычинковой варьирует в пределах 2-4%; 0,02-0,12% и 5-22 мг% соответственно.
2. Характер изменчивости в большинстве случаев удовлетворительно аппроксимируется полиномом четвертой степени ( $R^2 = 0,45-0,71$ ) с двумя максимумами накопления индивидуальных флавоноидов.

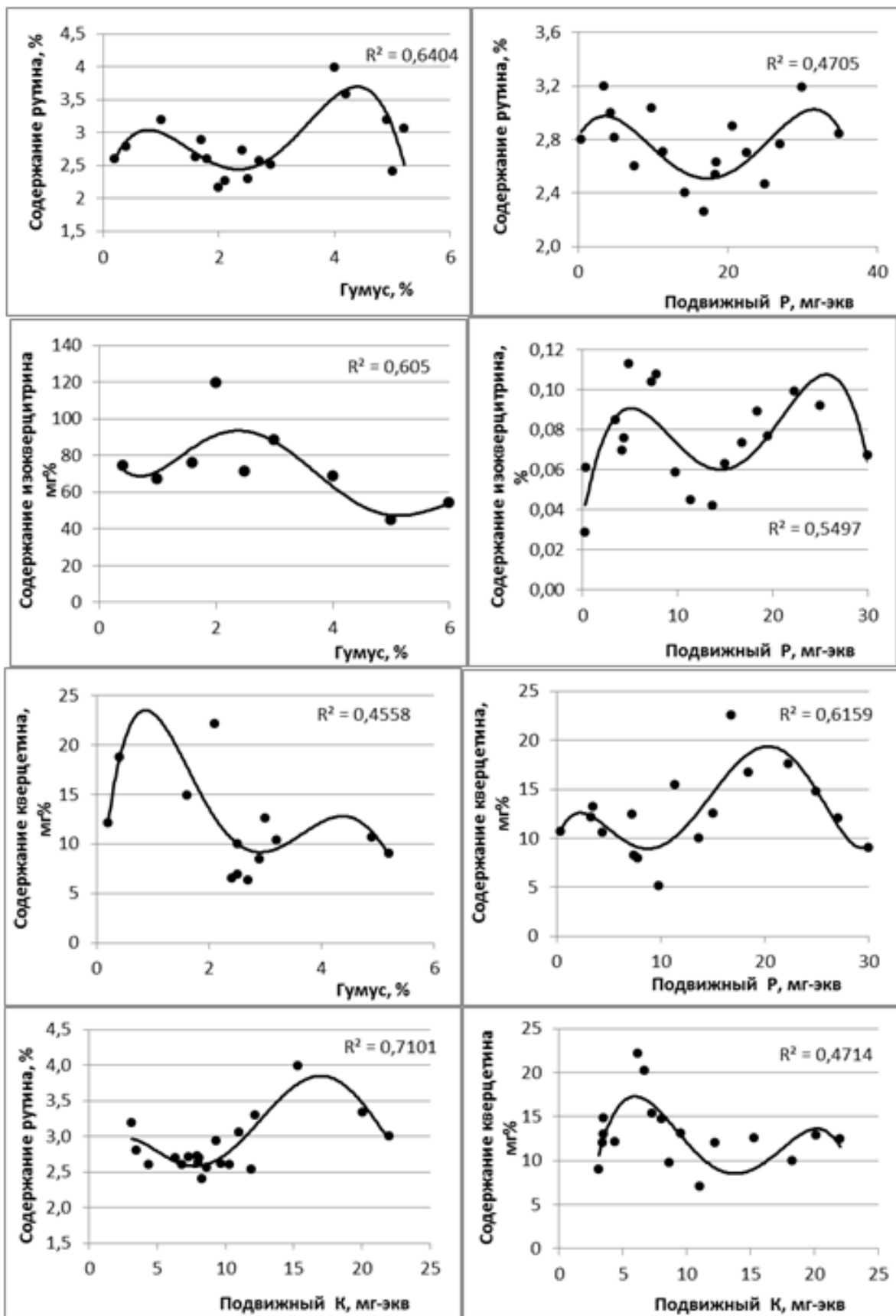


Рисунок – Зависимость содержания флавоноидов в листьях ивы трехтычинковой от агрохимических показателей почвы

- 
- 
3. Значения изученных эдафических факторов, при которых наблюдаются максимумы накопления, не одинаковы для разных флавоноидов.
  4. Прогиб двухвершинной кривой соответствует максимальному росту листьев ивы, в то время как максимальное содержание флавоноидов наблюдается в листьях меньшего размера.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичева Н.А., Мазан И.Ф. Эдафически обусловленная изменчивость пойменных видов ив // Сб. «Ботаника». - 1992; XXXI: 65-80.
2. Парфёнов В.И., Мазан И.Ф. Ивы (*Salix* L.) Белоруссии: Таксономия, фитоценология, ресурсы. / Мн.: Наука и техника. – 1986: 167 с.
3. Блинцов И.К., Забелло К.Д. Практикум по почвоведению. / Минск. – 1979; 1-208
4. Кузьмичева Н.А., Шелюто В.Л. Хроматоспектрофотометрическое определение флавоноидов в листьях видов рода *Salix* L. // Весці АН Беларусі. Сер. біялаг. навук. – 1992; 3-4: 14-18.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия./ М.: Высшая школа. – 1990: 1-352
6. Кузьмичева, Н.А., Кузьмичев Ю.А. Характер зависимости содержания флавоноидов в растениях от положения ценопопуляции в экологическом ряду // Вестник фармации. – 2015; 2: 25-32.
7. Kuzmichova N.A., Sozinov O.V. The content of biologically active substances in *Salix* spp. (Eastern Europe): the patterns of alteration // Renewable wood and plant resources: chemistry, technology, pharmacology, medicine. International conference. Satellite conference Physical-chemical analysis of organic compounds of plants origin. June 21-24, 2011. Saint-Petersburg: SpSFTA. – 2011; 268-269.
8. Кузьмичева Н.А. Влияние климатических факторов на содержание флавоноидов в листьях пойменных видов ив (*Salix* L.) // Вестник фармации. – 2009; 4: 21-32.



# НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОЙ РЕАКЦИИ *FERULA FOETIDA* НА ЛИМИТ ФАКТОРЫ ПУСТЫННОЙ СЕРДЫ ОБИТАНИЯ ПОЛУОСТРОВА МАНГЫШЛАК

**М.С. Сагындыкова**

PhD, Руководитель научного проекта, РГП «Мангышлакский эспериментальный ботанический сад» КН МОН РК (Актау, Казахстан)

e-mail: [m.sagyndykova@mail.ru](mailto:m.sagyndykova@mail.ru)

**А.А. Иманбаева**

к.б.н., Генеральный директор РГП «Мангышлакский эспериментальный ботанический сад» КН МОН РК (Актау, Казахстан).

В результате исследований *Ferula foetida* на Мангышлаке были выявлены лимит факторы и выведены формульные зависимости между весом корневой системы и составом почвы. **В дальнейшем данные** могут быть использованы при прогнозе запасов лекарственного сырья.

Ключевые слова: *Ferula foetida*, пустыня, Мангышлак, лимит фактор.

## ВВЕДЕНИЕ

Род *Ferula* L. насчитывает более 180 видов и является один из самых полиморфных родов семейства *Apiaceae*. Многие виды ферул издавна используются как растения, содержащие ценные лекарственные смолы и камеди, как кормовые растения, медоносные и примитивный строительный материал.

Жизненный цикл *Ferula foetida* своеобразен. Оно цветет и плодоносит только один раз, после чего полностью отмирает, что свойственно монокарпикам. Питательные вещества накапливаются в корне в течение всего жизненного цикла и затем направляются на образование стебля и генеративных органов [1].

*Ferula foetida* является древним персидским растением, распространившимся из Ирана и Афганистана в Центральную Азию через среднеазиатский регион

*Ferula foetida* широко распространена в пустынях Ирана и Средней Азии [2], Копет-Даг, малые Балханы [3], в Казахстане – Эмбенское плато, Западный мелкосопочник, Приаралье, Мойынкум, Балхаш-Алакуль, Кызылкум, Туркестан, Чу-Илийские горы [4, 5], в западной части Казахстана – Каратау, на полуострове Мангышлак, в Северном и Южном Устюрте [6, 7]. На данных территориях вид преимущественно обитает на песках [5], а также на глинистых равнинах, подгорных пустынях, на лесовых и мелкощепнистых склонах, речных террасах, вдоль ручьев, закрепленных и полужакрепленных песках; встречается в поясах полынных и соляноквых пустынь, часто как доминант или субдоминант в сообществах [8, 9].

Экологическая приуроченность данного вида к песчаной местности позволяет



причислять этот вид к представителям псаммофитов [10]. Вид засухоустойчив и способен прорасти в местах с сухим жарким климатом. Периодические засухи, характерные для пустынь и полупустынь, на развитие *F. foetida* не влияют, так как ферула обладает мощной корневой системой.

Плотность произрастания растений зависит и от эдафических условий региона. Так, на севере Туркмении, в Загунгузских Каракумах, на 1 м<sup>2</sup> прорастает 8-12 растений, а на юго-востоке Каракума на 1 м<sup>2</sup> - 24-33 растения [11]. Из краткого описания следует, что *Ferula foetida* разнообразна по своей экологической природе и условиям обитания. Её можно встретить в различных растительных ассоциациях.

Полуостров Мангышлак отличается крайне засушливым и жарким климатом, скудными осадками и сравнительно редкой растительностью. Для полуострова типично не только малое количество атмосферных осадков, но и их неравномерное распределение по сезонам года и исключительно большая изменчивость, а также резкое преобладание испарения над выпадающими осадками. А также характерно отсутствие постоянного поверхностного стока и повышенное засоление почвогрунтов.

*Целью настоящей научной работы являлось изучение особенностей адаптивной реакции *Ferula foetida* на лимит факторы пустынной среды обитания полуострова Мангышлак.*

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспедиционные обследования по выявлению ценопопуляций велись маршрутно-рекогносцировочным методом. В качестве объектов исследований было выбрано 6 разновозрастных (от 1 года до 7 лет) природных сообществ, расположенных в песчаных массивах Туйесу и Карынжарык, западной и южной части возвышенности Тынымбай шоки, урочище Караадыр и на северном склоне горы Бурма.

Для характеристики почвенного покрова отбор образцов производили с помощью ручного почвенного бура до глубины 50-70 см по основным генетико-мелиоративным слоям: 0-30 см, 30-50 см, 50-60 см и 50-70 см. Химический состав водной вытяжки определялся по методу Е. Н. Аринушкиной [12]. В водной вытяжке определяли: 1) сухой остаток, т.е. общую сумму водорастворимых веществ; 2) количественное определение катионов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , по разности катионов и анионов общую сумму  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) и анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Механический состав оценивали по методу Качинского [13]; оценку химизма и степени засоления, классификацию почвы по глубине залегания солевого горизонта - с учетом методических указаний Н.И. Базилевич и Е.И. Панковой [13]. Степень солонцеватости оценивали по шкале, приведенный в справочнике «Классификация и диагностика почв СССР» [14].

При изучении морфологических показатели роста ферулы определялись следующие изомеры: надземная часть - высота растений, диаметр стебля, длина листьев 1-й розетки, количество прикорневых розеток, ширина листьев 1-й розетки, биомасса листьев; подземная часть - количество разветвлений от главного корня, глубина корневой системы, длина главного корня до разветвления, диаметр корневой шейки, диаметр средней части главного корня, диаметр концевой части главного корня, количество корешков, длина корешков, длина корней 1-го разветвления, вес корней.

Собранный в 2014-2016 гг. научный материал обрабатывался методами математической статистики с использованием пакета статистических программ Statgraphics Centurion XVI.I (2011).

---

---

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Пески Туйесу расположены в окрестностях поселка Сенек, протяженность их составляет более 39 км при ширине 25 км. Рельеф бугристо-грядовый, волнистый. Пески закрепленные. Высота барханов до 10 м. Пески Туйесу обеспечены неглубоко залегающими пресными водами. Водосодержащие породы песчаных массивов представлены преимущественно мелкозернистыми песками, местами в основании с примесью щебнисто-галечного материала. Мощность обводненной части эоловых песчаных массивов колеблется от 5,0 до 33,3 м (таблица 1 - 3).

Территория подвержена антропогенной деятельности в виде массового выпаса домашнего скота, что приводит к частичной деградации части песчаных массивов.

Возвышенность Тынымбай шоки находится неподалёку от горы Кунабай. Популяция *Ferula foetida* встречается в составе саксаульчиково- ферулово и осоково-белоземельно-полынно-феруловой ассоциаций. До глубины 30 см почва супесчаная, от 30 до 50 см – легкосуглинистая, в интервале от 50 и до 100 см среднесуглинистая. Степень засоленности почвы с поверхности и до 50 см слабая, в горизонтах 50-80 см – средняя и 80-100 см – сильная. Оводненность территории крайне низкая, растения получают влагу в виде атмосферных осадков и неглубоко залегающих грунтовых вод различной степени засоленности.

Пески Карынжарык находятся в юго-западной части впадины Карынжарык. Почва песчаная и супесчаная, незасоленная по всему генетическому профилю. Пески Карынжарык обводнены слабо, либо безводные. На отдельных небольших участках встречаются на доступной для пустынных растений глубине грунтовые воды. Заросли ферулы широко распространены на данном объекте исследований в составе кемрудополынно-ферулово-разнотравно-саксауловой и осоково-кемрудоно-полынно-боялычево-саксауловой ассоциаций.

Неподалеку от урочища Карадыр (в 8-10 км восточнее песков Карынжарык) ферула воючая выявлена на супесчаных массивах в жузгуно-кустарниковых сообществах. С поверхности и до 80 см почва здесь незасоленная, в горизонтах 80-100 см – степень засоленности оценивается слабой. Оводненность естественных популяций очень низкая, растения получают влагу только атмосферных осадков. Водопроницаемость почвы – высокая.

**На территории горы Бурма** сообщества с участием ферулы обнаружены на невысоких эродированных склонах со слабозасоленными среднеуплотненными суглинистыми почвами. Для данных мест характерны разреженные боялычово-гурганскополынно-злаковые популяции с участием кустарников - курчавки отогнутой и вьюнка кустарникового. Территория имеет крайне низкую оводненность, в основном - от атмосферных осадков. Почвы с поверхности и до 50 см относятся к категории незасоленных, в горизонтах 50-80 см степень засоления - средняя и 80-100 см – слабая. Водопроницаемость их классифицируется как средняя.

Таблица 1 - Экологическая характеристика почвенного состава в природных популяциях *Ferula foetida* (по степени и химизму засоления)

Место произрастания	Слой почвы, см	Содержание солей		Химизм засоления	
		%	степень засоления	по анионному составу	по катионному составу
1	2	3	4	5	6

Пески Туйесу	0 - 80	0,109	незасоленная	сульфатно-содовый	натриево-кальциевый
Пески Туйесу	0 - 80	0,109	незасоленная	сульфатно-содовый	натриево-кальциевый
Западная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 90	0,118	незасоленная	содово-сульфатный	натриево-кальциевый
Южная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 100	0,091	незасоленная	содово-сульфатный	натриево-кальциевый
Пески Карынжарык	0 - 100	0,146	незасоленная	содово-сульфатный	натриево-кальциевый
Урочище Караадыр	0 - 100	0,130	незасоленная	содово-сульфатный	натриево-кальциевый
<b>Северный склон горы Бурма</b>	0 - 90	0,284	слабая	хлоридно-сульфатный	натриево-кальциевый

Таблица 2 - Характеристика состояния солонцового режима почвы

Место произрастания	Слой почвы, см	Солонцеватость	
		% натрия в почвенно-поглощающем комплексе (ППК)	степень
Пески Туйесу	0 - 50	17,86	сильная
Западная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 50	27,00	очень сильная
Южная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 50	20,96	очень сильная
Пески Карынжарык	0 - 50	22,62	очень сильная
Урочище Караадыр	0 - 50	13,41	средняя
Северный склон горы Бурма (с глинистой почвой)	0 - 50	14,96	средняя

Таблица 3 - Содержание в почве гумуса и основных элементов питания растений

Место произрастания	Слой почвы, см %	Содержание гумуса		Азот легкогидролизуемый (N <sub>2</sub> O)		Усвояемый фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Доступный калий (K <sub>2</sub> O)	
		мг на 100 г	мг на 100 г	мг на 100 г	мг на 100 г	обеспеченность	мг на 100 г	обеспеченность	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пески Туйесу	0 - 50	0,72	среднегумусовая	14,31	средняя	2,61	низкая	27,09	высокая
Западная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 50	0,70	среднегумусовая	14,14	средняя	2,59	низкая	26,87	высокая
Южная часть возвышенности Тынымбай шоки	0 - 50	0,59	малогумусовая	12,93	средняя	2,40	низкая	25,09	высокая

Пески Карынжарык	0 -50	0,43	малогу-мусовая	11,18	низкая	2,14	низкая	21,90	средняя
Урочище Караадыр	0 -50	0,37	малогу-мусовая	10,49	низкая	2,03	низкая	20,36	средняя
Северный склон горы Бурма (с глинистой почвой)	0 -50	0,60	малогу-мусовая	13,02	средняя	2,42	низкая	25,25	высокая

Мощный прирост ферулы выявлен в песках Туйесу (49,4 см), немного медленнее – в песках Карынжарык (43,8 см), урочище **Караадыр** (44,1 см) и на **северном склоне горы Бурма** (42, 3 см). Наименьших размеров она достигает на супесчаных массивах **западной части возвышенности Тынымбай шоки** (36,0 см).

Однако при учении глубины проникновения корней наблюдается обратная динамика, наиболее глубоким залегаем корней характеризуются ферулы, произрастающие в южной части возвышенности Тынымбай шоки (112,8 см), северный склон горы Бурма (111,1 см), западная часть возвышенности Тынымбай шоки (109,3 см), урочище Караадыр (109,1 см), пески Карынжарык (106,1 см) и пески Туйесу (91,6 см).

Наиболее интенсивный рост корней в сообществах на возвышенности Тынымбай шоки обусловлен, по нашему мнению, приспособительной реакцией на более глубокое залегание грунтовых вод и благоприятным воздействием соотношения верхних рыхлых песчаных и нижних среднесуглинистых сильно каменистых слоев почвы. Достаточно высокая их засоленность не является здесь лимитирующим фактором (табл.4, рис.1).

Как показали исследования засуха не является лимитирующим фактором для ферулы вонючей.

Таблица 4 – Изомеры надземной и подземной части ферулы вонючей в природных популяциях полуострова Мангышлак (средние данные по возрастам, в сантиметрах)

Возраст, показатель	Пески Туйесу	Западная часть возвышенности Тынымбай шоки	Южная часть возвышенности Тынымбай шоки	Пески Карынжарык	Урочище Караадыр	Северный склон горы Бурма
Надземная часть						
Высота растений	49,4±3,2	36,0±1,7	39,4±2,4	43,8±3,3	44,1±3,2	42,3±4,1
Диаметр стебля	14,7±1,4	15,4±2,6	19,2±2,4	15,8±0,8	14,9±1,0	10,9±1,4
Подземная часть						
Количество разветвлений от главного корня	4,0±0,3	4,0±0,3	3,7±0,4	3,9±0,4	4,0±0,3	3,6±0,5
Глубина корневой системы	91,6±7,8	109,3±8,3	112,8±7,6	106,1±7,6	109,1±8,7	111,1±16,4
Длина главного корня до разветвления	34,8±2,9	34,99±3,0	39,0±3,2	38,7±2,8	45,1±2,7	30,1±1,8
Вес корней, г	2505,7±476,0	1013,0±245,1	1690,0±357,1	1010,0±162,9	1039,6±169,7	489,1±144,2

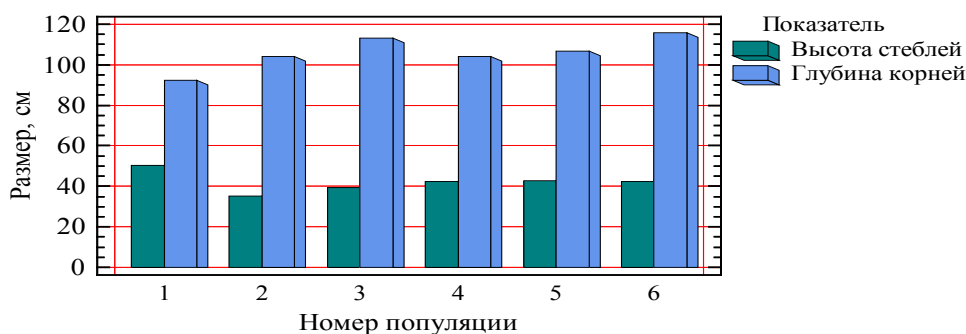


Рисунок 1 - Соотношение между естественными популяциями ферулы вонючей по высоте стеблей и глубине корневой системы (1 - пески Туйесу, 2 - западная часть возвышенности Тынымбай Шоки, 3 - южная часть возвышенности Тынымбай шоки, 4 - пески Карынжарык, 5 - урочище Караадыр, 6 - северный склон горы Бурма)

Независимо от условий произрастания характерной особенностью возрастного морфогенеза ферулы вонючей является ежегодное образование по одной прикорневой розетке листьев, разветвлению корней и корешку на боковых корнях.

Наиболее активно по большинству морфологических параметров, в том числе высоте (рис. 2) и глубине корней (рис. 3), ферула вонючая развивается в первые 3-4 года. Начиная с 5-6 лет в период вступления в генеративную фазу происходит постепенное замедление их роста и даже прекращение независимо от эдафических условий естественных популяций, в особенности это характерно для сообществ в песках Карынжарык и на северном склоне горы Бурма.

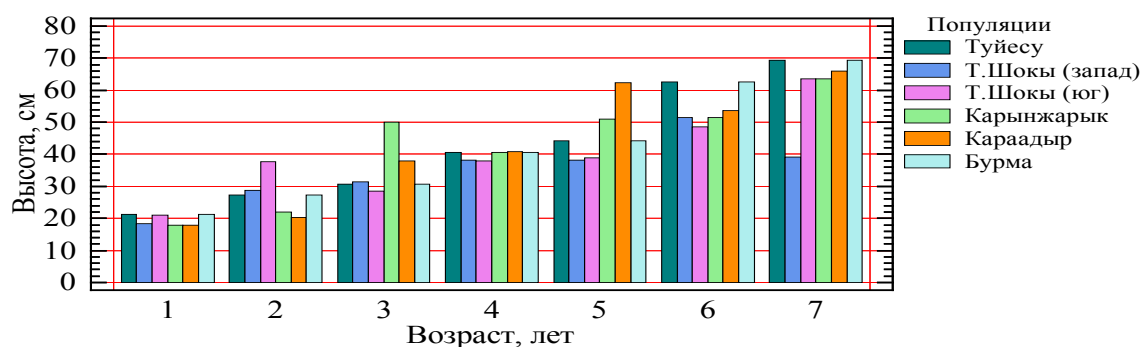


Рисунок 2 - Динамика роста ферулы вонючей по высоте



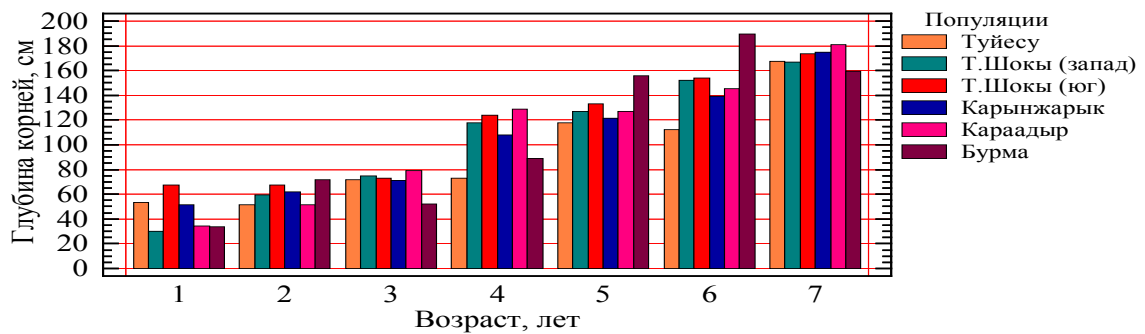
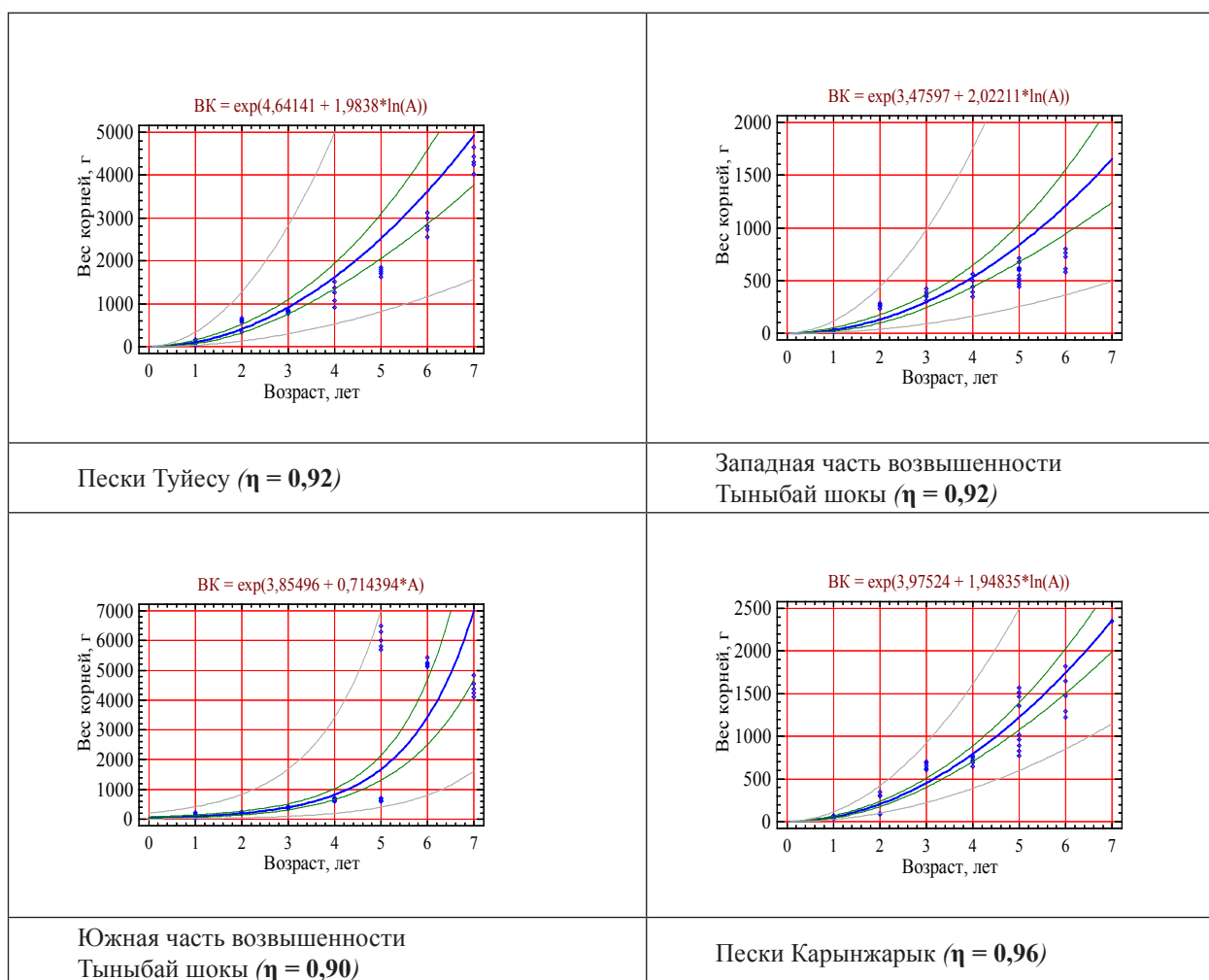


Рисунок 3 - Динамика роста корневой системы ферулы вонючей

Противоположная тенденция наблюдается для веса корней (рис. 4), формирование которых наиболее интенсивно происходит с 4 лет и до конца жизни данного растения, о чем свидетельствуют преимущественно экспоненциальные типы зависимости для всех 6-и обследованных популяций мангышлакского региона. Однако, несмотря на очень высокую корреляционную связь веса корней и возраста ( $\eta > 0,90$ ), использовать последний в качестве диагностического параметра невозможно из-за разновозрастной представленности состава популяций ферулы.



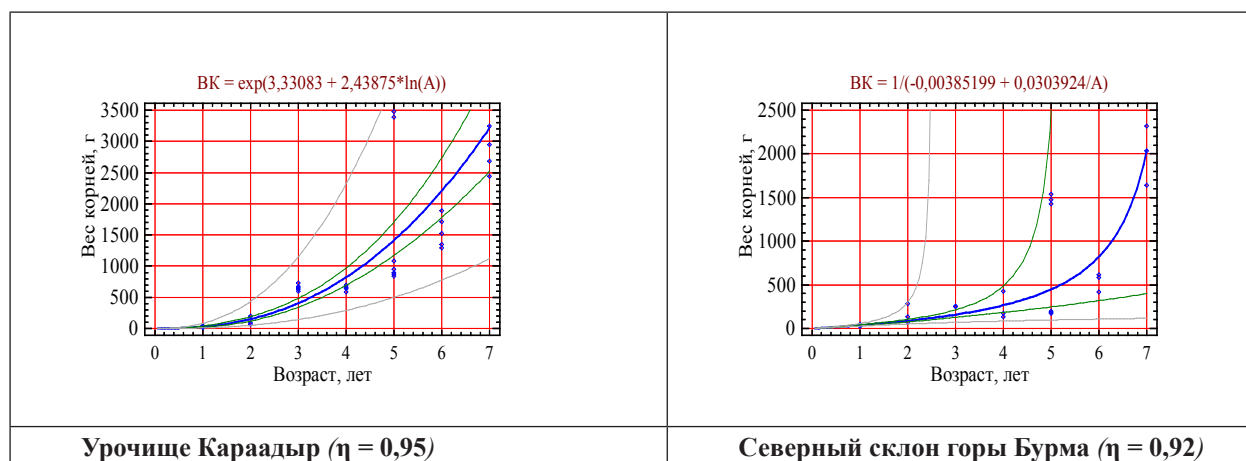


Рисунок 4 - Уравнение и график зависимости веса корней (BK) от возраста (A), ( $\eta_{кр05} = 0,32$ )

На вес подземной лекарственно-ценной части ферулы приходится до 40-85% общей сырой фитомассы растений (рис. 5, табл. 5), причем, наибольшая ее доля фиксируется в местах произрастания со связно песчаной и супесчаной почвой средней каменистости и глубоко залегающими грунтовыми водами - пески Туйесу и южная часть возвышенности Тыныбай шоки. Как видим, не во всех случаях мощное развитие надземной фитомассы гарантирует более интенсивное формирование корневой системы. Здесь имеет место приспособительная реакция ферулы на образование более мощной суккулентной подземной структуры для накопления влаги и экономного ее расходования через менее развитый ассимиляционный аппарат растений сообразно конкретным условиям среды обитания.

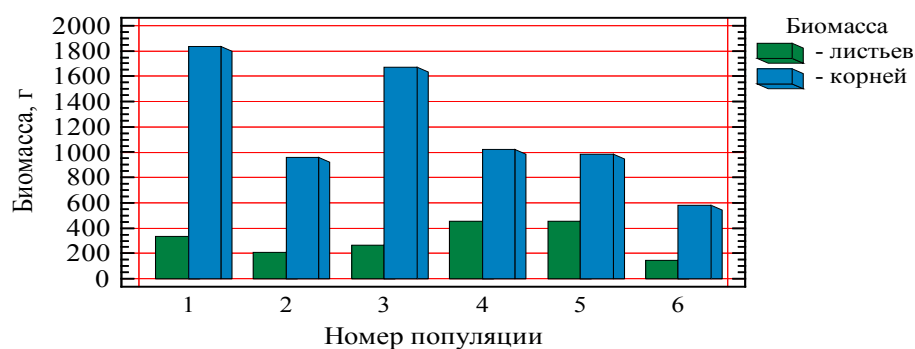


Рисунок 5 - Соотношение между естественными популяциями ферулы вонючей по биомассе листьев и корней (1 - пески Туйесу, 2 - западная часть возвышенности Тынымбай Шоки, 3 - южная часть возвышенности Тыныбай шоки, 4 - пески Карынжарык, 5 - урочище Караадыр, 6 - северный склон горы Бурма)

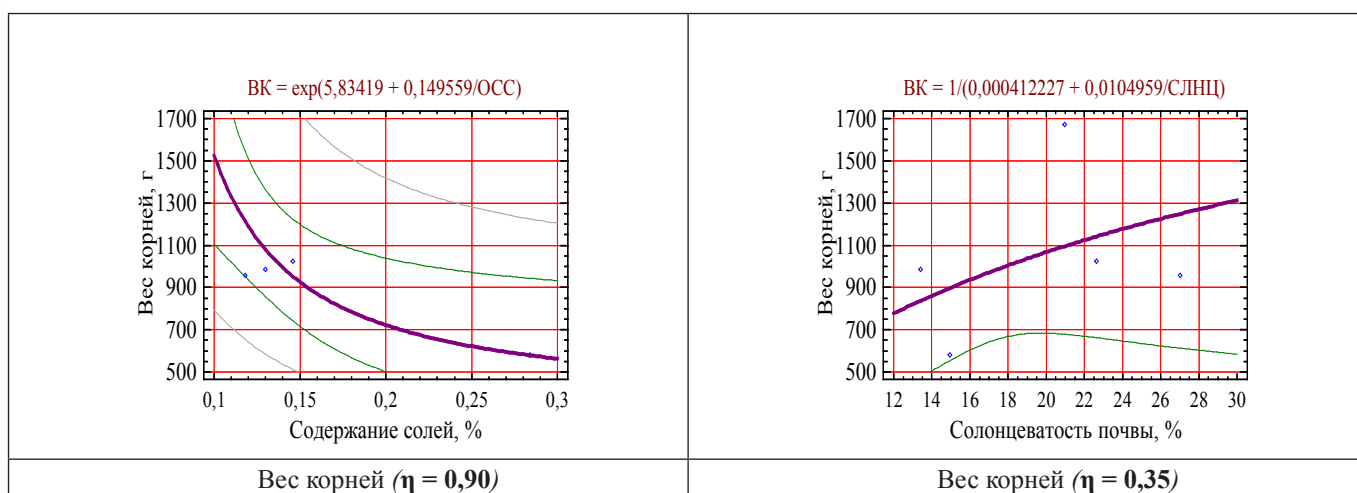
Из всех анатомических органов с точки зрения продуктивности и содержания лекарственных ингредиентов наибольший интерес у ферулы вонючей представляет корневая система, вес которой наряду с суммарной засоленностью, процентом солонцеватости, гумусированности и содержания в почве физической глины были выбраны при проведении исследований в качестве зависимых и независимых переменных при выведении уравнений

регрессии для прогноза запасов лекарственного сырья. Сам процесс определения массы корней в полевых условиях чрезвычайно трудоемок из-за сильной рыхлости и каменистости почвогрунтов, к которым приурочены места естественного обитания данного лекарственно-ценного вида.

Таблица 5 – Биомасса надземной и подземной части ферулы вонючей в природных популяциях полуострова Мангышлак в фазе цветения в возрасте 5 лет (в граммах сырого веса)

Пески Туйесу		Западная часть возвышенности Тынымбай шоки		Южная часть возвышенности Тынымбай шоки		Пески Карынжарык		Урочище Кара-адыр		Северный склон горы Бурма	
г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
Биомасса листьев											
521±7,7	18,0	75±1,3	6,1	376±7,1	5,2	613±7,3	15,8	523±3,4	9,2	148±0,7	5,0
Вес стеблей и соцветий											
620±7,1	21,5	672±12,0	54,1	674±7,2	9,5	997±11,9	25,5	1619±7,9	28,5	1280±8,3	44,0
Вес надземной части											
1141±14,7	39,5	747±13,4	60,1	1050±14,3	14,8	1615±19,2	41,4	2143±11,0	37,8	1428±8,7	49,1
Вес корней											
1746±17,6	60,5	494±8,3	39,8	6060±69,0	85,2	1476±17,5	37,8	3536±22,7	62,2	1480±9,7	50,8
Общий вес растения											
2887±32,0	100,0	1242±21,7	100,0	7110±83,2	100,0	3901±36,8	100,0	5680±33,2	100,0	2908±18,3	100,0

Из выведенных формул зависимости веса корневой системы с основными почвенно-мелиоративными показателями (рис. 6) наибольший интерес представляют статистически достоверные связи ( $\eta > \eta_{кр0,05}$ ) с суммарным содержанием солей и физической глины (частиц менее 0,01 мм), соответственно, экспоненциального и квадратного вида. На рисунке 8 представлены уравнения регрессии с показателями засоленности и мехсостава в среднем по всему изученному метровому слою почвогрунтов, хотя теснота их связи достоверна на уровне значимости 5% и для других генетико-мелиоративных горизонтов – 0-30, 0-50 и 50-100 см (табл. 6). Даже в пределах отсутствия и слабого уровня засоления повышение содержания солей приводит к резкому снижению продуктивности подземной фитомассы ферулы, как и переход механического состава из разряда супесей в легкие суглинки.



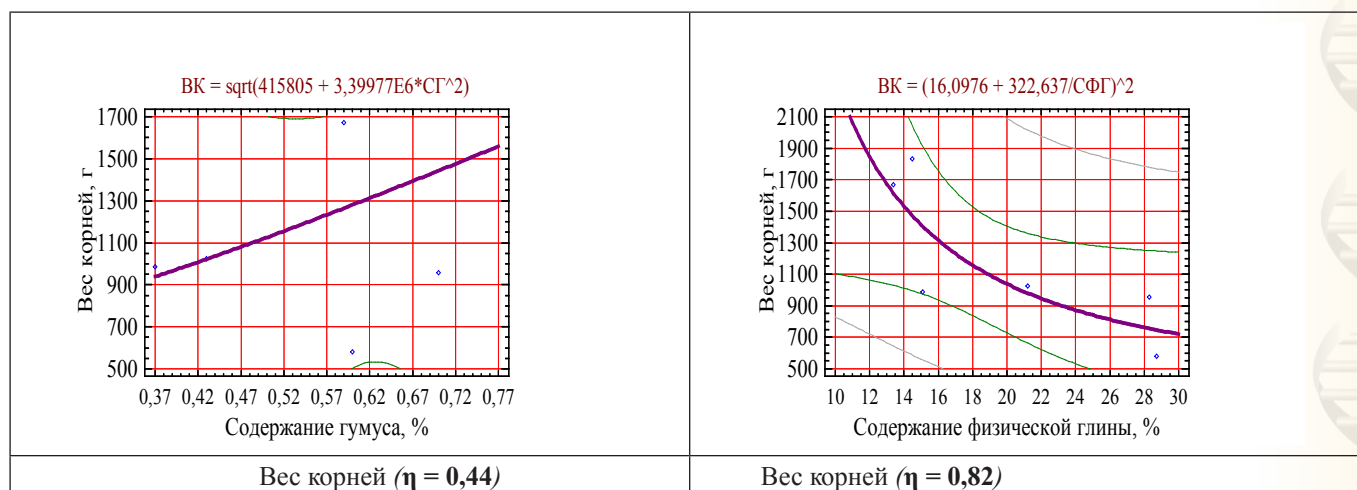


Рисунок 6 - Уравнения и графики зависимости веса корней от засоленности (ОСС), солонцеватости (СЛНЦ), гумусированности (СГ) и механического состава почвы (СФГ), ( $\eta_{кр05} = 0,44$ )

Таблица 6 – Корреляция веса корней ферулы вонючей с основными почвенно-мелиоративными факторами в природных популяциях полуострова мангышлак (средние данные)

Содержание солей, %				Солонцеватость в слое 0 – 50 см, %	Содержание гумуса в слое 0 – 50 см, %	Содержание физической глины, %				Глубина рыхлой толщи почвогрунтов, см
слой почвы, см						слой почвы, см				
0-30	0-50	50-100	0-100			0-30	0-50	50-100	0-100	
-0,67	-0,76	-0,67	-0,75	0,11	0,36	-0,69	-0,86	-0,78	-0,79	-0,26

Примечание – Критическое значение коэффициента корреляции на 5-процентном уровне значимости – 0,44

С солонцеватостью и содержанием в почве гумуса корреляционная связь недостоверна (рис. 6, табл. 6) и использовать их для диагностики запасов лекарственного сырья в подземной части ферулы вонючей не представляется возможным. Все вышесказанное подтверждает экологическую характеристику данного вида в условиях полуострова Мангышлак как слабосолевыносливого псаммофита, олиготрофа и петрофита.

Таким образом, выведенные в результате были выявлены следующие лимит факторы: засоленность и мехсостав почвы. Определены формульные зависимости между весом корневой системы и показателями засоленности и мехсостава почвы. Данные зависимости вполне могут быть использованы при прогнозе с достаточно высокой точностью запасов подземной части *Ferula foetida* (Bunge) Regel в естественных популяциях полуострова Мангышлак

## ВЫВОДЫ

---

---

В результате исследований определены лимит факторы и выведены формульные зависимости между весом корневой системы и показателями засоленности и механического состава почвы. Эти зависимости вполне могут быть использованы при прогнозе с достаточно высокой точностью запасов лекарственного сырья подземной части *Ferula foetida* (Bunge) Regel в естественных популяциях пустынной зоны полуострова Мангышлак.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубайдова Т.М., Джамshedов Дж.Н., Исупов С.Дж., Загребельный И.А., Давлаткадамов С.М., Содиков Дж., Сухробов П.Ш. О фармакологическом исследовании разных видов рода *Ferula* L. в медицине XX века // Вест.Таджикского нац.универ. Серия естественных наук. – 2014; 1/3(134): 225-229.
2. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии / Л.: Наука, 1973; – 356с.
3. Сафина Л.К. Ферулы Средней Азии и Казахстана (карпанатомический обзор). Т.18(3) / Алматы: LEM, 2012; с.243.
4. Вильева А.Н., Гамаюнова А.П., Голоскоков В.П., Кармышева Н., Коровин Е.П., Оразова А., Иолдугин И., Семиотрочева Н.Л., Фисюн В.В. Флора Казахстана. Т.6. / Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963; с.465.
5. Атлас лекарственных растений СССР. / М., 1962; с. 576.
6. Коровин Е.П., Королева К. М., Криштофович А. Н., Манденова И. П., Пояркова А. И., Шишкин Б. К. Флора СССР. Т.17 / М.-Л.: Изд.АН СССР; 1951; с.390.
7. Сафина Л.К., Пименов М.Г. Ферулы Казахстана / Алма-Ата: Наука; 1984; с. 200.
8. Зубайдова М., Джамshedов Дж.Н., Ходжиматов М., Назаров М.Н., Исупов С.Д., Загребельный И.А., Самандаров Н.Ю., Сухробов П.Ш.. Применение *Ferula foetida* в древне-традиционной и народной медицине // Вест.Таджикского нац.унив. Серия естественных наук. – 2013; 1/2(106): 201-212.
9. Мухтубаева С.К. О современных тенденциях использования *Ferula foetida*-(*Ferula foetida* L.) в Южном Казахстане // Вестн.Павлод.Гос.Универ. Серия хим-биол. – 2010; 1: 87-91.
10. M.S. Sagyndykova, A.A. Imanbayeva, I.F. Belozarov. Polymorphism of morphological characteristics of *Ferula foetida* (Bunge) Regel in the natural populations of the Mangyshlak peninsula // J. Pharm. Sci. & Res. – 2018; 10(8): 2084-2091.
11. Гладышев А.И. Ферулы – источники уникальных лечебных смол // Природа. – 2001: 12 (1036): 57-62.
12. Аринушкина Е.Н. Руководства по химическому анализу почв. / М.: МГУ, 1970; с.487.
13. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л.: Колос, 1976; с.280.



- 
- 
14. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв / М.: ВАСХНИЛ, 1968: с. 91.
15. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.И., Розов Н.И. Классификация и диагностика засоленных почв / М.: Колос, 1977; с.225.

## **SOME FEATURES OF THE ADAPTIVE REACTION OF FERULA FOETIDA TO THE LIMIT FACTORS OF THE DESERTED HEART OF MANGYSHLAK PENINSULA**

**MS Sagydykova**

Ph.D. (Biol.), Project Head of Republican State Enterprises “Mangyshlak Experimental Botanical Garden” (Aktau), e-mail: [m.sagydykova@mail.ru](mailto:m.sagydykova@mail.ru)

**AA Imanbayeva**

(Cand.Bio.Sci), General Director of Republican State Enterprises “Mangyshlak Experimental Botanical Garden” (Aktau)

Summary: As a result of studies of *Ferula foetida* in Mangyshlak, limit factors and the formula dependencies between the roots weight and soil composition were identified. In the future, data can be used in the prediction of medicinal raw materials stocks.

*Key words:* *Ferula foetida*, desert, Mangyshlak, limit factor.

# АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВОЙ И КЛУБНЕВОЙ ЧАСТЕЙ ТОПИНАМБУРА СОРТА СКОРОСПЕЛКА ПРИ НЕКОРНЕВЫХ ОБРАБОТКАХ РАСТЕНИЙ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ

## **В.Н. Зеленков**

д.с.-х.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва), ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область

E-mail: [zelenkov-raen@mail.ru](mailto:zelenkov-raen@mail.ru)

## **А.А. Лапин**

к.х.н., доцент, ФГБОУ ВО КГЭУ (г.Казань)

## **М.Н. Павлов**

к.с.-х.н., биолог ФГБОУ ВО ТвГУ, ст. преподаватель ФГБОУ ВО Тверская ГСХА (г.Тверь)

## **З.И. Усанова**

д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО Тверская ГСХА (г.Тверь)

## **В.П. Барышок**

д.х.н., профессор ФГБОУ ВО ИРНИТУ (г.Иркутск)

## **В.В. Потапов**

д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ФГБУН Научно-исследовательский геотехнологический центр (г.Петропавловск-Камчатский),

Определены показатели суммарной антиоксидантной активности для листьев и клубней топинамбура сорта Скороспелка при обработке растений препаратами 1-этоксисилатраном и наночастицами кремнезема. Показано проявление термостабильности антиоксидантного показателя при обработке растений препаратами кремния. Показано повышение антиоксидантной активности при обработке растений наночастицами кремнезема.

*Ключевые слова:* топинамбур, некорневая обработка, антиоксидантная активность, 1-этоксисилатран, наночастицы кремнезема.

## ВВЕДЕНИЕ

Увеличение содержания антиоксидантов в продуктах питания позволяет повысить их качество и биологическую стойкость при хранении и переработке. Они также играют важную роль в профилактике истощения различных адаптационных возможностей организма человека и необходимы для нормального функционирования антиоксидантных систем [1].

Продукты переработки топинамбура из различных частей растения, проявляют биологическую активность при их использовании в чистом виде, так и в составе продуктов

функционального питания и БАД. Включение топинамбура и продуктов его переработки (инулин, олигофруктоза) в продукты питания: фиточаи, напитки, хлебобулочные и кондитерские изделия позволяет создавать недорогие продукты функционального питания для хронических больных, особенно при заболевании диабетом [2].

Знание параметров антиоксидантной активности растений необходимо для контроля уровня их антиоксидантного статуса, обуславливающего поддержание структур и функциональной активности клеточных мембран, ферментов и т.д., участвующих в различных физиологических процессах [2, 3].

Целью настоящей работы является изучение суммарной концентрации антиоксидантов листьев и клубней топинамбура сорта Скороспелка урожая 2017 года, полученного на экспериментальных участках Тверской ГСХА.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили высушенные (воздушно-тенева сушка) при комнатной температуре листья и нарезанные ломтиками клубни топинамбура сорта Топинамбур.

Выращивание топинамбура проводили на опытном поле Тверской ГСХА в 2017 году на дерново-среднеподзолистой остаточно карбонатной глееватой почве на морене, легкосуглинистой по гранулометрическому составу, хорошо окультуренной. Посадку производили вручную на глубину 6 – 8 см в предварительно нарезанные гребни клубнями средней фракции (30 – 50 г). Срок посадки: - 1-я декада мая 2017 г. Уход за посадками в весенне – летний период состоял из 2-х междурядных рыхлений и окучивания (КОН-2,8 ПМ). Вносили минеральные удобрения в дозе N60P60K90: хлористый калий - KCl (60 % действующего вещества), аммиачную селитру - NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>(34 % д.в.), диаммофоску (N9P25K25) – весной, перед нарезкой гребней.

Схема опыта включала варианты обработки следующими препаратами: кремнийорганический препарат 1-этоксисилатран (1-ЭС) и гидротермальный нанокремнезем (ГНК). В качестве контроля использовали некорневую обработку растений водой.

Для испытаний использовали кремнийорганическое соединение 1-этоксисилатран синтетического происхождения [4] и нанокремнезем гидротермального происхождения, полученный ультрафильтрационным концентрированием и очисткой от примесей в ООО НПФ «Наносилика» (г. Петропавловск-Камчатский). Технологии получения наноразмерного кремнезема гидротермального происхождения приведены в работах [5, 6]. Исходный золь нанокремнезема имел концентрацию 1,2 %. Используемый в испытаниях золь нанокремнезема характеризовался полидисперсностью составляющих его наночастиц с преобладанием частиц размерами 10-20 нм. Дзета потенциал золя имел значение в диапазоне -10-15 мВ. Далее исходный золь разводили водой до рабочей концентрации 0,0075% непосредственно перед обработкой вегетирующих растений. Аналогично готовили аналогичную рабочую концентрацию водного раствора 1-этоксисилатранаконцентрацию (0,0075%). Растения обрабатывали с использованием ручного опрыскивателя марки FIT.

Листья и клубни топинамбура собирали в сентябре, высушивали при комнатной температуре (клубни нарезали перед сушкой пластинками) в тени и измельчали на кофемолке. Измельченные сушеные образцы листьев и клубней топинамбура заваривали кипящей дистиллированной водой из расчета 1 г образца на 100 дм<sup>3</sup> кипятка, экстракцию проводили при перемешивании на магнитной мешалке в течение 15 минут, экстракты перед анализом фильтровали. Исследования САОА образцов были проведены с помощью метода кулоно-

метрического титрования в гальваностатическом режиме по сертифицированной методике МВИ-01-00669068-13 [7] в пересчете на стандартный образец рутин (Ru) [8] через модальное значение (моду) [9] из 10 определений. Стандартное отклонение среднего результата САОА не превышало 0,03, а относительная ошибка измерений была не более 5%.

Досушивание исследуемых образцов для нормирования на абсолютно сухой образец (а.с.о.) проводили с помощью анализатора влажности MX-50, A&D Company (Япония) при 105 °С параллельно с определением влажности [10]. Досушивание образцов при 105 °С также служило тестом на проверку показателя САОА исходных образцов листьев и клубней топинамбура на термостабильность.

При определении суммарной антиоксидантной активности экстрактов использовали кулонометрический метод анализа с помощью электрогенерированных радикалов брома на автоматизированном, сертифицированном, серийном кулонометре «Эксперт-006-антиоксиданты» ООО «Эконикс-Эксперт» г. Москва. Стандартное отклонение среднего результата САОА не превышало 0,03, а относительная ошибка измерений была не более 5%.

Выбор электрогенерированных соединений брома в качестве титрантов обусловлен их способностью вступать в различные реакции присоединения или замещения по радикальному типу, что позволяет оценить практически все группы веществ, обладающих антиоксидантными свойствами [11, 12].

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. [13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Электрогенерированные соединения брома обладают высокой реакционной способностью по отношению практически ко всем биоантиоксидантам растительного сырья. Это позволяет перекрыть большой класс химических соединений с разной энергетической составляющей для вступления в реакцию с радикалами брома. Термин САОА – суммарная антиоксидантная активность в этом случае наиболее полно количественно характеризует не просто антиоксидантную активность а позволяет выявить присущую конкретному виду растения диапазон возможных количественных показателей САОА как при вегетации растения в рамках его физиологической нормы развития, так и при стрессовых воздействиях как биотических факторов, так и абиотических.

В таблице приведены количественные характеристики САОА листьев и клубней топинамбура сорта Скороспелка после обработки кремнийсодержащими препаратами

Таблица – Суммарная антиоксидантная активность сушеных образцов листьев и клубней топинамбура и в тесте воздействия температуры 105<sup>0</sup> С при досушивании до а.с.о.

Образец топинамбура	Остаточная влажность образца, %	САОА, г рутина в 100 г а.с.о.	САОА образца после 105°С досушивания в г рутина на 100 г а.с.о.
Лист (контроль)	7,5	3,668±0,061	3,635±0,061
Лист (обработка 1-ЭС)	7,4	3,664±0,061	<b>3,696±0,061</b>
Лист (обработка ГНК)	7,8	<b>4,009±0,061</b>	<b>3,696±0,061</b>
Клубни (контроль)	5,2	0,601±0,012	0,557±0,012
Клубни (обработка 1-ЭС)	5,8	0,605±0,012	0,509±0,012
Клубни (обработка ГНК)	5,8	0,605±0,012	<b>0,570±0,012</b>



Этот показатель качества позволяет стандартизовать исходное сырье на основе топинамбура по такому принципиально важному критерию как биологически активная ценность топинамбура для производства функциональных продуктов лечебно-профилактической направленности. Высокое значение показателя антиоксидантной активности листьев топинамбура  $3,668 \pm 0,061$  г рутина/100 г а.с.о. говорит о существенном вкладе в этот показатель полифенольной составляющей листа топинамбура. Уменьшение значений показателя САОА для клубневой части растения до  $0,601 \pm 0,012$  г рутина/100 г а.с.о. (таблица) по сравнению с этими показателями для листьев могут быть связаны со снижением концентрации полифенольных соединений от листа к стеблю и далее к клубневой части при соответствующем повышении значимости в химическом составе полисахаридной составляющей полифруктозановой химической природы. Как видно из таблицы, некорневая обработка топинамбура кремнийсодержащими препаратами органической и неорганического происхождения дает достоверное повышение значений показателя САОА на 9,4 % для листьев топинамбура в случае использования наночастиц гидротермального происхождения при отсутствии изменений значений САОА для клубней топинамбура для всех вариантов некорневой обработки топинамбура кремниевыми препаратами. Однако, при термообработке листьев топинамбура наблюдается снижение показателя САОА варианта обработки наночастицами кремнезема до уровня значений САОА для варианта использования 1-этоксисилатрана. Однозначно наблюдается факт проявления свойств термостабильности показателя САОА в случае обработок топинамбура кремниевыми препаратами разной природы.

Можно предположить, что увеличение значения САОА при обработке топинамбура по листу наночастицами кремнезема ведет к изменению метаболизма растения, что ведет к синтезу веществ, проявляющих антиоксидантную активность другой природы по сравнению с контролем и применением 1-этоксисилатрана. Однако, эта составляющая термолабильна и при термообработке образцов листьев топинамбура показатель САОА снижается до значений для варианта использования 1-этоксисилатрана. Можно отметить только тенденцию в пределах погрешности определения по увеличению термостабильности показателя САОА для вариантов использования кремнийсодержащих препаратов относительно контроля.

Для клубневой части топинамбура не наблюдается отличий по показателям САОА для всех вариантов использования кремнийсодержащих препаратов относительно контроля. Однако, для варианта использования наночастиц кремнезема наблюдается достоверное увеличение термостабильности образцов по показателю САОА относительно контроля и образцов обработанных 1-ЭС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований определены показатели САОА для листьев и клубней топинамбура сорта Скороспелка в условиях Тверской области. Показано, что использование наночастиц кремнезема гидротермального происхождения ведет к повышению значений САОА при некорневой обработке топинамбура.

Выявлена тенденция повышения термостабильности показателя САОА в тесте высокотемпературного досушивания образцов листа топинамбура обработанного наночастицами кремнезема и 1-этоксисилатраном по сравнению с контролем.

Высказано предположение о термолабильной природе химической составляющей метаболизма топинамбура при обработке наночастицами кремнезема по листу, вызывающей повышение показателя САОА в процессе культивирования растения.



---

---

Показано отсутствие воздействия на показатели САОА при обработке растений препаратами кремния для клубней топинамбура, однако выявлена тенденция повышения термостабильности показателя САОА при обработке растения наночастицами кремнезема.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков М.Г., Барышок В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве. //Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005; 284с.
2. Потапов В.В., Зеленков В.Н., Горбач В.А., Кашпура В.Н., Мин Г.М. Извлечение коллоидного кремнезема из гидротермальных растворов мембранными методами //М.: Изд-во РАЕН, 2006; 228 с.
3. Потапов В.В., Зеленков В.Н., Кашпура В.Н., Горбач В.А., Мурадов С.В.Получение материалов на основе нанодисперсного кремнезема гидротермальных растворов //М.: Изд-во РАЕН, 2010; 296 с.
4. Борисенков М.Ф., Лапин А.А. Роль питания в профилактике возрастных заболеваний. // Бутлеровские сообщения, 2010; 19: 2: 42-53.
5. Зеленков В. Н., Романова Н. Г. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения. Монография. // М.: РГАУ-МСХА, 2012; 161 с.
6. Зеленков В.Н., Марков М.В., Лапин А.А., Козаева Л.Т. Компоненты растительного покрова Тамбовской области и их антиоксидантный статус. // М.: РАЕН, 2010; 122с.
7. Зеленков В.Н., Лапин А.А. Суммарная антиоксидантная активность. Методика выполнения измерений на кулонометрическом анализаторе МВИ-01-00669068-13. //ВНИИ овощеводства, Верея, Московская обл., 2013; 19 с.
8. ТУ 9369-141–04868244-07. Рутин - стандартный образец. Технические условия.
9. Государственная фармакопея СССР. Вып.2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. МЗ СССР. 11- е изд., доп. //М.: Медицина, 1989; 398с.
10. Анализатор влажности МХ-50/МФ-50. Q&A : справочник пользователя. Версия 2.20. // М.: A&D Company, Limited. Внешнеэкономический отдел, 2003; 31 с.
11. Лапин А.А., Зеленков В.Н. Антиоксидантные свойства растительных полисахаридов. VII Международная конференция «Биоантиоксидант». Тезисы докладов (Москва 25-26 октября 2006 г.). //М.: РУДН, 2006; 175-177.
12. Султанова Г.Е., Евгеньев М.И., Лапин А.А., Герасимов М.К. Регрессионный анализ в оценке суммарной антиоксидантной активности белых вин. // Бутлеровские сообщения, 2010; 19: 1: 55-60.
13. Берк К., Кэйри П. Анализ данных с помощью Microsoft Excel.: Пер. с англ. // М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005; 560с.

---

---

# ANTIOXIDANT ACTIVITY OF LEAVES AND TUBERS OF JERUSALEM ARTICHOKE VARIETIES «SKOROSPELKA» FOLIAR PLANT PROCESSING SILICA DRUGS

## **V.N.Zelenkov**

Advanced Doctor (Agriculture), professor, All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing — the branch of FSBSI «Federal Scientific Center of Vegetable Growing», Moscow region

## **A.A.Lapin**

Ph.D. (Chem.), Associate Professor, Energy Kazan University (Kazan)

## **M.N.Pavlov**

PhD (Agriculture), biologist FSBEIHE TSU, art. teacher Tver State Agricultural Academy (Tver)

## **Z.I. Usanova**

Advanced Doctor (Agriculture), professor, Tver State Agricultural Academy (Tver)

## **V.P.Barishok**

Advanced Doctor (Chem.), professor, Irkutsk National Research Technical University (Irkutsk)

## **V.V.Potapov**

Advanced Doctor (Technical), professor, Chief researcher, Scientific research geotechnological centre (Petropavlovsk-Kamchatsky),

Summary. Identify indicators of total antioxidant activity for the leaves and tubers of Jerusalem artichoke varieties Skorospelka when processing plant 1 drugs-jetoksilatran and silica nanoparticles. Shows the manifestation of thermal stability of antioxidant indicator when processing plants drugs silicon. Shown increased antioxidant activity when processing plants silica nanoparticles.

Keywords: topinambur, spray processing, antioxidant activity, 1-jetoksisilatran, nanoparticles of silica.

## ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ СБОРА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

**Т. В. Баранова**

к.б.н., старший научный сотрудник ФГБОУ ВО ВГУ (Воронеж)

e-mail: [tanyavostric@rambler.ru](mailto:tanyavostric@rambler.ru)

Проведено исследование цитогенетических показателей березы повислой (*Betula pendula* Roth) на территориях с различной антропогенной нагрузкой. Обнаружено, что в экологически загрязненном районе семенное потомство внешне нормальных деревьев березы повислой имеет значительное число цитогенетических нарушений, свидетельствующее о стрессе. Цитогенетический анализ не выявил значительных изменений на клеточном уровне у семенного потомства экземпляров, произрастающих на экологически безопасной территории. Рекомендуется сбор растительного материала на территориях с малой и умеренной экологической напряженностью для использования сырья в фармакогностических целях, а также в озеленении.

*Ключевые слова:* цитогенетические показатели, семенное потомство, береза повислая

### ВВЕДЕНИЕ

Растительное сырье целесообразно собирать на экологически чистых территориях, что не всегда возможно, поэтому сначала необходимо предварительно оценить экологическую обстановку в зоне сбора. В связи с тем, что в настоящее время невозможно найти абсолютно чистую территорию в целях сбора растительного сырья, возникает необходимость в разработке научной основы для оценки мест произрастания. Возможно подобрать территории с малой экологической напряженностью, которые были бы безопасны, а растительное сырье, собранное в этих зонах – полезно. Приоритет биологической оценки неоспорим [1-2], однако только цитогенетическому методу по сравнению с морфометрическим и биохимическим принадлежит преимущество, поскольку он адекватно отражает изменения генетического аппарата живого организма (растения, животного, человека). Были предприняты попытки экстраполяции результатов исследования семенного потомства березы повислой, произрастающей в районах с различным уровнем техногенной нагрузки, на человека, сравнения уровня цитогенетических нарушений в меристематических клетках проростков (березы) и в клетках буккального эпителия (человека) [3-4], и найдено соответствие. Кроме того, в условиях техногенного стресса чаще, чем в чистых зонах, появляются новые мутации, которые в совокупности с уже имеющимися нарушениями генетического аппарата могут проявляться у последующих поколений. Целесообразно исследование семенного потомства, которое является следующим поколением, в нем обнаруживаются хромосомные aberrации и даже летальные мутации. В связи с этим с помощью цитогенетического метода возможно оценить не только экологическую напряженность территории, но и последствия от воздействия окружающей среды в зоне сбора на растительный материал, а также прогнозировать влияние на организм человека.

*B. pendula* – типичный представитель и аборигенный вид для зоны Центрального Чер-

ноземья, светолюбива, относительно засухоустойчива, широко известна своими лекарственными свойствами. Поскольку это многолетнее растение, *B. pendula* может испытывать хроническое воздействие мутагенов среды, накапливать некоторые дозы мутагенов и служить удобным объектом цитогенетических исследований, являясь одним из наиболее чувствительных видов для биоиндикации [5]. Из-за содержания биологически активных веществ береза повислая, как многие виды растений, проявляет большую или меньшую фитонцидную активность в различные периоды вегетационного сезона [5-6] и является одним из распространенных видов в зеленом строительстве [7-8]. Фитонцидные свойства особенно ценны для озеленения урбанизированной территории в современных условиях глобального потепления, недостатка влаги и техногенного загрязнения. Отмечалось, что при нарастании антропогенного пресса у древесных растений загрязненных территорий увеличивается содержание аскорбиновой кислоты в побегах [5]. В течение вегетационного сезона ее содержание в ассимиляционных органах снижается, что связано с накоплением поллютантов в листьях и расходом аскорбиновой кислоты на их нейтрализацию. Содержание танинов, наоборот, к концу вегетации существенно увеличивается, особенно в условиях интенсивной техногенной нагрузки. Например, у видов с высокой ассимиляционной активностью, к которым относится и береза повислая, содержание танинов при этом увеличивается в 4 - 10 раз [5]. В связи с увеличением биологической активности в условиях экологической напряженности, это свойство растительного сырья возможно использовать. Однако сначала необходимо оценить степень экологической напряженности территории и порог «вредности/полезности» растительного материала, что позволяет осуществить цитогенетический анализ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор семенного материала производили в относительно экологически чистых районах – Центральном (ул. Платонова, г. Воронеж) и дачном поселке Репное (10 км от Воронежа) с фенотипически нормальных деревьев березы повислой примерно 25-30-летнего возраста без видимых повреждений вредителями и болезнями. Также были собраны семена в антропогенно загрязненном районе – Левобережном (вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук») и на ул. Ленинградской – в 1 км от него) районе. В качестве контроля использовалось семенное потомство популяционной выборки (10 деревьев) – с экологически безопасной территории Усманского бора (район биостанции ВГУ «Веневитиново»), где уровень загрязнения химическими и физическими поллютантами не превышает ПДК.

По данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ) в 2015 году регистрировались превышения среднесуточной ПДК 6-ти приоритетных веществ, определяемых на маршрутных постах наблюдения: азота диоксида, взвешенных веществ, фенола, серы диоксида, углерода оксида, стирола. В г. Воронеж – регистрировались превышения гигиенических нормативов в атмосферном воздухе азота диоксида 2,1–5,0 ПДК, взвешенных веществ 1,1–2,0 ПДК, серы диоксида 2,1–5,0 ПДК, фенола 2,1–5,0 ПДК, стирола 2,1–5,0 ПДК, озона 2,1–5,0 ПДК [9].

Для проведения исследований была сделана репрезентативная выборка из 10 деревьев по каждому району. Материалом для цитологического изучения служили корневые меристемы проростков семян. Установлено, что формирующееся семенное потомство более чутко реагирует на изменение концентрации химических элементов в почве в отличие от вегетативных органов взрослых деревьев. Семенное потомство может нести мутации, проявляющие себя на ранних стадиях развития проростков, к числу которых относятся, в основном, геномные мутации и хромосомные aberrации. Последние могут быть отслежены на уровне



---

---

светового микроскопирования. Поэтому важно оценить поврежденность генетического аппарата и реализацию возникающих изменений в потомстве. На основании результатов цитогенетических исследований (по состоянию генетического аппарата) можно дать характеристику качества семенного потомства и степени экологической напряженности территории.

Семена проращивают на влажной фильтровальной бумаге в термостате при температуре 25°C. По достижении корешками длины 0,5 - 1 см их фиксируют в смеси 96% этилового спирта и ледяной уксусной кислоты (3:1) в 9 ч утра по зимнему времени (в пик митотической активности), после чего материал хранят в холодильнике при 4° С. Микропрепараты изготавливают по ранее описанной методике давленные препараты [10]. Препараты изучают с помощью микроскопа Primastar (Carl Zeiss, Jena). Анализируют не менее 10 микропрепаратов по каждому варианту. При исследовании препаратов учитывают общее количество просмотренных клеток на каждом препарате, число делящихся клеток, находящихся в той или иной стадии митоза, количество клеток с цитогенетическими нарушениями (ЦН), к числу которых относят патологии митоза (ПМ) и клетки с остаточными ядрышками (ОЯ), учитывая то, что в норме ядрышко отсутствует в клетках, начиная с метафазы и вплоть до поздней телофазы. Определяют митотический индекс (МИ, %), долю ЦН от общего числа делящихся клеток и распределение клеток по фазам митоза. МИ – информативная характеристика для оценки скорости роста проростков и сеянцев, его значение зависит от числа клеток на различных стадиях митоза и времени прохождения клетками этих стадий. Поскольку МИ у конкретного вида – достаточно устойчивый показатель, его изменение может отражать действие мутагенов среды на исследуемые объекты. Аномалии роста могут быть вызваны цитогенетическими нарушениями, поэтому важным является учет этого показателя, который более чувствителен, чем МИ.

При подсчете МИ и анализе данных большое значение имеет количество клеток на стадии профазы, поскольку ряд неблагоприятных факторов среды способствует задержке клеток (в профазе), не допуская их перехода к последующим стадиям. Поэтому при анализе МИ следует обращать внимание на его значения и с учетом, и без учета профазы. Совокупность же используемых цитогенетических критериев позволяет учитывать повреждения генетического аппарата и на этом основании оценивать качество семян. Проводят компьютерную обработку результатов с использованием статистического пакета программ “Stadia”. С применением t-критерия Стьюдента проводят сравнение выборок по МИ, непараметрические критерии (U-критерий Уилкоксона и X-критерий Ван-дер-Вардена) используют при сравнении уровня ЦН и количества клеток на стадии профазы. Перечисленные показатели использовались нами как критерии оценки места произрастания материнских растений в матрице кластерного анализа.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При анализе митотического индекса (МИ) с учетом стадии профазы в корневой меристеме проростков березы повислой было обнаружено достоверное увеличение данного показателя у образцов, собранных на ул. Платонова ( $P < 0,01$ ) и на ул. Ленинградской ( $P < 0,05$ ) в сравнении с контролем. Результаты исследования приведены в таблице 1.



Таблица 1 – Сравнительная характеристика цитогенетических показателей семенного потомства березы повислой в районах г. Воронежа и воронежской области

Образцы	Митотический индекс		Число клеток в стадии профазы, %	Уровень цитогенетических нарушений, %
	С учетом стадии профазы	Без учета стадии профазы		
Усманский бор	7,7 ± 0,4	5,5 ± 0,5	28,6 ± 1,7	12,1 ± 0,1
Пос. Репное	5,8 ± 0,4**	4,3 ± 0,3	25,5 ± 1,5	13,6 ± 0,3*
Ул. Ленинградская	12,5 ± 0,5**	6,3 ± 0,4*	48 ± 1,3**	19,3 ± 0,7**
Воронежсинтезкаучук	10,6 ± 0,2**	6 ± 0,2	40,2 ± 1,8*	18,9 ± 0,5**
Ул. Платонова	9 ± 0,2**	5,6 ± 0,2	37,2 ± 1,8*	14,2 ± 0,4**

Различия с контролем достоверны: \* p< 0,05, \*\* p<0,01, \*\*\*p<0,001.

Из таблицы 1 видно, что у семенного потомства деревьев, находящихся вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук», МИ не отличался от контрольного, а около поселка Репное отмечалось достоверное снижение данного показателя (P<0,01). МИ без учета профазы различался с контролем только у семенного потомства деревьев с ул. Ленинградской. Мы предполагаем, что в этом случае повышение МИ могло произойти за счет задержки клеток на различных фазах митоза, поскольку здесь отмечалось увеличение МИ без учета профазы. В остальных вариантах повышение МИ, видимо, связано с задержкой клеток на стадии профазы. Об этом свидетельствуют данные по количеству клеток на стадии профазы, которое достоверно увеличилось по сравнению с контролем у проростков семян, собранных на ул. Платонова (P<0,01) и на ул. Ленинградской (P<0,05) (табл. 1). Задержка клеток на различных стадиях митотического цикла, по-видимому, могла произойти после антропогенного воздействия на исходные деревья и их семенное потомство. Наблюдаемое нами у березы повышение МИ могло произойти под действием антропогенных загрязнителей.

К приоритетным веществам, определяемым на маршрутных постах наблюдения г. Воронеж, в рамках СГМ, отнесено 15 загрязнителей: сажа, серы диоксид, формальдегид, углерода оксид, азота диоксид, взвешенные вещества, фенол, акролеин, марганец, меди оксид, озон, хром шестивалентный, 1,3-бутадиен, стирол, свинец; 6 веществ (1,3-бутадиен, стирол, сажа, свинец, хром шестивалентный, формальдегид) обладают канцерогенным действием [9]. Согласно опубликованным научным данным 1,3-бутадиен вызывает рак крови, лейкемию; хром – рак легкого, стирол – лимфатические и кроветворные формы рака. Самые высокие уровни канцерогенного риска (более  $1 \times 10^{-3}$ ) отмечены от воздействия 1,3-бутадиена и хрома шестивалентного -  $1,4 \cdot 10^{-2}$  и  $6,1 \cdot 10^{-3}$  соответственно (в районе расположения маршрутного поста по ул. Героев Стратосферы, 8) и характеризуются, как неприемлемые ни для населения, ни для профессиональных групп [9]. Наиболее высокие индексы опасности определены при воздействии на органы дыхания, кроветворную и сердечно-сосудистую системы на территории расположения поста по ул. Героев Стратосферы, 8 (Левобережный район г. Воронежа), где наибольший вклад в риск при воздействии на органы дыхания вносят: акролеин и 1,3-бутадиен (по 44,7%), на кроветворную и сердечно-сосудистую системы – 1,3-бутадиен (99,4% и 99,7% соответственно) [9]. Именно в этом районе находятся исследуемые насаждения березы повислой, произрастающие на ул. Ленинградской (в 300 м от поста и в 5 м от автотрассы) и вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» (в 500 м от поста). Неканцерогенный риск, рассчитанный от каждого из 15-ти загрязнителей, определяемых на постах наблюдения, превысил допустимый уровень при воздействии: акролеина (на 5 постах, в то числе, по ул. Героев Стратосферы, 8), 1,3-бутадиена (1 пост), меди оксида (5 постов), марганца оксида (1 пост), хрома+6 (1 пост) [9].

Проведенный однофакторный дисперсионный анализ показал влияние фактора места на МИ. Сила влияния фактора – 8,9% по Снедекору (P<0,01, для МИ с учетом профазы)

и 9,5% ( $P < 0,05$ , для МИ без учета профазы). Эту величину можно оценить как среднюю, т.е. значение МИ в клетках корневой меристемы проростков существенно зависит от места произрастания изучаемых деревьев, как следствие различной степени загрязнения районов или экологической напряженности территории. Таким образом, деревья березы повислой, произрастающие в районе ОАО «Воронежсинтезкаучук», испытывают сильнейший стресс, вызванный антропогенным воздействием промышленных поллютантов. Количество ЦН повышалось по сравнению с контрольным у семенного потомства деревьев, произрастающих на ул. Платонова, на ул. Ленинградской и вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук». Данные о количестве нарушений представлены в таблице 1. Спектр ЦН был представлен отставанием хромосом в анафазе и метакинезе, фрагментацией, агглютинацией хроматина, мостами в анафазе, наличием остаточного ядрышка. Были отмечены клетки с вакуолизированной цитоплазмой. При анализе количества клеток с остаточными ядрышками наблюдалось значительное увеличение этого показателя у проростков семян, собранных на ул. Ленинградской и вблизи завода СК.

Среди общего количества нарушений в митозе у проростков семян, собранных у поселка Репное, первое место заняло наличие остаточного ядрышка при делении. В спектре ЦН количество таких клеток на опытной площадке составило 69,2%. У семенного потомства, собранного на ул. Платонова, количество клеток с остаточными ядрышками было меньшим: 21,5% среди общего числа нарушений, при этом в данном районе был невысоким и уровень ЦН, т.е. большую часть нарушений составляли патологии митоза. Количество ЦН у проростков семян с ул. Платонова и образцов, взятых недалеко от поселка Репное, практически не различается, но доля клеток с ОЯ от общего числа ЦН во втором случае выше, а уровень патологий митоза – ниже. Поскольку появление остаточного ядрышка отражает лишь изменение физиологического состояния организма, а не его генетической конституции, деревья, расположенные около дачного поселка Репное, испытывают меньшее стрессовое воздействие, чем находящиеся на ул. Платонова. Таким образом, результаты цитогенетического исследования показывают, что экологическая обстановка в поселке Репное более благоприятна, чем в Центральном районе г. Воронежа (ул. Платонова).

Нами был проведен однофакторный непараметрический дисперсионный анализ Крускала-Уоллиса, который выявил достоверное влияние фактора места и на количество ЦН ( $P < 0,01$ ), т.е. данный показатель также зависит от места произрастания деревьев. Разное число и спектр нарушений в клетках корневой меристемы проростков еще раз показывает различную степень загрязнения изучаемых районов и неодинаковые эффекты, производимые антропогенными поллютантами на деревья березы и их семенное потомство. На основании данных анализа цитогенетических характеристик семенного потомства *B. pendula* можно заключить, что экологическая напряженность на территории произрастания исходного материала играет важную роль в формировании качественного потомства. В связи с этим не все изученные районы и подобные им по экологическим условиям подходят для сбора растительного сырья в фармакогностических целях.

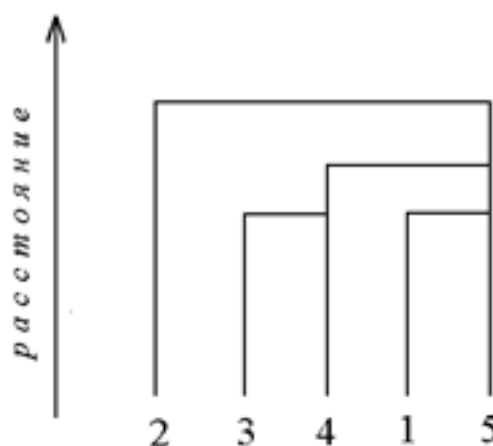
Чтобы дать адекватную характеристику исходным деревьям и их семенному потомству в изучаемых районах, а также определить, насколько сильно эти районы отличаются по экологической обстановке, нами был проведен кластерный анализ. По совокупности цитогенетических показателей *Betula pendula* была выстроена дендрограмма кластерных расстояний между опытными и контрольной площадками (рис. 2). Достаточно сильно различаются точки 1 (Веневитиново) и 3 (ул. Ленинградская), а также 2 (Репное) и 4 (ОАО «Воронежсинтезкаучук»), то есть цитогенетические показатели у семенного потомства деревьев, произрастающих на ул. Ленинградской, наиболее отличны от контроля.

Наименьшее расстояние между точками 1 (Веневитиново) и 5 (ул. Платонова), то есть они наименее различаются по цитогенетическим показателям потомства (табл. 2).

Таблица 2 – Кластерные расстояния между опытными площадями и контролем

Точки	1	2	3	4
2	2,28	–	–	–
3	3,36	4,58	–	–
4	2,62	3,5	1,31	–
5	1,29	2,81	2,13	1,61

Точки: 1 – Усманский бор (контроль), 2 – Репное, 3 – ул. Ленинградская, 4 – ОАО «Воронежсинтезкаучук», 5 – ул. Платонова.



- 1 – Усманский бор (контроль);
- 2 – пос. Репное;
- 3 – ул. Ленинградская;
- 4 – ОАО «Воронежсинтезкаучук»;
- 5 – ул. Платонова.

Рисунок 1 – Дендрограмма кластерных расстояний между опытными площадками и контролем

Также незначительно расстояние между точками 3 (ул. Ленинградская) и 4 (ОАО «Воронежсинтезкаучук»). Это означает, что цитогенетические показатели у проростков семян, собранных в данных районах, отличаются слабо, а экологическая ситуация в данных точках сходна. Опираясь на результаты проведенного исследования, можно предположить, что наибольшая экологическая напряженность отмечается в Левобережном районе, поскольку здесь высок МИ (с учетом профазы) и уровень ЦН. Причем у проростков семян, собранных на ул. Ленинградской, МИ выше, чем у таковых вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук» за счет достоверно более высокого числа профаз. Возможно исходные деревья на ул. Ленинградской (произрастают в 5 м от автодороги) в меньшей степени подвержены действию выбросов промышленного предприятия, чем находящиеся непосредственно около него, но в большей – влиянию выбросов автотранспорта. В связи с этим данные деревья могут

---

---

подвергаться одновременному воздействию выхлопных газов и химических поллютантов, что в совокупности способно вызвать синергический эффект, приводящий к подобным изменениям цитогенетических показателей. Цитогенетические параметры у семенного потомства из Центрального района г. Воронежа отличаются от контрольных, обращает на себя внимание высокий МИ (с учетом профазы), хотя количество ЦН не превышает уровня пос. Репное. Поэтому мы предполагаем, что экологическая обстановка в данном районе достаточно благоприятна по сравнению с таковой в Левобережном районе. Но, по-видимому, Центральный район нельзя назвать чистым, поскольку и здесь наблюдается действие антропогенного прессинга (выбросов автотранспорта), а оценить как территорию с умеренной экологической напряженностью. Незначительный уровень загрязнения среды оказывает, по-видимому, стимуляционный эффект на МИ и, следовательно, на ростовые процессы, поэтому возможен сбор растительного сырья для фармакогнозии. Цитогенетические показатели проростков семян, собранных в поселке Репное, отличаются от контрольных более низким МИ и незначительно большим количеством ЦН, которое по спектру практически не различается с контрольным. В связи с этим данный район можно оценить как относительно чистый или как территорию с малой экологической напряженностью.

## ВЫВОДЫ

Исследуя цитологические показатели у березы повислой, можно дать характеристику качеству семенного потомства и степени экологической напряженности территории, а также рекомендации по целесообразности сбора растительного сырья в исследованных районах для его дальнейшего использования в фармакогнозии. Изменчивость цитогенетических показателей у семенного потомства из района «Веневитиново» и поселка Репное находится в пределах нормы, поэтому их можно оценить как территории с малой экологической напряженностью. Поэтому семена, собранные в перечисленных районах, можно использовать в селекционной практике, в озеленении города и пригородов, территорий промышленных предприятий и жилой зоны, а растительное сырье – в фармакогностических целях. По цитогенетическим параметрам семенного потомства приближается материал, собранный в Центральном районе г. Воронежа, на территории с умеренной экологической напряженностью. Сырье, собранное в Центральном районе, можно использовать для фармакогнозии, а семена – для создания городских насаждений и зеленой зоны предприятий, также в работах по цитогенетическому мониторингу состояния окружающей среды. Однако мы не рекомендуем применение в таких целях растительного материала березы из Левобережного района г. Воронежа, поскольку цитогенетические характеристики семенного потомства достоверно отличаются от средних. Материал из Левобережного района применим только для оценки экологической напряженности территории. Цитогенетические эффекты, обнаруженные у семенного потомства в Левобережном районе, могут наблюдаться у деревьев и в других сходных по загрязненности зонах, что может служить показателем неблагополучия среды и низкого качества растительного материала.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистякова Е.К., Кряжева Н.Г. Возможность использования показателей стабильности развития и фотосинтетической активности для исследования состояний природных популяций растений на примере березы повислой // Онтогенез. – 2001; 3; 6: 422–427.



- 
- 
2. Михайлова Т.А., Шергина О.В. Особенности накопления и миграции свинца в древесных растениях и почвах г. Иркутска // Растительные ресурсы. – 2011; 47; 1: 56–64.
  3. Буторина А.К., Калаев В.Н., Карпова С.С. Цитологические нарушения в соматических клетках человека и берёзы повислой в районах г. Воронежа с различной интенсивностью антропогенного загрязнения // Экология. – 2002; 6: 438–441.
  4. Калаев В.Н., Буторина А.К., Шелухина О.Ю. Оценка антропогенного загрязнения районов г. Старый Оскол по цитогенетическим показателям семенного потомства березы повислой // Экологическая генетика. – 2006; 4; 2: 9–23.
  5. Бухарина И.Л. Особенности динамики содержания аскорбиновой кислоты и танинов в побегах древесных растений в условиях г. Ижевска // Растительные ресурсы. – 2011; 47; 2: 109–117.
  6. Ветчинникова Л.В. Береза: вопросы изменчивости (морфо-физиологические и биохимические аспекты) / М.: Наука, 2004; 183 с.
  7. Бухарина И.Л., Журавлева А.Н., Большова О.Г. Городские насаждения: экологический аспект: монография / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012; 206.
  8. Ерофеева Е.А., Наумова М.М. Сезонная динамика морфофизиологических показателей листа *Betula pendula* (*Betulacea*) при автотранспортном загрязнении // Растительные ресурсы. – 2012; 48; 1: 59–70.
  9. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2015 году» – Воронеж: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, 2016; 209. <http://36.rospotrebnadzor.ru/download/apxiv/gd2015.pdf> (дата обращения 10.03.2018)
  10. Вострикова Т.В., Буторина А.К. Изучение суточной митотической активности у березы повислой // Цитология. – 2004; 46; 6: 520–524.



---

---

# ASSESSMENT OF THE TERRITORY FOR COLLECTING PLANT RAW MATERIALS IN THE CENTRAL BLACK EARTH

**T.V. Baranova**

Ph.D. (Biol.), Senior Research Scientist of Voronezh State University

Summary: The study was made about the cytogenetic parameters of birch (*Betula pendula* Roth) in areas with different anthropogenic press. It has been found that the seed progeny of apparently normal birch tree has a significant number of cytogenetic damage, indicating stress, in the ecologically contaminated area. Cytogenetic analysis hasn't been revealed significant changes in the seed progeny copies, distributed in the ecologically safe area, at the cellular level. It is recommended to collect plant material in areas with small and moderate ecological press for using of raw for pharmacognostic purposes, as well as in landscaping.

*Key words:* cytogenetic parameters, seed progeny, weeping birch

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛОУСТОЙЧИВОСТИ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Елагина Д.С**

соискатель кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья ИФМиБ К(П)ФУ, Казань.

**Архипова Н.С**

к.б.н., доцент кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья ИФМиБ К(П)ФУ, Казань.

**Степанова Н.В**

д.м.н., профессор кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья ИФМиБ К(П)ФУ, Казань.

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментов по определению Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, Pb в почве исследуемых площадок и растительной биомассе *Polygonum aviculare* L., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L.; проанализированы процессы аккумуляции и транслокации тяжелых металлов из почвы в корни и побеги, определены стратегии накопления/исключения растений по отношению к каждому рассмотренному элементу. В условиях полиметаллического загрязнения для горца и щирицы между элементами в почве и элементами в частях растений выявлен антагонизм (высокие обратные зависимости), для мари – как прямые, так и обратные корреляционные зависимости.

Ключевые слова: тяжелые металлы, микроэлементный состав, аккумуляция, транслокация, барьерная функция.

## ВВЕДЕНИЕ.

Как известно, поступление тяжелых металлов (ТМ) в растения представляет собой сложный и комплексный процесс, зависящий от многих факторов: почвенных, экологических и биологических. Характер распределения ТМ по органам и тканям в большинстве случаев определяется главными свойствами металлов и видовыми особенностями растений [1]. В зависимости от вида растений содержание в них тяжелых металлов может изменяться во много раз (до 100 и более) [2]. В зависимости от особенностей накопления (поглощения) ТМ растения делят на три группы: 1) аккумуляторы, которые накапливают металлы в фитомассе как при низком, так и высоком содержании их в почве; 2) индикаторы, концентрация металла в которых отражает его содержание в окружающей среде; 3) исключатели, у которых поступление металлов в побеги лимитировано, несмотря на высокую концентрацию ТМ в окружающей среде и аккумуляцию в корнях [3, 4, 5].

Целью работы стало изучение закономерностей формирования химического состава травянистых растений, произрастающих в различных экологических условиях. Сорные однолетние травянистые растения: горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), марь белая (*Che-*

*porodium album* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.) заготавливали один раз в месяц с мая по сентябрь (2017 г.) по 20 экземпляров в различных местообитаниях. На территории г. Казань (площадки № 1–4) и с. В.Услон, в 45 км от Казани (площадка № 5). Там же отбирали образцы почвы. Был определен элементный состав почвы и растительного сырья (Zn, Cu, Pb, Fe, Ni, Cr, Co, Cd, Mn) методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Aanalyst 400 (Perkin Elmer) по общепринятой методике. Статистическую обработку экспериментального материала проводили с использованием стандартных статистических методов и компьютерных программ MS EXCEL, STATISTICA 10.

Результаты исследования. Почвенная среда является основным источником элементов для растений, поэтому главный путь поступления металлов - это корневое поглощение. Загрязнение подвижными формами ТМ является наиболее опасным явлением, так как именно в такой форме они могут ассимилироваться растениями. Исследованные нами участки отличались по содержанию подвижных форм металлов в почве (табл. 1). Расчет рангового дисперсионного анализа Краскелла-Уоллиса показал значимые отличия между площадками в содержании Co, Cu, Mn, Ni, Fe.

Таблица 1. Содержание подвижных форм металлов в почве в исследуемых участках, мг/кг сухого веса (среднее за май-сентябрь)

№ площад- ки	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Zn	Fe	Pb
1	0,095± 0,04	<b>0,25±</b> 0,16	0,28± 0,13	<b>0,66±</b> 0,08	<b>135,39±</b> 33,74	0,25± 0,2	<b>17,92±</b> <b>7,16</b>	36,2± 20,33	<b>11,93±</b> 9,8
2	<b>0,14±</b> 0,07	<b>0,2±</b> 0,14	0,24± 0,11	<b>0,95±</b> 0,71	<b>64,1±</b> 18,79	0,33± 0,19	<b>20,15±</b> 12,24	16,53± 11	<b>5,65±</b> 3,54
3	<b>0,1±</b> 0,05	<b>0,32±</b> 0,09	<b>0,37±</b> 0,2	<b>0,94±</b> 0,64	<b>117,7±</b> 26,85	<b>0,73±</b> 0,47	<b>20,42±</b> 10,01	19,87± 9,37	<b>11,33±</b> 8,38
4	0,09± 0,01	<b>0,67±</b> 0,25	<b>0,52±</b> 0,195	<b>2,23±</b> 1,0	<b>113,67±</b> 19,43	<b>2,76±</b> 1,76	<b>18,54±</b> 3,24	46,74± 16,85	<b>3,45±</b> 0,79
5	<b>0,14±</b> 0,07	<b>0,19±</b> 0,05	0,15± 0,08	0,16± 0,06	<b>121,48±</b> 21,98	0,74± 0,43	<b>11,64±</b> 6,42	3,94± 0,64	<b>1,37±</b> 0,8
ПДК	-	5	6	3	140	4	23	-	6
Регион. фон	0,1	0,1	0,3	0,2	45	1,0	1,0	-	1,0

Геохимический фон является региональной характеристикой почв и пород. Выявленное превышение фоновых нормативов (выделено полужирным шрифтом в табл.1) и значений ПДК, позволило предположить техногенную составляющую в формировании элементного состава почв исследуемых участков. Загрязненные почвы часто содержат смеси металлов, которые могут оказывать антагонистический, синергический эффекты или никак не влиять на растения [6]. Корреляционный анализ показал (табл. 2) наличие как положительных, так и отрицательных значимых связей между содержанием ТМ в фитомассе и в почвах мониторинговых площадок.

Таблица 2. Коэффициенты ранговых корреляции Спирмена, рассчитанные на основе усредненных по площадкам данных по содержанию подвижных форм ТМ в почве и фитомассе исследованных растений

Зависимость элементов	Почва-корень	Почва-побег
Горец птичий		
Ni-Co	-0,84	
Mn-Co	0,63	
Ni-Cr	-0,82	-0,48
Ni-Cu	-0,84	
Ni-Mn	-0,86	
Cr-Ni	-0,72	
Ni-Zn	-0,75	
Ni-Fe	-0,90	
Zn-Pb	-0,81	
Ni-Ni		-0,52
Cd-Cd		0,53
Марь белая		
Cd-Cu	0,66	
Zn-Mn	0,65	
Pb-Pb	0,81	
Cd-Pb		-0,49
Mn-Cd		-0,52
Щирица запрокинутая		
Co-Co	-0,66	
Pb-Cr	0,68	
Co-Mn	-0,75	
Cd-Fe	0,81	
Cu-Zn		-0,76
Fe-Zn		-0,58
Fe-Fe		-0,62
Cr-Cd		-0,57
Co-Cd		-0,61

Примечание: приведенные корреляции значимы на уровне  $p < 0,05$ .

В условиях полиметаллического загрязнения для горца и щирицы между элементами в почве и элементами в частях растений выявлен антагонизм (высокие обратные зависимости), для мари – как прямые, так и обратные зависимости.

Для установления предельных значений по содержанию ТМ в побегах исследуемых растений мы воспользовались Временным максимально-допустимым уровнем (МДУ) содержания некоторых химических элементов... (1987). Сопоставление полученных нами данных с нормативом показало превышение по ряду элементов. Так, содержание Ni в побегах горца превышало МДУ в 1,5-2; в побегах мари в 2-3 раза на мониторинговых площадках, расположенных в городе, тогда как на загородной площадке №5 превышений не было. По Cr в побегах горца и мари на городских - превышение достигало 13-14 раз, на пл. №5 – в 2 - 3,5 раза. Также отмечены незначительные превышения МДУ по содержанию Zn на пл. №2 и Pb на пл. № 5 и №3. В надземных частях щирицы запрокинутой содержание Ni незначительно превышало МДУ на пл. №3, Pb - на пл. №2, Cr на всех городских мониторинговых площадках

- в 3-7 раз и не превышало на загородной площадке №5.

Проанализировав накопление и транслокацию ТМ из почвы в корни и побеги (рис. 1), отметили, что стратегии накопления/исключения одних и тех же элементов у исследуемых видов растений различны (на рисунке представлены шесть металлов из девяти исследованных).

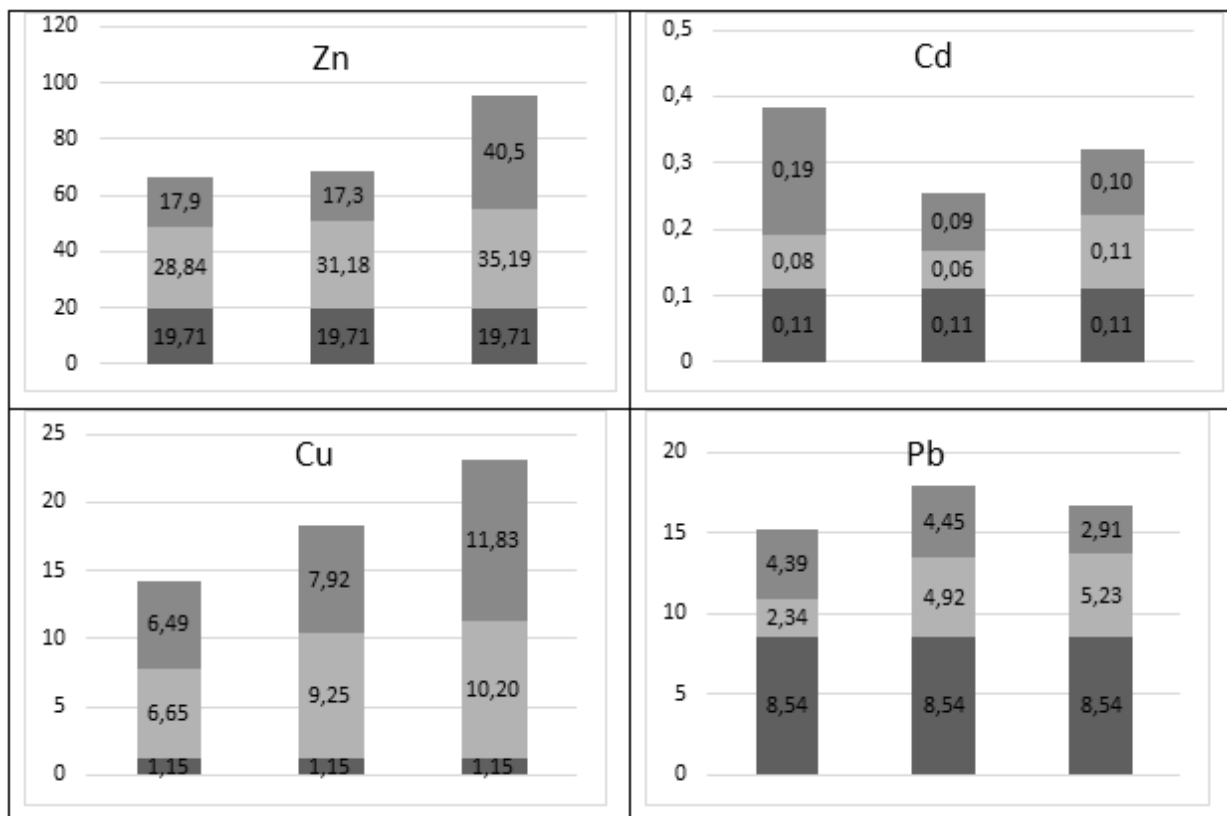


Рис. 1. Усредненные данные распределения металлов в системе «почва-корень-побег» у трёх видов исследуемых растений, мг/кг

По способности накапливать ТМ исследованные нами растения были распределены по группам следующим образом. В отношении Cu, Cr, Ni и Fe горец, марь и щирца выступили в качестве аккумуляторов: отмечено значительное накопление этих элементов в фитомассе при низком содержании в почве. Марь и щирца были индикаторами Zn и Co, показав приблизительно равное распределение этих элементов в системе «почва-корень-побег»; горец - аккумулятор Zn и индикатор по отношению к Co. При высоком содержании Mn в почве, отмечено незначительное его накопление в фитомассе, что позволяет отнести наши растения к группе исключателей Mn. В отношении накопления Pb горец проявил себя как исключатель, марь и щирца – индикаторы. По накоплению в органах Cd горец и марь – индикаторы, щирца – аккумулятор.

Механизмы устойчивости растений к избытку ТМ могут проявляться по разным направлениям. Одни виды способны накапливать высокие концентрации ТМ, но проявлять к ним толерантность, другие - стремятся снизить их поступление путем максимального использования своих барьерных функций. Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживается наибольшее количество ТМ [7, 8, 9]. В то



же время с увеличением концентрации ТМ во внешней среде наряду с возрастанием их содержания в корнях повышается количество металлов и в надземных органах. Возможно и некорневое поглощение ТМ из воздушных потоков (лиственное поглощение). Оно имеет место при значительном выпадении металлов из атмосферы на лиственный аппарат.

Таблица 3. Транслокационные коэффициенты (ТК), рассчитанные для щиряцы запрокинутой, мари белой и горца птичьего из ЦП г. Казани (по усредненным значениям содержания ТМ в фитомассе).

Растения	Zn	Pb	Cu	Cd	Ni	Mn
Щиряца	0,62	1,88	0,97	2,37	0,72	0,87
Марь	0,55	0,9	0,86	1,5	0,69	1,07
Горец	1,15	0,56	1,16	0,9	0,69	0,84

Содержание ТМ в корнях и величина транслокационного коэффициента (соотношение содержания элемента в надземной части к содержанию в корнях) характеризует барьерную функцию корня. Анализ значений ТК (табл. 3) показал, что у исследованных видов растений они отличались. Так, для щиряцы наиболее высокая степень транслокации из подземных органов в надземные части отмечена для Cd, Pb и Cu; для мари белой - Cd, Mn и Pb; горца - Zn, Cu и Cd.

Корреляционный анализ данных содержания ТМ в корнях и побегах исследуемых растений выявил высокую отрицательную зависимость между содержанием Ni в корне горца птичьего и Mn в побеге (-0,82), а также Cd в корнях и Zn (-0,66) в побегах мари белой. Для щиряцы отмечена высокая положительная корреляция (от 0,88 до 0,94) между содержанием Pb, Ni и Cr в корнях и Cd, Cr в побегах.

## ВЫВОДЫ:

1. Поглощение и аккумуляция ТМ в корнях и надземных частях исследуемых видов определялись как особенностями почв (в частности содержанием подвижных форм металлов), так и техногенным загрязнением окружающей среды. Для исследуемых видов растений отмечены значительные (от 1,5 до 14 раз) превышения МДУ металлов в фитомассе на городских площадках.
2. Анализ содержания и распределения ТМ в системе «почва-корень-надземная часть» показал, что исследуемые виды растений были аккумуляторами по отношению к одним металлам и исключениями или индикаторами – по отношению к другим ТМ. Значения ТК показывают, что такие высокотоксичные металлы как Cd и Pb преодолевают «корневой барьер» и аккумулируются в надземных органах щиряцы, Cd и Mn – мари, Zn и Cu – горца.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

3. Демидчик В. В., Юрин В. М. Поступление меди в растения и распределение в клетках, тканях и органах // Усп. совр. биологии. — 2001; Т.121, №2: С. 190-197.
4. Покровская С. Ф. Регулирование поведения свинца и кадмия в системе почва –

- 
- 
- растение / М.: Наука, 1995; 51 с.
5. Baker A. J. M. Accumulators and excluders – strategies in response of plants to heavy metals // *J. Plant Nutr.* — 1981; V. 3: P. 643-654.
  6. Antosiewicz D. M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metal // *Acta Soc. Bot. Polon.* — 1992; V. 61: P. 281-299.
  7. Титов А. Ф., Таланова В. В., Казнина Н. М. и соавт. Устойчивость растений к тяжелым металлам / Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007; 172 с.
  8. Shaw B. R., Prasad M. N. V., Jha V. K. et al. Detoxification/defense mechanisms in metal-exposed plants / *Trace elements in the environment: biogeochemistry, biotechnology, and bioremediation*: ed. by M. N. V. Prasad, K. S. Sajwan, R. Naidu. — Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006; P. 291-324.
  9. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова / М.: Наука, 1985; 263 с.
  10. Wagner G. J. Accumulation of cadmium in crop plants and consequences to human health // *Adv. Agron.* — 1993; V. 51: P. 173–212.
  11. Башмаков Д. И., Лукаткин А. С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений / Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009; 236 с.

## STUDY OF THE METAL RESISTANCE OF WILD PLANTS IN URBANIZED TERRITORIES

### **Elagina D.S**

graduate student of the department of bioecology, hygiene and public health (Kazan)

### **Arkhipova N.S**

Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Department of bioecology, hygiene and public health (Kazan)

### **Stepanova N.V**

Doctor of medicine, Professor, Department of bioecology, hygiene and public health (Kazan)

**Summary:** The article presents the results of experiments on the determination of Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn, Fe, Pb in the soil of the studied sites and plant biomass of *Polygonum aviculare* L., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L.; the processes of accumulation and translocation of heavy metals from soil to roots and shoots are analyzed, strategies for the accumulation / elimination of plants with respect to each element considered are determined. Under conditions of polymetallic pollution, antagonism (high inverse dependencies) was found for *Polygonum aviculare* and *Amaranthus retroflexus* in the soil and elements in plant parts, and for *Chenopodium album*, both direct and inverse correlation dependencies.

**Keywords:** *heavy metals, microelement composition, accumulation, translocation, barrier function.*

# БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОРТОВ СЕЛЬДЕРЕЯ КОРНЕВОГО В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

## **М.И. Иванова**

д.с.-х.н., профессор РАН, главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», главный научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» *e-mail: ivanova\_170@mail.ru*

## **К.Л. Алексеева**

д.с.-х.н., главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» *e-mail: alexenleon@yandex.ru*

## **Д.Н. Балеев**

к.с.-х.н., старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» *e-mail: dbaleev@gmail.com*

## **А.В. Корнев**

к.с.-х.н., научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» *e-mail: vniioh@yandex.ru*

## **А.Ф. Бухаров**

д.с.-х.н., главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» *e-mail: afb56@mail.ru*

## **А.И. Кашлева**

к.с.-х.н., старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» *e-mail: vniioh@yandex.ru*

В статье показан биохимический состав сортов сельдерея корневого в условиях Московской области. В корнеплодах изученных сортов содержание сухих веществ варьировало от 10,77 % до 15,32 %, сахаров – 2,53-5,09 %, витамина С – 3,78-7,05 мг%; в листьях -  $\beta$ -каротин 1,10-1,59 мг% и антоциана – 0,67-1,71 мг%. По биохимическому составу выделились сорта сельдерея корневого Максим, Корневой грибовский, Купидон, Яблочный, Пражский гигант. На содержание физиологически активных веществ в растениях сельдерея корневого большое влияние оказывает генотип и условия выращивания.

*Ключевые слова:* сельдерея корневой, сорт, корнеплод, биохимический состав

---

---

## ВВЕДЕНИЕ.

Из-за растущего интереса к здоровому питанию и фитнесу овощи приобретают статус «функциональных» продуктов, способных обеспечить дополнительные преимущества для здоровья, такие как профилактика или замедление возникновения хронических заболеваний, повышенные требования к питанию. Надлежащее потребление разнообразных овощей обеспечивает достаточный запас питательных и фитохимических веществ. Низкое потребление овощей входит в десятку факторов риска, приводящих к глобальной смертности. Ежегодно 2,7 миллиона жизней может быть спасено при достаточном потреблении различных видов овощей [WHO].

Сельдерей является ценной овощной культурой и, благодаря уникальному биохимическому составу, имеет важное пищевое, а также лечебно-профилактическое значение [3]. В листьях сельдерея содержится большое количество эфирных масел (до 300 мг %), много витамина С (до 130 мг%), каротина (до 10 мг%), витаминов группы В (до 100 мг%), витамина U (до 38 мг%), никотиновой кислоты (до 42 мг%), минеральных солей (особенно К и Na) [1]. В сырой массе корнеплода содержатся (%): сухих веществ – 12,2-16,1; сахаров – 2,3-3,4; белков – 1,1-2,7; золы – 1,4; клетчатки – 1,3-1,6; эфирных масел – 0,05-0,06, а также (мг%): витамина С – до 10-13,5; соли фосфора – 50-110 и кальция – 65-74 [6].

Биохимический состав сельдерея, как и других овощных культур, является одним из хозяйственно ценных признаков сорта, по которому ведется оценка и отбор исходного материала для селекционной работы [4]. В связи с этим сравнительное изучение этого показателя у различных сортов сельдерея представляет научный и практический интерес.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Исследования проводили на базе ВНИИО (Московская обл., Раменский район) в 2013-2014 г. по стандартной методике полевого опыта в овощеводстве [5]. Почвенно-климатическая зона – Центральный район подзолистых и дерновоподзолистых почв таежно-лесной области. Опытный участок расположен на среднесуглинистой аллювиальной луговой почве Москворецкой поймы. Содержание гумуса в пахотном слое 3,1-3,3%, реакция среды нейтральная (рН солевой вытяжки – 6,8), содержание поглощенных оснований высокое (47-50 мг-экв/100г почвы). Гидролитическая кислотность 0,72-0,91 мг-экв/100 г почвы. Степень обеспеченности питательными веществами: фосфором – хорошая ( $P_2O_5$  – 21,2-23,2 мг/100г почвы); калием – низкая ( $K_2O$  – 12,4-16,3 мг/100г почвы).

Погодные условия в годы проведения исследований различались. В 2013 г. в период формирования корнеплодов сельдерея температура воздуха была на уровне среднемноголетних значений, но количество осадков значительно варьировало по декадам, что создавало стрессовые условия для растений. Количество выпавших осадков в третьей декаде июня, первой и второй декадах июля и августа были меньше среднемноголетних значений на 11,0-18,4 мм, а с третьей декады августа установилась дождливая погода, и в сентябре количество выпавших осадков превысило среднемноголетние значения на 29,0-77,5 мм. В 2014 г. в период формирования корнеплодов сельдерея преобладала более теплая и сухая погода. Температура воздуха стабильно превышала среднемноголетние значения. Количество выпавших осадков было неравномерным: сухая погода в июле – первой декаде августа сменилась обильными дождями, начиная со второй декады августа и заканчивая первой декадой сентября. Затем опять наступил засушливый период. Влажность воздуха во второй и третьей декаде сентября была ниже среднемноголетних значений на 1,5-4,3%.



В качестве объектов исследований использовали 8 сортов сельдерея корневого отечественной и иностранной селекции различного эколого-географического происхождения - Максим, Диамант, Албин, Пражский гигант, Корневой грибовский, Яблочный, Купидон, Есаул-стандарт. Их выращивали на опытном поле по общепринятой технологии через рассаду. Посев семян в растильни проводили 1 марта, пикировку сеянцев – 30 марта, высадку рассады в открытый грунт – во второй декаде мая, уборку корнеплодов – в первой декаде октября. Уход за растениями сельдерея заключался в своевременном поливе, прополке. Биохимический состав корнеплодов изучали по стандартным методикам: содержание сухого вещества – термостатно-весовым методом, содержание сахаров – методом Бертрана, содержание витамина С – методом И.К. Мурри. Содержание пигментов в листьях сельдерея определяли спектрофотометрически в модификации J. Oliver [7]. Для расчета концентраций пигментов использовали формулы Витерманса де Мотса [2].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Результаты наших исследований показали, что по содержанию сухих веществ в корнеплодах превосходили стандарт Есаул сорта Максим, Корневой грибовский, Купидон, по содержанию сахаров – сорта Корневой грибовский, Купидон, по содержанию витамина С – сорта Максим, Корневой Грибовский, Яблочный, Купидон. Максимальное количество сухих веществ и сахаров накапливалось в корнеплодах сорта Корневой грибовский – 15,32 и 5,09 % соответственно, содержание витамина С – у сорта Купидон (7,05 мг%) (табл. 1). Предельно допустимая концентрация содержания нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) для сельдерея корневого – 2000 мг/кг. Все исследованные образцы отвечали требованиям санитарных норм по этому показателю.

Таблица 1 – Биохимический состав различных сортов сельдерея корневого (среднее за 2013-2014 гг.)

Сорт	Корнеплоды				Листья	
	сухие вещества, %	сахара, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	$\beta$ -каротин, мг%	антоциан, мг%
Есаул – стандарт	14,07	3,91	4,90	394,2	1,24	1,47
Максим	14,78	3,84	5,60	298,4	1,33	1,70
Диамант	10,77	2,53	4,20	482,1	1,29	0,83
Албин	11,14	2,57	3,92	442,0	1,59	0,71
Пражский Гигант	12,53	2,92	3,78	224,1	1,46	1,53
Корневой грибовский	15,32	5,09	6,30	336,8	1,22	0,75
Яблочный	12,71	3,27	5,60	285,7	1,10	0,67
Купидон	14,46	5,02	7,05	307,5	1,16	1,18

Наибольшее содержание в листьях  $\beta$ -каротина отмечено у сортов Албин и Пражский гигант – 1,59 и 1,46 мг/% соответственно. Наибольшее содержание антоциана – у сорта Максим (1,70 мг%). Большое влияние на накопление  $\beta$ -каротина и антоциана в листьях различных сортов сельдерея оказывают погодные условия вегетационного периода. Как по-



казали проведенные исследования, более интенсивному накоплению  $\beta$ -каротина в листьях всех сортов сельдерея корневого способствовали погодные условия вегетационного периода 2014 г., которые характеризовались отсутствием резких перепадов температурно-влажностного режима по сравнению с 2013 г. Значения этого показателя у изученных сортов сельдерея различались по годам в 2-5 раз (табл. 2). Среди сортов с зеленой окраской листа наибольшее содержание  $\beta$ -каротина отмечено у сорта Корневой грибовский (2,03 мг/%), среди сортов с антоциановой окраской листа – у сорта Пражский гигант (1,96 мг/%).

Содержание антоциана – полифенольного пигмента в листьях у большинства сортов сельдерея также варьировало в зависимости от условий окружающей среды. Среди сортов с антоциановой окраской черешка наибольшее содержание антоциана отмечено в условиях 2013 г. у сорта Максим (2,06 мг/%) и Пражский гигант (1,95 мг/%). Среди сортов с зеленой окраской черешка наибольшее содержание антоциана отмечено в условиях 2014 г. у сортов Яблочный (0,99 мг/%), Албин (0,93 мг/%), Диамант (0,80 мг/%).

Таблица 2 – Содержание  $\beta$ -каротина и антоциана в листьях сельдерея корневого

Сорт	Окраска черешка листа	$\beta$ -каротин, мг /%		Антоциан, мг/%	
		2013 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.
Есаул – стандарт	антоциановая	0,83±0,02	1,64±0,04	1,84±0,04	1,10±0,03
Максим	антоциановая	0,99±0,03	1,66±0,05	2,06±0,05	1,33±0,04
Диамант	зеленая	0,93±0,03	1,64±0,05	0,80±0,03	0,86±0,03
Албин	зеленая	0,80±0,04	1,59±0,04	0,49±0,02	0,93±0,03
Пражский гигант	антоциановая	0,96±0,02	1,96±0,03	1,95±0,04	1,10±0,04
Корневой грибовский	зеленая	0,41±0,02	2,03±0,04	0,50±0,02	1,00±0,05
Яблочный	зеленая	0,36±0,02	1,85±0,05	0,35±0,02	0,99±0,05
Купидон	антоциановая	0,60±0,03	1,71±0,03	0,87±0,03	1,50±0,03

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Овощи являются важным источником биологически активных компонентов в дополнение к значительной части основных питательных веществ, необходимых для нормального развития и функционирования человеческого организма. Сельдерей богат физиологически активными соединениями, которые входят в антиоксидантный пул и играют важную роль в поддержании здоровья и повышении трудоспособности человека. К этим соединениям относятся каротиноиды, антоциан, витамин С. Они защищают организм человека от свободных радикалов, стимулируют иммунную систему, повышают устойчивость к инфекционным и хроническим болезням. В корнеплодах изученных сортов содержание сухих веществ варьировало от 10,77 % до 15,32 %, сахаров – 2,53-5,09 %, витамина С – 3,78-7,05 мг%; в листьях -  $\beta$ -каротина 1,10-1,59 мг% и антоциана – 0,67-1,71 мг%. По биохимическому составу выделились сорта сельдерея корневого Максим, Корневой грибовский, Купидон, Яблочный, Пражский гигант. На содержание физиологически активных веществ в растениях сельдерея корневого большое влияние оказывает генотип и условия выращивания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов В.А., Рабинович А.М. Целебные овощные и пряноароматические растения

- 
- 
- России. // М.: Арнебия, 2008; 512 с.
2. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. // М.: Academia, 2003; 256 с.
  3. Иванова М.И. [Сельдерей и петрушка \(селекция и первичное семеноводство: теория, методология, практика\)](#). // Saarbrucken, Germany. – 2012; 358 с.
  4. Иванова М.И. [Технологические качества корнеплода сельдерея корневого](#). [Вестник Башкирского государственного аграрного университета](#). // 2011; № 3: С. 21-24.
  5. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Под ред. Белик В.Ф. // М.: Агропромиздат, 1992; 319 с.
  6. Циунель М.М. Корневой сельдерей: биология и агротехника. // Гавриш, 2007; №6: С. 4-7.
  7. Oliver J., Palou A. Chromatographic determination of carotenoids in food. // Journal of Chromatography, 2000; V. 881: P. 543-555.
  8. WHO. *Fruit, Vegetables and NCD Disease Prevention*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2003; [http://www.who.int/hpr/NPH/fruit\\_and\\_vegetables/fruit\\_vegetables\\_fs.pdf](http://www.who.int/hpr/NPH/fruit_and_vegetables/fruit_vegetables_fs.pdf), (accessed on 3 May 2010).



## BIOCHEMICAL COMPOSITION OF VARIOT CELDERIA VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF THE MOSCOW REGION

### **M.I. Ivanova**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing - a branch of the Federal Research Center for Vegetable Growing, Chief Scientific Researcher of the Federal Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants  
e-mail: [ivanova\\_170@mail.ru](mailto:ivanova_170@mail.ru)

### **K.L. Alekseeva**

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable-Growing - a branch of the Federal Research Center for Vegetable-Growing  
e-mail: [alexenleon@yandex.ru](mailto:alexenleon@yandex.ru)

### **D.N. Baleev**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the All-Russian Research Institute for Vegetable Growing - Branch of the Federal Research Center for Vegetable Growing, Leading Researcher of the All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants  
e-mail: [dbaleev@gmail.com](mailto:dbaleev@gmail.com)

### **A.V. Kornev**

Candidate of Agricultural Sciences, Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing - a branch of the Federal Research Institute of Vegetable

---

---

Growing

e-mail: [vniioh@yandex.ru](mailto:vniioh@yandex.ru)

**A.F. Bukharov**

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing - a branch of the Federal Research Center of Vegetable Growing

e-mail: [afb56@mail.ru](mailto:afb56@mail.ru)

**A.I. Kashleva**

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing - a branch of the Federal Research Center for Vegetable Growing

e-mail: [vniioh@yandex.ru](mailto:vniioh@yandex.ru)

Summary: The article shows the biochemical composition of celery root varieties under conditions of the Moscow region. In the root crops of the studied varieties, the content of dry substances varied from 10.77% to 15.32%, sugars - 2.53-5.09%, vitamin C - 3.78-7.05 mg%; in leaves -  $\beta$ -carotene 1.10-1.59 mg% and anthocyanin - 0.67-1.71 mg%. According to the biochemical composition, the celery root varieties Maxim, Kornevoy Gribovsky, Cupidon, Yablochniy, Prague giant have stood out. The content of physiologically active substances in celery root plants is greatly influenced by the genotype and growing conditions.

*Keywords:* celery root, variety, root crop, biochemical composition

# ЭКЗОГЕННАЯ МОБИЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ *LYCOPUS EUROPAEUS* L.)

**Ковалев Н.И.,**

научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: kovalevteam@mail.ru

К одному из наиболее перспективных направлений экзогенной мобилизации адаптивного потенциала лекарственных растений относится применение регуляторов роста и микроудобрений в хелатной форме. Разработка приемов возделывания нового лекарственного растения – зюзника европейского, основанных на комплексном применении росторегуляторов, органоминеральных и микроудобрений, позволяет нивелировать отрицательное воздействие погодноклиматических факторов и создает условия для более полной реализации потенциальных возможностей культуры в целях получения стабильных урожаев лекарственного сырья.

Ключевые слова: адаптация, лекарственные растения, *Lycopus europaeus* L., регуляторы роста, микроудобрения, урожайность

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальной задачей лекарственного растениеводства в настоящий момент является внедрение адаптивных технологий возделывания лекарственных культур, разработка которых базируется на поиске путей максимальной реализации биологического потенциала растений и обеспечения наибольшего содержания целевых биологически активных веществ в получаемом фармацевтическом сырье. При разработке приемов повышения адаптационного статуса культивируемых лекарственных растений необходимо учитывать влияние абиотических факторов, в первую очередь погодных условий. Нестабильность погодных условий, сопровождаемая частыми засухами, особенно в период активного роста растений, отрицательно сказывается на развитии как сельскохозяйственных, так и лекарственных культур, приводит к снижению их урожайности и ухудшению качества получаемой продукции [Шаповал и др., 2008; Морозов, Пушкина, 2013]. Снижение устойчивости растений к абиотическим стрессам не позволяет даже культивируемым сортам в полной мере реализовать свои потенциальные возможности, причем если для дикорастущих видов главным в эволюции является выживание, то показатель адаптивности культурных растений связан прежде всего с их свойством обеспечивать высокую и устойчивую продуктивность агроценоза [Жученко, 2008].

Хорошо известно, что процесс адаптации растений к условиям внешней среды осуществляется на уровне работы регуляторных систем, прежде всего гормональной [Якушкина, 1985; Hare et al., 1999; Gusta et al., 2005; Бахтенко, 2001].

В последние годы в работах ряда исследователей показано, что обеспечить гормональную

---

---

сбалансированность, способствующую нормальному росту, развитию растений и их адаптации к стрессовым факторам возможно путем применения регуляторов роста, органоминеральных и микроудобрений. В экстремальных ситуациях экзогенное внесение данных препаратов позволяет направленно регулировать отдельные этапы морфогенеза в целях мобилизации потенциальных возможностей растительного организма, направленных на повышение биопродуктивности независимо от погодных условий [Селезнев, 2001; Шаповал и др., 2011; Осипова и др., 2013].

В связи с этим, актуальной исследовательской задачей является поиск путей максимальной реализации адаптивного потенциала растений в условиях гидротермального стресса, поскольку существует тесная связь между погодными условиями и оптимальной биопродуктивностью растений.

Наши исследования были связаны с поиском возможных путей повышения адаптивности нового лекарственного растения – зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.). Опыты проводились при разных погодных условиях (засушливые и оптимальные). Поэтому интересно было проследить, как изменяются ростовые процессы и продуктивность растений при выращивании в условиях гидротермального стресса по сравнению с годами, где температура воздуха и количество осадков было на уровне среднеголетних.

Работа выполнена в рамках НИР 10.4. Растениеводство. 148. Поиск, мобилизация и сохранение генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей в целях изучения, сохранения и использования биоразнообразия форм культурных растений. «Мониторинг биоразнообразия, природной сырьевой базы и выявление перспективных видов, популяций лекарственных и ароматических растений в естественных местообитаниях, выведение высокопродуктивных сортов, использование экзогенной биорегуляции с целью максимального раскрытия адаптивного потенциала растений для создания новых фитопрепаратов» (№ 0576-2019-0007). Тема: 10.6. Защита и биотехнология растений

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлся зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L.) – многолетнее травянистое лекарственное растение семейства Яснотковых, применяемое при лечении патологий щитовидной железы. Исследования проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений в 2015-2018 годах. Опыты закладывались в лекарственном севообороте путем постановки полевых опытов, при рендомизированном расположении делянок. Размножение культуры проводилось вегетативным путем. В опытах изучалось комплексное влияние регулятора роста Циркон (40 мл/га) с органоминеральным удобрением Абсолют (1,5 л/га) и микроудобрения Силиплант (0,5 л/га) с органоминеральным удобрением ЭкоФус (1 л/га) на рост, развитие, адаптивность и урожайность культуры при засушливых и оптимальных погодных условиях. Обработка вегетирующих растений проводилась двукратно: I-я - через 2 недели после посадки, II-я – через 50 дней. Для оценки эффективности действия биорегуляторов и удобрений проводились биометрические исследования, учет урожая и содержания действующих веществ в сырье.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительное изучение роста, развития и продуктивности зюзника европейского I-II годов вегетации выявило зависимость данных процессов от метеорологических условий вегетационного периода. Так, высота растений на первом году вегетации при оптимальных



погодных условиях (2016 г.) составляла 79,3 см, в условиях низких температур и высокой влажности (2017 г.) снижалась до 66,9 см, количество побегов с 21,9 до 14,2 шт./растение, урожайность - с 3,96 до 2,7 т/га, соответственно (таблица 1).

Некорневые обработки баковой смесью органоминеральных удобрений Абсолют и ЭкоФус с микроудобрением Силиплант или регулятором роста Циркон обеспечили усиление роста растений, как при оптимальных погодных условиях, так и нестабильных: высота повышалась на 14-22%, количество побегов на 20-27%, урожайность на 28-33%. В условиях гидротермального стресса (2017 год) действие данных препаратов сказалось в большей степени: высота растений увеличивалась на 19-22%, количество побегов – на 26-27%, урожайность – на 33-34%. Вполне возможно, что в условиях напряженности лимитирующих факторов действие изучаемых бинарных соединений проявляется в большей степени. Однако по содержанию биологически активных веществ в траве зюзника значительных различий не наблюдалось: в контроле оно составило 6,90%, а на опытных вариантах – на 4-5% выше.

Таблица 1 – Влияние погодных условий на рост, развитие, урожайность и содержание действующих веществ зюзника европейского I года вегетации

Вариант опыта	Высота растений, см	Количество побегов, шт. на растение	Урожайность, т/га	Содержание о-дифенолов, в пересчете на розмариновую кислоту, %
Оптимальные погодные условия* (2016 год)				
Контроль	79,3	21,9	3,96	6,90
ЭкоФус + Силиплант	90,6	26,3	5,06	7,24
Абсолют + Циркон	91,9	27,4	5,15	7,18
НСР <sub>05</sub>			0,43	
Неблагоприятные погодные условия ** (2017 год)				
Контроль	66,9	14,2	2,70	6,92
ЭкоФус + Силиплант	81,3	17,9	3,61	7,27
Абсолют + Циркон	79,6	18,1	3,59	7,26
НСР <sub>05</sub>			0,35	

\* выращивание зюзника в 2016 году погодные условия с большим количеством осадков в июне и первой половине июля, в дальнейшем влагообеспеченность и температурный режим были на уровне среднеголетних

\*\*2017 год - низкие температуры и высокая влагообеспеченность

В ряде исследований показано, что использование микроудобрений Силиплант, Феровит и регулятора роста Циркон при нестабильных погодных условиях способствует повышению устойчивости лекарственных растений и сохранности урожая (Пушкина, Сидельников, 2016). В связи с этим было интересно провести определение степени адаптивности комплекса Абсолют+Циркон и Силиплант+ЭкоФус. С этой целью сравнивались биометрические показатели (высота растений, количество побегов и урожайность) зюзника со всех вариантов к оптимальным погодным условиям (контроль, 2016 год). Из диаграмм видно, что на зюзнике европейском первого года вегетации при неблагоприятных условиях при обработке изучаемыми бинарными смесями наблюдается наименьшее снижение

количества побегов (17-18%), а высота растений даже несколько увеличивается (на 1-3%), в то же время в контроле эти показатели составили 16% и 35%. При применении данных комплексов потери урожая составляют 9%, в тоже время в контрольном варианте теряется 32% урожая (рисунок 1).

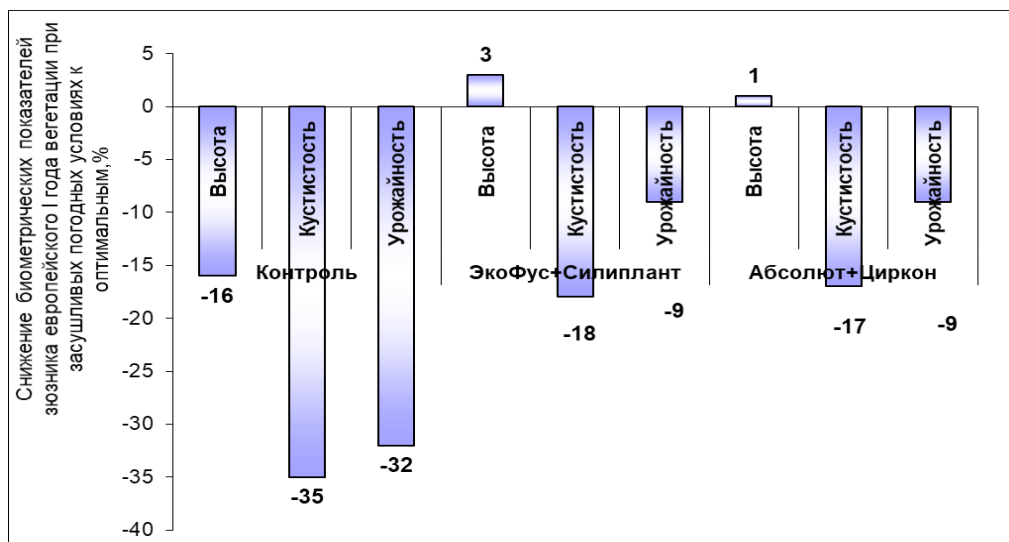


Рисунок 1 – Снижение биометрических показателей растений I года вегетации в условиях засухи и влияние изучаемых препаратов на адаптивность зюзника европейского к погодным условиям

На зюзнике европейском II года вегетации изучение влияния погодных условий на рост, развития и урожайность растений проводилось в трех направлениях: первое - растения выращивались при оптимальных погодных условиях, второе - при неблагоприятных погодных условиях только на первом году вегетации, третье – неблагоприятные условия в течение двух лет.

Согласно данным, приведенным в таблице 2, видно, что при выращивании зюзника в условиях гидротермального стресса в течение одного года снижение высоты растений составило 10 см, количества побегов – 7,2 шт., урожайности –1,53 т/га, в течение двух лет - 19,7 см, 9,5 шт. и 2,44 т/га, соответственно. Полученные данные говорят о том, что чем продолжительнее влияние нестабильных погодных условий на рост и развитие растений зюзника, тем больше составляют потери урожая лекарственного сырья. В тоже время, при определении содержания действующих веществ было установлено, что содержание суммы фенольных соединений в сырье изменялась незначительно (на 3-5%).

Таблица 2 – Влияние погодных условий на рост, развитие, урожайность и содержание действующих веществ зюзника европейского II года вегетации

Вариант опыта	Высота растений, см	Количество побегов, шт. на растение	Урожайность, т/га	Содержание о-дифенолов, в пересчете на розмариновую кислоту, %
Оптимальные погодные условия*				
Контроль	75,3	21,9	4,76	7,76

ЭкоФус + Силиплант	88,5	26,3	5,84	8,07
Абсолют + Циркон	90,4	27,0	5,95	8,15
НСР <sub>05</sub>			0,52	
Неблагоприятные погодные условия в течение одного года **				
Контроль	65,3	14,7	3,23	7,90
ЭкоФус + Силиплант	79,3	19,3	4,36	8,37
Абсолют + Циркон	80,9	18,8	4,30	8,40
НСР <sub>05</sub>			0,38	
Неблагоприятные погодные условия в течение двух лет***				
Контроль	55,6	12,4	2,32	7,80
ЭкоФус + Силиплант	68,9	16,7	3,25	8,04
Абсолют + Циркон	67,3	16,6	3,18	8,11
НСР <sub>05</sub>			0,29	

\* выращивание зюзника в 2015-2016 гг. погодные условия большим количеством осадков в июне и первой половине июля, в дальнейшем влагообеспеченность и температурный режим были на уровне среднеголетних

\*\* выращивание зюзника в 2016-2017 гг. – 2016 год – I год вегетации - оптимальные погодные условия, 2017 год - II год вегетации – апрель-начало мая низкие температуры и высокая влажность, в конце вегетации засушливые погодные условия

\*\*\* неблагоприятные погодные условия на первом (2017 г.) и втором годах вегетации (2018 г.)

Применение комплекса регулятора роста, органоминеральных и микроудобрений на первом и втором годах вегетации культуры способствовало усилению ростовых процессов и повышению урожайности в 2017-2018 гг. Однако в их действии наблюдаются различия в зависимости от времени влияния нестабильных погодных условий, что хорошо видно из рисунков 2 и 3.

Согласно данным, приведенным на рисунках, обработка зюзника европейского комплексом ЭкоФус + Силиплант и Абсолют + Циркон при выращивании культуры в условиях низких температур и высокой влажности в период активного роста культуры в течение одного года (2017) привела к большему повышению адаптивности растений по сравнению с оптимальными погодными условиями: увеличению числа боковых побегов (кустистости) на 12% и урожайности – на 8-10%, в то же время в контроле эти показатели составили 33% и 32%.

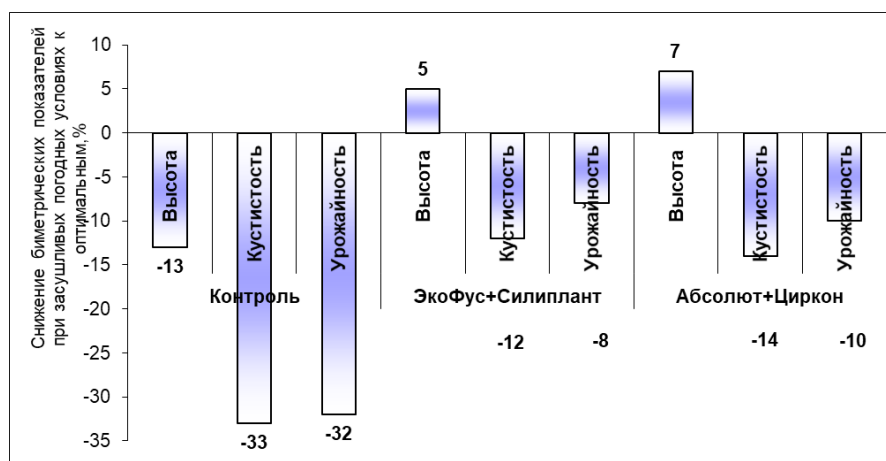


Рисунок 2 – Снижение биометрических показателей зюзника европейского II года вегетации при засушливых погодных условиях в течение одного года

При неблагоприятных погодных условиях в течение двух лет вегетации культуры количество боковых побегов (кустистость) снижалась на 24%, урожайность 32-33%, в контроле эти показатели составили 43% и 51% соответственно (рисунок 3).

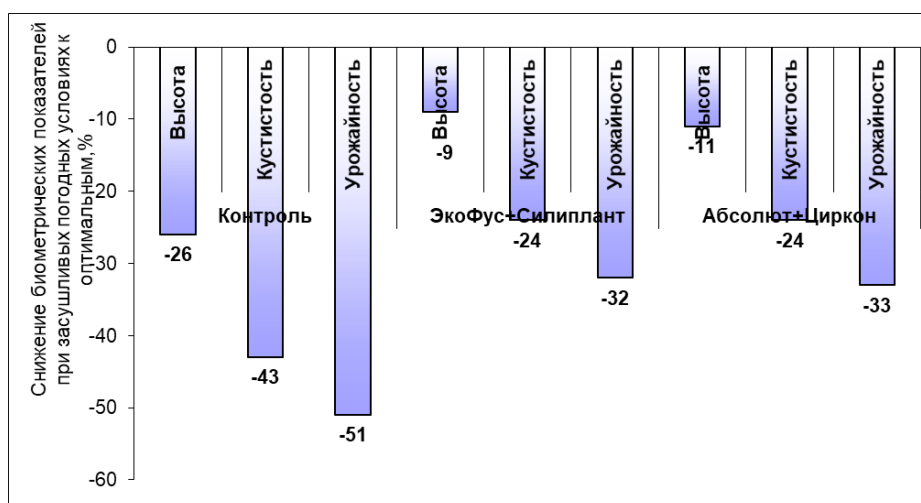


Рисунок 3 – Снижение биометрических показателей зюзника европейского II года вегетации при засушливых погодных условиях в течение двух лет

Анализ полученных данных показывает, что применение комплекса ЭкоФус+Силиплант способствует снижению отрицательного влияния погодных условий на рост и развитие растений и обеспечивает сохранность урожая лекарственного сырья в данном варианте на уровне 24% и 19%, Абсолют+Циркон – 22% и 18% соответственно.

## ВЫВОДЫ

Проведенными исследованиями было установлено, что на зюзнике европейском I и II годов вегетации в условиях гидротермального стресса использование бинарных смесей органоминеральных удобрений с микроудобрением и росторегулятором приводит к повышению адаптационных свойств культуры и позволяет с меньшими потерями для урожая преодолевать негативное действие погодных условий (сохранность урожая лекарственного сырья составляла от 18 до 24%). Необходимо отметить, что показатели содержания суммы фенольных соединений во все годы исследований находились на уровне, предусмотренным и превышающем требования проекта ФС лекарственное сырье (в траве не менее 5,0%) и составляли от 6,90 до 8,40%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповал О.А., Можарова И.П., Вережкин Е.Л. Новые удобрения на рынке России / «Современные технологии и перспективы использования средств защиты растений, регуляторов роста, агрохимикатов в агроландшафтном земледелии». Материалы докладов участников V семинара-совещания. – Анапа, 2008; с. 167-173.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. / М.: Из-во Агрорус. – 2008; Т.1. – 815 с.
3. Морозов, А.И., Пушкина Г.П. Использование органоминеральных удобрений при

---

---

возделывании мяты перечной // АГРО XXI – 2013; № 1-3 – с. 40-41.

4. Якушкина Н.И. Роль фитогормонов в адаптации растений к условиям среды / Гормональная регуляция ростовых процессов. М.: МОПИ, 1985; с.3-8.
5. Hare P.D., Cress W.A., J. van Staden. Proline synthesis and degradation: a model system for elucidating stress-related signal transduction // J. Exp. Bot. – 1999; V.50 – 33: 413–434.
6. Gusta L.V., Trischuk R., Weiser C.J. Plant Cold Acclimation: The role of abscisic acid // J. Plant Growth Regul. – 2005; V. 24: 308-318.
7. Бахтенко, Е.Ю. Аутэкологический подход к физиологическому ответу растений на затопление и засуху (регуляторные аспекты): автореферат дис. ... доктора биологических наук – М.,2001; 51 с.
8. Селезнев, М.С. Применение регуляторов роста растений для повышения продуктивности и устойчивости кормовой свеклы к абиотическим стрессам: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук–М., 2001; 20 с.
9. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П. Как повысить устойчивость растений к засухе // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3; с. 61-62.
10. Осипова Л.В. Ниловская Н.Т., Верниченко И.В. и др. Влияние условий минерального питания на реализацию адаптивного потенциала ярового ячменя // Материалы Всероссийской научной конференции «Факторы устойчивости растений в экстремальных природных условиях и техногенной среде». – Иркутск, 2013; с. 188-189.

## REGULATION OF MEDICINAL PLANTS ADAPTIVE POTENTIAL (ON THE EXAMPLE OF LYCOPUS EUROPAEUS L.)

**N.I. Kovalev**

Researcher of the All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), E-mail: kovalevteam@mail.ru

The possibility of exogenous regulation on adaptive potential of the *Lycopus europaeus* L. to the arid weather conditions by integrated application of growth regulator Zircon with an organic-mineral fertilizer Absolute or organic-mineral fertilizer EcoFus with an silicon microfertilizer Siliplant was shown in this article. Apply of this complexes will reduce crop losses on 18-24%.

*Key words: adaptation, medicinal plants, Lycopus europaeus L., growth regulators, microfertilizers, crop capacity.*



# ЭКЗОГЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЭФИРНОГО МАСЛА В СЫРЬЕ МЯТЫ ДЛИННОЛИСТНОЙ

**Савченко О.М.**

к.с.-х. н., ведущий научный сотрудник отдела агробиологии и селекции ФГБНУ ВИАР, 117216, ул. Грина, д.7, стр.1.

E-mail [swamprat@rambler.ru](mailto:swamprat@rambler.ru)

8 (495) 7121027, 8(495) 7121036.

Мята длиннолистная (*Mentha longifolia* (L.) Huds – перспективный источник лекарственного сырья для препаратов с широким спектром антимикробной и фунгицидной активности. Была изучена урожайность и содержание эфирного масла мяты длиннолистной в сырье, обработанном регулятором роста Циркон и микроудобрением Силиплант. Для повышения урожайности сухого сырья рекомендуется использовать обработку растений мяты длиннолистной бинарной смесью Силиплант + Циркон однократно в фазу начала бутонизации. Для повышения содержания эфирного масла в сырье следует проводить обработку растений бинарной смесью Силиплант + Циркон однократно в фазу начала бутонизации перед первым укосом и за 7-10 суток до второго укоса

Ключевые слова: *Mentha longifolia* (L.) Huds., эфирное масло, некорневые обработки, регуляторы роста, микроудобрения

Мята длиннолистная (*Mentha longifolia* (L.) Huds. (син. *Mentha spicata* ssp. *longifolia* (L.) Tasic) – многолетнее травянистое растение семейства Яснотковые – (*Lamiaceae*). На территории РФ встречается на Северном Кавказе, в европейской части и Западной Сибири. Мята длиннолистная встречается по берегам рек, водоемов, на лесных опушках [1].

*Mentha longifolia* имеет ползучее длинное горизонтальное корневище, простой, прямой стебель, остро четырехгранный, густо покрытый железистыми волосками. Листья сидячие, нижние – на очень коротких черешках, ланцетной формы, 5-7 см длиной и 1,5-2,0 см шириной, туповатые, по краю пильчато-зубчатые, серо-зеленые с желтоватым оттенком, опушенные. Цветки мелкие, собраны ложными мутовками, образующими на верхушках побегов колосовидные соцветия 3-5 см длиной. Венчик розово-сиреневый, 4-6 мм длиной. Цветет с середины июля до октября. Плод – орешек [2].

Наибольшее количество эфирного масла (не менее 2%) обнаружено в листьях до появления бутонов. Масло содержит ментол и его эфиры (изовалериановой и уксусной кислот), витамины группы А и С., ментон, пулегон, 1,8-цинеол, что обуславливает эффективность применения данного растения. В масле некоторых форм обнаружен линалоол. В листьях содержатся органические кислоты, дубильные вещества, флавоноиды, каротин, бетаин, гесперидин [3, 4].

Эфирное масло мяты длиннолистной обладает активностью в отношении кишечной палочки, сальмонеллы дерматофитозов у домашних животных. Также оказывает

фунгистатическое и фунгицидное действие против плесневых грибов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus niger*, серой гнили, фузариоза, поверхностных микозов и некоторых видов рода *Mucor* [5-7].

Эфирное масло мяты длиннолистной входит в состав средств, помогающих при лечении астмы, бронхитов, мигреней, нарушений пищеварения, укачиваний, болезней печени и мышц [4, 6].

Цель исследований – изучение способов повышения урожайности сырья и содержания в нем эфирного масла.

Работа выполнена в рамках НИР 10.4. Растениеводство. 148. Поиск, мобилизация и сохранение генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей в целях изучения, сохранения и использования биоразнообразия форм культурных растений.

«Мониторинг биоразнообразия, природной сырьевой базы и выявление перспективных видов, популяций лекарственных и ароматических растений в естественных местообитаниях, выведение высокопродуктивных сортов, использование экзогенной биорегуляции с целью максимального раскрытия адаптивного потенциала растений для создания новых фитопрепаратов» (№ 0576-2019-0007) Тема: 10.6. Защита и биотехнология растений.

#### Материалы и методы

В 2017-2018 годах ежегодно на участке агробиологии и селекции ВИЛАР во второй декаде мая проводилась посадка корневищ мяты длиннолистной в борозды на глубину 10-15 см на делянках площадью 7,2 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная. С целью определения урожайности сырья однолетние и двухлетние растения убирали в фазу бутонизации. Почвенная характеристика участка на опытном поле ВИЛАР (% на абсолютно сухое вещество): гумус – до 4,31%, общий азот 0,068-0,072%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,1%, K<sub>2</sub>O – 2,9-3,5%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 15,0%, Na<sub>2</sub>O – 1,4%, MgO – 1,0%, рН водная 6,1-6,4. Фенологические наблюдения за растениями, изучение биологических и хозяйственно - полезных признаков проводились по общепринятым методикам [8].

#### Схема опыта:

1. Контроль (обработка водой)
2. Однократная некорневая обработка в фазу бутонизации Силиплант (0,45л/га)
3. Однократная некорневая обработка в фазу бутонизации Силиплант (0,45л/га) + Циркон (35мл/га)
4. Однократная некорневая обработка в фазу бутонизации препаратом Циркон (35мл/га)

Повторная однократная обработка проводилась после первого укоса растений.

Силиплант – препарат с высоким содержанием кремния (6-7%) в доступной для растений форме. Кремний, входящий в состав Силипланта, активизирует синтез ауксинов, необходимых для роста корневой системы. Оптимизация кремниевого питания растений способствует увеличению биомассы корней, их объема, общей и рабочей адсорбирующей поверхности [9].

Циркон (0,1г/л гидроксикоричных кислот) – индуктор болезнеустойчивости (иммуномодулятор), корнеобразователь, обладает фунгицидным действием, обеспечивает защиту растений от засухи. Индуктор цветения и плодообразования [10].

Массовую долю эфирного масла определяли методом 1 гидродистилляции (по Гинзбергу), ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном

растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» по ГФ XIV [11].

Статистическую обработку результатов исследования определяли по Лакину [12].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**В 2017г. появление всходов отмечалось 12 апреля, начало цветения – 28 июня. В 2018г. появление всходов отмечалось 20 апреля, начало цветения – 22 июня** Нахождение растений основных фенологических фаз в большей степени влияла температура воздуха, чем количество выпавших осадков. При засушливых погодных условиях 2018 года после первого укоса повторное отрастание и бутонизация наступали раньше на 12-15 суток по сравнению с прохладной погодой в 2017 году. В 2018 году начало цветения растений отмечено 22 июня, а повторное отрастание начиналось на 12 суток раньше, чем в 2017 году (1 августа).

В ходе исследований было установлено, что урожайность растений мяты длиннолистной зависит от погодных условий года наблюдения. Средняя урожайность надземной массы, собранной в фазу бутонизации, в первом укосе не зависимо от условий года, колебалась в пределах 23,7-27 ц/га, то есть, несмотря на пониженные среднесуточные температуры в 2017 году, но при достаточном количестве влаги мята сформировала не меньший урожай, чем при засушливых условиях 2018 года.

Лучшие показатели наблюдались при использовании бинарной смеси микроудобрения Силиплант со стимулятором роста Циркон. Высота растений первого года вегетации превышала контроль на 14%, урожайность в первом укосе превышала контрольный вариант на 13% и на 21% во втором укосе (таблица). В данном случае важную роль также играет высокое количество выпавших осадков в период отрастания. **Применение бинарной смеси Силиплант + Циркон также позволило увеличить массовую долю листьев у растений первого и второго года вегетации на 9% и 9,2% соответственно сравнению с контролем.**

Таблица – Урожайность мяты длиннолистной в зависимости от использования препаратов Циркон и Силиплант и года вегетации (средняя 2017-2018гг.)

Показатели урожайности	Вариант обработки							
	Контроль		Циркон		Силиплант		Циркон+ Силиплант	
	I г. в.	II г. в.	I г. в.	II г. в.	I г. в.	II г. в.	I г. в.	II г. в.
Высота растений, см	63±4,8	64±4,6	65±5,0	65±5,0	74±5,9	77±6,2	72±5,1	75±5,1
Урожайность сухого сырья 1 укос, ц/га	23±1,6	24±1,5	24±1,6	24±1,8	26±1,9	27±2,0	26±2,0	27±2,0
Урожайность сухого сырья 2 укос, ц/га	19±1,2	19±1,2	20±1,4	20±1,9	22±1,4	23±1,3	23±1,2	24±1,4
Массовая доля листа, %	48±3,3	46,0±3,0	50,3±4,7	49,5±3,5	54,0±5,0	51,0±4,9	57,0±5,3	55,2±5,0

Согласно полученным данным, у растений мяты длиннолистной второго года вегетации урожайность сырья повышается в пределах ошибки опыта, а массовая доля листа незначительно понижается независимо от использованных препаратов (таблица).

Содержание эфирного масла в воздушно-сухом сырье мяты длиннолистной первого года вегетации в первом укосе в варианте контроля в период бутонизации достигало максимума 1,36%. Во втором укосе в контроле содержание эфирного масла понизилось до 1,16%, что может быть связано со снижением среднесуточных температур в этот период. **Содержание эфирного масла в сырье мяты длиннолистной второго укоса в среднем ниже на 0,1-0,2%, однако применение микроудобрения Силиплант и регулятора роста Циркон повышает этот показатель по сравнению с контролем на 0,6% (рисунок 1).**

В результате проведенных исследований выявлены различия в количественном содержании эфирного масла в сырье мяты длиннолистной в зависимости использованных препаратов. Применение регулятора роста Циркон повышает содержание эфирного масла в сырье на 0,2% по сравнению с контролем. А при обработке с бинарной смесью Силиплант + Циркон содержание эфирного масла в сырье первого укоса повышается уже на 0,5% (рисунок 1).

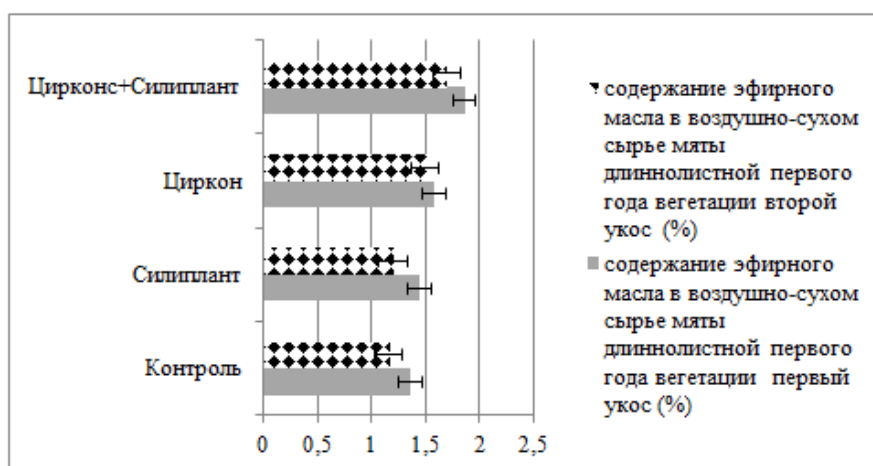
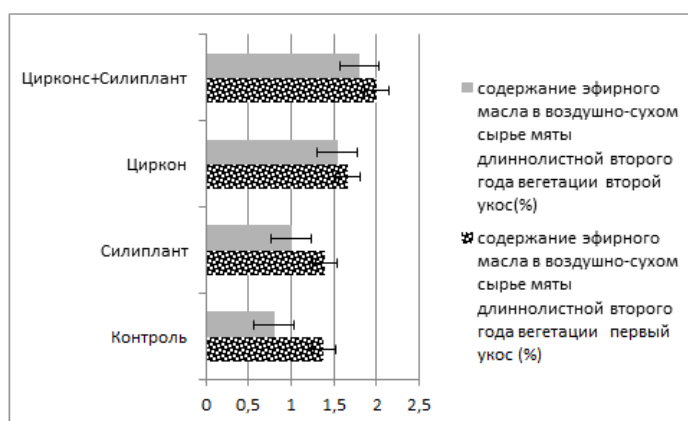


Рисунок 1 – содержание эфирного масла в воздушно-сухом сырье мяты длиннолистной первого года вегетации (2017-2018 гг.)

Содержание эфирного масла в сырье мяты длиннолистной второго года вегетации в первом укосе практически не превышает показатели первого года вегетации. При сравнении данных по содержанию эфирного масла в сырье мяты длиннолистной второго года вегетации во втором укосе можно отметить, что этот показатель снижается на 0,8 % (контроль), 0,2% (Силиплант), 0,04% (Циркон), 0,1% (Силиплант + Циркон) (рисунок 2).





---

---

Рисунок 2 – содержание эфирного масла в воздушно-сухом сырье мяты длиннолистной второго года вегетации (2017-2018 гг.)

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение росторегулятора Циркон или его бинарной смеси с микроудобрением Силиплант позволит эксплуатировать посадки второго года вегетации и проводить второй укос мяты длиннолистной без потери качества сырья.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований было установлено:

- для повышения урожайности сухого сырья рекомендуется использовать обработку растений мяты длиннолистной бинарной смесью Силиплант + Циркон однократно в фазу начала бутонизации;

- для повышения содержания эфирного масла в сырье следует проводить обработку растений бинарной смесью Силиплант + Циркон однократно в фазу начала бутонизации перед первым укосом и за 7-10 суток до второго укоса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.plantarium.ru/page/view/item/43871.html>
2. Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В.Н. *Mentha longifolia* (L.) — Мята длиннолистная. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). / М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл. – 2004: 135
3. Сидакова Т. М. Фармакогностическое изучение мяты длиннолистной (*Mentha longifolia* L.): Автореф. дисс. канд. фарм. наук. Пятигорск. – 2012: 1-14
4. Гребенникова О. А., Палий А.Е., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Mentha longifolia* L. // Ялта: Сборник научных трудов ГБНС. – 2018; 146: 146-152
5. Gibriel Y.A., Hamza A.S., Gibriel A.Y., Mohsen S.M. In vivo effect of mint essential oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* isolated from stored corn. // J. Food Saf. – 2011; 31: 445–451
6. Džamić A.M., Soković M.D., Ristić M.S Antifungal and antioxidant activity of *Mentha longifolia* (L.) Hudson (Lamiaceae) essential oil // Botanika Serbica. – 2010; 34 (1): 57-61.
7. Shah A.J., Bhulani N.N., Khan S.H. Calcium channel blocking activity of *Mentha longifolia* L. explains its medicinal use in diarrhoea and gut spasm // Phytother. Res. – 2010; 24: 1392-1397
8. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами под редакцией Хотина А.А. / Лекарственное растениеводство: Обзорная информация. / М.: ЦБНТИмедпром. – 1981; 1: 1-55
9. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системы почва-



- 
- 
- растение. Автореф. докт. дис. Пушино. – 2008: 1-35
10. Малеванная Н.Н. Циркон – иммуномодулятор нового типа. Циркон – природный регулятор роста растений. Применение в сельском хозяйстве. / М. – 2010: 3-9.
11. Государственная Фармакопея РФ XIV изд. / М. – 2018; 1, 2: ОФС.1.5.3.0010.15  
Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия. Издание четвертое, переработанное и дополненное. / М.: «Высшая школа». – 1990: 1-352



## EXOGENOUS METHODS OF INCREASING THE CONTENT OF ESSENTIAL OIL IN RAW MATERIALS OF MINT LONGIFOLIA

**Savchenko O.M**

Cand. Sc (Agricult.), Leading Researcher, Department of Agrobiolgy and Breeding, All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (VILAR), Moscow, Russia. 117216, Grina str., house7, build. 1. E-mail: swamprat@rambler.ru, phone 8 (495) 7121027, 8(495) 7121036

Long-leaf mint (*Mentha longifolia* (L.) Huds) is a promising source of medicinal raw materials for drugs with a wide range of antimicrobial and fungicidal activity. The yield and content of essential oil of long-leaf mint in the raw material processed by the growth regulator Zircon and micronutrient Siliplant were studied. To increase the yield of dry raw materials, it is recommended to use the treatment of mint plants with a long-leaf binary mixture of Siliplant + Zircon once in the budding phase. To increase the content of essential oil in the raw material should be treated with a binary mixture of plants Siliplant + Zircon once in the phase of budding before the first mowing and 7-10 days before the second mowing.

**Key words:** *Mentha longifolia* (L.) Huds., essential oil, non-root treatments, growth regulators, micronutrients

## РАЗЛИЧИЕ ПРОДУКЦИИ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР, ПОЛУЧЕННОЙ В МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

### **В.В. Носиков**

к.б.н., руководитель группы разработки новых методов анализа почв и растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» (Москва)

e-mail: [vl.litvinskiy@gmail.com](mailto:vl.litvinskiy@gmail.com)

### **В.А. Литвинский**

к.б.н., руководитель группы спектроскопии ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» (Москва)

Рост популярности в России продукции органического земледелия, в том числе эфирных масел требует аналитического метода для подтверждения аутентичности органической продукции и идентификации возможных фальсификатов. Предложено изучить возможность использовать с этой целью метод анализа отношений стабильных изотопов.

**Ключевые слова:** анализ отношений стабильных изотопов, эфирные масла, органическое земледелие

В настоящее время органическое земледелие в России приобретает все больший размах. Начиная с 2014 года, начали вступать в действие нормативные документы, регулирующие на территории России производство органической продукции, включая национальные и межгосударственные стандарты и принятый в августе 2018 года Федеральный закон №280-ФЗ «Об органической продукции...»

Таким образом, с каждым годом возрастает вероятность появления на рынке фальсификатов продукции органического производства, что делает поиск аналитического метода, позволяющего подтвердить аутентичность или идентифицировать фальсификат такой продукции, особенным актуальным.

Для органической продукции система земледелия, использовавшаяся при ее выращивании, является параметром, характеризующим аутентичность этой продукции, и информация о котором может быть намеренно искажена недобросовестными производителями с целью извлечения коммерческой выгоды. Так, например, стоимость одного и того же объема эфирных масел, полученных из растительной продукции, выращенной в органической системе земледелия может в несколько раз превосходить таковую для масел, полученных из сырья, выращенного в обычных интенсивных системах земледелия.

В релевантных естественнонаучных исследованиях широко применяют метод анализа отношений стабильных, неизлучающих изотопов.

Наиболее часто в этом виде анализа используют отношения стабильных изотопов углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ), азота ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ), водорода ( $^2\text{H}/^1\text{H}$ ), кислорода ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) и серы ( $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ).

Закономерные изменения отношений стабильных изотопов в циклах вышеперечисленных элементов позволяют выделить в составе относительно однородных групп биологических объектов диапазоны значений, однозначно присущие той или иной подгруппе объек-

---

---

тов, – изотопную подпись или изотопную сигнатуру.

Необходимо сказать, что на основе уже разработанных нормативных материалов метод анализа отношений стабильных изотопов широко используется в настоящее время рядом государственных служб и надзорных органов для контроля аутентичности и качества продукции. Так Роспотребнадзор использует этот метод для контроля качества соковой продукции, питьевой воды, растительных масел, мяса, чая, кофе, меда и ароматизаторов. Росалкогольрегулирование использует метод анализа отношений стабильных изотопов для контроля таких показателей, как апелласьоны вин, технологии производства спирта и отсутствия в винопродукции добавленного сахара. Главное управление по контролю за оборотом наркотиков МВД (а ранее ФСКН) использует вышеупомянутый аналитический метод для получения информации о регионе выращивания растительного сырья для производства наркотической продукции.

Одним из отличительных свойств органического производства является однозначный приоритет применения органических удобрений перед минеральными в ходе выращивания продукции. В то же время многочисленными исследованиями подтверждена достоверная разница изотопных подписей азота различных форм органических удобрений и минеральных солей (нитратов, солей аммония и мочевины).

Также рядом работ показано, что вышеупомянутое различие достоверно прослеживается и в изотопном составе азота продукции для ряда культур (овощные, зеленные и др.), выращенных с использованием строго одной или другой группы удобрений.

Таким образом, изотопная подпись азота сельскохозяйственной продукции может быть использована для подтверждения использования в процессе выращивания последней только минеральных или только органических азотных удобрений, и тем самым подтвердить или опровергнуть информацию производителя о выращивании этой продукции в системе органического земледелия.

Для контроля качества продукции органического земледелия с использованием метода анализа отношений стабильных изотопов в России в настоящее время отсутствует как нормативная, так и методическая база.

По этой причине в 2019 году группой разработки новых методов анализа почв и растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» начата работа по экспериментальной оценке возможности использования метода анализа отношений стабильных изотопов легких газообразующих элементов для однозначной идентификации аутентичной органической продукции и ее фальсификатов.

Полученный экспериментальный материал будет положен в основу методических разработок и нормативных материалов более высокого уровня для использования предлагаемого аналитического метода при контроле качества продукции органического земледелия в том числе эфирных масел.

---

---

# DISTINCTION OF PRODUCTS OF ESSENTIAL OIL CULTURES GROWN IN MINERAL AND ORGANIC SYSTEMS OF AGRICULTURE

## **V.V. Nosikov**

PhD in Biology, head of new soil and plant analyses development group, Pryanishnikov Institute of Agrochemistry (Moscow)

e-mail: [vl.litvinskiy@gmail.com](mailto:vl.litvinskiy@gmail.com)

## **V.A. Litvinskiy**

PhD in Biology, head of spectroscopy group, Pryanishnikov Institute of Agrochemistry (Moscow)

An increase of organic products popularity in Russia especially essential oils in demands an analytical method to prove an authenticity of these products and to identify the counterfeit. IRMS method is suggested as a solution to aforementioned issue.

*Key words:* IRMS, essential oils, organic agriculture.

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ И ЭКЗОГЕННАЯ МОБИЛИЗАЦИЯ ЕЕ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА

**Сушкова Л.О.**

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, 31а  
[mila\\_sushkova@bk.ru](mailto:mila_sushkova@bk.ru)

В статье рассмотрены возможности использования генетического потенциала мяты перечной как за счет использования методов селекции, так и за счет экзогенного воздействия на растение.

**Ключевые слова:** мята перечная, эфирные масла, ментол, экзогенная биорегуляция.

Современный мировой рынок эфирных масел представлен продукцией из разных уголков мира. Доля импорта российской продукции в мире довольно мала. Объем экспорта поддерживается за счет таких стран как: Казахстан, Беларусь, Узбекистан, Азербайджан, Польша, Латвия, Туркменистан, Грузия., при чем, большая часть приходится на первые две.

В нашу страну импортируется зарубежное масло преимущественно из Болгарии, США, стран Европы и Азии. Доля российского экспорта может вырасти при более пристальном рассмотрении вопроса применения новых технологий выращивания уже известных эфиромасличных культур, при этом не забывая о генетическом потенциале самой культуры и уже, в дальнейшем, мобилизации этого потенциала под влиянием экзогенных факторов.

В последнее время мята перечная принадлежит к экономически важным ароматическим и лекарственным растениям, выращиваемым во многих районах мира. На сегодняшний день существуют три крупнейших мировых производителя эфирных масел – США, Япония и Великобритания. США производят около 5 тыс. т. эфирных масел, из них на долю мятного приходится 1 тыс.т.[1]

Семейство Lamiaceae принадлежит к древнейшим традиционным лекарственным, пряно-ароматическим и кулинарным растениям. В диком виде растение произрастает во влажных полуосвещенных местах.

Растение имеет своеобразный резкий аромат, за что ответственен ментол – важный компонент эфирного масла мяты, представленный в разных изомерных формах, его предшественник ментон и пулегон, а также побочный продукт в цепи биосинтеза монотерпеноидов – ментофуран – отрицательно сказывающийся на парфюмерной оценке качества эфирных масел.. Теплый, жгучий и резкий вкус масла сопровождается ощущением свежести и прохлады, что позволяет использовать его как местный анальгетик, анестетик, при производстве зубных порошков, ополаскивателей для рта, конфет и жевательных резинок. Запах и вкус ощущается еще долгое время.

Вся надземная часть растения – ценный фармакопейный материал. Также используется в пищевой и ликеро-водочной промышленности. В медицине активно используют его как



---

---

спазмолитик.

Все эти способы использования масла мяты перечной заставляют ученых всерьез задуматься о биохимическом составе самой культуры, об ее потенциале. Известно, что существует генотипическая особенность культуры, но вместе с тем существует и хемотипическая. Возможность использовать и «сыграть» на одной из этих способностей открывает нам широкое поле для дальнейших научных исследований.

Видовое разнообразие помогает нам отойти от необходимости работать только с одной культурой, вместе с тем мы можем более углубленно изучить то или иное растение. Генетические ресурсы мяты перечной представляют дальнейший интерес для селекционного процесса при получении новых сортов. Технология производства мяты перечной и выращивания ее сортового разнообразия успешно протестирована как на юге нашей страны, так и в областях, где данная культура была интродуцирована с сохранением ее важнейших характеристик. Результаты многократно подтверждены патентами, статьями и научными докладами ученых, занимающихся данным вопросом.

Сорта мяты перечной, пригодные для получения сырья и дальнейшего использования в парфюмерной, медицинской и пищевой промышленности, создаются на основе различных гибридов *M. piperita* и при скрещивании *M. aquatica* с *M. spicata*. Причем доля генотипической изменчивости в общей изменчивости биохимических признаков – ментольности и содержанию эфирного масла – достаточно велика. Исследования подтверждают независимое наследование этих признаков и дают большие возможности для дальнейшей селекции в основном из-за получения генотипов с хорошим сочетанием данных признаков [2].

Вместе с тем особый интерес вызывает и возможность извне, экзогенно помочь растению накопить необходимые нам компоненты и вещества. Это могут быть и применяемые агрохимикаты, удобрения, мелиоранты, биологические препараты и рострегулирующие вещества.

Так с применением современных аналитических методов метаболомики интерес представляет изучение лекарственных растений и проведение сравнительного анализа основных компонентов метаболома в зависимости от регионов возделывания исследуемых культур [3]. Значительное внимание уделяют вопросам управления онтогенеза растительного организма и его биопродуктивности, которое достигается путем использования экзогенных факторов, способствующих повышению устойчивости растений к абиотическим и биотическим факторам, активизации физиологических и биохимических процессов. В свою очередь это позволяет выявлять новые аспекты биологической активности лекарственных растений, их лечебного действия и рекомендовать перспективные регионы возделывания культуры.

Ранее в своих исследованиях мы подробно останавливались на вопросах изменения компонентного состава эфирного масла мяты перечной под воздействием различных концентраций препарата рострегулирующего действия [4]. Сбор эфирного масла с единицы площади увеличился в 1,4-1,5 раз, изменились суммы содержания моно- и сесквитерпеновых углеводов. Это позволило утверждать, что экзогенное влияние возможно, его стоит учитывать, ведь борьба идет не только за компонентный состав, но и за увеличение выхода масла с единицы площади, а в отдельных случаях и за повышение урожайности самой культуры.

Остается только определиться с областью применения культуры и тогда станет понятно, что конкретно интересует в данной области и на что сделать упор. В фармацевтической промышленности интересен будет основной компонент – ментол. Парфюмеры будут бороться за идеальное соотношение компонентов и минимальное нахождение в смеси масла

---

---

ментофурана. На аптекарский лист используется само растение желательной высокой урожайности, ну а в производстве в целом интерес будет сосредоточен на экономической стороне вопроса - выходе продукции с единицы отбираемой площади и минимизации затрат на производство.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рынок сбыта эфирного масла в России [Электронный ресурс] / Электрон. дан. — М.: Студенческая библиотека онлайн (info {at} studbooks.net) © 2013 – 2019 — Режим доступа: [https://studbooks.net/940283/marketing/rynok\\_sbyta\\_efirnogo\\_masla\\_rossii](https://studbooks.net/940283/marketing/rynok_sbyta_efirnogo_masla_rossii), свободный. — Загл. с экрана.
2. Бугаенко Л.А. Схемы создания исходного материала для селекции мяты // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Серия: биологические науки. ГБОУВО РК «Крымский инженерно-педагогический университет», 2016; № 2: С. 23-29.
3. Сидельников Н.И. Экзогенная биорегуляция продуктивности лекарственных растений / М.: ОАО «Щербинская типография», 2016; 216 с., ил.
4. Сушкова Л.О., Дмитриев Л.Б., Литвинский В.А., Дмитриева В.Л. Изучение экзогенного влияния стимуляторов на обменные процессы терпеноидов мяты перечной // «Перспективы лекарственного растениеводства»: 1-2 ноября 2018 г. ВИЛАР. М., 2018; С. 64-68.

## GENETIC PECULIARITIES OF PEPPERMINT AND EXOGENOUS MOBILIZATION OF ITS ADAPTIVE POTENTIAL

**Liudmila O. Sushkova**

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia  
[mila\\_sushkova@bk.ru](mailto:mila_sushkova@bk.ru)

*Abstract:* The article discusses the possibilities of using the genetic potential of peppermint both through the use of breeding methods and through exogenous effects on the plant.

*Key words:* peppermint, essential oils, menthol, exogenous bioregulation.

## ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НОВЫХ ФОРМ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

### **Е.Н. Васильченко**

старший научный сотрудник отдела генетики и биотехнологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» (Воронежская область)

### **Е.О. Колесникова**

к.б.н., старший научный сотрудник отдела генетики и биотехнологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» (Воронежская область)

Представлены результаты проведения молекулярного RFLP-анализа новых форм сахарной свеклы. Рестриктивный анализ амплифицированных фрагментов позволил выявить полиморфизм в межгенном спейсере хлоропластного генома, который ассоциирован со стерильной цитоплазмой у сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, ЦМС, ДНК-анализ, ДНК-праймер, рестриктаза.

### *ВВЕДЕНИЕ*

Сахарная свекла (*Beta vulgaris L.*) – это важнейшая техническая культура, возделываемая в зонах умеренного климата, главной ценностью которой является высокое содержание сахарозы. Проводимые с *Beta vulgaris L.* селекционно-генетические работы направлены в основном на повышение продуктивности, устойчивости к различным биотическим и абиотическим стрессовым факторам. Медленные темпы классической селекции связаны с такими характеристиками сахарной свеклы как высокая гетерозиготность, перекрестная опыляемость и двухлетний цикл развития. В настоящее время открывается реальная перспектива получения новых гибридов принципиально новыми методами. К ним относятся генетическая инженерия, мутагенез, гаплоидия. С помощью этих подходов начато решение практических задач по получению форм сахарной свеклы с повышенной сахаристостью, устойчивостью к болезням и вредителям, а также по созданию гомозиготного материала [1].

Для выявления новых генетических рекомбинаций и включения созданных линий в селекционный процесс необходима молекулярно-генетическая оценка растений-регенерантов сахарной свеклы в культуре *in vitro*.

Развитие методов молекулярной биологии в большей мере позволяет решить данную задачу. Используя ДНК-маркеры, можно проводить отбор на искомый селекционный признак, например, признак цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и контролировать передачу генетической информации от донорских растений [2].

В популяциях сахарной свеклы, как и у многих других видов растений, встречаются формы, обладающие мужской стерильностью. Это очень важный для селекции признак, дающий возможность экономить время и средства, избегая очень трудоёмкого процесса кастрации гермафродитных цветков при гибридизации [3].

Стерильность цитоплазмы у растений сахарной свеклы обусловлена изменением нуклеотидной последовательности в митохондриальном и хлоропластном геномах. Выявление форм с ЦМС считается актуальной задачей, поскольку данный признак является весьма ценным, облегчающим решение задач селекционеров при формировании родительских пар и получении гибридов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследований использовали селекционные материалы лаборатории ЦМС и лаборатории исходного материала ФГБНУ ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова. Объектами исследования были дигаплоидные растения-регенеранты *Beta vulgaris L.*, культивируемые в условиях *in vitro*. Для получения препаратов тотальной ДНК использовался метод с применением ЦТАБ-буфера. Амплификацию ДНК проводили в автоматическом режиме в термоциклере «ДНК-технологии». Для визуализации выявленных ампликонов проводили электрофорез в 1% агарозном геле с добавлением бромистого этидия. Для определения длины ампликона использовали стандартные маркеры с диапазоном от 100 до 1000 п.н. с шагом 200 пар нуклеотидов [4]. Амплификацию фрагментов ДНК, содержащих тандемные повторы, осуществляли с использованием 5 пар праймеров: (AB-18Fw - AB-18Rv, cox2-cox1 f - cox2-cox1 r, Gf - Gr, SvulgF - SvulgR, E+G). Данные праймеры комплиментарны межгенному спейсеру хлоропластного генома сахарной свеклы и содержат специфические сайты рестрикции. Рестриктивный анализ осуществляли с использованием рестриктаз Hind III и Alu I [5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В ходе экспериментальных исследований было установлено, что для проведения реакции рестрикции по полиморфизму в межгенном спейсере внутри хлоропластного генома дигаплоидных линий сахарной свеклы из 5 пар праймеров информативными оказались только 2 пары. Сайты рестрикции наблюдались только в случае, когда в качестве матрицы использовали ПЦР продукты праймеров SvulgF – SvulgR, E+G.

Полученные электрофореграммы амплифицированных участков ДНК сахарной свеклы показали наличие и отсутствие ампликонов при RFLP-анализе с рестриктазой Hind III (рис. 1).

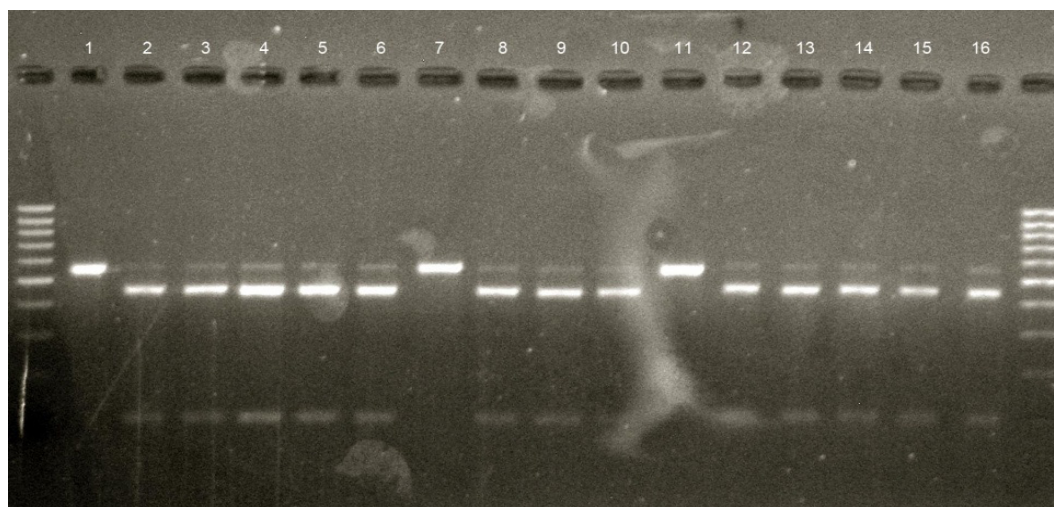


Рисунок 1 - Электрофореграмма продуктов рестрикции ампликонов, полученных с исполь-



---

---

зованием праймеров SvulgF - SvulgR рестриктазой Hind III

М – маркеры длин фрагментов 1031-80 пн., 1-16 - номера образцов

В случае рестрикции ампликонов пары SvulgF - SvulgR праймеров рестриктазой Hind III наблюдалось наличие 2 рестриктов ( $\approx 450$  пн. и 110 пн.) в образцах 2-6, 8-10 и 12-16, в образцах 1, 7, 11 продукты рестрикции не были выявлены.

Аналогичная картина наблюдалась также при использовании в качестве матрицы ампликонов пары E+G праймеров (рис.2).

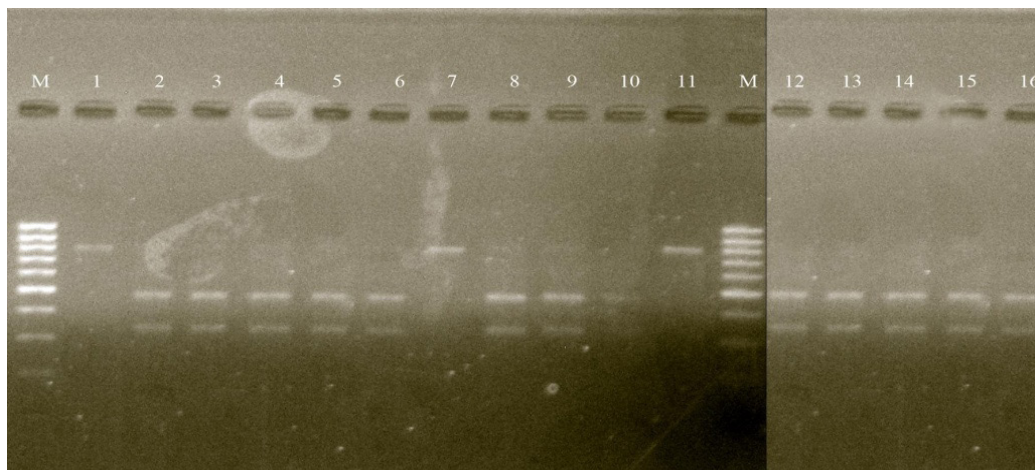


Рисунок 2 - Электрофореграмма продуктов рестрикции ампликонов, полученных с использованием праймеров E+G рестриктазой Hind III

М – маркеры длин фрагментов 1031-80 пн., 1-16 - номера образцов

В образцах 2-6, 8-10 и 12-16 было обнаружено 2 рестрикта ( $\approx 490$  пн. и 320 пн.), в образцах 1, 7, 11 продукты рестрикции не наблюдались.

Схожая ситуация была выявлена при использовании другой рестриктазы – Alu I (рис.3, 4).

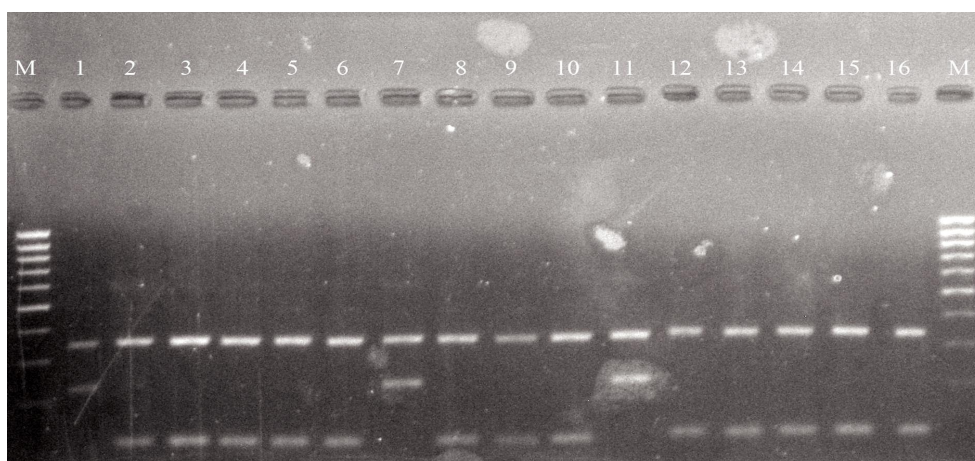


Рисунок 3 – Электрофореграмма продуктов рестрикции ампликонов полученных с исполь-



---

---

зованием праймеров SvulgF – SvulgR

рестриктазой Alu I

М – маркеры длин фрагментов 1031-80 пн., 1-16 - номера образцов

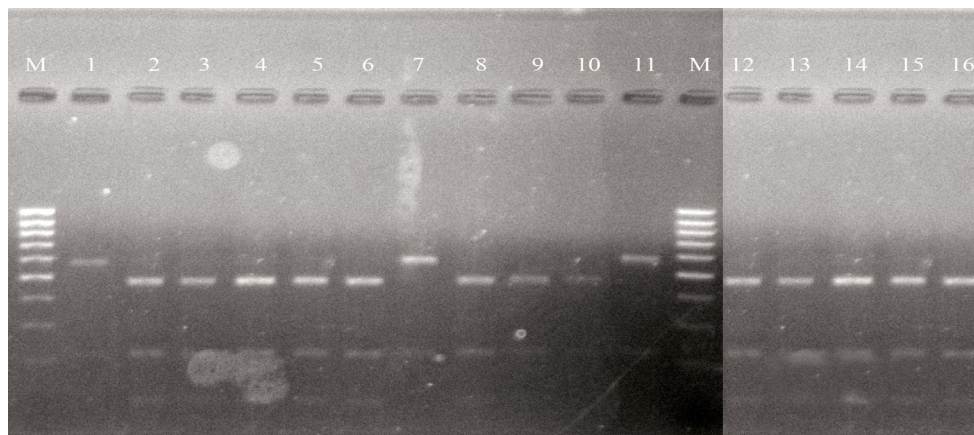


Рисунок 4 – Электрофореграмма продуктов рестрикции ампликонов полученных с использованием праймеров E+G рестриктазой

М – маркеры длин фрагментов 1031-80 пн., 1-16 - номера образцов

В случае рестрикции ампликонов праймерами SvulgF – SvulgR и E+G рестриктазой Alu I образцы 1, 7, 11 не подвергались реакции рестрикции, а в остальных образцах наблюдался полиморфизм фрагментов.

Полученные данные свидетельствовали, что линии №№ 1, 7, 11, которые не подвергались реакции рестрикции, были представлены полностью фертильными формами - нормальная цитоплазма (N) и ядерные гены в рецессивном состоянии (rf). В остальных образцах наблюдался полиморфизм фрагментов, что, по-видимому, предполагало наличие стерильной цитоплазмы (S) и различное сочетание рецессивных и доминантных ядерных генов (RF, Rf, rF).

Выявление полиморфизма в хлоропластном геноме изучаемых генотипов сахарной свеклы явилось заключительным этапом трехлетнего процесса создания 3 гомозиготных дигиплоидных линий сахарной свеклы. Отобранный материал был размножен в культуре *in vitro*, укоренен и переведен в условия закрытого грунта [6].

Биоморфологическое изучение отобранных форм показало соответствие данных, полученных с помощью молекулярно-генетического анализа, данным фенотипического исследования, при высокой выравненности растений в пределах каждой линии. Различия по интенсивности развития и морфологическим признакам наблюдались лишь между линиями.

## ВЫВОДЫ

В результате эксперимента была обоснована эффективность молекулярного RFLP-анализа с использованием рестриктаз Hind III и Alu II, для выявления полиморфизма в межгенном спейсере хлоропластного генома, который ассоциирован со стерильной цитоплазмой у сахарной свеклы. Созданы 3 дигиплоидные линии сахарной свеклы, различающиеся по типам цитоплазмы с различным сочетанием рецессивных и доминантных генов. Это имеет большое значение для селекции сахарной свеклы при создании линий с ЦМС и

---

---

формировании высокопродуктивных гибридов на стерильной основе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Захарченко Н.С., Каляева М.А., Бурьянов Я.И. Техника генетической трансформации разных сортов сахарной свеклы // Физиология растений.- 2000; 47(1): 156-79.
2. Хавкин Э.Е. Молекулярные маркеры в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. -1997; 5: 136-15.
3. Owen FV. Mendelian male sterility in sugar beets// Proc Am Sugar Beet Technol.- 1952; 7: 568- 432.
4. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissue // Plant Molecular Biology.- 1985; 5: 120 -70.
5. Beckmann J.S., Soller M. Restriction fragment length polymorphisms in genetic improvement: methodologies, mapping and costs // Theor. Appl. Genet. – 1983; 67: 89-37.
6. Васильченко Е.Н., Жужжалова Т.П., Ващенко Т.Г., Колесникова Е.О. Технология создания реституционных линий сахарной свеклы // Вестник ВГАУ. – Воронеж - 2018; 1 (56): 254-45.

## STUDY OF GENETIC PECULIARITIES OF NEW SUGAR BEET FORMS

### **E.N. Vasilchenko**

senior research officer of the genetics and biotechnology department Federal State Budgetary Scientific Institution “The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar” (Voronezh region)

### **E.O. Kolesnikova**

biological science candidate, senior research officer of the genetics and biotechnology department Federal State Budgetary Scientific Institution “The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar” (Voronezh region)

The results of molecular RFLP-analysis new of sugar beet forms are presented. Restrict analysis of amplified fragments has allowed revealing of polymorphism in intergenic spacer of chloroplast genome which is associated with sterile cytoplasm in sugar beet.

**Key words:** sugar beet, CMS, DNA-analysis, DNA-primer, restrictase.

# ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИСТЬЕВ ПЛЮЩА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАГОТОВЛЕННЫХ В КРЫМУ

**А.А.Солодухина**

аспирант 2го года обучения Воронежского Государственного Университета (Воронеж)

*e-mail: ania.soloduhina@yandex.ru*

**А.А. Гудкова**

к.фарм.н., доцент Воронежского Государственного Университета (Воронеж)

**Т.А.Брежнева**

к.фарм.н., доцент Воронежского Государственного Университета (Воронеж)

**А.И.Сливкин**

д.фарм.н., профессор Воронежского Государственного Университета (Воронеж)

Воронежский государственный университет,

394018, Воронеж, Университетская площадь, д. 1, Российская Федерация

Изучены морфолого-анатомические особенности листьев плюща обыкновенного, заготовленных в Крыму. Установлено, что в зависимости от типа листа варибельности подвергаются кристаллические включения, устьица и клетки колленхимы черешка.

**Ключевые слова:** листья плюща обыкновенного, микроскопический анализ, морфолого-анатомические признаки

## ВВЕДЕНИЕ

В РФ зарегистрированы и разрешены к применению ряд лекарственных препаратов плюща: Геделикс, Проспан, Бронхипрет и др., обладающие отхаркивающим, муколитическим и спазмолитическим действием. Растительным сырьем для производства фитопрепаратов плюща являются высушенные листья (*Folia Hederae helicis*), содержащие до 10% сапонинов. Растение включено в фармакопеи многих европейских стран, в России же на настоящий момент неофициально. Можно предположить, что вопрос о разрешении к применению в РФ в качестве официального лекарственного растительного сырья листьев плюща вьющегося (обыкновенного) (*Hedera helix L.* семейства *Araliaceae*) дело недалекого будущего. В этом случае актуальность приобретают исследования по стандартизации растительного сырья плюща, в частности, определение подлинности его листьев как один из первичных этапов стандартизации.

*Целью* исследования являлось описание характеристик подлинности листьев плюща по морфологическим и анатомическим признакам.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись высушенные цельные листья плюща обыкновенного (*Folia Hederae helicis*), заготовленные самостоятельно с молодых бесплодных, а так же со взрослых цветonoсных побегов плюща (растение характеризуется диморфизмом листьев и гетерофилией) в фазу цветения в сентябре 2018 года в Крыму.

Описание внешних признаков листьев плюща проводили визуально и с помощью лупы (увеличение  $\times 10$ ), размеры устанавливали с помощью линейки.

Микроскопическое исследование сырья проводили с использованием микроскопа Биомед 6.0 с увеличением  $\times 40$ ,  $\times 100$ ,  $\times 400$  и в соответствии с требованиями ОФС.1.5.3.0003.15 ГФ XIV «Техника микроскопического и микрохимического исследования лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» [1]. Изучаемые объекты просветляли посредством кипячения на протяжении 3-5 минут в 5% растворе натрия гидроксида. Для изучения строения черешков и главной жилки делали поперечные срезы, используя свежезаготовленное сырье. Одревесневшие оболочки клеток выявляли обработкой препаратов 1% раствором флороглюцина и 25% раствором серной кислоты [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На начальном этапе изучали внешние характеристики растительного сырья. Сырье представляло собой длинночерешковые, плотные, кожистые листья с цельными краями. Листья со стерильных побегов - трехлопастные, темно-зеленые, длиной 5 см и шириной 6 см, с сердцевидным основанием; с репродуктивных побегов - продолговато-яйцевидные, длиной 8 см и шириной 6 см, с округлым основанием. С нижней стороны более светлые. Жилки белого цвета, более ярко выражены у лопастных листьев. Жилкование пальчато-нервное. Запах отсутствует, вкус горьковатый (рис.1).

На основании проведенного микроскопического анализа было установлено, что исследуемые объекты имеют сходное анатомическое строение, но можно было отметить и ряд отличительных признаков (рис.2-6, табл.1).

В мезофилле листа присутствует большое количество друз оксалата кальция (диаметр от 56 мкм у лопастных до 102 мкм у продолговато-яйцевидных листьев), частота встречаемости (ув. $\times 40$ ) составила 14 в поле зрения микроскопа (рис.2).

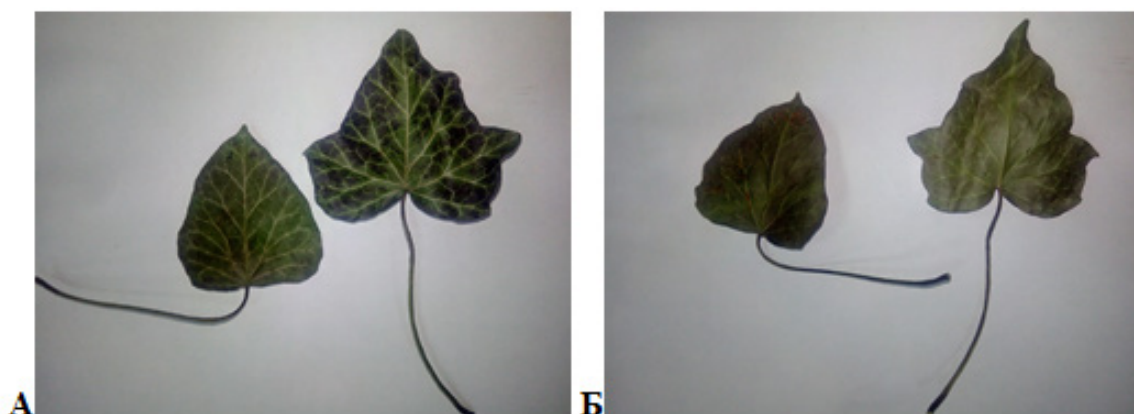


Рисунок 1 - Внешний вид высушенных листьев плюща А – верхняя сторона; Б – нижняя сторона



Устьица округлой формы (диаметр 91.5 мкм у продолговато-яйцевидных и 97 мкм у лопастных листьев), многочисленные, анизокитного типа (оказаны тремя околоустьичными клетками разного размера). В поле зрения микроскопа (ув.х100) – 34 устьица у продолговато-яйцевидных и 11 у лопастных листьев (рис.2). По жилкам листа присутствуют редкие призматические кристаллы оксалата кальция, а также секреторные ходы с бурым содержимым.

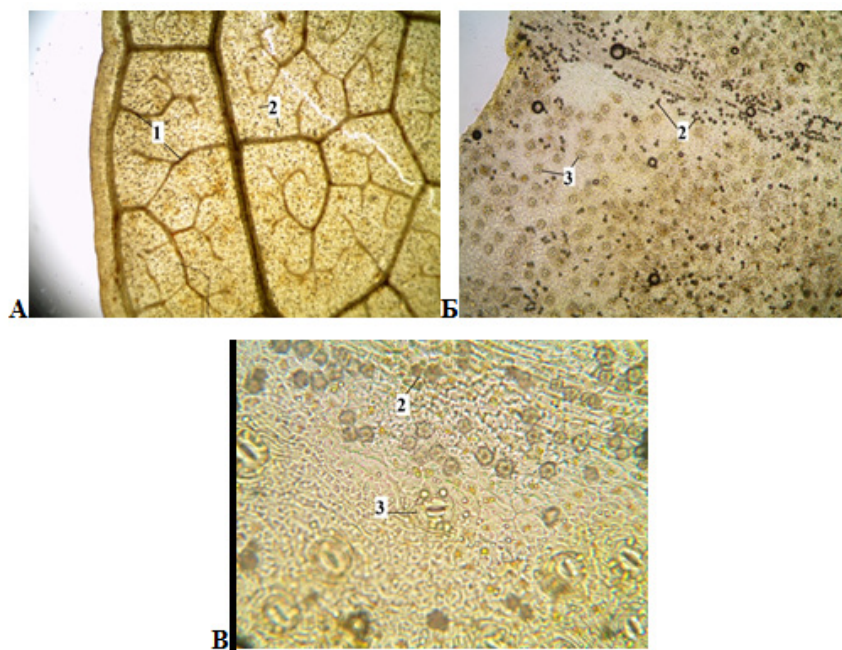


Рисунок 2 - Фрагмент листовой пластинки плюща А - ув.х 40, Б – ув.х 100,

В- ув.х 400: 1 – секреторные ходы, 2 – друзы оксалата кальция, 3 – устьица

Клетки эпидермиса с верхней стороны листа округлые, с ровной кутикулой (диаметр 59 мкм у продолговато-яйцевидных и 56 мкм у лопастных листьев), с нижней стороны листа - сильно извилистые, вытянутые (длина 185 мкм у лопастных и 188 мкм у продолговато-яйцевидных листьев), с четко заметными утолщениями стенок (рис.3).

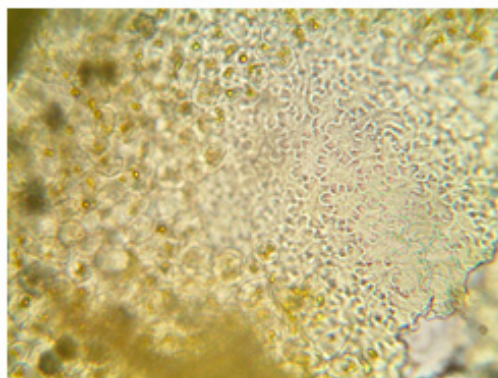


Рисунок 3 - Эпидермис нижней стороны листа плюща (ув.х400)

На поперечном срезе листа заметны мелкие клетки эпидермиса с довольно плотными стенками. Клетки паренхимы мезофилла крупные, в них встречаются друзы оксалата каль-



ция, как очень мелкие, так и крупные. При этом друзы сгруппированы как вдоль всего среза, по периметру, так и вокруг проводящих пучков. На срезе через главную жилку (на главной лопасти листа) визуализируется один крупный проводящий пучок, окруженный слоем механических волокон (склеренхима). При этом в очертании он имеет округлую форму (рис.4).

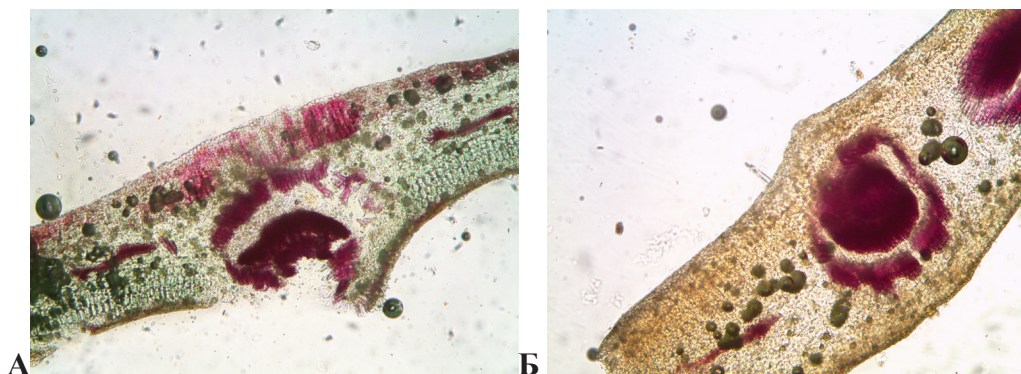


Рисунок 4 - Поперечный срез через жилку главной лопасти листа плюща после окраски лигнифицированных элементов флороглюцином (ув.х100) А – лопастный лист, Б – продолговато-яйцевидный лист

При рассмотрении поперечного сечения медиальной части черешков выявлено их характерное округлое очертание. Клетки эпидермиса черешка мелкие, овальной формы, сильно кутиinizированы с поверхности. Проводящие элементы представлены одним крупным коллатеральным пучком, пучок армирован склеренхимными волокнами, образующими практически непрерывный тяж. Проводящие элементы располагаются по центру, при этом киселемная часть преобладает по объему (рис.5).

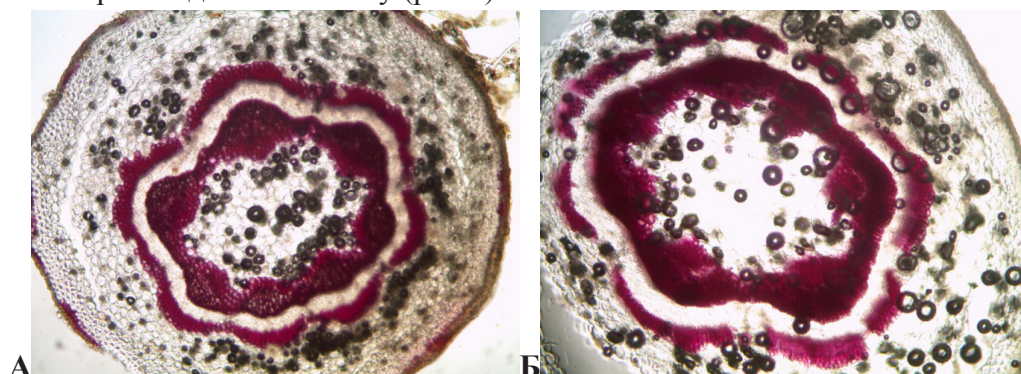


Рисунок 5 - Поперечный срез черешка листа плюща.

А – лопастный лист, Б – продолговато-яйцевидный лист (ув.х100)

Сердцевина черешка также состоит из паренхимных клеток (диаметром 186.4 мкм у лопастных и 185 мкм у продолговато-яйцевидных листьев). Клетки колленхимы уголкового типа (диаметр 143 мкм у продолговато-яйцевидных и 116.5 мкм у лопастных листьев) (рис. 6).

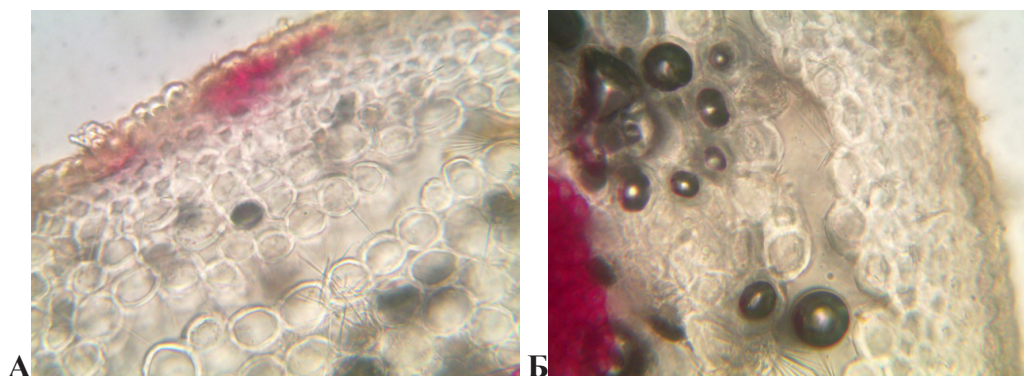


Рисунок 6 - Колленхима черешка листа плюща.

А – лопастный лист, Б – продолговато-яйцевидный лист (ув.х400)

Таким образом, мы наблюдаем вариабельность некоторых исследуемых микродиагностических признаков в зависимости от типа листа плюща обыкновенного (табл.1).

Таблица – Сравнительная характеристика микродиагностических особенностей лопастных и продолговато-яйцевидных листьев плюща обыкновенного

Диагностический признак	Размер, мкм	
	Продолговато-яйцевидный лист	Лопастный лист
Эпидермис верхней части листа	59±3	56±2
Эпидермис нижней части листа	188±22	185±18
Друзы оксалата кальция	102±22	57±2
Частота встречаемости друз (ув. х40)	14	14
Устьица	91.5±5	97±4
Частота встречаемости устьиц (ув.х100)	34	11
Колленхима черешка	143±3	116.5±5
Паренхима черешка	186.4±6	185±4

## ВЫВОДЫ

В ходе исследований охарактеризованы морфологические особенности лопастных и продолговато-яйцевидных листьев плюща обыкновенного. Обнаружены некоторые отличия макро- и микроскопических признаков.

Проанализированы основные анатомические признаки лопастных и продолговато-яйцевидных листьев плюща, визуализированы основные диагностические признаки. Показано, что вариабельности анатомических признаков в зависимости от типа листа подвергаются кристаллические включения, устьица и клетки колленхимы черешка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации XIV изд. в 4 т. / М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации. – 2018.

---

---

# STUDYING OF THE MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL FEATURES OF IVY'S LEAVES PREPARED IN CRIMEA

## **A.A.Solodukhina**

Postgraduate student of the 2nd year of study at Voronezh State University (Voronezh)  
e-mail: ania.soloduhina@yandex.ru

## **A.A. Gudkova**

Ph.D., Associate Professor of Voronezh State University (Voronezh)

## **T.A.Brezhneva**

Ph.D., Associate Professor of Voronezh State University (Voronezh)

## **A.I. Slivkin**

Ph.D. Professor, Voronezh State University (Voronezh)  
Voronezh State University,  
1, Universitetskaya pl., Voronezh, 394018, Russia

**Abstract:** morphological and anatomical features of ivy's leaves harvested in the Crimea were studied. It has been established that depending on the type of leaf the crystalline inclusions, the stomata and the collenchyme stem cells are different.

Keywords: ivy leaves, microscopic analysis, morphological and anatomical signs



# МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ РОДА *ALLIUM* L. КОЛЛЕКЦИОННОГО ПИТОМНИКА ФНЦО

## **Т.М. Середин**

к.с.х.н., старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО (Московская область); e-mail: [timofey-seredin@rambler.ru](mailto:timofey-seredin@rambler.ru)

## **А.Ф. Агафонов**

к.с.х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО (Московская область)

## **В.В. Шумилина**

к.с.х.н., научный сотрудник отдела овощных культур ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им.Н.И.Вавилова (г.Санкт-Петербург)

## **Е.В. Баранова**

к.с.х.н., научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО (Московская область)

## **Т.Е. Шевченко**

научный сотрудник лаборатории новых технологий ФГБНУ ФНЦО (Московская область)

Проведена оценка, установлены видовые различия в уровне накопления микроэлементов пяти видов луковых культур: чеснок озимый, рокамболь, лук многоярусный, лук афлатунский, лук краснеющий. Выявлено, что помимо высокого содержания калия, кальция и фосфора растения рода *Allium* L. являются также хорошими источниками железа, кремния, цинка, которые так необходимы для организма человека.

*Ключевые слова:* луковые культуры, микроэлементы, элементный состав, коллекционный питомник

Улучшение качества овощей было и остаётся одним из главных приоритетов селекции овощных культур в России, наряду с урожайностью и устойчивостью к болезням и вредителям.

Для селекции важным является вопрос качество продукции, а также необходимость улучшения полноценности питания человека за счёт потребления овощей, богатых полезными минеральными веществами. В этом плане представляют ценность овощи - накопители таких химических элементов как калий, кальций, магний, фосфор, натрий, железо, цинк, марганец и ряд других [1, 2, 3].

Наши исследования по луковым культурам позволят дополнить достаточно мало изученные аспекты о накоплении химических элементов растениями рода *Allium* L. применительно к задачам селекции на качество продукции.

Среди продуктов питания растения представляют наиболее важный источник эссенци-

альных элементов для человека, т.е. жизненно важные вещества. В связи с этим уровень поступления макро- и микроэлементов овощей в организм является одним из ключевых факторов, определяющих здоровье человека. Прямая корреляция между продолжительностью жизни населения разных стран мира и потреблением овощей, в определённой степени связана с показателями макро- и микроэлементного статуса человека [4].

Таблица 1 – Биологическое действие макро- и микроэлементов овощных культур (по данным Голубкиной, 2010)

Элемент	Овощная культура	Биологическое действие
Медь	Огурцы, зеленные, соя, <b>чеснок</b>	участвует в кроветворении, формировании костной ткани, стенок сосудов, противовоспалительный компонент
Кобальт	Бобовые, <b>чеснок</b> , петрушка, перец, салат	Активизирует образование гормонов щитовидной железы, нейропротектор, антигипоксическое средство
Кремний	Топинамбур, картофель, свёкла, лук зелёный, <b>чеснок</b> , редис, редька, ревень	Улучшает усвоение кальция, кардиопротектор, предотвращает развитие остеопороза, участвует в синтезе соединительной ткани
Селен	<b>Чеснок</b> , соя, брокколи, капуста брюссельская	участие в метаболизме йода, антиканцероген, выводит тяжёлые металлы из организма
Йод	Соя, лук, <b>чеснок</b>	Участие в выработке тиреоидных гормонов, обмене белков, жиров, углеводов, кальция, магния
Германий	<b>Чеснок</b> , лук, бобы, томаты	Поддержание иммунитета, антиканцероген, участие в формировании костной ткани

Задачей настоящего исследования было: оценка сортов и коллекционных образцов луковых культур по уровню накопления микро- и макроэлементов в продукции.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в полевых условиях Московской области на базе ОПБ ФНЦО в 2013 - 2018 годах на одиннадцати сортах чеснока озимого: Заокский, Дубковский, Демидов, Людмила, Поднебесный, Репликант, Сармат, Скорпион, Стрелец, Одинцовский Юбилейный, Юбилейный Грибовский; на трех коллекционных образцах рокамболя (лука причесночного); трех коллекционных образцах лука многоярусного; трёх коллекционных образцах черемши, пяти коллекционных образцах лука афлатунского и одном сорте лука краснеющего Чародей.

Луковые культуры выращивали на дерново-подзолистой почве. Содержание гумуса составляет 2,5-3,2% по Тюрину. Объёмная масса почвы в слое 0-20 см составляет 1,05 г/м<sup>3</sup>, полная влагоёмкость 119 мм.

Деляночные опыты в открытом грунте были заложены на участках, подготовленных по обычной для луковых культур агротехнике. Исследования проводили согласно принятым методикам [5, 6]. Элементный состав в продуктовых органах (K, Mg, Ca, P, Na, Fe, Si, Zn, Mn, B, Cu, Al, Ni) устанавливали после высушивания и гомогенизирования образцов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) на квадрупольном масс-спектрометре Nexon 300D в Центре Биотической Медицины.

Уровни потребления элементов со 100 г свежей продукции луковых культур рассчитывали, используя показатель содержания сухого вещества в растениях.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ:

Важность овощей как источников химических элементов для человека (Rezanka&Sigler, 2008) явилась основанием для получения средних показателей их содержания в продукции растений рода *Allium* L. (табл.2).

Таблица 2 – Среднее содержание макро- и микроэлементов (мг/100г) в растениях рода *Allium* L. (по данным Середина и др., 2013-2018 годы)

Элемент	Чеснок озимый (луковицы)	Чеснок озимый (листья)	Рокамболь (луковицы)	Лук многоярусный (листья)	Лук афлатунский (луковицы)	Лук красноощ. (листья)
Кальций	3531,2	8463	1424	5202	1265	55401
Калий	8681,2	22898	25502	20738	16625	12591
Фосфор	3215,2	3018	3318	7223	3496	2154
Магний	564,1	1599	813	1677	686	4760
Натрий	29,2	173,5	44,1	89,6	364	78,6
Железо	21,6	143,7	81,8	113,1	25,5	358
Кремний	17,3	18,2	12,3	25,8	17,3	16,5
Цинк	12,3	15,8	15,8	28,9	29,5	8,53
Марганец	6,7	11,4	9,4	17,9	11,52	42,45
Бор	4,8	16,9	11,9	20,7	4,6	53,9
Медь	2,3	3,15	2,5	6,2	14,1	4,5
Алюминий	5,11	110,4	2,3	36,85	1,8	341
Никель	0,2	1,34	0,5	0,43	0,9	3,4
Кобальт	0,007	0,09	0,01	0,03	0,01	0,287
Йод	0,02	1,14	0,02	0,06	0,2	0,132
Мышьяк	0,003	0,05	0,01	0,03	0,01	0,164
Хром	0,02	1,012	0,55	0,25	0,22	2,12
Олово	0,009	0,07	0,01	0,35	0,03	0,03
Литий	0,003	0,21	0,04	0,06	0,01	0,3

Анализируя полученные данные необходимо отметить, что лук красноющий по сравнению с другими растениями рода *Allium* L. накапливает в своем составе в восемь и более раз кальция, железа, магния и марганца. Эти наблюдения могут повлиять на возможность использования лука красноющего в виде питательного зелёного лука. Сорта и коллекционные образцы, изучаемые нами, обладают различной способностью накапливать в луковицах определённые химические элементы.

В результате проведённых нами исследований по 20 химическим элементам в экосистемах с обычным антропогенным воздействием установлено, что элементы могут накапливаться в растениях рода *Allium* L. в различных концентрациях (табл 3, 5).

Изучаемые элементы по степени концентрации в изучаемых образцах размещаются, в среднем, в следующий ряд в порядке убывания:

Чеснок озимый (луковица): K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Cu>Al>Ni

Чеснок озимый листья: K>Ca>Mg>P>Fe>Al>Na>Mn>B>Si>Zn>Ni>Cr>Li>I>V>Co>As>Sn.

Рокамболь (луковица): K>P>Ca>Mg>Fe>Na>Zn>Si>B>Mn>Cu>Sr>Al>

Cr>Ni>V>Cd>Li>I>Co>As>Pb>Sn>Hg.

Лук многоярусный (листья): K>P>Ca>Mg>Fe>Na>Al>Zn>B>Mn>Cu>Ni>Sn>Cr>I>Li>As>V>Hg;

Лук афлатунский (луковица): K>Ca>P>Mg>Na>Zn>Fe>Si>Cu>Mn>B>Sr>Al>Ni>Cr>I>Cd>Sn>Pb>Li>Co>As>V>Hg;

Лук краснеющий (листья): Ca>K>Mg>P>Fe>Al>Na>B>Mn>Si>Zn>Cu>Ni>Cr>V>Pb>Li>Co>I>As>Cd>Sn>Hg.

Более подробно хотелось бы остановиться на чесноке - второй культуре после лука репчатого из всех луковых культур. Чеснок озимый – природный антибиотик, широко известны его лекарственные, пищевые свойства. В настоящем исследовании мы дополняем данные по минеральному составу чеснока озимого сортов отечественной селекции.

Таблица 3 – Содержание макроэлементов в чесноке озимом, 2013 - 2014 годы

Сортообразец	мг/кг, сырой массы				
	Ca (кальций)	P (фосфор)	K (калий)	Na (натрий)	Mg (магний)
Богатырь	211,4±52,1	173,9±17,2	498,3±12,2	28,01±3,45	282,9±35,2
Заокский	227,8±28,3	150,7±15,6	533,9±47,3	30,67±3,72	256,8±32,3
Поднебесный	225,8±27,1	156,3±15,8	482,7±50,6	27,67±2,4	<b>290,2±34,1</b>
Одинцовский Юбилейный	<b>253,9±32,1</b>	<b>177,2±17,9</b>	<b>533,2±27,5</b>	27,52±2,1	287,17±42,3
Репликант	228,6±31,3	162,5±16,2	465,3±37,1	25,05±1,7	289,02±39,7
Сармат	210,8±36,2	158,4±15,2	477,6±26,1	28,6±2,4	271,12±38,4
Демидов	212,4±29,2	160,8±15,6	446,4±26,3	27,53±2,1	271,05±44,1
Юбилейный Грибовский St	<b>228,2±34,1</b>	<b>136,6±12,6</b>	<b>394,4±24,7</b>	<b>66,5±5,3</b>	<b>262,5±37,1</b>
Дубковский	121,1±18,4	<b>177,6±17,4</b>	462,9±31,2	31,89±3,9	218,38±37,2
Стрелец	157,2±17,4	149,6±14,3	429,2±29,7	23,9±1,82	226,1±18,1

В наших исследованиях за стандарт в исследованиях по чесноку озимому был взят сорт Юбилейный Грибовский.

Основная часть сортов содержала близкие к стандарту концентрации кальция, но необходимо отметить, что выделился сорт Одинцовский Юбилейный по накоплению кальция, а также фосфора.

Лидером по накоплению магния является сорт Поднебесный и превосходит стандарт на 10%. Как известно магний необходим для активности ряда ключевых ферментов, обеспечивающих метаболизм человека, также участвует в поддержании нормальной функции нервной системы и мышцы сердца [7]. Надо сказать, что сорт Дубковский, являясь активным накопителем фосфора, значительно уступает стандарту по содержанию магния на 17%. Фосфор принимает участие во всех процессах жизнедеятельности организма, участвует также в регуляции обмена веществ [7, 8].

По накоплению кальция выделяется сорт Одинцовский Юбилейный, что превосходит сорт Дубковский на 52%. Характеризуя литературные данные кальций обеспечивает прочность костей, передача сигналов по нервной системе, участие в процессе свёртываемости крови [8]. В основном по содержанию кальция нет особых различий, достаточно выровненные данные по сортам, кроме Дубковского и Стрельца, по сравнению со стандартом.

Необходимый организму макроэлемент калий, который участвует в регуляции уровня жидкости, кровяного давления, нервной системы [8] накапливается в сортах Одинцовский

Юбилейный и Заокский 533,2 и 533,9 мг/кг соответственно в сравнении со стандартом больше в среднем на 21,6%.

Полученные данные по натрию, который играет весьма важную роль, для поддержания в организме водно-солевого баланса, а также для нормализации функции почек и нервно-мышечной деятельности [8], говорят о том, что сорт Юбилейный Грибовский, взятый за стандарт накапливает в 2,5 раза больше натрия, по сравнению со всеми изученными сортами. Данные по фосфору свидетельствуют о том, что активными накопителями элемента являются сорта Одинцовский Юбилейный и Юбилейный Грибовский (St).

Таблица 4 – Амплитуда межсортных особенностей содержания химических элементов в продукции чеснока озимого (max:min) (2013-2014 годы)

Элемент	K	Mg	Ca	P	Na	Fe	Si	Zn	Mn	B	Cu	Al	Ni
Межсортная амплитуда	139,5	71,82	132,8	41,0	42,6	11,0	14,45	3,22	1,61	2,03	0,78	5,35	0,22

Выявлено, что сорта отличаются друг от друга уровнем накопления всех изученных микроэлементов. Наибольший диапазон колебаний между сортами по K, Ca, Mg, Na, P и Al (табл.4).

Наименьшей изменчивостью отличаются химические элементы марганец, медь и никель. Остальные элементы Fe, Si, Zn, B занимают промежуточное положение.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее высоким содержанием макроэлементов обладает сорт Одинцовский Юбилейный. Сорт Юбилейный Грибовский, взятый за стандарт, накопил в своём составе в два раза больше натрия, чем все изучаемые сорта 66,5 мг/кг соответственно, по сравнению со Стрельцом который содержит в своём составе 23,9 мг/кг.

Таблица 5 – Содержание микроэлементов в чесноке озимом, 2013 - 2014 годы

Сорт	мг/кг, сырой массы							
	Fe (железо)	Si (кремний)	Zn (цинк)	Mn (марганец)	B (бор)	Cu (медь)	Al (алюминий)	Ni (никель)
Богатырь	16,6±4,1	13,95±1,21	8,58±1,3	3,57±0,2	3,37±0,83	1,5±0,37	2,38±0,59	<b>0,42±0,07</b>
Заокский	16,06±3,1	14,03±1,2	5,68±0,9	3,49±0,11	1,72±0,21	<b>1,73±0,21</b>	2,66±0,33	0,14±0,008
Поднебесный	16,81±2,7	14,51±1,7	6,7±0,93	3,68±0,23	3,43±0,45	1,48±0,11	2,1±0,3	0,12±0,03
Одинцовский Юбилейный	<b>24,8±3,7</b>	<b>19,18±2,3</b>	8,36±0,8	<b>4,32±0,34</b>	<b>3,75±0,47</b>	1,71±0,28	<b>6,13±0,8</b>	0,18±0,04
Репликант	18,6±3,2	12,21±1,2	6,58±0,8	4,04±0,36	3,41±0,52	1,27±0,3	2,55±0,38	0,13±0,03
Сармат	16,6±4,1	11,67±1,4	6,67±0,7	2,71±0,23	3,35±0,52	1,64±0,3	1,27±0,17	0,14±0,006
Демидов	17,15±3,2	13,04±1,4	7,1±0,6	3,6±0,21	3,24±0,49	1,23±0,3	1,14±0,18	0,12±0,004
Юбилейный Грибовский St	14,6±2,1	9,1±1,2	7,4±0,5	3,88±0,26	3,53±0,52	1,2±0,15	1,77±0,25	0,24±0,07
Дубковский	17,05±3,1	4,73±0,56	<b>8,9±1,3</b>	3,57±0,27	2,11±0,3	0,95±0,02	0,78±0,1	0,23±0,01
Стрелец	13,8±1,2	17,91±2,4	7,5±0,8	2,78±0,2	2,19±0,08	1,65±0,22	0,91±0,004	0,15±0,04
ПДК*	50,0		10,5			10,3		0,5

\*-Допустимые уровни содержания элементов в овощах, мг/кг (Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного питания и пищевых продуктов. №5061-89 МЗ СССР, 1990 г.; Борисов и др., 2003).

Наблюдается сортовая специфика по накоплению никеля, участвующего в ферментативных реакциях, сортом Богатырь по сравнению со стандартом содержание микроэлемента превышает в два раза. По остальным сортам нет особенностей по накоплению никеля.

По максимальному накоплению железа выделяется сорт Одинцовский Юбилейный, в сравнении со стандартом на 41,1%. По остальным исследуемым сортам не наблюдается сортовая специфика накопления железа. Такая же закономерность и по максимальному содержанию кремния. Необходимо отметить, что по минимальному накоплению кремния выделился сорт Дубковский.

По накоплению цинка не наблюдается сортовая специфика. Среднее накопление элемента по сортам составляет 7,35 мг/кг. Однако, можно выделить сорт Дубковский как лидер по накоплению цинка.

Анализ полученных данных по марганцу, который является жизненно необходимым элементом и бору показывает, что активным накопителем обоих элементов является сорт Одинцовский Юбилейный. Тенденция накопления меди, которая относится к истинным биоэлементам, так как она всегда присутствует в почвах, растениях, тканях животных и участвует в разнообразных метаболических реакциях [9] показывает, что максимальное содержание зафиксировано у сорта Заокский 1,73 мг/кг, по сравнению со стандартом на 30,6% больше. Полученные данные по содержанию алюминия колеблются от 0,78 до 6,13 мг/кг. Алюминий в организме человека участвует в построении аминокислот, он необходим для создания нервных клеток и плазмы крови [9].

В основном сорта выделяются по уровню накопления 1 - 5 элементов. Выделяются сорта Дубковский и Стрелец с низким уровнем накопления соответственно 10-и и семи химических элементов и сорт Одинцовский Юбилейный с максимальным накоплением ценных элементов: калий, кальций, фосфор, железо, кремний, марганец, алюминий и бор.

На основании проведенных нами исследований по 13 элементам в экосистемах с обычным антропогенно - техническим воздействием установлено, что уровень накопления элементов в растениях зависит от элемента и имеет сортовые особенности. Изученные элементы по степени концентрации имеют свои особенности (табл.6).

Таблица 6 – Элементные ряды по сортам (2013 - 2014 годы)

Богатырь	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Al>Cu>Ni
Заокский	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>Al>Cu>B>Ni
Поднебесный	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Al>Cu>Ni
Одинцовский Юбилейный	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Al>Mn>B>Cu>Ni
Репликант	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Al>Cu>Ni
Сармат	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>B>Mn>Cu>Al>Ni
Демидов	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Cu>Al>Ni
Юбилейный Грибовский	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Zn>Si>Mn>B>Al>Cu>Ni
Дубковский	K>Mg>P>Ca>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Cu>Al>Ni
Стрелец	K>Mg>Ca>P>Na>Fe>Si>Zn>Mn>B>Cu>Al>Ni

Выявленные нами сортовые и видовые особенности рода *Allium* L. могут быть учтены при выборе ассортимента для улучшения минерального состава овощного рациона питания



---

---

человека. И в тоже время возможность накопления полезных элементов может быть использована при изготовлении биологических добавок к пище. Надо отметить, что в последнее время наблюдается тенденция к увеличению их использования в пищу. Полученные данные можно использовать в фармацевтической, пищевой и перерабатывающей промышленности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Краснолобова О.В. Оценка исходного материала овощных культур для селекции на стабильный уровень накопления химических элементов. Автореф. дисс. ... к. с- х.н. М. – 2005; 1-26
2. Середин Т.М. Исходный материал чеснока озимого (*Allium sativum* L.) для селекции на комплекс хозяйственно ценных признаков и стабильно низкий уровень накопления экотоксикантов. Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. М. – 2015; 1-27
3. Середин Т.М., Герасимова Л.И., Козарь Е.Г., Солдатенко А.В., Кривенков Л.В. Корреляционный анализ накопления химических элементов в луковицах чеснока озимого (*Allium sativum* L.) // Овощи России. – 2017; 1(34)
4. Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И. Биологически активные соединения овощей / М.: Изд-во ВНИИССОК. – 2010: 1-200
5. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур. / М. – 1987; 1,2: 1-64
6. Ершов И.И., Алексеева М.В., Комиссаров В.А., Герасимова Л.И., Логунова В.В., Добруцкая Е.Г. Методические указания по селекции луковых культур / М. – 1997: 1-118
7. Acad C.R. Florasion in vitro de laif (*Allium sativum* L.). // Comptes Rendus hebdomadaires de seances de Academie des Sciences serie. – 1979; 4; 401- 404
8. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. / М.: Оникс 21 век. – 2004: 210
9. Кабата- Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. / М.: Мир. – 1989: 1-290
10. Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке // Межд. Научно-практическая конференция: Селекция и семеноводства овощных культур в XXI веке. – 2000; 1: 28-30
11. Пивоваров В.Ф., Никульшин В.П., Тимина Л.Т., Шестакова К.С. Патогенная микрофлора чеснока озимого (*Allium sativum* L.) // Вестник Россельхозакадемии. – 2009; 5: 63- 64
12. Середин Т.М., Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Герасимова Л.И. Аккумуляция микроэлементов чесноком озимым в условиях Нечерноземья // Пушино: 19-я Международная Пушинская школа-конференция молодых ученых. Биология наука XXI века. – 2015: 141



## THE MINERAL COMPOSITION OF PLANTS OF THE GENUS *ALLIUM* L. COLLECTION NURSERY FNCO

### **Seredin T.M.**

candidate of agricultural sciences, laboratory's senior researcher associate of selection and seed farming of onions cultures FPBSI FSCVG (Moscow region); e-mail: [timofey-seredin@rambler.ru](mailto:timofey-seredin@rambler.ru)

### **Agafonov A. F.**

leading laboratory's researcher of selection and seed farming of onions cultures FPBSI FSCVG (Moscow region)

### **V.V. Shumilina**

candidate of agricultural sciences, research associate department of vegetable cultures of FPBSI Federal research center All-Russian institute of genetic resources of plants of N.I. Vavilov (St. Petersburg)

### **E.V. Baranova**

candidate of agricultural sciences, laboratory's researcher of selection and seed farming of onions cultures FPBSI FSCVG (Moscow region)

### **T.E. Shevchenko**

research associate laboratory of new technologies (Moscow region)

The assessment is carried out, specific differences in the level of accumulation of minerals of five types onions cultures are established: garlic winter, rokambol, an onion many-tier, the onion of aflatunian, onions reddening. It is educed, that besides the high content a potassium, calcium and phosphorus of a plant the sort *Allium* L. are also good sources of iron, silicon, Zincum which are so necessary for a human body.

**Keywords:** onions cultures, minerals, element structure, collection nursery

# ИНТРОДУКЦИЯ *ROSA CINNAMOMEA* В ВОСТОЧНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ, ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ В ПЛАНТАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЕ

**Г.А. Сурхаев**

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник Северо-Кавказский филиал ФНЦ агроэкологии РАН (Ставропольский край с. Ачикулак)  
e-mail: [achikylak356890@mail.ru](mailto:achikylak356890@mail.ru)

**Л.П. Рыбашлыкова**

к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоград)  
e-mail: [ludda4ka@mail.ru](mailto:ludda4ka@mail.ru)

В статье представлены материалы по изучению морфогенетического и фенотипического развития, адаптивного потенциала и фитопродуктивности *Rosa cinnamomea* в многолетнем онтогенезе. Результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований, свидетельствуют об успешной интродукции и устойчивости шиповника в почвенно-климатических условиях Восточного Предкавказья и возможности выращивания его в плантационной культуре.

**Ключевые слова:** Восточное Предкавказье, интродукция, адаптация, шиповник, фенотип, плантационное выращивание, фитопродуктивность.

## ВВЕДЕНИЕ

Аридная часть Восточного Предкавказья – территория Прикаспийской низменности, в почвенном покрове которой преобладают пески и песчаные земли.

С начала прошлого века они стали ареной активной лесомелиорации опустыненных и деградированных пастбищных и других угодий региона [1].

Успешный опыт многолетнего применения на безлесных пространствах обусловлен тщательным подбором и интродукцией хозяйственно-ценных и экоустойчивых деревьев, кустарников, в создании насаждений защитного (ветроломные, кулисные, куртинные) и сервисного (плодово-ягодные, листосборные и лесные плантации) назначения [2].

В 80-90 годы прошлого века Ачикулакской НИЛОС проведен значительный объем научно-исследовательских работ по интродукции и внедрению новых высокоадаптивных и фитопродуктивных видов культурной флоры умеренной и субтропической зон (около 50 интродуцентов плодовых, ягодных и технических культур) в т.ч. унаби, хурмы, миндаля, граната, инжира, маклюры, шиповника и др. [3].

На песках Восточного Предкавказья шиповник коричный интродуцирован опытной станцией в начале 90-х годов прошлого века созданием плантационной культуры (0,7 га) с использованием лесопосадочной машины ЛМУ-1, на гумусированных (0,7 %) мелкозернистых песках Бажиганского массива.

---

---

В опытном насаждении велись наблюдения за фенологией растений, ростом, развитием, продуктивностью и изменчивостью шиповника в культуре.

Результаты многолетних исследований позволили составить интегральную оценку адаптивного и фитопродуктивного потенциала шиповника коричневого в плантационной культуре в богарных условиях Восточного Предкавказья.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований – опытное насаждение шиповника коричневого на 1 лес-даче Ачикулакской НИЛОС. Почвы на участке – мелкозернистые, средне-гумусированные пески с близким (УГВ 3,0 -3,5 м) залеганием, среднеминерализованных (МГВ 5,0-7,0 г/л) грунтовых вод.

За методическую основу проведения интродукционных биометрических и фенотипических исследований шиповника в аридном биоклимате взяты широко опробированные научные разработки по изучению биоэкологии, фенологии и морфоизменчивости плодовых и ягодных культур [4, 5].

Фенотипическая изменчивость шиповника коричневого в многолетнем насаждении изучалась по данным биометрического описания строения куста растения (высота, форма), роста и развития побегов (количество, длина отрастания, степень колючести), и помологии плодов (размеры, масса, форма, цвет и т.д.), и возрастной фитопродуктивности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Биолого-ботаническое описание** шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea L.*) в опытном насаждении Ачикулакской НИЛОС показывает, что он растет кустом высотой до 2 м и более из 9-17 побегов буровато-коричневых тонких, изогнуто-свисающих, ошипованных, попарно усаженными серповидными колочками. Цветочные побеги шипов не имеют. Лист на побегах сложный эллиптической формы длиной 5-7 см, на котором количество листочков зубчатых, продолговато-овальных по форме и сизо-зеленых по цвету, варьирует от 3 до 7 пар, цветки крупные расположены одиночно или собраны в соцветия по 2-3 шт., с розовыми лепестками на короткой (15-17мм) цветоножке [6, 7]. Плод – гипантий - многоорешек, в насаждении имеет разнообразие по форме (шаровидная, овально-сплюснутая, овально-продолговатая и др.), цвету (красный, оранжевый, розовый, темно-красный и др.) и массе (крупноплодный, мелкоплодный) [8,9]. Стержневая корневая система шиповника на песках углубляется, достигая уровня капиллярной каймы (1,8-2,2 м) к концу второго года роста в насаждении, в этот же период отмечается наступление плодоношения растений, которое не прерывается и на 24 году их развития в новых почвенно-климатических условиях региона. Рост и развитие шиповника коричневого в опытном насаждении сопровождается активным побегообразованием, нормальной фенологией, высокой продуктивностью и экоустойчивостью и отсюда широкой амплитудой адаптации культуры в аридных условиях выращивания. Ювенильный период его развития отмечен активной динамикой ежегодного прироста побегов, где шиповник к концу пятого года по высоте достиг 205 см в высоту (рисунок).

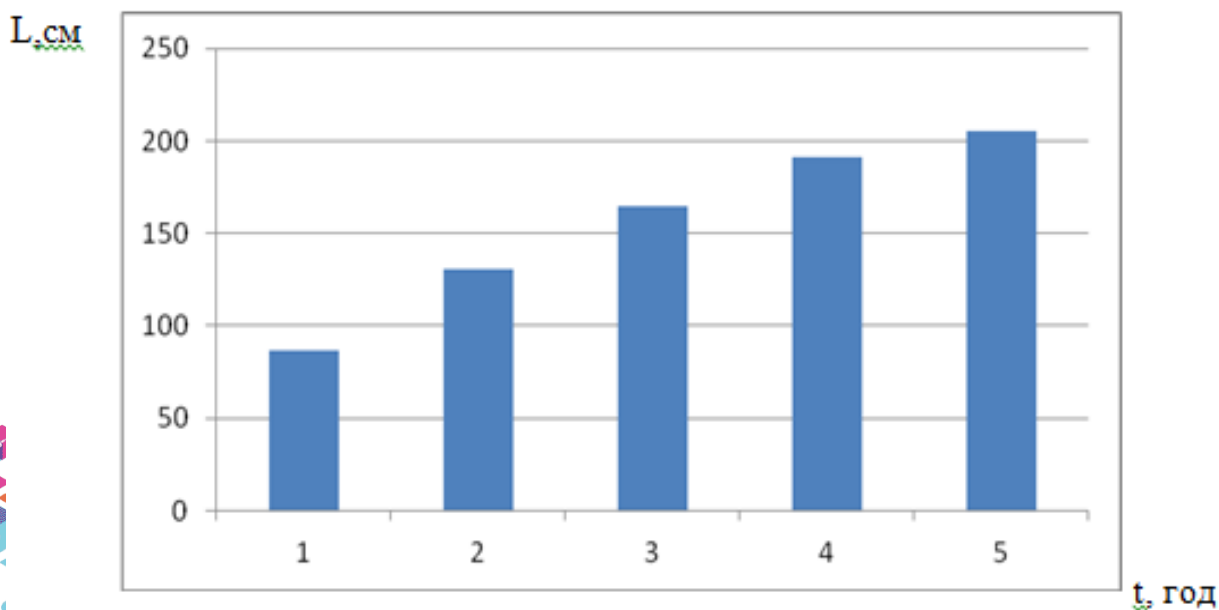


Рисунок – Динамика ювенильного периода роста шиповника коричневого в культуре на песках Восточного Предкавказья

По наблюдениям наибольшие темпы роста побегов (62-35 см) были в первые 3 года вегетации шиповника, а в следующие 2 года они снижались до 25-15 см в сезонном онтогенезе растений.

Установлено, что регенеративная активность побегообразования шиповника в насаждении продолжается и при достижении 24 летнего возраста. По наблюдениям усиленное вегетативное порослеобразование в плантационной культуре происходит вслед за сильным обмерзанием кустов шиповника от экстремальных морозов (-30-33°C) (зима 2012 г.). Образование побегов шло из спящих почек на нижней, приземной части поврежденных кустов. За вегетацию на них возобновилось в среднем до 12-24 побегов длиной 67-94 см, а спустя 3-4 года у шиповника отмечено полное восстановление прежнего габитуса насаждения.

**Фенология развития** шиповника (*Rosa cinnamomea L.*) в новых почвенно-климатических условиях возделывания отличается зависимостью сроков наступления фенологических фаз от динамики нарастания и суммы активных температур на данной части территории. В частности по многолетним данным наступление вегетации (распускание почек) шиповника связано с достижением критически необходимой суммы активных температур более 190°C, а порогом начала цветения его растений является накопленная сумма температур свыше 560°C. Весенние погодные условия коррелятивно влияют на сроки распускания почек шиповника: чем выше температурный режим сезонного периода, тем раньше растения вегетируют, после которого основные фенофазы (бутонизация, цветение и созревание) протекают в довольно ускоренном режиме с продолжительностью в 8-17 дней и особенно интенсивно по времени (8 дн.) проходит фаза созревания плодов, а наиболее продолжительна (18 дн.) – фаза листопада растений ( таблица 1)

Таблица 1 – Фенология шиповника коричневого в плантационной культуре Восточного Пред-

кавказья (Ачикулакская НИЛОС)

Фаза вегетации	Дата наступления	Продолжительность, дн.	Сумма активных температур на начало фазы, °С
1	2	3	4
1.Начало вегетации (распускание почек)	18.04	14,0	194,0
2.Бутонизация:		8,0	
	начало	12.05	386,0
конец	20.05		546,0
3.Цветение:		17,0	
	начало	21.05	565,0
	массовое	28.05	697,0
конец	07.06		929,0
4.Созревание плодов:		8,0	
	начало	22.08	1504,0
	конец	30.08	2904,0
5.Листопад:		18,0	
	начало	17.10	3680,0
	конец	05.11	3916,0

Длительность вегетации шиповника в опытной культуре также сильно зависит от погодных условий в сезонном развитии. В благоприятные (ранняя весна, влажное лето и теплая осень) она достигает до 210-255 дней, а в засушливые годы (поздняя весна, сухое лето, холодная осень) не превышает 170-190 дней.

На опытном участке без орошения, выращиванию шиповника в культуре благоприятствуют доступные по глубине (УГВ 3-3,5 м) и минерализации (МГВ 5-7 г/л) грунтовые воды, до капиллярной каймы которых его корни на песках достигают на втором году роста.

Данный положительный эдафический фактор безусловно способствовал достижению хорошей приживаемости (72 %) растений, поддержанию активного роста и продуктивности культуры в многолетнем развитии.

Однако в богарных условиях выращивания без достаточной влагообеспеченности, сохранность шиповника в плантации уже со второго года роста имеет тенденцию к уменьшению, постепенным количественным сокращением кустов почти вдвое и побегов на них в 1,5 раза к 24 годам развития в сравнении с показателями в 12 летнем возрасте.

Урожайность шиповника в опытной плантации имеет обратно коррелятивную возрастную зависимость. Кульминация его продуктивности отмечена в возрасте 3-12 лет, с последующим постепенным возрастным спадом ежегодной урожайности до 6,8 ц/га к 24 годам роста (таблица 2).

Таблица 2 – Рост и продуктивное долголетие шиповника коричневого в богарной культуре Восточного Предкавказья

№ п/п	Возраст, лет	Характеристика куста		Кол-во кустов, га	Число побегов на кусте, шт.	Урожайность	
		высота, м	диаметр, м			кг/куст	ц/га
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0,86	0,4	1162,0	4,0	-	-
2	3	1,36	0,9	1124,0	9,0	1,7	17,5
3	6	1,92	1,61	959,0	17,0	2,4	20,6



4	12	2,12	1,82	704,0	19,0	1,7	17,1
5	24	2,07	1,89	521,0	12,0	1,3	6,8

**Фенотипическая изменчивость** шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea* L.) в опытном насаждении отмечена проявлением у отдельных особей лучших хозяйственно-морфологических признаков: по размеру и массе плодов, урожайности, степени колючести (шипованности) и развития побегов.

Отбор хозяйственно-ценных его фенотипов позволяет пополнить генофонд культур мелиорантов песков и песчаных земель Восточного Предкавказья необходимых в создании многофункциональных устойчивых и высокопродуктивных плодово-ягодных насаждений шиповника с привлечением новых форм и клонов, которые в потомстве обладают лучшими экологическими и сервисными качествами стрессоустойчивости, плодообразования и побегообразования.

Из более чем пятисот обследованных растений шиповника в опытной культуре выделено 5 лучших хозяйственно-ценных его форм по морфологическим, помологическим и хозяйственным признакам (таблица 3).

Таблица 3 – Фенотипическая изменчивость шиповника коричневого в плантационной культуре Восточного Предкавказья (Ачикулакская НИЛОС)

Характеристика фенотипа (формы)	Морфо-признаки куста		Помологические признаки плодов					Скороспелость	Урожайность куста кг (блет)
	кол-во побегов, шт.	высота шипа, мм	форма	размеры lxd мм	масса г	цвет	вкус		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Безшипный крупноплодный	14	-	овал-кругл	2,4x2,1	4,2	оранж-красн.	кисл-слад	сред. спел	2,6
2.Мелкошиповый крупноплодный	16	1-3	шар	2,5x2,4	4,6	темно-красн	сладко-кислый	ранне-спелый	2,3
3.Маловетвистый крупноплодный	5	14-16	овал-продол	2,2x1,8	4,1	светло-красн.	кисловатый	поздне-спелый	2,1
4.Низкокустистый стелющийся (0,7м) мелкоплодный	12	15-17	овал-продол	1,7x1,1	3,1	красный	сладко-кислый	ранне-спелый	1,9
5.Тонкостебельный сильно рослый мелкоплодный	17	10-12	овал-спл	1,8x1,4	3,7	ярко-красный	кислый	ранне-спелый	1,6

Выделенные формы имеют сходную с остальными растениями фенологию развития и одинаковую периодичность (5-6 лет) смены старых побегов на новые порослевые. В первые 6 лет, когда за плантацией осуществлялся агротехнический уход за почвой и растениями,

---

---

усыхающие побеги вырезались и убирались с куста, а после прекращения ухода они оставались внутри его со временем опадая на почву и постепенно утилизируясь под разрушительным воздействием природных факторов (вода, инсоляция, мороз, ветер). Данные фенотипы на наш взгляд представляют особую ценность в селекции создания высокоадаптивных, урожайных, легкоплодосборных руками и техникой в связи с малоколючестью и бесшиповостью побегов.

Последнее обстоятельство особенно немаловажно, так как сильная шипованность значительно затрудняет не только ручной, но и механизированный съём плодовой массы с куста шиповника, а еще его низкокустистые, малораскидистые, урожайные формы представляют большой интерес и перспективу в создании плантационных насаждений промышленного типа.

## ВЫВОДЫ

По результатам многолетних комплексных исследований составлена первая интегральная оценка адаптивного, фитопродуктивного и фенотипического потенциала роста и развития шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea* L.) в плантационной культуре выращивания в условиях аридной зоны Восточного Предкавказья.

Итоги работы показывают высокую адаптивность и продуктивное долголетие культуры шиповника в почвенно-климатических условиях аридного региона и значительную перспективу его плантационного выращивания для получения поливитаминной продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров В.И. Лесомелиорация в борьбе с опустыниванием аридных территорий // Волгоград: Материалы Всероссийской науч. практ. конф. – 1999: 64
2. Кретинин Г.А. Биологические основы выращивания лесных насаждений для агролесомелиорированных целей // Волгоград: ВНИАЛМИ: Сб. тр. Агролесомелиоративная наука в XX веке. – 2001: 224-241.
3. Сурхаев Г.А. Итоги интродукции и перспективы использования субтропических плодовых растений в лесомелиорации аридных территорий Западного Прикаспия // : Волгоград: ВНИАЛМИ: Сб. науч. статей. – 2000: 147-149.
4. Ахунд-Заде И.М. Методика биоэкологических и фенологических исследований / Баку: НИИГиС. – 1987: 48.
5. Ахунд-Заде И.М. Инструктивные указания по изучению морфогенеза плодовых и ягодных культур / Баку. – 1989: 53.
6. Чиков П.С. Лекарственные растения // М: Лесная промышленность: 1982: с.384.
7. Соломенцева А.С., Дрепина О.И. Возрастная специфика внутривидового полиморфизма шиповников для их эффективного применения в озеленении // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации. Материалы международной научно-практической конференции (19-23 сентября) Волгоград. – 2016: 389–394.

- 
- 
8. Билюческо И.С. Биология развития и продуктивность шиповников в условиях Кубани // Бюлл. бот. сада им. Костенко А.М. – 1997: 44-64
  9. Соломенцева А.С. Внутривидовой полиморфизм шиповников в условиях засушливой зоны как фактор повышения биоразнообразия урбанизированных территорий // Наука. Мысль. – 2016; 7-11:117–127.

## INTRODUCTION ROSA CINNAMOMEA IN THE EASTERN CAUCASUS, THE PECULIARITIES OF GROWTH AND DEVELOPMENT IN PLANTATION CULTURE

**G. A. Surkhaev**

Cand. Sci. (Agricult), leading researcher of the North Caucasus branch of the FNC Agroecology Russian Academy of Sciences ( Stavropol Krai S. Achikulak), e-mail: [achikylak356890@mail.ru](mailto:achikylak356890@mail.ru)

**L. P. Rybashlykova**

Cand. Sci. (Agricult), leading researcher, Federal scientific center for Agroecology Russian Academy of Sciences (Volgograd), e-mail: [ludda4ka@mail.ru](mailto:ludda4ka@mail.ru)

The article presents materials on the study of the morphogenetic and phenotypic development, adaptive capacity and fitoproduktsii *Rosa cinnamomea* in a long-term ontogeny. The results obtained in the course of experimental studies indicate the successful introduction and stability of wild rose in the soil and climatic conditions of the Eastern Ciscaucasia and the possibility of growing it in plantation culture.

**Key words:** Eastern Caucasus, introduction, adaptation, wild rose, phenotype, plantation cultivation, fitoproduktsii.

## ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *CONVALLARIA MAJALIS* L. В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ АССОЦИАЦИЯХ НИЖЕГОРОДСКОГО МЕГАПОЛИСА

### **Е.В. Невидомова**

к.б.н., доцент, педагог дополнительного образования МБУ ДО ЦДТ Московского района г.Нижний Новгород, Россия  
elena.nevidomova @ yandex.ru

### **А.М. Невидомов**

к.с.-х.н., генеральный директор, лесоустроительное предприятие ЦНИЛХИ г. Нижний Новгород, Россия

### **С.В. Залесов**

д-р с.-х. наук, проф., проректор по научной работе ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет г. Екатеринбург, Россия

В результате антропогенного влияния на реликтовые дубравы памятника природы «Стригинский бор» в г. Нижнем Новгороде снижается обилие доминанта травяно-кустарничкового яруса Ландыша майского (*Convallaria majalis* L.). Под воздействием антропогенного натиска уменьшаются размеры надземных побегов Ландыша. Ландыш не цветёт и не плодоносит. Рекомендованы меры охраны Ландыша майского, природные ценопопуляции которого заметно сокращаются особенно во время цветения.

**Ключевые слова:** морфология, ценопопуляции, антропогенные факторы

Какая гармония и торжество природы в ранневесенних дубравах, особенно в пору цветения ландыша майского. Многих радует весеннее цветение ландыша майского с красивыми соцветиями из белоснежных колокольчатых цветков. Как жестоко истребляется это растение в сборы на букеты, а ведь порадоваться ландышу могут далеко не все жители континентов, например в Америке Ландыши практически не растут в природных условиях [10]. Ландыш майский, ценное лекарственное и декоративное растение [3, 4]. Природные ценопопуляции ландыша в настоящее время резко сокращаются под натиском антропогенного прессинга и в связи с нарушением мест обитания. Мы провели свои исследования на территории памятника природы «Стригинский бор» в г. Нижнем Новгороде, где были обследованы реликтовые дубравы, в которых ландыш майский является доминантом травяно-кустарничкового яруса. Исследования проходили на протяжении 2000-2018г. Периодически в печати появлялись статьи о результатах нашей работы [3, 5, 6, 7, 8].

Целью работы является изучение ценопопуляций ландыша майского в антропогенно-нарушенных дубравах памятника природы «Стригинский бор» на левом берегу р. Оки в г. Нижнем Новгороде.

Для достижения целей были поставлены следующие задачи:

1. Выяснить зависимость между степенью нарушенности дубрав и показателями жизнен-


---

---

ности, обилия и количественными показателями морфологических признаков Ландыша майского.

2. Показать влияние экологических факторов на ценопопуляции ландыша майского в антропогенно нарушенных дубравах памятника природы «Стригинский бор» с использованием шкал Л.Г. Раменского [9]. Рекомендовать меры охраны природных ценопопуляций.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ



В качестве контрольного района исследования выбран памятник природы «Стригинский бор». Стригинский бор находится на территории Автозаводского района г. Нижнего Новгорода. Он расположен на первой и второй надпойменных террасах левобережья Оки и частично в её пойме. Эта территория сложена супесчаными, иногда суглинистыми древнеаллювиальными отложениями. Здесь преобладают дубравы и сосновые леса. Методика исследований заключалась в закладывании пробных площадей 20x20 метров. Пробные площади были заложены в коренной дубраве ландышевой и ее производных дубравах. Составлены списки видов исследуемых фитоценозов, в которых отмечены жизненность, обилие по Друдэ, фенологическое состояние. Измерялись генеративные и вегетативные побеги доминантов травяно – кустарничкового яруса и растений индикаторов. В частности у Ландыша майского измерялись длина и ширина листовой пластины, длина соцветия, считали количество цветков в соцветии. Изучению структуры ценопопуляций Ландыша майского предшествовало детальное геоботаническое описание дубрав разной степени нарушенности, которое сопровождалось анализом ведущих экологических факторов с использованием шкал Л.Г. Раменского [9]. Фитоиндикационные показатели по шкалам Л.Г. Раменского по Нижегородской области были установлены автором [4]. Измерения растений на пробных площадях проводились по двум диагоналям, каждая из которых была разбита на 10 площадок по одному метру каждая. Посещение площадок было единовременным, т.е. в середине мая и по июль были обследованы, в зависимости от места произрастания, вегетирующие, цветущие и плодоносящие популяции Ландыша майского. Составлены списки видов и описаны ценопопуляции Ландыша майского. Пробная площадь в дубраве ландышевой была взята в качестве точки контроля. По каждому морфологическому признаку Ландыша майского было сделано около 100 измерений. Достоверность различий оценивалась по критерию Стьюдента [1].

Чтобы оценить рекреационную нагрузку, мы отмечали наличие, или отсутствие дорожно-тропиночной сети, которая свидетельствует о наличии или отсутствии посетителей. Измеряли мощность лесной подстилки, которая свидетельствует о нарушенности покрова растительного сообщества, считали количество пней, как последствия вырубки, измеряли высоту травяного покрова. Всего было заложено девять пробных площадей: три в трёх повторностях: дубраве ландышевой (контроль), дубраве орляково-ландышевой и дубраве снытьево-разнотравной.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В дубраве ландышевой, которая является контрольной в наших исследованиях, доминантом травяно-кустарничкового яруса, естественно, является *C. majalis*. (Таблица 1).



Таблица 1- Список видов в дубравах « Стригинского бора»

Вид растения	Жиз-ненность	Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса %. Сомкнутость крон деревьев и кустарников	Обилие по шкале О.Друде	Фенологическое состояние
1	2	3	4	5
Дубрава ландышевая				
<i>Convallaria majalis</i> L.	3	90	Soc.	Цв.1
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	Sp.	Цв.1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	0,6	Un.	Вер.2
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	3	20	Sp.	Цв.1
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,8	Cop.2	Пл.1
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	3	20	Sol.	Цв.1
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sol.	Цв.1
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sol.	Цв.1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,4	Sol.	Пл.1
Дубрава орляково-ландышевая				
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	3	20	Sol.	Цв.2
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	3	10	Un.	Вер.
<i>Convallaria majalis</i> L.	3	50	Cop.1	Цв.1
<i>Chelidonium majus</i> L.	3	20	Sol.	Цв.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20	Sp.	Цв.2
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	Sp.	Цв.1
<i>Geum urbanum</i> L.	3	20	Sp.	Цв.1
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	3	5	Un.	Пл.1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.	3	80	Cop.3	Вер.
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,8	Cop.2	Пл.1
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	3	20	Sp.	Цв.2
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sp.	Цв.2
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sp.	Цв.2
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0,2	Sp.	Пл.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	20	Sp.	Цв.1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	3	10	Sol.	Sol.
Дубрава снытьево-разнотравная				
<i>Achillea millefolium</i> L.	2	30	Sp.	Вер.
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	2	80	Cop.3	Вер.
<i>Asarum europaeum</i> L.	3	20	Sol.	Вер.2
<i>Arctium lappa</i> L.	3	20	Sol.	Вер.1
<i>Betula pendula</i> Roth.	3	20	Sp.	Пл.1
<i>Convallaria majalis</i> L.	2	30	Sp.	Вер.1
<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	3	0,4	Cop.1	Цв.2
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20	Sol.	Цв.2
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	3	20	Sol.	Цв.1
<i>Geum urbanum</i> L.	3	60	Cop.1	Цв.2
<i>Glechoma hederacea</i> L.	3	60	Cop.1	Цв.2
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	2	20	Sol.	Вер.1
<i>Melica nutans</i> L.	3	5	Un.	Пл.1
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3	20	Sol.	Пл.1

<i>Plantago major</i> L.	2	20	Sol.	Вер.1
<i>Quercus robur</i> L.	3	0,5	Sp.	Пл.1
<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	3	10	Sol.	Цв.2
<i>Rubus saxatilis</i> L.	3	10	Sol.	Цв.2
<i>Rubus idaeus</i> L.	3	20	Sol.	Вер.1
<i>Sambucus racemosa</i> L.	3	20	Sp.	Вер.1
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3	0.2	Sp.	Пл.1
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	2	10	Sol.	Вер.1
<i>Urtica dioica</i> L.	3	70	Сор.2	Пл.1

Высокое обилие – socialis, и проективное покрытие 90% у ландыша связаны с благоприятными лесорастительными условиями. Ценопопуляция полночленная, ландыш вегетирует, цветет и плодоносит. Пробная площадь заложена в непосещаемой части природоохранной территории. Отсутствует дорожно-тропиночная сеть, мощность лесной подстилки – 18 см, поэтому все морфологические показатели ландыша достаточно высоки (Таблица 2). Дубрава ландышевая расположена в лесопарковой части «Стригинского бора», где рекреационная нагрузка выражена незначительно. Идентификатором является дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Возраст древостоя 80 лет, I-II класс бонитета. Высота дуба 23,5 м, диаметр на уровне груди 32 см. Древостой естественного происхождения, удовлетворительного роста и развития. Кроны деревьев раскидистые густые, сомкнутость  $0,8 \pm 0,02$ . Подлесок представлен рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), бузиной красной (*Sambucus racemosa* L.), шиповником майским (*Rosa majalis* Herzm.), малиной лесной (*Rubus idaeus* L.). В травяно-кустарничковом ярусе доминирует ландыш майский. Встречаемость ландыша 100% (Рисунок 1). Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, реакция почвенного раствора от слабокислой, до нейтральной (pH=6,0-7,5). Увлажнение слабодренированных равнин лесной зоны (рис. 1). Поскольку в дубраве ландышевой отсутствуют луговые и рудеральные виды, экологический ареал этой дубравы самый компактный: 49-62 ступень увлажнения по шкалам Раменского. Достаточно рыхлые почвы: 8-12 ступень по богатству почв шкалы Раменского. Благоприятные экологические условия повлияли на самые высокие показатели ландыша в точке контроля.

Таблица 2- Морфологические признаки ландыша майского в дубравах памятника природы «Стригинский бор» Нижегородского мегаполиса

Место обитание	Длина цветоноса, см	Количество цветков, шт.	Длина венчика, см	Ширина венчика, см	Длина листа, см	Ширина листа, см
Дубрава ландышевая (контроль)	24,3±0,21	12±0,84.	0,7±0,01	0,8±0,02	19,3±0,23	9,5±0,28
Дубрава орляково-ландышевая	19,5±0,16	10±0,21	0,6±0,01	0,7±0,02	16,6±0,08	8,6±0,15
Дубрава снытьево-разнотравная	Нет цветения	Нет цветения	Нет цветения	Нет цветения	12,8±0,19	6,4±0,15

В дубраве орляково-ландышевой выделяются два доминанта травяно-кустарничкового яруса: орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) и *S. majalis*. Пятнами чередуются популяции ландыша и орляка. Ценопопуляция ландыша представлена вегетирующими, цветущими и плодоносящими растениями. Обилие снижается – copiosae 1. Морфологические показатели ландыша снижаются по сравнению с точкой контроля (Таблица 2). В це-

лом, в дубраве орляково-ландышевой ухудшаются лесорастительные условия, появляется дорожно-тропиночная сеть. Мощность лесной подстилки снижается до 12 см. Уплотнение почвы, повышенные сборы на букеты обуславливают снижение обилия ландыша майского и уменьшение размеров побегов. Численность орляка обыкновенного также снижается из-за интереса к нему как к пищевому, так и к декоративному растению. Дубрава испытывает значительные антропогенные нагрузки, на что указывает достаточно развитая дорожно-тропиночная сеть. Появляются рудеральные виды, такие как гравилат городской (*Geum urbanum* L.), чистотел большой (*Chelidonium majus* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys* L.). Встречаемость ландыша майского 58%. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, реакция почвенного раствора нейтральная (рН=7,5). Увлажнение для слабодренированных равнин лесной зоны. Экологический ареал дубравы орляково-ландышевой сильно вытянут, поскольку в ней появляются луговые и рудеральные виды, увлажнение и богатство почв возрастает: 49-64 степень увлажнения шкалы Раменского; 8,5-12 степень по богатству почв шкалы Раменского.

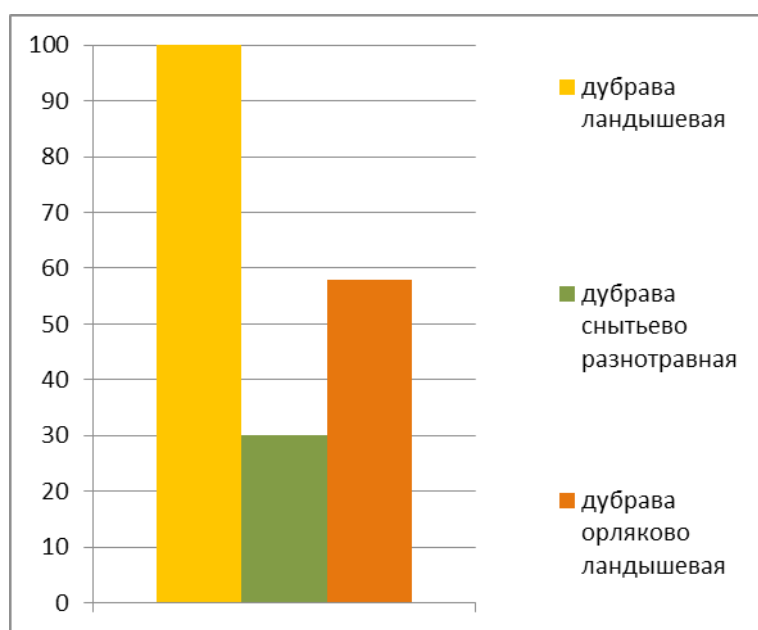


Рисунок – Встречаемость ландыша майского в дубравах памятника природы «Стригинский бор» Нижегородского мегаполиса (%)

В дубраве снытьево-разнотравной доминантом травяно-кустарничкового яруса является сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) Дубрава снытьево-разнотравная на протяжении нескольких десятков лет подвергалась воздействию человека, тут проводились рубки ухода, случались пожары. Дубравы само восстанавливались за счет образования поросли. В результате современные нарушенные дубравы представлены порослевыми, низкорослыми, больными растениями с кривыми стволами. Ценопопуляция *A. podagraria* имеет пониженную жизненность, она представлена только вегетирующими особями. Лишь отдельными пятнами встречаются ценопопуляции *S. majalis*. Обилие ландыша снижается, ценопопуляция представлена только вегетирующими особями. Ландыш майский чувствителен к осветлению дубрав. Так при сомкнутости крон 0,5 в дубраве снытьево-разнотравной в окнах полога при значительном осветлении и уплотнении почвы происходят изменения в биологии его индивидуального развития: от корневой системы развиваются только листья, а генеративные побеги, цветение и плодоношение отсутствуют на протяжении нескольких

десятков лет. Размеры побегов значительно уменьшаются по сравнению с точкой контроля. Это связано с ухудшением лесорастительных условий. В дубраве появляются луговые и рудеральные виды, такие как тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.), *G. urbanum* и *Ch. majus*, *V. chamaedrys*, что указывает на значительную нарушенность фитоценоза. Встречаемость ландыша майского 30%. Оценка ведущих экологических факторов по шкалам Раменского показала: почвы довольно богатые, с нейтральной реакцией почвенного раствора (рН=7,5). Увлажнение для слабодренированных равнин лесной зоны. Экологический ареал сообщества имеет широкую амплитуду. Это лучшее местообитание лугово-лесных видов. Экологический ареал дубравы снытьево-разнотравной достаточно вытянут. Возрастает обилие луговых и рудеральных видов, а также возрастает увлажнение и богатство почв: 49-66 степень увлажнения шкалы Раменского; 8,5 – 13 степень по богатству почв шкалы Раменского.

В целях сохранения природных ценопопуляций Ландыша майского рекомендуем ограничение сбора на букеты, вплоть до введения штрафных санкций и занесение Ландыша майского в Красную книгу Нижегородской области.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлена зависимость между степенью нарушенности дубрав и показателями жизненности, обилия, встречаемости и морфологических признаков, а также количеством цветущих побегов у ландыша майского: чем выше степень нарушенности дубрав, тем ниже показатели жизненности, обилия, встречаемости и морфологических признаков, снижается количество цветущих побегов у ландыша майского. Так в антропогенно нарушенной производной дубраве снытьево-разнотравной ландыш майский чувствителен к осветлению. При сомкнутости крон 0,5 в окнах полога при значительном осветлении и уплотнении почвы происходят изменения в биологии его индивидуального развития: от корневой системы развиваются только листья, а генеративные побеги, цветение и плодоношение отсутствуют на протяжении нескольких десятков лет.

2. Ценоморфная группа ландыша майского – лесное, дубравное растение. Ценопопуляции ландыша майского остаются полно членными: вегетируют, цветут, плодоносят в ненарушенных местообитаниях: в дубраве ландышевой при значительном затенении. Ландыш майский – мезофит. Растет на хорошо дренируемых (49-66 степень увлажнения шкалы Раменского), достаточно рыхлых и плодородных почвах (8 – 12 степень по богатству почв шкалы Раменского). Ландыш широко распространен на почти нейтральных почвах, он предпочитает невысокую кислотность почв с рН от 6,0 до 7,5. Реакция почвенного раствора от слабокислой, до нейтральной. Увлажнение слабодренированных равнин лесной зоны. Будучи лесным и опушечным видом, выдерживает осветление, однако, лучше развивается в условиях сравнительно хорошего затенения. Так при сомкнутости крон 0,8 цветущие побеги составляют 90%. Ландыш майский не выносит задернованности и сильного уплотнения почвы.

В целях сохранения природных ценопопуляций ландыша майского рекомендуем ограничение сбора на букеты, вплоть до введения штрафных санкций и занесение ландыша майского в Красную книгу Нижегородской области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. / Л.: Наука. – 1969: 1-232

- 
- 
2. Залесов С.В., Невидомова Е.В, Невидомов А.М., Соболев Н.В. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья. Монография / Екатеринбург: Уральский государственный Лесотехнический университет. – 2013: 1-233
  3. Невидомова Е.В. Влияние антропогенных факторов на биологию и экологию Ландыша майского. // Лесные биологически активные ресурсы. Материалы III международной конференции, Хабаровск. – 2007: С.64-68
  4. Новиков В.С., Губанов И.А. Школьный атлас-определитель высших растений. / М.: Просвещение. – 1985: 1-239.
  5. Невидомов А.М., Невидомова Е.В. Ассоциации пойменных дубрав Нижегородского Поволжья. // ИВУЗ России: Лесной журнал. – 2002; 7-16
  6. Невидомов Г.А., Невидомова Е.В., Лесин А.В. Экология (*Chelidonium majus* L.) в антропогенно нарушенных ассоциациях памятника природы Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор». // Москва: Радиотехника. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии (научно-практический журнал). – 2014; 12: 57-58
  7. Невидомов А.М. Генетическая типология лесов северной части Волго-Ахтубинской поймы. / Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград. – 1988: 289
  8. Невидомова Е.В. Морфологическая характеристика экологических ареалов дубрав природоохранной территории Нижегородского мегаполиса «Стригинский бор». // Львов: Современная фитоморфология. – 2014; 6: 181 – 188.
  9. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. / М.: Сельхоз. лит. – 1956: 1-471
  10. Hulten E. flora of Alaska and neighboring territories. A Manual of the vascular plants./ Stanford. – 1968: 1-1008



---

---

# CONVALLARIA MAJALIS L. PRICOPOPULATIONS IN THE ANTROPOGENICALLY DISTURBED NIZHGOROD MEGAPOLIS ASSOCIATIONS

## **E.V.Nevidomova**

Ph.D., associate professor, teacher of additional education, MBU TO the Central Children's Hospital of the Moscow district of Nizhny Novgorod, Russia

E-mail: [elena.nevidomova@yandex.ru](mailto:elena.nevidomova@yandex.ru)

## **A. M. Nevidomov**

Ph.D. (Agrical.), General Director, CEO forest management enterprise TsNILKhI (Nizhny Novgorod, Russia)

## **S. V. Zalesov**

Dr. S.-H. Sci., Prof., Vice-Rector for Research, Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia

As a result of anthropogenic influence on the relict oak forests of the nature monument "Striginsky Bor" in the city of Nizhny Novgorod, the abundance of the dominant of the grass-shrub layer of the May Lily of the Valley is reduced. Under the influence of anthropogenic onset, the size of the above-ground shoots of Lily of the Valley decreases, there is a lack of flowering and fruiting. Recommended measures for the protection of the May Lily of the Valley, the natural coenopopulations of which are markedly reduced, especially during flowering.

**Keywords:** morphology, coenopopulations, anthropogenic factors

## PLANT GENETIC RESOURCES INFORMATION SYSTEM OF SLOVAKIA (GRISS)

### **L. Mendel**

Ph.D. (Agricul.), researcher of the National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production, Dept. Gene Bank, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovak Republic  
email: lubomir.mendel@nppc.sk

### **I. Čičová**

Ph.D. (Agricul.), researcher of the National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production, Dept. Gene Bank, Bratislavská 122, 921 68 Piešťany, Slovak Republic  
email: iveta.cicova@nppc.sk

Thanks to the support of two projects from European Regional Development Fund of European Union the National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production in Piešťany provides the development and deployment of an information system GRISS designed for complex information management research of plant genetic resources for food and agriculture and to support of management processes accessions of plant genetic resources stored in Gene Bank according to international principles and in accordance with the National Programme of Conservation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Slovak Republic. Gene Bank is responsible for the providing of Genetic Resources Information System of Slovakia - GRISS. Information system is used through the Web interface used by the curators of collections of plant genetic resources and users from breeder's institutions, universities, public institutions and others. The information system GRISS is freely accessible at <http://griss.vurv.sk>.

**Key words:** plant genetic resources, accessions, information system, GRISS, web application, passport data, evaluation data

The Gene Bank in the Research Institute of Plant Production in Piešťany (RIPP) is a coordination of activities under the National Programme of Conservation of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Slovak Republic. The National program is a long-term program of the Ministry of Agriculture and Rural Development of Slovak Republic. Gene bank is responsible not only for the methodological leadership and coordination of the international cooperation, but also for documentation of plant genetic resources (PGR) in the form of national information system GRISS - Genetic Resources Information System of Slovakia. An integral part of activities with plant genetic resources in the GenBank of Slovak republic consists from records keeping and documentation of all ex situ seed accessions of generatively propagated plant species stored in the active and basic collection as well as fruit species, vegetative propagated species and in vitro maintained cultures. Other activities belonging to informatization include the following activities such as reception of accessions, germination control, seed monitoring, regeneration of accessions as well as distribution of accessions to users. There is no need to emphasize that such a volume of informally demanding activities could not be effectively managed without a sufficiently information system.

GRISS is a new plant germ protection information system (IS) that will replace the current

---

---

EVIGEN off-line documentation system used since Gene's opening in 1996. GRISS is fully compatible with the passport descriptors standards of FAO/Bioversity Multi-crop Passport Descriptors (MCPD v.2.1) [1]. GRISS is determined to comprehensive management of accessions of plant genetic resources stored in the National Agricultural and Food Centre, Research Institute of Plant Production in Piešťany in the Gene Bank in accordance with international principles and in accordance with the National Programme. GRISS presents the platform for information about ex situ plant collections maintained in Slovak republic. GRISS allows to users search and obtain information about number of crop species such as cereals, legumes, fodder crop, medicinal and aromatic plants, wild species, landraces and breeding lines. GRISS allows search by crop, taxonomy, country of origin, acquisition, accessions status and other passport descriptors. The collected germplasm is freely available for use in scientific research programs. GRISS provides access to informations not only the managers of gene banks, but also provides informations to others curators of collections, scientists, breeders, farmers, students and the general public responses. The information system GRISS is freely accessible at web portal [4]

GRISS in terms of user targets groups and related functions is divided into two functional and interdependent parts: a) Front Office and b) Back Office.

a) Front Office – public part of IS, web application designed primarily to public users from the professional community, facilitates communication and dissemination of knowledge accumulated from the research of plant genetic resources in Slovakia. In particular, it is the communication of basic information on accessions of plant genetic resources stored in the Gene Bank. Registered users (applicants) also have the opportunity online to order accessions of plant genetic resources through the shopping cart.

b) Back-office – non-public part of IS accessible only for authorized users - curators of collections of plant genetic resources through a user name and password. This section is primarily dedicated to curators of genetic resources, laboratory technicians, system admins and gene bank management to a comprehensive management of all ex situ accessions of plant genetic resources stored in an active and base collection in the Gene Bank of Slovak republic.

Information system GRISS allows curators of collections of plant genetic resources automated support for all activities related to the creation and management passport data and characterization/evaluation data. GRISS is designed as a web application that provides a sophisticated web interface for simple data input via web browser. It enables effective management of the collections. Information system mainly used to curators of collections to prepare, management and archiving of protocols, preparation and editing passport and evaluation data for accessions. GRISS at every moment provides an overview of stored or processed accessions in all collections, allow accessions lists to effectively filter according to many criteria, manage the process of accessions regeneration, control and evaluate users requests to provide individual items. It provides mechanisms for access to stored data and their individual analysis and export data to <.xls> file. GRISS was built as an open system and modular scalable system. The modular system architecture allows its future expansion with additional subsystems such as barcode, image analysis and geographic information systems (GIS). The concept of a comprehensive information system solutions, including interface based on the use of open standards and platforms ensuring low-cost ratio for future growth.

Information system GRISS is used by all institutes cooperating within the National Programme. Internally is composed from 3 parts: passport data, characterization/evaluation data and storage data.

---

---

## PASSPORT DATA

Passport data present basic information on crops - a unique identifier = national accession number, genus, species, name of genetic resources, as well as information about holding institute code, country of origin, status of accessions, source of the material, date of collection, type of storage, whether the genotype has safety duplication in another gene bank, MLS, etc. Passport descriptors also contain information about wild material received from collection missions such as the collector's institute name, collection number, collection name, geographic data and description of the collection site. All passport data compliant with Multi-crop Passport Descriptors standard (MCPD v.2.1). The passport part of National inventory of Slovakia is replicated to the global system for plant genetic resources in Europe - EURISCO [2]. At present, the Slovakian collection in EURISCO catalogue represents more than 17. 000 accessions from which 299 accessions are included in the AEGIS system [3]. The national accession number is assigned to the genetic resource as the unique identifier. The accession number, in a key field is the first step to include an accession into the documentation system. Curators of collection assign the national accession number to the accessions according to set rules. The national accession number consists of holding institution code, crop code and the serial number of the accession with the crop collection.

## CHARACTERIZATION AND EVALUATION DATA

Recently, more attention has been paid to increasing the effective utilization of genetic resources through their characterization and evaluation. The evaluation is based on 2-3 years of field experiments where accessions are evaluated by IPGRI / Bioversity through crop standard descriptors list these allowing for simple and rapid discrimination between all phenotypes. In contrast to the passport descriptor set with universal usability, characterization and evaluation descriptors are specific for Genera, characterization and evaluation data are coded on a scale 1-9 according to descriptor lists. Field trials are usually complemented by laboratory tests according to specific crop needs. Descriptive data that is of major importance to users is available to varying degrees from 12 000 genetic resources, i.e. 67 % of all accessions due to field and laboratory tests. In general, descriptors contain morphological, biological, biochemical, cytological and yield data. Each year approximately 2000 PGR's are involved. The data obtained from the experiments are processed and included in the information system.

## STORAGE DATA

Information on storage documentation is contained in the third part of the GRISS system. Besides the accession number there is acquisition number, the code for the location of the accession in storage, germination ability, moisture content, amount of seeds in the container, storage date of accession is entered. Also documented is how much, when and to whom parts of the accession have been distributed. All other data are available in the passport part via accession number. Each accession stored in the gene bank should have an accession number, which is assigned by the curator of collection. End-users are mainly research institutes, other gene banks, breeders and universities. A smaller proportion of the accessions is distributed to museums for exposure purposes. Accessions are distributed free of charge on the basis of signed SMTA agreement.

The Slovakian ex situ plant germplasm collection is illustrated in Table 1. The largest proportion of the accessions belongs to cereals and legumes. The detailed structure of the Aromatic and Medicinal plants collection by genera is illustrated in Table 2. More information about accessions can be obtained from the web portal [4].

Table 1. Structure of National Collection of Plant Genetic Resources of Slovak Republic

	No. of accessions	
	Active Collection	Basic Collection
Arom. & Medicinal plants	467	43
Beet	152	56
Cereals	11 299	1 689
Flowers	28	62
Grasses	203	89
Vegetables	325	143
Legumes	3 430	984
Oilseeds	608	288
Fodder crops	960	83
Industrial crops	476	240
Corn	841	416
Pseudocereals	251	18
<b>Total</b>	<b>19 040</b>	<b>4 111</b>
<b>Total (Active + Basic)</b>	<b>23 151</b>	

status of collections on 1.2.2019

Table 2 Structure of collection of Aromatic and Medicinal plants by *Genera*

Genus	No. of accessions	Genus	No. of accessions	Genus	No. of accessions
Aconitum	5	Euphrasia	1	Nepeta	1
Adonanthe	7	Filipendula	5	Ocimum	13
Agrimonia	4	Foenikulum	1	Oenothera	4
Agrostemma	4	Galium	2	Ononis	1
Achillea	63	Gentiana	1	Origanum	23
Alcea	3	Gratiola	8	Pimpinella	1
Althea	1	Hesiodia	1	Plantago	30
Anethum	2	Hypericum	41	Potentilla	2
Arnica	2	Hyssopus	4	Prunella	4
Artemisia	7	Inula	2	Ruta	2
Asparagus	7	Lavandula	1	Salvia	12
Betonica	13	Lavatera	1	Sanquisorba	2
Calendula	4	Ledum	1	Saponaria	9
Carum	5	Leonurus	2	Satureja	2
Centaurium	1	Leuzea	2	Senecio	1
Cichorium	3	Levisticum	1	Silybum	4
Cnicus	2	Linaria	3	Solidago	3
Coriandrum	1	Lycopus	6	Stachys	2
Cota	12	Majorana	3	Tanacetum	12
Dictamnus	6	Malva	3	Thymus	18
Digitalis	11	Marrubium	2	Tribulus	2
Dracocephalum	2	Matricaria	6	Valeriana	6
Echinacea	6	Melilotus	4	Verbascum	23
Epilobium	3	Melissa	3	Verbena	2
Epilobium	1	Mentha	7	Veronica	2



---

---

## CONCLUSION

Thanks to the new IS GRISS for PGR data documentation mainly good interconnection of all three main working areas: passport, characterization/evaluation and storage parts and profiting from the construction of descriptor lists published by Bioversity. The main effect of the new IS GRISS is overall increase in the quality of documentation of plant genetic resources in the Slovak Republic, where the curators of the new system enable more effective management of PGR collections as well as significantly improve the efficiency of selecting the most suitable resources for the specified use (breeding material or experimental material etc.). The system also facilitates getting information about PGR and also enabled online orders of PGR provided from the gene bank for home and foreign users. At international level has improved compatibility with other documentation systems and international data exchange, mainly for EURISCO.

Acknowledgements: This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract no. APVV-17-0281 and Operational Programme Research and Development for the project: “Transfer, use and dissemination of research results of plant genetic resources for food and agriculture” (ITMS: 26220220058), cofinanced from the resources of the European Union Fund for Regional Development.

## REFERENCES:

1. Alercia A., Diulgheroff S., Mackay M. FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors v.2.1 [MCPD v.2.1] / Roma: Bioversity International. – 2015; 1-11
2. EURISCO: <https://eurisco.ipk-gatersleben.de>
3. AEGIS: <http://www.ecpgr.cgiar.org/aegis/aegis-homepage/>
4. GRISS - Genetic Resources Information System of Slovakia: <http://griss.vurv.sk>.

---

---

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ РЕСУРСАМ РАСТЕНИЙ СЛОВАКИИ (ГРИСС).

Мендел, Л., Чичова, И.

Благодаря поддержке двух проектов Европейского фонда регионального развития (ЕФРР) Европейского Союза, Национальный сельскохозяйственный и продовольственный центр, Научно-исследовательский институт растениеводства Пьештяны обеспечивает разработку и внедрение информационной системы «ГРИСС», разработанной для комплексного исследования управления информацией о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства и поддержки процессов управления образцы генетических ресурсов растений, хранящихся в геномном банке, в соответствии с международными принципами и в соответствии с Национальной программой сохранения генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Словацкой Республике. ГенБанк отвечает за предоставление информационной системы по генетическим ресурсам Словакии. Информационная система через веб-интерфейс используется кураторами коллекций генетических ресурсов растений и пользователей из учреждений селекционеров, университетов, государственных учреждений и др. Информационная система «ГРИСС» свободно доступна на <http://griss.vurv.sk>.

**Ключевые слова:** генетические ресурсы растений, образцы, информационная система, ГРИСС, веб-приложение, паспортные данные, оценочные данные



## КРАТКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В МЕДИЦИНЕ В НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

### **И.Б. Мамедов**

д.б.н., заместитель директора Института Биоресурсов Нахчыванского отделения отделения НАН Азербайджана

e-mail: [teyyubpashayev@mail.ru](mailto:teyyubpashayev@mail.ru)

### **Т. Пашаев**

к.б.н., заведующий отделом «Ботанический сад» Института Биоресурсов Нахчыванского отделения НАН Азербайджана

### **А. Г. Марданлы**

к.с.-х.н., доцент кафедры ботаники Нахичеванского Государственного университета,

### **С. Велиева**

Сотрудник Института Биоресурсов Нахчыванского отделения НАН Азербайджана

### **С.Г. Марданлы**

д.м.н., профессор кафедры фармакологии и фармацевтических дисциплин ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет», г. Орехово-Зуево.

### **Е.А. Ситникова**

магистр химии, заместитель директора научно производственного отдела готовых лекарственных средств ЗАО «ЭКОлаб», г. Электрогорск.

В горах, пастбищах, лесах и на всех плодородных землях Азербайджанской Республики и неотделимой части Нахчыванской Автономной Республики (АР) растут многочисленные лекарственные растения. Мы сочли нужным привлечь внимание, ознакомив с некоторыми из этих растений, более подробно. В данной статье представлен обзор лекарственных растений Нахчыванской АР.

***Ключевые слова:** лекарственные растения, фармакогнозия, синюха голубая, хвощ полевой, щавель конский, мать-и-мачеха, подорожник, чистотел большой, алтей лекарственный, крапива двудомная, цикорий обыкновенный.*

## ВВЕДЕНИЕ

Лечебные свойства лекарственных растений обуславливаются наличием в их органах разнообразных по своему составу и строению химических веществ, обладающих физиологическим действием на организм или на возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний.

В состав лекарственных растений входят различные типы и сочетания химических соединений: алкалоиды, глюкозиды, сапонины, дубильные вещества, горечи, эфирные мас-

---

---

ла, флавоны и флавоноиды, ферменты, органические кислоты, лактоны, минеральные соли, микроэлементы, витамины, фитонциды, антибиотики, гормонально-активные вещества и т. д. [1,2,3].

Современные способы применения лекарственных растений многогранны: это такие лекарственные формы, как отвары, настои, соки и т.п. Разнообразие лекарственных форм позволяет эффективно доставлять биологически активные вещества к различным органам-мишеням организма.

Растительные лекарственные средства пользуются высоким доверием у населения, что приносит не только практическую, но и мировоззренческую пользу: так, человек, испытавший на себе благотворный эффект лекарственных растений, в дальнейшем не может относиться к природе безразлично и непременно будет заботиться о ней. Более подробно ознакомиться с информацией о лекарственных растениях Азербайджанской Республики можно в ранее опубликованных работах [4,5]

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательская работа выполнена в летные сезоны 2016-2017 годов маршрутно-экспедиционными методами. Представлена общая характеристика лекарственных растений Нахчыванской АР.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Синюха голубая – *Polemonium coeruleum L.*, семейство синюховые-*Polemoniaceae*.

Многолетнее травянистое растение высотой 35-120 см, данный вид имеет толстое, ползучее корневище, густо усаженное светлыми, серовато-желтыми корнями. Стебель прямостоячий, полый. Листья очередные, сложные, рассечены на непарные дольки. Нижние листья расположены на черешках, верхние-сидячие. Цветки крупные, голубовато или синевато-лиловые, которые собраны в метельчатые соцветия. Плод-коробочка. Цветут в июне-июле. Семена созревают в августе-сентябре. Размножается семенами.

Хвощ полевой – *Equisetum arvense L.*, семейство хвощевые-*Equisetaceae*. Многолетнее споровое травянистое растение с длинным ползучим корневищем. Весенние-сочные стебли светло-бурые, со спороносными колосками на концах. Вскоре после созревания спор, эти стебли отмирают, на их месте вырастают летние, зеленые, членистые, бесполое стебли высотой 10-15 см с боковыми ветками, расположенными мутовками и направленными косо вверх. Листья недоразвиты. Споры созревают в апреле-мая. Размножаются спорами и вегетативно.

Распространен на полях, лугах и оврагах Нахчыванской АР.

Щавель конский – *Rumex confertus Villd.*, семейство гречишные-*Polygonaceae*.

Многолетнее травянистое растение 60-150 см высоты, имеет короткое многоглавое корневище, переходящим в мощный маловетвистый корень. Стебель прямостоячий. Листья очередные черешковые, трехугольно-яйцевидные, длиной 15-25 см с волнистым краем. Стеблевые листья к верху постепенно уменьшаются. Цветки мелкие, собраны в узкометельчатое соцветие. Плод-трехгранный орешек. Цветёт в мае-июне, плодоносит в июне-июле. Размножается семенами.

Мать-и-Мачеха – *Tussilago farfara L.*, семейство сложноцветные-*Asteraceae (compositae)*.

---

---

Многолетнее травянистое растение. Цветоносный стебель прямостоячий, не ветвистый высотой 10-25 см. Цветы золотисто-желтые, собраны в корзинку. Плод-семянка с летучкой из волосков. Прикорневые листья появляются после того, как отцветет растение. Они длинно черешковые, широко сердцевидные, сверху темно-зеленые блестящие, снизу беловолочные. Цветет в апреле - мае, плод созревает в мае - июне. Размножается семенами и вегетативно.

Распространена почти по всей территории автономной республики.

Подорожник – *Plantago*, семейство подорожниковые–*Plantaginaceae*.

Это многолетнее травянистое растение высотой 10—40 см с одной или несколькими цветочными стрелками и розеткой прикорневых длинночерешковых, цельно крайних, широкояйцевидных, голых зеленых листьев с резко выраженными продольными жилками. Цветочные стрелки высотой до 30 см безлистые и заканчиваются длинным цилиндрическим колосом мелких буроватых цветков. Плод-двухгнездная раскрывающаяся коробочка. Цветет с мая до сентября.

Распространено по всей территории Нахчыванской АР.

Чистотел большой - *Chelidoniummajus L.*, семейство маковые-*Papaveraceae*.

Многолетнее травянистое растение высотой 25-80 см. Стебель ветвистый. Листья очередные, прикорневые расположены на черенках, а стеблевые-сидячие. Пластинки листьев широкие, глубоко перисто-раздельные, сверху - зеленые, снизу - сизые. Цветки – ярко-желтые, собраны в зонтики. Плод двухстворчатая коробочка. Растение содержит желтый млечный сок. Цветет в мае-июле. Плоды созревают в июле-сентябре. Размножается семенами.

Алтей лекарственный – *Althaea officinalis L.*, семейство мальвовые-*Malvaceae*.

Многолетнее травянистое растения высотой 60-150 см, с коротким ветвистым корневищем и мясистыми толстыми корнями. Стебель прямостоячий, слабоветвистый. Листья черешковые, бархатисто - войлочные, трех - или пяти лопастные. Цветки крупные, бледно-розовые, расположены в пазухах верхних листьев. Плод дисковидная, сборная семянка. Цветет с июня до сентября, плодоносит в сентябре-октябре, размножается семенами.

Широко распространен на Нахчыванской АР.

Крапива двудомная – *Urticadioica L.*, семейство крапивные–*Urticaceae*.

Многолетнее травянистое растение семейства крапивных, высотой до 2 м, с длинным тонким ползучим, деревянистым корневищем и тонкими корнями в узлах. Все растение покрыто мелкими жесткими жгучими и короткими простыми волосками. В стенках волосков много кремния, который придает им ломкость, и из них даже при легком соприкосновении выделяется на кожу жгучая кислота (жгучесть крапивы обусловлена содержанием в кончиках волосков едкой муравьиной кислоты и гистамина). Стебель прямостоячий, четырехгранный, простой, реже с супротивными ветвями в верхней части. Листья супротивные на длинных черешках, продолговато-яйцевидные, заостренные, при основании сердцевидные, по краю крупно-пильчатые. Цветет с середины июня по сентябрь, плоды созревают в июле - сентябре. Размножается семенами и вегетативно.

Широко распространена во всех районах Нахчыванской АР. Растет на плодородных свежих, влажных и сырых почвах в ольховых лесах, по окраинам низинных болот, по кустарникам, около жилья, на мусорных свалках, пастбищах, на полянах.

Цикорий обыкновенный – *Cichorium intybus L*, семейство астровые–*Asteraceae*.



---

---

Многолетнее травянистое растение серовато-зеленого цвета, с утолщенным (в верхней части 3-4 см в диаметре) многоглавым веретеновидным корнем длиной до 1,5 м. Все части растения содержат млечный сок. Стебель одиночный прямостоячий, до 150 см высоты, ветвистый, покрытый редкими волосками. Листья очередные; прикорневые собраны в розетку, перисто-надрезанные, с нижней стороны опушенные, к основанию суженные в черешок, стеблевые - очередные, острозубчатые, сидячие, верхние листья ланцетные, цельные. Цветки голубые, реже розовые или белые, язычковые, собраны в многочисленные одиночные или сидячие по несколько на коротких цветоносах корзинки. Плод-призматическая, неправильно-клиновидной формы, семянка с коротким хохолком из пленчатых пленок. Цветет с июня до августа, плоды созревают в августе - сентябре. Размножается семенами и вегетативно от стержневого корня.

Распространен почти на всей территории Нахчыванской АР. Растет на супесчаных и суглинистых сухих и свежих почвах по обрывистым берегам рек и склонам оврагов, по обочинам дорог.

## ВЫВОДЫ

В результате работы были выявлены общие черты лекарственных растений, произрастающих на территории Нахчыванской АР:

1. цветение в мае-июне;
2. созревание плодов в августе-сентябре.

Представлена информация касательно морфологических особенностей упомянутых лекарственных растений, а так же описаны ореолы произрастания на территории Нахчыванской АР.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильина Т.А. Лекарственные растения России. Иллюстрированная энциклопедия. / Москва: ЭКСМО. – 2006: 1-190
2. Мехтиева Н.П. Фитоценотическая характеристика и ресурсы некоторых официальных лекарственных растений флоры Азербайджана// Баку: Вестник Института Ботаника НАН Азербайджана. – 2012; XXXII: 112-116.
3. Муравьева Д.А. Фармакогнозия. / Москва. – 1978: 1-656
4. Талыбов Т.Г., Ибрагимов А.Ш., Ибрагимов А.М. и др. Лекарственные растения Нахчыванской Автономной Республики. / Нахчыван: Аджами. – 2014: 1- 431
5. Дамиров И.А., Прилипко Л.И. и др. Лекарственные растения Азербайджана. / Баку: Маариф. – 1982: 1-319

---

---

# BRIEF INFORMATION ON SOME MEDICINE PLANTS USED IN MEDICINE IN THE NAKHCHYVAN AUTON- OMOUS REPUBLIC OF AZERBAIJAN

## **I.B. Mamedov**

Doctor of biological sciences, Deputy director of the Institute of Bioresources of the Nakhchivan branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

## **T. Pashayev**

Candidate of Biological Sciences, Head of the Botanical Gardens Department of the Bioresources Institute of the Nakhchivan Branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

## **A. G. Mardanly**

Ph. D. (Agr.), Associate Professor, Department of Botany, Nakhichevan State University,

## **S. Veliyeva**

Worker of the Institute of Biological Resources of the Nakhchivan Branch of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

## **E.A. Sitnikova**

CJSC «Ekolab», Elektrogorsk city

## **S. G. Mardanly**

Doctor of Medical Sciences, State University of Humanities and Technology, Orekhovo-Zu-  
evo city

Numerous medicinal plants grow in the mountains, pastures, forests, and on all the fertile lands of the Republic of Azerbaijan and the inseparable part of the Nakhchivan Autonomous Republic (AR). We found it necessary to attract attention by introducing some of these plants in more detail. This article presents an overview of medicinal plants of the Nakhchivan AR.

*Key words: medicinal plants, pharmacognosy, blue cyanosis, horsetail, horse sorrel, colts-foot, plantain, greater celandine, althaea, nettle, common chicory.*

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЯ МЯТЫ ЛУГОВОЙ (*MENTHA ARVENIS L*) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ.

## Иосебидзе Т.И.

Академический доктор биологических наук, ассоциированный профессор, Горийский государственный учебный университет. Грузия, г. Гори, e-mail: [tiniko.iosebidze@mail.ru](mailto:tiniko.iosebidze@mail.ru)

## Убирия М.Н.

Академический доктор медицинских наук, ассоциированный профессор, Грузинский государственный учебный университет физического воспитания и спорта. Грузия, г. Тбилиси, e-mail: [ubiriamarika@mail.ru](mailto:ubiriamarika@mail.ru)

## Куридзе М.Г.

Академический доктор технических наук, приглашенный специалист, Горийский государственный учебный университет. Грузия, г. Гори, e-mail: [marinaquridze@gmail.com](mailto:marinaquridze@gmail.com)

В статье представлены данные генетического ресурса мяты луговой, её биологическое своеобразие и условия окультуривания. Осенью посадку мяты производили до наступления морозов, с конца октября до начала ноября. Выкапывали лунки глубиной 7 – 10 см на расстоянии 60 – 70 см друг от друга. На 1 га требуется 80000-85000 единиц корневищ

Ключевые слова: мята луговая, генетический ресурс, окультуривание, технология

**Растительный мир Грузии особенно богат и многообразен. Это обусловлено физико-географическими и климатическими условиями Грузии.** Также Грузия богата генетическими ресурсами культурных растений. Грузинский народ в течение тысячелетий создавал эндемические, аборигенные виды уникальных высокоэффективных сортов зерновых, бобовых, виноградных, фруктовых, ароматных, медоносных, пряных, ядовитых и других культурных растений [2]. Несмотря на то, что в XXI веке производство химических лекарственных средств достигло высокого уровня развития, в обществе всё актуальнее становится лечение народными средствами.

Отрицательное влияние антропогенных или глобальных климатических условий повлекло за собой изменения ареала и численности популяции лечебных, ароматных, пряных растений, что требует их постоянной консервации, восстановления и защиты.

Проблема актуальна и для нашей страны, которая является очагом распространения многих культурных растений и их диких предшественников. Всё это обусловлено климатическим и почвенным разнообразием, мутационными изменениями, отдаленной гибридизацией, естественным отбором, правильным использованием генофонда нашими предками, народная и научная селекция, хотя на сегодняшний день многие из этих растений

---

---

находятся на грани исчезновения. Это касается и генетического ресурса лекарственного растения мяты луговой.

В статье представлены данные генетического ресурса мяты луговой, биологическое своеобразие и условия окультуривания. Окультуривание лекарственных растений в Грузии мзаестно с давних времён. В древних грузинских медицинских письменах описаны до сорока эфирных лекарственных растений, используемых с лечебной целью. Это преимущественно представители семейства зонтичных и губоцветных.

Мята (лат. *Mentha*) многолетнее травянистое растение из семейства губоцветных. В Грузии как дикое растение произрастает 4 вида мяты: мята болотная (*Mentha pulegium*), мята луговая (*Mentha arvensis*), мята водная (*Mentha aquatica*), мята длиннолистная (*Mentha longifolia*) [1].

Мята луговая распространена почти повсеместно. В Грузии производство эфирных масел известно с давних времён. В XVIII веке Вахушти Батонишвили описал эфирномасличные культуры, которых возделывали и выращивали в тогдашней Грузии. А производство эфирных масел впервые было основано в последнее десятилетие XIX столетия и первый маслобойный завод был построен в 1897 году. До 90-х годов прошлого века в Грузии производилось до 15 видов различных натуральных эфирных масел. В 90-х годах XX столетия в нашей стране, в условиях переходного периода в экономике, специализированные заводы эфирных масел были полностью уничтожены. Землю отдали населению в частное пользование и возделывание и производство натуральных эфирных масел прекратилось. С 2000 года наметилось возобновление производства сырья для приготовления эфирных масел. В стране в этом направлении созданы несколько ООО (Общество с Ограниченной Ответственностью): в г. Зугдиди, селе Дамия Марнеульского муниципалитета, селе Напареули Телавского муниципалитета, которые занимаются производством лаврового, лавандового и розового масел.

Мята луговая (*Mentha arvensis* L), семейства губоцветных (*Lamiaceae/Labiatae*) многолетнее травянистое пахучее растение высотой до 20-50 см, опушенное, с чешуйчатым корневищем и олиственными побегами. Стебли прямостоячие или восходящие, большей частью разветвленные. Листья черешковые, яйцевидные или продолговато-эллиптические, с 3-6 парами боковых жилок. Размер листьев колеблется в пределах 1,5-3 см в ширину и 3-8 см в длину. Края мелкопильчатые. Соцветия в ложных мутовках, располагающихся в пазухах средних и верхних листьев. Колосовидное верхушечное соцветие неразвито. Чашечка колокольчатая. Венчик розовый или розово-лиловый.

Содержание эфирных масел в листьях мяты луговой до 2,5 % , а в цветках до 4-6%, в стеблях эфирных масел почти нет. Эфирные масла мяты содержат более 100 компонентов. Основные из них: ментол (50-80%), ментон (до 40%), а также ментилацетат, цинеол, терпен, летучие и жгучие вещества. Количество веществ, входящих в состав мяты, сильно варьирует и зависит от места произрастания растения, времени сбора урожая и климатических условий. Мята луговая улучшает мозговое кровообращение, оптимизирует артериальное давление, оказывает спазмолитическое действие на сосуды головного мозга при головокружениях, мигренях, тошноте, рвоте, "укачивании". Мята луговая усиливает аппетит, улучшает пищеварение, снижает повышенную кислотность желудочного сока, ослабляет тошноту, спазмы желудка и колики, обладает ветрогонным, противосудорожным, противовоспалительным и обезболивающим действием. Мята входит в состав аппетитного, желудочного, ветрогонного, потогонного, желчегонного и успокоительного сборов и настоек [4, 5]. Ввиду вышесказанного, мята широко используется в медицине, в парфюмерии, ликёро-водочном и кондитерском производстве, в бытовой химии. В статье уделено внимание окультуриванию



---

---

и выращиванию этого растения.

Абиотические факторы-почва и климат прямое влияние оказывают на развитие растения и урожайность, количестве и качестве эфирных масел. Мята в Грузии, в Шида Картли хорошо растёт на богатых гумусом песчаных и глинистых почвах, в тёплых полутенистых, в защищённых от ветра местах. Неблагоприятны влажные и сухие места, а также наличие большого количества сорняков. При посадке мяты наилучшими её предшественниками являются бобовые, зерновые, картофель. Почву перед посадкой нужно обработать на глубине 25 – 28 см. Мята очень требовательна к органическим удобрениям: потребность в азоте составляет 60-70 кг/га (обязательно удобрение надо вносить по частям-перед посадкой, после всхожести, перед завершением роста, после сбора урожая); потребность в фосфоре составляет 70-90 кг/га, а калия требуется 200-250 кг/га. С целью обеспечения почвы гумусом осенью на участки вносят солому и навоз.

Мяту можно размножать при помощи семян и корневищами [3] В Грузии её мы размножали в основном вегетативным путем-корневищем. Черенки корневые высаживали как весной, так и осенью. Мы проводили размножение мяты двумя методами.

I метод: корневые черенки длиной 15-20 см. вручную отделяли друг от друга, т.к. механическое деление растения вызывает множественные повреждения и не используется в практике. Для успешного укоренения корневые черенки должны иметь хотя бы одну почку и 3-4 небольших листочка. Эти корневые черенки осенью того же года (до середины октября) или весной закапывали на глубине 7-10 см. во влажный грунт. Расстояние между рядами было 60-70см. При более близком расстоянии растения затеняют друг друга, что снижает в них содержание эфирных масел. Корневые черенки укоренялись быстрее, чем наземные. Осенняя посадка оказалась более рентабельной, чем весенняя. Потребность на черенки при этом методе составляет 80 000-8500 000 единиц на гектар. Исходя из данных проведенного нами опыта, мы предпочитаем высаживать мяту осенью, т.к. при этом получили на 20% больше урожая.

II метод: при использовании стеблевого черенка для размножения брали стебель взрослой особи и отрезали отросток длиной 7-10 см. и ставили в воду. После появления корней на конце стебля, растение пересаживали в грунт осенью (до октября) или весной (с апреля). Расстояние между рядами было 50-60 см. Для этого потребовалось 50 000 - 60 000 единиц на гектар.

При увеличении влажности почвы и высокой температуре воздуха проявляется самое опасное заболевание растения - ржавчина мяты (*Puccinia menthae*) оранжевые споры которой появляются на обратной стороне листа. При обнаружении заболевания, мяту необходимо срезать. Антракноз мяты (*Sphaceloma menthae*) вызывает точечный некроз листьев. Встречаются ещё такие болезни, как гниlostное поражение корней и стебля (*Phoma strasseri*), мучнистая роса (*Erysiphe biocellata*), пятнистая болезнь листа (*Cercospora* sp.). Из вредителей мяту поражают цикады (*Eupteryx atropunctata*), мятный листоед (*Chrysomela menthastri*), клещи, жуки, тля и блошки.

Первый сбор урожая производили, когда растение достигло определённой высоты - 18-20 см. На небольших участках мяту срезали вручную, мы также измельчали срезанное сырьё, отделяли листья от стеблей. Также используется метод отделения листьев проведением ладони вдоль стебля, когда листья остаются целыми.

Отсюда можно делать вывод, что в условиях Горийского района при проведении этих мероприятий, возможно окультуривание высококачественного, лечебного, ароматного, пряного растения мяты луговой с сохранением его генетического ресурса, и в виду возросших



---

---

потребностей, увеличить ореала его распространения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гугава Е. Технология выращивания лекарственных растений / Тбилиси. – 2014: 30-32
2. Гугава Е., Иосебидзе Т. Методы выращивания некоторых лечебных растений / Тбилиси. – 2001: 4-6
3. Гогичаишвили Л., Гугава Е. Выращивания лекарственных растений / Тбилиси. – 1998: 97-100
4. Складневский Л. И., Губанов И. А. Лечебные растения в домашних условиях / Тбилиси. – 1993: 198-200
5. Современная фитотерапия. / София: Изд-во Медицина и физкультура. – 1988: 195 -197

Iosebidze T. Academic Doctor of Biologic Sciences, Associate Professor, Gori State Teaching University, e-mail: [tiniko.iosebidze@mail.ru](mailto:tiniko.iosebidze@mail.ru)

Ubiria M. Academic Doctor of Medical Sciences, Georgian State Teaching University of Physical Education and Sport, e-mail: [ubiriamarika@mail.ru](mailto:ubiriamarika@mail.ru)

Kuridze M. Academic Doctor of Technical Sciences, Invited Specialist, Gori State Teaching University, e-mail: [marinaquridze@gmail.com](mailto:marinaquridze@gmail.com)

## GENETIC FEATURES OF MENTHA ARVENIS L AND TECHNOLOGY OF ITS CULTIVATION IN GEORGIA

The article presents the data of the genetic resources of *Mentha arvensis* L, its biological characteristics and conditions of its cultivation. In the fall, *Mentha arvensis* L was planted before the onset of frost, from late October to early November. Holes were dug at the depth of 7–10 cm at a distance of 60–70 cm from each other. 80000- 85000 units of rhizomes are required for 1 ha.

**Key Words:** *Mentha arvensis* L, genetic resource, cultivation, technology.

# СЕЛЕКЦИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА НУТРИЕНТ-НУЮ ЦЕННОСТЬ ЛИПИДОВ СЕМЯН

**Я.Н. Демури**

д.б.н., профессор, главный научный сотрудник

**О.М. Борисенко**

к.б.н., ведущий научный сотрудник

**Т.М. Перетягина**

к.б.н., ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК)

350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17

+(988) 242-21-80, [yakdemurin@yandex.ru](mailto:yakdemurin@yandex.ru)

При разработке генетических основ селекции подсолнечника на увеличение окислительной стабильности масла следует учитывать степень ненасыщенности жирных кислот и состав естественных антиоксидантов-токоферолов, препятствующих процессу свободнорадикального окисления.

Ключевые слова: олеиновая кислота, токоферолы, семена, стойкость к окислению

## ВВЕДЕНИЕ

Современные генетические исследования привели к радикально новому этапу в селекции растений на качество масла, связанному с преодолением межвидовых барьеров в наследственной изменчивости состава липидов семян между различными масличными культурами. Подсолнечник может давать масло, аналогичное по жирнокислотному составу оливковому, а лён – подсолнечному. Это сопровождается формированием требований к сорту растения с точки зрения его промышленно-сырьевой адресности.

Селекция подсолнечника на качество масла основывается на современной мировой тенденции переноса отдельных этапов промышленных технологий в клетки живых организмов. Этот процесс позволяет получать необходимые вещества естественного происхождения экологически чистым (биосинтез) и энергосберегающим (солнечный свет) способом.

Селекционная стратегия в данном случае заключается в создании сортов и гибридов с новыми типами масла, определяемыми характером его использования. При этом возможен отбор генотипов как на экстремальные проявления признака, т.е. минимум или максимум, так и на оптимальное содержание желаемого вещества. Очевидно, что для каждого типа масла существуют индивидуальные параметры качества.

В отличие от селекции на увеличение урожая, когда признаки продуктивности, устойчивости к болезням и абиотическим стрессам формируются и реализуются в поле при уборке, селекция на улучшение качества ведётся с т.н. “сквозными” признаками химического состава семян. Эти признаки формируются в растении в полевых условиях и переходят в сырьё и продукты технологической переработки, т.е. их реализация происходит в промышленной

---

---

сфере.

Качество масла, т.е. его пищевые, биологические и технологические свойства, зависит от состава и положения жирных кислот в молекуле триацилглицеролов, а также от наличия сопутствующих соединений. Одной из важных проблем улучшения качества масла является повышение его устойчивости к окислению с целью предотвращения накопления токсичных продуктов прогоркания при его хранении и использовании.

При разработке генетических основ селекции на увеличение окислительной стабильности масла учитывается полифакториальность этого признака. К числу наиболее значимых элементов относится степень ненасыщенности жирных кислот, положительно коррелирующая со способностью к окислению, а также наличие естественных антиоксидантов, прежде всего токоферолов, препятствующих процессу свободнорадикального окисления.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 1968 г. состоялся расширенный выездной пленум секции масличных и эфиромасличных культур ВАСХНИЛ в г. Краснодаре. В нём приняли участие специалисты в области селекции, биохимии, технологии переработки жиров, а также диетологии и медицины. В частности, обсуждался вопрос о перспективах изменения селекционными методами как содержания олеиновой и линолевой кислот в подсолнечном масле, так и повышения концентрации в нём сильных в антиоксидантном отношении  $\gamma$ - и  $\delta$ -форм токоферолов [1].

Первая задача была успешно решена в 1976 г. путём создания во ВНИИМК высокоолеинового сорта подсолнечника Первенец [2]. Этот сорт стал уникальным донором признака высокоолеиновости в селекционных программах во всем мире.

Решение второй проблемы было начато во ВНИИМК только в 1982 г. Существуют четыре основные формы токоферолов -  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\delta$ , в ряду которых наблюдается уменьшение витаминной и увеличение антиоксидантной активности. Токоферольный комплекс семян обычных генотипов подсолнечника более чем на 90% представлен  $\alpha$ -формой при общем содержании токоферолов в масле около 800 мг/кг.

К настоящему времени доказано, что система генетического контроля над составом токоферолов в семенах подсолнечника состоит из трёх генов *Trp1*, *Trp2* и *Trp3* (модификатор). Рecessивные аллели, обнаруженные как естественные мутации, вызывают специфические для каждого гена нарушения в биосинтезе  $\alpha$ -токоферола, приводящие к накоплению предшествующих метаболитов, а именно,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -форм [3].

Созданный во ВНИИМК в 1991 г. межлинейный гибрид подсолнечника Краснодарский 917 с повышенным содержанием до 50%  $\beta$ -токоферола и обычным жирнокислотным составом масла, явился первым практическим результатом селекции масличных культур на генетически изменённый состав токоферолов в семенах.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для детального сравнительного изучения влияния состава жирных кислот и токоферолов на окислительную стабильность нами был проведён эксперимент с семью аналогами селекционной линии ВК 66 [4]. Было установлено, что увеличение содержания как  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферолов, так и олеиновой кислоты приводит к существенному повышению устойчивости масла к окислению (Рисунок 1).

Так за счёт изменения состава токоферолов окислительная стабильность обычного по

составу жирных кислот масла увеличилась для мутации *tph1* – на 20%, *tph2* – на 40% и *tph1*, *tph2* – на 80%. Признак высокоолеиновости у обычного по составу токоферолов подсолнечника вызвал повышение окислительной стабильности в 6 раз.

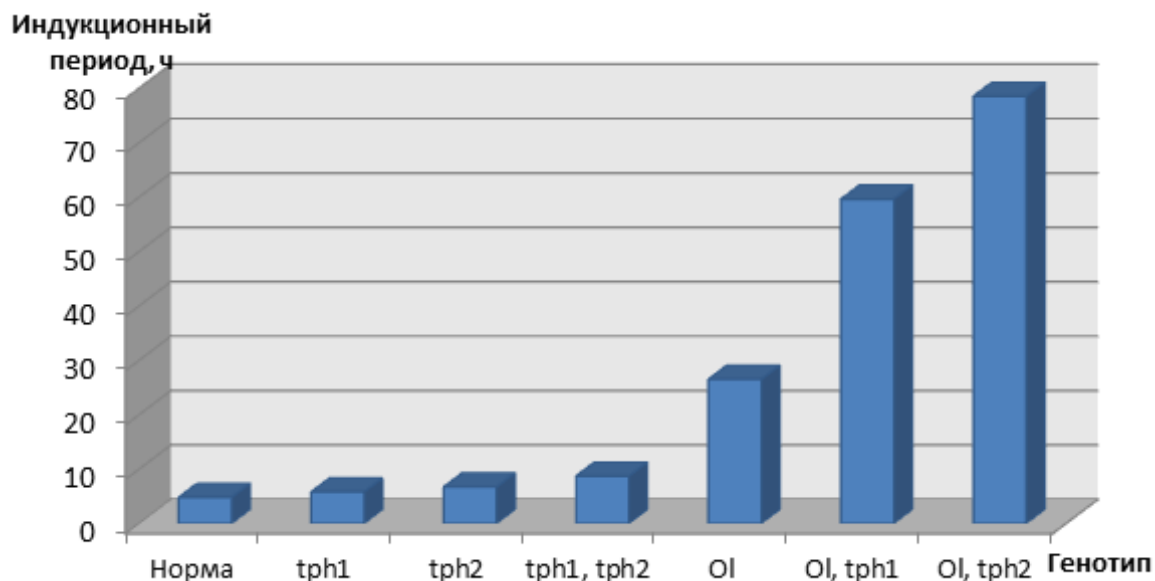


Рисунок 1 – Влияние мутаций состава токоферолов и жирных кислот на индукционный период окисления масла из семян подсолнечника, Рансимат-тест, 100 °С

При объединении в одном масле повышенного содержания  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферолов с признаком высокоолеиновости наблюдалось явление синергизма. Окислительная стабильность  $\beta$ -токоферольного высокоолеинового масла (объединение мутаций *tph1* и OI), была в 12 раз больше значений для обычного подсолнечного масла из семян нормальной линии. Более того, индукционный период  $\gamma$ -токоферольного высокоолеинового масла (объединение мутаций *tph2* и OI) увеличился в 16 раз по отношению к контролю.

Обнаруженный синергизм во влиянии жирных кислот и токоферолов открыл широкие возможности в селекции подсолнечника на улучшение качества масла путём комбинирования необходимых генов [5]. С другой стороны, серия из семи аналогов позволила количественно изучить закономерности в ряду: наследственная вариация (генотипический эффект) → изменение химического состава липидов семян (фенотипический эффект) → увеличение окислительной стабильности масла (технологический эффект).

Кроме того, разрабатывается также селекция на повышение общего содержания токоферолов (E-витаминный потенциал) без изменения их состава в семенах [6].

В 2014 г. в Госреестр селекционных достижений внесен созданный гибрид подсолнечника Окси, обладающий одновременно признаками высокоолеиновости и повышенного содержания сильных антиоксидантов  $\gamma$ - и  $\delta$ - токоферолов (Таблица 1).

Таблица 1- Состав жирных кислот и токоферолов в масле гибридов подсолнечника

Гибрид	Жирная кислота, %				Токоферол, %			
	C <sub>16:0</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	α	β	γ	δ
Темп (к)	5,1	3,5	31,2	60,2	100	<1	<1	0
Окси	4,3	3,8	86,2	5,7	<1	<1	60	40

Межлинейный гибрид подсолнечника Окси был получен в рамках селекционно-генетической программы улучшения качества масла при скрещивании линий ВК 876 × ВК 195 [7]. Родительские формы гомозиготны по четырём генам, контролирующим признаки высокоолеиновости (доминантная мутация *Ol*) и высокого содержания сильных антиоксидантов γ- и δ- токоферолов (тройная гомозигота по рецессивным мутациям *tph1*, *tph2* и *tph3*).

Главной селекционно ценной особенностью гибрида Окси является повышенная в 14 раз окислительная стабильность масла по отношению к обычному генотипу за счёт одновременного изменения состава жирных кислот и токоферолов, что придаёт гибриду мировой приоритет (Таблица 2).

Гибрид Окси относится к среднеспелой группе, по урожайности не отличается от контроля, обладает устойчивостью к заразице, ложной мучнистой росе, толерантностью к фомопсису. Вегетационный период от всходов до физиологической спелости 94 дня, масличность семян 48%, лузжистость 23%. Очевидно, что гибрид Окси предназначен для получения масла специального назначения, используемого при жарке или консервировании.

Расчетный индукционный период масла гибрида Окси при температуре 20 °С оказался равен 112 месяцам т.е. более 9 лет. Кроме того, двухлетнее хранение в комнатных условиях при доступе света и воздуха уже позволяет органолептически отличить масло гибрида Окси от обычного масла гибрида Темп по отсутствию как окислительной плёнки на поверхности, так и прогорклого запаха (Рисунок 2).

Таблица 2- Селекционная характеристика гибрида подсолнечника Окси

Признак	Гибрид Темп (норма)	Гибрид Окси
Вегетационный период, дни	94	94
Урожайность семян, т/га	3,3	3,1
Масличность семян, %	51,8	47,8
Сбор масла, т/га	1,5	1,3
Тип масла	линолевый, α-токоферольный	высокоолеиновый, γ- и δ-токоферольный
Окислительная стабильность масла, часы (Рансимат-тест, 120 °С)	3,1	44,3



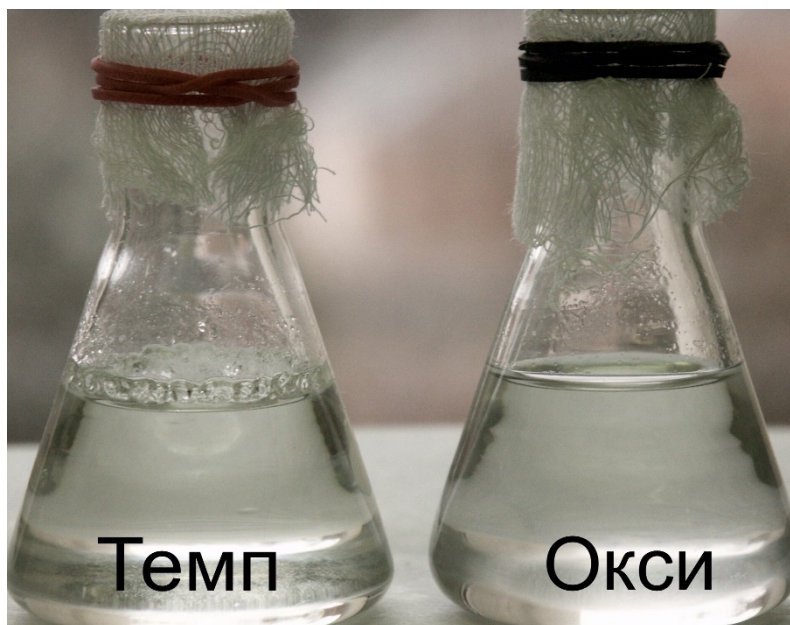


Рисунок 2 – Масло обычного гибрида Темп и гибрида Окси после двух лет хранения в комнатных условиях

Таким образом, получение селекционными методами без использования трансгенных растений натурального масла подсолнечника из семян гибрида Окси с максимальным уровнем окислительной стабильности за счет сочетания высокого содержания олеиновой кислоты с увеличением доли эндогенных антиоксидантов является современной инновационной разработкой ВНИИМК. Это природное масло без дополнительной химической модификации и добавления экзогенных ингредиентов целесообразно использовать в отраслях промышленности с повышенными требованиями к устойчивости к окислению.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ржехин В.П. Требования масложировой промышленности к качеству растительных масел для пищевых целей // Краснодар: Бюл. НТИ по масличным культурам. – 1969: С.22-27.
2. Солдатов К.И., Воскобойник Л.К., Харченко Л.Н. Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец // Краснодар: Бюл. НТИ по масличным культурам. – 1976; 3: 3-7.
3. Демурин Я.Н., Ефименко С.Г., Горлова Л.А. Селекция подсолнечника и рапса по признакам состава жирных кислот и жирорастворимых сопутствующих компонентов // Известия Вузов. Пищевая Технология. – 2016; 4: 66-69.
4. Demurin Ya., Skoric Dr., Karlovic Dj. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds as a basis of breeding for improved oil quality // Plant Breeding. – 1996; 115: 33-36.
5. Warner K., Miller J., Demurin Y. Oxidative stability of crude mid-oleic sunflower oils from

- 
- 
- seeds with high  $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherol levels // J Am Oil Chem Soc. – 2008; 85: 529-533.
6. Демури́н Я.Н., Перетьягина Т.М., Гордовская Н.Н. Изменчивость содержания токоферолов в семенах линий подсолнечника // Краснодар: Масличные культуры. Науч.-техн. бюлл. ВНИИМК. – 2018; 4 (176): 20-22. doi: 10.25230/2412-608X-2018-4-176-20-22.
7. *Демури́н* Я.Н., Борисенко О.М., Перетьягина Т.М. Окислительная стабильность масла как селекционный признак подсолнечника // Масла и жиры. – 2012: 6-7.

## SUNFLOWER BREEDING ON NUTRIENT VALUE OF SEEDS LIPIDS

**Ya.N. Demurin**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Principal Researcher

**O.M. Borisenko**

Ph.D., Leading Researcher

**T.M. Peretyagina**

Ph.D., Leading Researcher

Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center” All-Russian Research Institute of Oil Crops after V.S. Pustovoiт “

+ (988) 242-21-80, yakdemurin@yandex.ru

When developing the genetic basis of sunflower breeding to increase the oxidative stability of the oil, one should take into account the degree of unsaturation of fatty acids and the composition of natural antioxidants-tocopherols, which block the process of free radical oxidation.

*Keywords: oleic acid, tocopherols, seeds, oxidative stability*

# МОБИЛИЗАЦИЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА И ВОПРОСЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КРАПИВЫ (*URTICA DIOICA* L.) В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. И. Чернявских**

д.с.-х.н., главный научный сотрудник, профессор кафедры биологии НИУ «БелГУ» (Белгород)

e-mail: chernyavskih@bsu.edu.ru

**Е. В. Думачева**

д.б.н., заведующий кафедрой биологии НИУ «БелГУ» (Белгород)

**Д. В. Думачев**

врач отделения химиотерапии № 1 ОГБУЗ БОД (Белгород)

В статье рассмотрены вопросы мобилизации адаптивного потенциала генетических ресурсов *Urtica dioica* L., произрастающих на территории Белгородской области. Показаны пути рационального использования биологических ресурсов этой ценной кормовой и лекарственной культуры. В результате проведенных исследований получен и включен в реестр селекционных достижений РФ первый отечественный сорт крапивы двудомной Авиценна.

*Ключевые слова:* *Urtica dioica* L., селекция, сорт крапивы двудомной Авиценна, мобилизация адаптивного потенциала

## ВВЕДЕНИЕ

Особенностью мелового юга Среднерусской возвышенности являются высокие концентрации карбоната кальция почве. силу своих особых климатических, почвенных и ландшафтных. В силу особых условий меловой юг Среднерусской возвышенности рассматривается как вторичный антропогенный микрогенцентр формообразования ряда синантропных видов растений. В овражно-балочных комплексах региона выявлены устойчивые ценопопуляции диких сородичей ряда культурных растений. Их отличительной особенностью является ксероморфная структура, засухоустойчивость, устойчивость к карбонатному хлорозу, дефициту железа и т.д. Представляет несомненный научный интерес их изучение в качестве биологических ресурсов и исходного материала для экологической селекции [1].

Перспективным для региона является исследование вопросов селекции дикорастущих видов растений, которые или пока не входят в реестр сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, или недавно включены в него, но имеют, несомненно, важное народнохозяйственное значение, например, крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) [2].

Крапива – ценная кормовая культура, возделывание которой перспективно не только для Белгородского региона, но и для страны в целом. Обладая чуть более 1% общероссийской площади пашни и примерно такой же долей населения, Белгородская область производит

---

---

более 4% валовой сельскохозяйственной продукции страны и почти 6% – товарной агропродукции. Белгородская область многие годы лидирует в производстве мяса. Животноводы области в последние годы производят более 1,65 млн. тонн мяса. До сих пор ни один субъект РФ не достиг таких высоких показателей. В 2018 г. должно быть произведено не менее 1,67 млн. т. мяса, практически поровну свинины и мяса птицы (817 и 810 тыс. тонн соответственно). Крупные животноводческие комплексы сосредоточены практически во всех районах области. Основная их составляющая – 635 молочно-товарных комплексов, общее поголовье КРС в области насчитывает 160 тыс. голов, из них 60 тыс. – коров. Область является лидером в РФ (18,8%) по поголовью свиней (4 137,4 тыс. голов в 2017 г.), а также птицы (115 птицеводческих ферм с >50 тыс. голов) [3].

Главным источником повышения резистентности и жизнеспособности сельскохозяйственных животных и птицы долгое время служили и продолжают служить кормовые антибиотики, применяемые для терапевтических целей и для стимуляции роста, развития и продуктивности. В последнее время в Европе началась кампания по ограничению их использования, в которую постепенно вовлекается Россия. Антибиотики в значительных количествах накапливаются в молоке, мясе, яйцах. Выводимые из организма с продуктами жизнедеятельности, они попадают в виде органических удобрений в почву и накапливаются в растениях. Избыточное или неправильное их применение создаёт угрозу для здоровья человека, вызывая дисбиозы, аллергии, снижение иммунитета. Качество и экологическая безопасность продукции птицеводства и животноводства приобретают всё большее значение, т.к. низкие потребительские свойства делают ее неконкурентоспособной. В связи с открытием рынка Евросоюза для экспорта российских продуктов питания прогнозируется рост требований к гигиеничности, качеству и их питательной ценности, а безопасность должна стать приоритетом номер один, так как имеет непосредственное отношение к здоровью человека. Одним из перспективных компонентов является растительное сырьё из крапивы двудомной. В последнее время в ряде стран её используют как препарат, альтернативный кормовым антибиотикам, содержащий огромный спектр биологически активных веществ в легкодоступной форме. Ученые и большинство производителей считают, что травяная мука, в первую очередь, из крапивы, станет заменой кормовым антибиотикам на Белгородчине. Крапива двудомная является самым ранним витаминным кормом для птицы, не только хорошим источником биологически активных веществ, но и протеина. Кормовые добавки из крапивы способствуют оптимизации рационов птицы, улучшает продуктивные качества кур-несушек, качество яиц, усвоение питательных веществ корма и экономическую эффективность производства продукции. Отмечена интенсификация обменных процессов: возросли переваримость (использование) питательных и минеральных веществ корма [4,5].

Листья крапивы двудомной являются официальным лекарственным растительным сырьем (ЛРС) и входят в Государственный реестр лекарственных средств 2004 и 2008 гг., а также в ГФ VIII, IX и XI изд. В качестве кровоостанавливающего средства. Стандартизация листьев крапивы до недавнего времени проводилась в соответствии с требованиями фармакопейной статьи ГФ XI изд., в которой не было предусмотрено количественное определение какой-либо группы биологически активных веществ (БАВ). В 2014 г. утверждена новая фармакопейная статья для включения в ГФ XIII изд. «Крапивы двудомной листья», в которой по аналогии с Европейской фармакопеей предусмотрено количественное определение гидроксикоричных кислот (ГКК) в пересчете на кислоту хлорогеновую [6,7].

В последнее десятилетие большое внимание уделяется поиску и изучению средств, стимулирующих или подавляющих иммунные реакции организма. Иммуномодулирующие свойства растений малоизвестны в нашей стране. Из современного арсенала растений-им-



---

---

муностимуляторов в ГФ-ХІ входят календула, ромашка, женьшень, крапива двудомная, тысячелистник и некоторые другие. Применяется крапива при легочных, почечных, кишечных, геморроидальных кровотечениях, а также и при наружных, таких как, носовые кровотечения. Основные направления использования крапивы двудомной, как кормовой и пищевой добавки, обладающей антиоксидантным и лечебно-профилактическим действием, требуют введения крапивы в культуру, как кормового растения.

Однако в настоящее время в качестве сырья для производства лекарственных препаратов и в качестве кормов для животных и птицы используют дикорастущую крапиву. В культуре крапиву практически не возделывают. Опыт выращивания крапивы на небольших фермах есть в Германии [8].

Перспективным является отработка технологии возделывания крапивы двудомной в культуре, а также выведение новых сортов этой ценной культуры. В связи с этим была проведена работа по созданию сорта крапивы двудомной кормового использования, перспективного для возделывания на территории Российской Федерации.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Селекция крапивы двудомной ведется на базе природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ». Основной метод – индивидуально-семейный отбор из местных популяций крапивы, произрастающих в Белгородской области. Изучение селекционных образцов проводится стандартными методами. Из каждой сортопопуляции методом половинки оставляется резерв семян для дальнейшего использования. Выделившиеся по морфо-биологическим признакам сортопопуляции размножаются на изолированных участках (из семян резерва) и изучаются в условиях полевого опыта методом расщепленных делянок. Почва селекционного участка – чернозём типичный карбонатный среднеэродированный, содержание гумуса – 2,4 %. Среднегодовое количество выпавших осадков – 510-560 мм. Учёт урожайности зеленой массы и семян проводится поделочно.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Селекционная работа с крапивой двудомной, как в мире, так и в России ведется слабо. Созданы и введены в культуру несколько сортов в Германии (*Urimed*, *Saluica*), сорт *Панацея* в 2002 г. был зарегистрирован в Беларуси.

Авторы более 10-ти лет изучали морфо-биологические признаки *U. dioica* L. в различных экотопах Белгородской области, проводили поиск исходного материала. Вели селекционную работу с культурой крапивы двудомной. В результате изучения естественных популяций и селекционного отбора на базе Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ» была создана коллекция ценных экотипов *U. dioica* L., обладающих комплексом хозяйственно-полезных признаков. Выделены сортопопуляции отличающиеся высоким содержанием железа и облиственностью, стабильной урожайностью кормовой массы и семян.

В результате этой работы в 2019 году был выведен первый в России сорт крапивы двудомной Авиценна, а также разработаны проекты методики проведения испытаний крапивы двудомной на отличимость, однородность и стабильность (ООС) и анкета сорта [9].

Установлено, что в качестве признаков, которые варьируют слабо в пределах сорта, выступают следующие:



1. растение: высота;
2. растение: время начала цветения;
3. соцветие женское: окраска при цветении.

Общая характеристика сорта крапивы двудомной Авиценна. Растения сорта Авиценна имеют высоту 155-175 см, стебель и листья преимущественно темно-зеленого цвета, степень опушения жгучими волосками стебля и листьев средняя, длина женского соцветия до 58 см, плоды и семена имеют округло-эллиптическую форму. Продуктивность зеленой массы нового сорта крапивы двудомной в конкурсном сортоиспытании в условиях Белгородской области выше сорта Панацея на 39,5 %, урожай семян – на 31,2 %. Облиственность нового сорта выше стандарта на 11,1 %, высота первого укоса на зеленую массу выше на 42,7 %, второго укоса – на 66,6 %. Установлено, что сорт Авиценна хорошо произрастает на карбонатных почвах Белгородской области. Сорт пригоден к промышленному возделыванию на зеленую массу и семена.

## ВЫВОДЫ


Таким образом, в результате мобилизация адаптивного потенциала генетических ресурсов *U. dioica* L., произрастающих на территории Белгородской области, были найдены пути рационального использования биологических ресурсов этой ценной кормовой культуры. Получен и включен в реестр селекционных достижений РФ первый отечественный сорт крапивы двудомной Авиценна.

Исследование выполнено при поддержке гранта на проведение НИР по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса Белгородской области (Соглашение № 2 от 12 ноября 2018 года) на тему: «Формирование селекционно-семеноводческой базы медоносных культур в условиях малых форм хозяйствования».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Prisniy A.V., Vorobyova O.V., Gorbacheva A.A., Glubsheva T.N., Grigorenko S.E. Studies of Biological Resources of *Urtica Dioica* L. as Initial Material for Breeding // Journal of International Pharmaceutical Research. – 2018; 45: 473-476. [http://ijprjournals.com/admin/public/uploads/285\\_pdf.pdf](http://ijprjournals.com/admin/public/uploads/285_pdf.pdf)
2. Думачева Е.В., Чернявских В.И., Северин А.П., Масляков В.Ю., Овчаренко Н.С. Биологические ресурсы лекарственных растений (селекция, фармакологические свойства, применение). Белгород: ИД «Белгород», 2018; 138 с.
3. Савченко Е.С. Адаптивно-ландшафтная система земледелия как основа социально-экономического благополучия региона / В кн. Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV) / Часть 1. Белгород: ИД «Белгород», 2018; с. 10-19.
4. Игнатович Л.С., Корж Л.В. Травяная мука вместо антибиотиков // Животноводство России. – 2013; 1: 15.
5. Костомахин Н., Иванов А. Травяная мука — белковый и витаминный корм // Комбикорма. – 2013; 6: 71-73.

- 
- 
6. Киселева Т.Л., Смирнова Ю.А. Лекарственные растения в мировой медицинской практике: государственное регулирование номенклатуры и качества. М., 2009; 295 с.
  7. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Сафонова Е.Ф. Определение гидроксикоричных кислот, каротиноидов и хлорофилла в листьях крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) // Химия растительного сырья. – 2015; 3: 105-110.
  8. Svanberg I. The Use Of Wild Plants As Food In Pre-Industrial Sweden // Acta Societatis Botanicorum Poloniae. – 2012; 81 (4): 317-327.
  9. Чернявских В.И., Думачева Е.В., Бойко Е.С. Использование морфо-биологических признаков в селекции *Urtica dioica* L. Методическое пособие. Белгород: ООО «Зебра», 2019: 30 с.



## MOBILIZATION OF ADAPTIVE POTENTIAL AND QUESTIONS OF RATIONAL USE OF BIOLOGICAL RESOURCES OF NETTLE (*URTICA DIOICA* L.) IN THE BELGOROD REGION

### **V.I. Chernivskih**

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Professor of the Department of Biology, National Research University «BelSU» (Belgorod); E-mail: chernyavskih@bsu.edu.ru

### **E. V. Dumacheva**

Doctor of Biology, Head of the Department of Biology, National Research University «BelSU» (Belgorod)

### **D.V. Dumachev**

Doctor of Chemotherapy Unit No. 1, OGBUZ BOD (Belgorod)

**Summary:** The article deals with the mobilization of the adaptive potential of the genetic resources of *Urtica dioica* L., growing on the territory of the Belgorod Region. The ways of rational use of biological resources of this valuable feed and medicinal culture are shown. As a result of the research conducted, the first domestic variety of nettle Avicenna was obtained and included in the register of selection achievements of the Russian Federation.

**Key words:** *Urtica dioica* L., selection, variety of nettle Avicenna, mobilization of adaptive potential

# СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ *IN VITRO* ДЛЯ МОБИЛИЗАЦИИ У РЕГЕНЕРАНТОВ *BETA VULGARIS L.* АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ К ИОННОМУ СТРЕССУ

## Черкасова Н.Н

старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» Россия, Воронежская область, Рамонский район,

## Колесникова Е.О.

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» Россия, Воронежская область, Рамонский район,  
E-mail: biotechnologiya@mail.ru

Определены оптимальные концентрации ацетата свинца для проведения отбора устойчивых регенерантов сахарной свёклы *in vitro*. Выявлена зависимость регенерационной способности *Beta vulgaris L.* от генотипа и типа экспланта.

Ключевые слова: ионный стресс, питательная среда, ацетат свинца, *in vitro*.

## ВВЕДЕНИЕ

Постоянное действие многочисленных естественных и антропогенных неблагоприятных факторов приводит к снижению продуктивности растительных ресурсов, в том числе и сахарной свёклы. Среди различных стрессовых воздействий, снижающих жизнеспособность и продуктивность растений, выделяются почвенное засоление, засуха, экстремальные температуры, а в последнее время усиливается роль ионов тяжёлых металлов (ТМ) [1, 2].

Для получения форм растений с повышенным уровнем стрессоустойчивости успешно используют новые биотехнологические подходы.

Одним из экологически безопасных и перспективных направлений создания новых сортов – является клеточная селекция. Клеточная основа устойчивости к стрессу определяет целесообразность получения адаптированных форм растений методом отбора в культуре тканей. Селекция *in vitro* с использованием летальных доз ионов ТМ может быть перспективным методом получения устойчивых форм, что подтверждено достижениями последнего времени [3, 4]. Уже получены устойчивые к кадмию растения льна-долгунца, газонных трав к меди, ячменя к кадмию, марганцу, алюминию, табака к кадмию и осмотическому стрессу, овса и ячменя к алюминию и засухе [5, 6, 7]. До настоящего времени работы по отбору устойчивых к ИТМ форм сахарной свёклы отсутствовали. В связи с этим создание условий *in vitro* для мобилизации адаптивной способности регенерантов сахарной свёклы к ионному стрессу явилось актуальным.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе были использованы генотипы сахарной свёклы лаборатории исходного материала ФГБНУ ВНИИСС.

Индукция регенерации проводилась на питательной среде В<sub>5</sub>, дополненной необходимыми регуляторами роста (бензиламинопурина (БАП), кинетин, гибберелловая кислота (ГК)). Культивирование растений осуществлялось при температуре 23-26°C, 16-ти часовом фотопериоде, освещенности 5000 люкс и относительной влажности воздуха 70% [8].

В качестве эксплантов использовали микроклоны, зрелые зародыши, лист, черешок.

Проращивание семян проводили на свету (5000 люкс). Семена предварительно очищали от перикарпа и обеззараживали хлорсодержащим раствором в течение 60 минут. Для моделирования селективных условий к основной питательной среде добавляли Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> в различных концентрациях (0- 0,25%).

### Результаты и обсуждения

Изучение регенерантов сахарной свёклы (МС2113, ОПМ 14044) в условиях стресса, обусловленного добавлением в питательную среду 0,05% ацетата свинца, вызывало угнетение регенерантов, которое выражалось в замедлении роста по сравнению с контролем и незначительным пожелтением листьев.

Повышение концентрации селективного агента до 0,10% вызывало снижение интенсивности роста регенерантов в 2,7 раза, гибель боковых листьев, однако жизнеспособность растений при этом сохранялась. Наибольшее угнетение развития микроклонов происходило при 0,15%-м содержании ионов свинца, при этом прирост в высоту варьировал от 4,72 до 5,13% в зависимости от генотипа, проявлялась гибель точки роста у половины регенерантов (табл.1).

♦ Таблица 1-Влияние содержания ионов свинца в питательной среде на развитие регенерантов сахарной свёклы

Генотип	Концентрация Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> , %	Начальная высота, см	Увеличение высоты	
			см	%
МС-2113	0	1,60±0,55	1,07±0,75	71,67
ОПМ 14044		1,90±0,95	1,24±0,90	69,40
МС-2113	0,05	1,94±0,50	0,81±0,45	41,80
ОПМ 14044		2,14±1,25	0,62±0,25	35,00
МС-2113	0,10	1,86±0,85	0,41±0,4	26,30
ОПМ 14044		1,85±0,85	0,41±0,4	25,80
МС-2113	0,15	2,45±1,40	0,14±0,38	4,72
ОПМ 14044		2,30±1,05	0,15±0,4	5,13
МС-2113	0,20	1,72±0,45	0	0
ОПМ 14044		1,52±0,65	0	0

Дальнейшее повышение дозы селективного агента от 0,20 до 0,30 % приводило к гибели всех генотипов, являясь летальной концентрацией для регенерантов. Питательная среда с содержанием ионов свинца 0,10 - 0,15% оказалась сублетальной для отбора форм сахарной свёклы с устойчивостью к тяжёлым металлам. Исследования показали, что всхожесть семян сахарной свёклы при данной концентрации селективного агента составила 15-55,5%, при выживаемости регенерантов от 7,5 до 27,2% (табл.2).

Таблица 2- Влияние ионов свинца на ростовые свойства зрелых зародышей семян сахарной свёклы в культуре тканей

Генотип	Концентрация $Pb(CH_3COO)_2$ , %	Количество зародышей, %	
		Проросло	Выжило
МС-2113	0	57,6	57,6
ОПМ 14044		60,9	60,9
МС-2113	0,05	55,0	35,0
ОПМ 14044		61,1	27,7
МС-2113	0,10	40,9	27,2
ОПМ 14044		55,0	25,0
МС-2113	0,15	15,0	7,5
ОПМ 14044		25,0	10,0
МС-2113	0,20	10,0	-
ОПМ 14044		15,0	7,5
МС-2113	0,25	-	-
ОПМ 14044		10,0	5,0
МС-2113	0,30	-	-
ОПМ 14044		13,3	3,35

Увеличение содержания  $Pb(CH_3COO)_2$  от 0,20 до 0,30%, для создания более жёстких условий отбора, оказывало губительное действие на прорастание семян, которое варьировало от 10 до 15%. В дальнейшем развитие регенерантов зависело от генотипа. У ОП 14044 всхожесть составила 3,35-7,5%. У МС форм наблюдалось полное подавление ростовых процессов и гибель регенерантов.

Проведённые исследования показали, что зрелые зародыши семян явились довольно устойчивыми к действию тяжелых металлов. Вероятно, ионы свинца проникали через семенную оболочку на заключительной стадии набухания и вызывали задержку прорастания за счёт влияния на процессы деления и растяжения клеток. Однако в результате действия механизмов детоксикации, в частности, связывания избытка ионов металлов аминокислотами, поступающими из запасующих тканей зародыша, у корней и стебля появлялась возможность для дальнейшего роста [9].

При изучении влияния ионов тяжелых металлов на процесс регенерации различных эксплантов сахарной свёклы было выявлено, что листья наиболее чувствительны к стрессу. Уже при 0,05% концентрации ионов свинца в питательной среде выживаемость варьировала от 0 до 2,5%. У черешков и основания побегов она колебалась от 2,5 до 7,5% в зависимости от генотипа (табл.3)

Таблица 3- Влияние селективных факторов на процесс регенерации различных эксплантов сахарной свёклы

Генотип	Концентрация $Pb(CH_3COO)_2$ , %	Количество эксплантов, %					
		лист		черешок		основание побега	
		регенерировало	выжило	регенерировало	выжило	регенерировало	выжило
МС-2113	0	15,0	15,0	25,0	21,0	37,0	35,0
ОПМ 14044		17,0	17,0	32,0	30,0	33,0	30,0



МС-2113	0,05	5,0	2,5	2,5	2,5	7,5	5,0
ОПМ 14044		0	0	10	7,5	4,2	2,5
МС-2113	0,10	0	0	0	0	0	0
ОПМ 14044		0	0	0	0	2,5	0

При повышении содержания селективного фактора до 0,10% прорастание регенерантов было отмечено у ОПМ 14044, но при этом, выживших не было. Наиболее лучшей регенерационной способностью обладали черешки и основания.

Проведенные исследования позволили установить летальную и сублетальную концентрацию ионов свинца для отбора устойчивых регенерантов сахарной свёклы. Наиболее высокой регенерационной способностью в селективных условиях обладали семена. Регенерационная эксплантов способность зависела от генотипа.

## ВЫВОДЫ

В результате проведённых исследований была выявлена селективная питательная среда с концентрацией ионов свинца 0,10-0,15%, которая явилась сублетальной для отбора форм сахарной свёклы с устойчивостью к тяжёлым металлам. Наиболее высокой регенерационной способностью в селективных условиях обладали зрелые зародыши семян сахарной свёклы, наименьшей - листья. Прорастание их при данной концентрации селективного агента составило 15-55,5%, при выживаемости регенерантов от 7,5 до 27,2%. При увеличении содержания  $Pb(CH_3COO)_2$  от 0,20 до 0,30%, регенерационная способность зрелых зародышей семян составила 3,35-7,5 % в зависимости от генотипа.

Выявленные параметры будут использованы для мобилизации адаптивной способности регенерантов сахарной свёклы *in vitro* к ионному стрессу

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высотская Е.А. Проблемы загрязнения черноземных почв агрохозяйств воронежской области// Приволжский научный вестник.– 2013; 1: 120-31.
2. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжёлым металлам // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007; 172-81.
3. Щуплецова О.Н., Широких И.Г. Повышение устойчивости ячменя к токсичности металлов и осмотическому стрессу путём клеточной селекции// Зерновое хозяйство России. – 2015; 1: 150-134.
4. Гладков Е.А., Биотехнологические методы получения растений с устойчивостью к кадмию и свинцу // Сельскохозяйственная биология. - 2008; 3: 220- 21.
5. Гладков Е.А., Долгих Ю.И., Бирюков В.В. Клеточная селекция газонных трав, толерантных к ионам меди // Биотехнология. - 2006; 5: 210-57.
6. Широких И.Г., **Огородникова С.Ю, Абубакирова Р.И.** Изучение регенерантов овса, полученных в селективных системах с алюминием и полиэтиленгликолем// **Агрохимия. – 2010; 10: 220 -43.**
7. Сергеева Л.Е., Бронникова Л.И., Тищенко Е.Н. Осморегуляция Cd-устойчивых клеточ-

---

---

ных линий табака и их регенерантов в условиях осмотического стресса *in vitro*. // Биотехнология. -2011; 4-5: 210-107.

8. Знаменская В.В. Микроклонирование *in vitro* как метод поддержания и размножения линий сахарной свёклы // Энциклопедия рода Beta: Биология, генетика и селекция свёклы. Новосибирск, 2010; 620-436.
9. Титок В.В. Биоэнергетическая концепция гетерозиса// Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2003; 47-4: 150-84-88.

## **ESTABLISHING *IN VITRO* CONDITIONS TO ACTIVATE ADAPTATION ABILITY TO IONIC STRESS IN REGENERANTS OF *BETA VULGARIS* L.**

### **N.N. Cherkasova**

senior research officer of the genetics and biotechnology department Federal State Budgetary Scientific Institution “The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar” (Voronezh region)

### **E.O. Kolesnikova**

biological science candidate, senior research officer of the genetics and biotechnology department Federal State Budgetary Scientific Institution “The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar” (Voronezh region)  
E-mail: biotechnologiya@mail.ru

**Abstract.** Optimal concentrations of lead acetate for *in vitro* selection of sugar beet regenerants have been determined. Dependence of regeneration ability of *Beta vulgaris* L. upon an explant genotype and type has been revealed.

**Key words:** ionic stress, nutrient medium, lead acetate, *in vitro*.

# ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ *CHLORELLA VULGARIS* WEIJ. К ВОЗДЕЙСТВИЮ НЕКОТОРЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

**Боднар О. И.**

к.б.н., преподаватель кафедры общей биологии, ТНПУ (Тернополь, Украина)  
e-mail: [bodnar\\_oi@yahoo.com](mailto:bodnar_oi@yahoo.com)

**Грубинко В. В.**

д.б.н., проф., заведующий кафедрой общей биологии, ТНПУ (Тернополь, Украина)

Аннотация: показано, что уровень генетического полиморфизма популяций *Ch. vulgaris* (Dj – 0,206-0,300) при воздействии солей селена, цинка и хрома, установленный с помощью ISSR- и IRAP-ПЦР, находится в пределах уровня генетического полиморфизма одноклеточных зеленых водорослей, выращенных в естественных условиях без добавления солей-регуляторов метаболизма.

Ключевые слова: хлорелла, микроэлементы (селен, цинк, хром), ISSR- и IRAP-праймеры, ПЦР, генетический полиморфизм.

## ВВЕДЕНИЕ

Современный интерес к потенциальным коммерческим соединениям из микроводорослей актуализирует необходимость выяснения механизмов повышения их стрессоустойчивости, увеличение производительности, интенсификации метаболизма и активации тех или иных биосинтетических процессов с целью получения востребованных соединений.

Наряду с биохимическими методами регуляции, активно развиваются генетические методы трансформации метаболизма, в основе которых лежит изучение генома водорослей, экспрессии соответствующих генов и образования новых генномодифицированных штаммов. Именно за счет манипуляций с отдельными регуляторными генами успешными оказались попытка повысить выработку жирных кислот у диатомовых водорослей *Cyclotella cryptica* путем надэкспрессии ядерного гена, кодирующего пластидную ацетил-СоА-карбоксилазу [1], и трансформация автотрофных микроводорослей в гетеротрофные, у которых при этих условиях повышается биосинтез триацилглицеролов. Вместе с тем, осуществление генетически детерминированных регуляции и контроля метаболизма является процессом чрезвычайно сложным и трудоемким, так как во многих случаях могут изменяться посттранскрипционные и посттрансляционные эффекты.

Известно, что активными регуляторами метаболизма являются как физические (температура, освещенность), так и химические (количество и соотношение отдельных частей или введение дополнительных количеств микроэлементов, прежде всего солей металлов) факторы среды выращивания. Поэтому подбор оптимальных концентраций и комбинаций металлов для биотехнологического культивирования *Ch. vulgaris* с целью моделирования ее метаболического статуса является актуальным с точки зрения возможных генотипических

---

---

изменений, как положительных, так и отрицательных.

Хлорелла – классический объект широко используется как для альгологических клеточных и молекулярных исследований, так и для получения полезных продуктов в аквакультуре благодаря быстрому размножению и неприхотливости условий выращивания [2, 3].

Одними из самых эффективных инструментов исследования генетического полиморфизма, благодаря своей простоте, высокой чувствительности и скорости проведения исследований, являются методы молекулярно-генетического анализа на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР) [4, 5] с использованием мультилокусных генетических ISSR-маркеров и IRAP- маркеров (последовательности консервативных участков ретротранспозонов). Использование различных типов ПЦР-маркеров в генетическом анализе позволяет расширить спектр участков генома, отличающихся по функциональному значению.

Нами исследована культура *Chlorella vulgaris* в условиях воздействия повышенных концентраций в культуральной среде солей селена, цинка и хрома, которые, как показано ранее, являются активными регуляторами метаболизма липидов у хлореллы и способны включаться в их структуру с образованием биологически активных соединений – перспективных лечебно-профилактических препаратов при коррекции ожирения и диабета 2-го типа [6].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на микропопуляции культуры *Chlorella vulgaris* Beij. ССАР-211/11в, выращенной в среде Фитцджеральда в модификации Цендера и Горхема №11 при температуре 22–25°C и освещении 2500 лк 16/8 ч. **В эксперименте к культуре водорослей добавляли водный раствор селенита натрия из расчёта на Se (IV) – 10,0 мг/дм<sup>3</sup>**, и водные растворы ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O и CrCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O **из расчёта на Zn<sup>2+</sup> и Cr<sup>3+</sup> – по 5,0 мг/дм<sup>3</sup>**. Биомассу живых клеток отбирали после семи суток культивирования.

ДНК выделяли по стандартному протоколу из биомассы водорослей, высушенной при температуре 37°C [7]. Амплификацию проводили в термоциклере «Терцик МС2». Реакционная смесь содержала 0,2 ммоль dNTP, 1,25 U Taq-полимеразы, 0,5 мкм праймера, 1 × ПЦР-буфер на (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>. Для проведения ПЦР использовали следующие температурные режимы: ISSR-ПЦР: 94°C – 2 мин., 35 циклов (94°C – 30 с, 53°C – 30 с, 72°C – 1,5 мин.), 72°C – 2,5 мин; IRAP-ПЦР: 94°C – 2 мин., 35 циклов (94°C – 30 с; 58°C – 30 с; 72°C – 1,5 мин.), 72°C – 2,5 мин. Продукты амплификации геномной ДНК разделяли электрофорезом на 1,3% агарозном геле с добавлением 0,5 мкг/мл бромистого этидия в 1×SB-буфере в течение 5-6 ч при напряженности электрического поля 4-5 В/см. Для определения длины фрагментов использовали маркер молекулярной массы (100 bp + 1,5 Kb + 3 Kb DNA Ladder), содержащий фрагменты ДНК следующих размеров: 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000; 1500; 3000 п.н. Обработку электрофореграмм проводили с помощью программы TotalLab TL120 (Nonlinear Dynamics). Генетические расстояния Жаккарда (D<sub>j</sub>) между опытными образцами и контролем определяли в программе FAMD 1.25 [5].

Для проведения экспериментальных исследований использованы реактивы фирм «Sigma», «Lachema», «Reanal» и «Химреактив» (квалификация «ч.д.а.»).

Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью программы Statistica 6.0.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общее количество фрагментов для всех образцов, которые синтезировались при использовании 7 ISSR- и 1 IRAP-маркера (табл. 1), составила 109 фрагментов, 42 из которых оказались полиморфными (38,5%). При этом праймер ISSR-840 показал наивысшую степень полиморфизма – 81%, а ISSR-04 – наименьшую 7,7%. В работе [8] показано, что доля полиморфных ампликонов для четырех клонов *Ch. vulgaris* при стандартных условиях культивирования составляла 39,6%, что сопоставимо с полученными нами данными при влиянии исследованных микроэлементов.

Таблица 1. – Характеристика ПЦР-продуктов *Ch. vulgaris*, полученных при использовании ISSR- и IRAP- ПЦР

	Праймер	Общее количество ампликонов	Количество полиморфных ампликонов
1	<b>ISSR-03</b>	15	7
2	<b>ISSR-04</b>	13	1
3	<b>ISSR-05</b>	10	1
4	<b>ISSR-23</b>	17	7
5	<b>ISSR-807</b>	13	1
6	<b>ISSR-836</b>	11	7
7	<b>ISSR-840</b>	21	17
8	<b>IRAP-642</b>	8	1
		109	42

Использованные праймеры обеспечивали амплификацию фрагментов в пределах: 180-2600 п.н. (ISSR-ПЦР), 190-3400 п.н. (IRAP-ПЦР). Следует отметить, что в исследованиях при определении генетического полиморфизма в *Chlorella vulgaris* и *Chlorella pyrenoidosa* с помощью ISSR-праймеров полученные похожие результаты размеров продуктов ПЦР-реакции – 200-2600 п.н. [4].

Также определено значение показателя генетических дистанций по Жаккарду (Dj) между образцами культуры *Ch. vulgaris*, полученной при выращивании на средах различного состава (с добавлением солей Селена, Цинка и Хрома) и контролем (водоросли, выращенные при стандартных условиях культивирования) (табл. 2).

Показано, что наибольшей степенью от контроля отличался образец культуры *Ch. vulgaris*, выращенной с добавлением селенита натрия и хлорида хрома, а меньше всего – образец культуры *Ch. vulgaris*, выращенной с добавлением селенита натрия вместе с сульфатом цинка.

Таблица 2 – Генетические дистанции по Жакарду, рассчитанные на основе данных ПЦР-анализа

	1	2	3	4
контроль	–			
Se (IV)	0,232	–		
Se(IV) + Zn(II)	0,206	0,216	–	
Se(IV) + Cr(III)	0,300	0,148	0,298	–

1 – контроль; 2 – водоросли, выращенные с добавлением селенита натрия, Se (IV) – 10,0



---

---

мг/дм<sup>3</sup>; 3 – водоросли, выращенные с добавлением Se (IV) – 10,0 мг/дм<sup>3</sup> и сульфатом цинка, Zn (II) – 5,0 мг/дм<sup>3</sup>; 4 – водоросли, выращенные с добавлением Se (IV) – 10,0 мг/дм<sup>3</sup> и хлоридом хрома, Cr (III) – 5,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Отметим, что при культивировании *Ch. vulgaris* в среде с селенитом натрия, Dj составила 0,232 по отношению к контролю. В то же время, при добавлении в среду, кроме селенита натрия, дополнительно сульфата цинка, этот показатель снижался на 12% (табл. 2). Можно предположить, что Цинк определенным образом модулирует и контролирует накопление генетических изменений в культуре водоросли, поскольку их количество ниже, чем в образце, культивированном только с селенитом натрия. Кроме этого, Shen и соавт. показали, что при физиологических условиях культивирования генетические расстояния по Жаккарду между четырьмя штаммами *Ch. vulgaris* также варьировали в пределах от 0,218 до 0,321, а между тремя штаммами *Chlorella pyrenoidosa* – от 0,190 до 0,275 [4].

Согласно литературным данным, микросателлиты эволюционируют быстрее, чем остальная часть ДНК, в том числе поддаваясь «динамическим мутациям», что, в свою очередь, приводит к появлению аллелей с разным количеством повторяющихся единиц [8]. Поэтому, дополнительное внесение микроэлементов в среду культивирования, а затем их проникновение в клетку и включение в состав внутриклеточных структур, может привести к возникновению изменений в генетическом аппарате клетки, что проявляется увеличением уровня генетического полиморфизма *Ch. vulgaris*. По всей вероятности, полученные нами результаты молекулярно-генетического исследования хлореллы свидетельствуют об отсутствии негативного влияния солей Селена, Цинка или Хрома. Они лишь вызывают определенные изменения, которые в такой же степени проявляются и в пределах нормы [4]. Эти изменения обусловленные, по-видимому, активацией или инактивацией соответствующих биохимических процессов или физиологических функций в клетках *Ch. vulgaris* при действии микроэлементов [6].

Следует отметить, что биологическая активность соединений селена в клетках прямо или косвенно связана с протеинами: селенцистеином, селенметионином, глутатионпероксидазой, тиоредоксинредуктазой, селенпротеином Р и т.д. Надлежащее количество селена в составе этих соединений обеспечивает нормальное направление каскада процессов защиты ДНК и хромосом от «поломки», разрывов, делеций, образования аддуктов. Защитные эффекты селена также были показаны на митохондриальной ДНК, а именно: положительное влияние микроэлемента на длину и функцию теломера. Соединения селена в определенной степени могут иметь отношение к экспрессии генов, осуществлять модуляции метилирования ДНК или торможения деацетилирования гистонов протеинов [9]. Кроме этого, замечено дополнительную протекторную функцию селена на генетический аппарат клеток через селенметионин-индуцированную реакцию репарации ДНК, а также увеличение активности репаративных ферментов – ДНК-гликозилаз.

Наиболее заметное влияние соли цинка на ДНК наблюдается в функционировании так называемых «цинковых пальцев», которые являются протеиновыми модулями, стабилизированные одним или двумя ионами цинка и соединенные координационными связями с аминокислотными остатками белков. Эти цинксодержащие протеины являются наиболее распространенными протеинами в геномах эукариот, выполняя чрезвычайно разнообразные функции – распознавание ДНК, упаковку РНК, активацию транскрипции, регуляцию апоптоза, формирование пространственной структуры протеина и связывание липидов [10]. Исследование этой группы протеинов показали их активное участие в ответных реакциях клеток на биотические и абиотические стрессовые факторы.

Вопрос физиологической активности солей хрома до сих пор остается спорным и от-

крытым, и прежде всего будет зависеть от видовой принадлежности и генотипа организма [11]. В неподходящих концентрациях хром, попадая в организм, проявляет канцерогенное воздействие с существенным нарушением метаболизма и сложным механизмом мутагенеза, причем доказано, что Cr (III) менее опасен, чем Cr (VI). Однако, для животных и человека ключевая роль хрома состоит в регуляции углеводного обмена, поскольку Cr (III) является компонентом фактора толерантности к глюкозе. Поэтому, хром в соответствующих концентрациях крайне важен для улучшения качества жизни больных с сахарным диабетом, и использование соединений хрома с лечебной или профилактической целью требует четкой и однозначной инструкции по его форме и дозе.

## ВЫВОДЫ

Установлено, что между контрольным образцом *Ch. vulgaris* и образцом, выращенном при совместном воздействии селенита натрия и сульфата цинка, показатель генетической дистанции по Жаккарду был наименьшим (0,206). Можно предположить, что этот микроэлемент определенным образом модулирует и контролирует накопление генетических изменений в культуре водоросли, что является подтверждением важного биологического значение цинка.

Таким образом, дополнительное внесение солей микроэлементов (селена, цинка, хрома) в среду культивирования осуществляет вызывает определенную модификацию генетического аппарата клеток *Chlorella vulgaris*, однако обнаруженные изменения находятся в пределах уровня генетического полиморфизма одноклеточных зеленых водорослей, выращенных в естественных условиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dunahay T. G., Jarvis E. E., Roessler P. G. Manipulation of microalgal lipid production using genetic engineering // Appl. Biochem. Biotechnol. – 1996; 57 – 58: 223 – 231.
2. Liu J., Hu Q. Chlorella: Industrial production of cell mass chemicals // In *Handbook of Microalgal Culture. Applied Phycology and Biotechnology*. – 2013; 339 – 349.
3. Grubinko V.V., Bodnar O.I., Lutsiv A.I., Viniarska G.B. Adaptive role of lipids in algae under metal ions impact // *Hydrobiol. J.* – 2018; 54 (6): 78 – 93.
4. Shen S. Genetic diversity analysis with ISSR PCR on green algae *Chlorella vulgaris* and *Chlorella pyrenoidosa* // *Chin. J. Oceanol. Limnol.* – 2008; 26 (4): 380 – 384.
5. Schluter P. M., Harris S. A. Analysis of multilocus fingerprinting data sets containing missing data // *Mol. Ecol. Notes.* – 2006; 6 (2); 569 – 572.
6. Bodnar O.I., Kovalska H.B., Grubinko V.V. Regulation of biosynthesis of lipids in *Chlorella vulgaris* by compounds of zinc, chromium and selenium // *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* – 2018; 9 (2): 267 – 274.
7. Rogers S. O., Bendich A. J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh herbarium and mummified plant tissues // *Plant Mol. Biol.* – 1985; 5: 69 – 76.
8. Wongsawad P., Peerapornpisal Y., Wongsawad C. Molecular characterization of spirogyra from Northern Thailand using inter simple sequence repeat (ISSR) // *J. Adv. Biol.*

---

---

Biotechnol. (JABB). – 2015; 3 (2): 144 – 153.

9. Ferguson L. R., Karunasinghe N., Zhu S., Wang A. H. Selenium and its' role in the maintenance of genomic stability // *Mutat. Res.* – 2012; 733 (1-2): 100 – 110.
10. Laity J. H., Lee B. M., Wright P. E. Zinc finger proteins: new insights into structural and functional diversity // *Curr. Opin. Struct. Biol.* – 2001; 11 (1): 39 – 46.
11. Cervantes C., Campos-Garc J., Devars S., Gutierrez-Corona F., Loza-Tavera H., Torres-Guzman J. C., Moreno-Sanchez R. Interactions of chromium with microorganisms and plants // *FEMS Microbiol. Rev.* – 2001; 25: 335 – 347.

## GENETIC RESISTANCE OF *CHLORELLA VULGARIS* BEIJ. UNDER THE ACTION OF SOME MICROELEMENTS.

### **Bodnar O.I.**

PhD (Biol.), Senior Researcher, Department of general Biology, TNPU (Ternopil, Ukraine),  
e-mail: [bodnar\\_oi@yahoo.com](mailto:bodnar_oi@yahoo.com)

### **Grubinko V.V.**

Doctor of science (Biology), professor, Head of the Department of General Biology, TNPU (Ternopil, Ukraine)

**Summary:** We have shown that the level of genetic polymorphism of *Ch. vulgaris* (Dj – 0.206-0.300) under the action of sodium selenite separately and together with zinc sulfate and chromium chloride using ISSR- and IRAP-PCR is within the level of genetic polymorphism of unicellular green algae grown under natural conditions.

**Key words:** *chlorella*, trace elements (selenium, zinc, chromium), ISSR and IRAP primers, PCR, genetic polymorphism.

Стандартизация лекарственных  
средств растительного  
происхождения

4



# АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ВОДНО-ПРОПИЛЕНГЛИКОЛЕВЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА

**М.В. Воронков**

аспирант, м.н.с. ФГБУН ИБХФ РАН им. Н.М.Эмануэля (Москва)

**В.А. Волков**

к.х.н., н.с. ФГБУН ИБХФ РАН им. Н.М.Эмануэля (Москва).

**В.М. Мисин**

д.х.н., в.н.с. ФГБУН ИБХФ РАН им. Н.М.Эмануэля (Москва)

С помощью нескольких независимых методов проведены сравнительные исследования содержания антиоксидантов в водно-пропиленгликолевых экстрактах лекарственного растительного сырья, наиболее востребованных в косметической промышленности. Исследована динамика изменения концентрации антиоксидантов в процессе хранения. Предложен способ производственного контроля процесса экстракции.

Ключевые слова: антиоксиданты, флавоноиды, экстракты растений,ДФПГ, стандартизация.

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на широкое применение водно-пропиленгликолевых (ВПГ) и пропиленгликолевых (ПГ) экстрактов в косметической промышленности, в научной литературе практически отсутствуют данные об исследованиях их состава и свойств, а также о разработке методов их стандартизации. В связи с этим, в спецификациях на экстракты, как правило, производители указывают лишь сведения, требуемые действующими нормативно-правовыми актами, но не связанные с их биологической активностью (плотность, показатель преломления, массовая доля нелетучих веществ, процент сухого остатка). Поэтому в данный момент разработка методик стандартизации и установление показателей качества подобных экстрактов является актуальным вопросом.

Свободные радикалы являются одним из основных факторов, лежащих в основе физико-химических механизмов старения тканей и органов, в том числе старения кожи. Кожа, как орган, непосредственно контактирующий с внешней средой, помимо воздействия эндогенных факторов, инициирующих свободнорадикальное окисление, подвергается наибольшему воздействию факторов внешней среды, таких, как УФ- радиация, некоторые токсичные газы и аэрозоли, под действием которых также образуются свободные радикалы. В связи с этим антиоксиданты являются одними из важнейших действующих веществ в продукции косметического назначения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ



Экстракция сухого лекарственного растительного сырья 50 % водным 1,2-пропиленгликолем осуществлялась при массовом отношении сырья и экстрагента 1:19 при температуре 50 °С в течение 4 часов в условиях постоянного перемешивания.

Количественный анализ антирадикальных АО осуществлялся по методу, основанному на спектрометрическом наблюдении за их взаимодействием со стабильным хромоген-радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом, а также с помощью амперометрии (прибор ЦветЯуза-01-АА) [1-2]. Анализ флавоноидов проводился по модифицированной методике Государственной фармакопеи XIII издания, основанной на комплексообразовании некоторых групп флавоноидов с катионом  $Al^{3+}$  (в качестве реакционной среды служила смесь воды и пропиленгликоля в объемном отношении 1:1). Измерение содержания сухого остатка также проводилось по модифицированной методике Государственной фармакопеи XIII издания, температура выпаривания экстрагента, учитывая температуру кипения 1,2-пропиленгликоля, была повышена до 184 – 189 °С. Количественный анализ содержания дубильных веществ в пересчете на таннин производили по методу Левенталья, основанному на способности дубильных веществ окисляться перманганатом калия [3].

Исследование стабильности концентрации флавоноидов осуществляли при хранении экстрактов при комнатной температуре. Стабильность концентрации антирадикальных АО исследовалась при хранении экстрактов в холодильнике при 4 °С.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Спектральные свойства, определение подлинности и динамика экстракции

УФ-спектроскопические характеристики всех исследованных экстрактов в диапазоне длин волн свыше 250 нм определяются наличием фенольных соединений [4] (Рисунки 1 и 2), которые дают характерный пик около 270 нм, в спектрах некоторых экстрактов несколько смещенный в длинноволновую (шалфей, сабельник) или коротковолновую область (календула). В области 310 – 370 нм большинство экстрактов также имеют пик или плечо. Несмотря на общие черты, формы спектров достаточно индивидуальны и могут быть использованы в качестве одного из критериев подлинности экстракта и сырья [5].

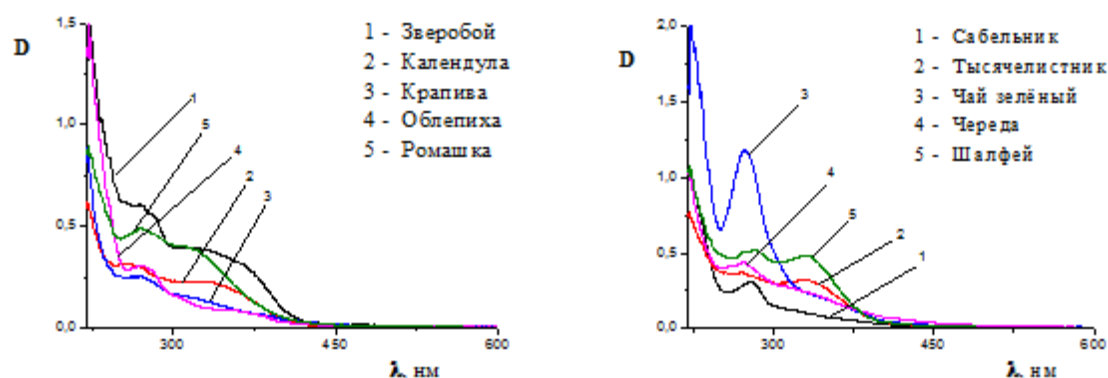


Рисунок 1,2 – УФ-спектры исследуемых воднопропиленгликолевых экстрактов лекарственных растений при 100-кратном разбавлении

Добавление хлорида алюминия приводит к образованию комплекса этого соединения с флавоноидами экстракта исследуемого растения, при записи спектров это выражается в

усилении и большей выраженности пиков при тех же длинах волн рисунке 3,4.

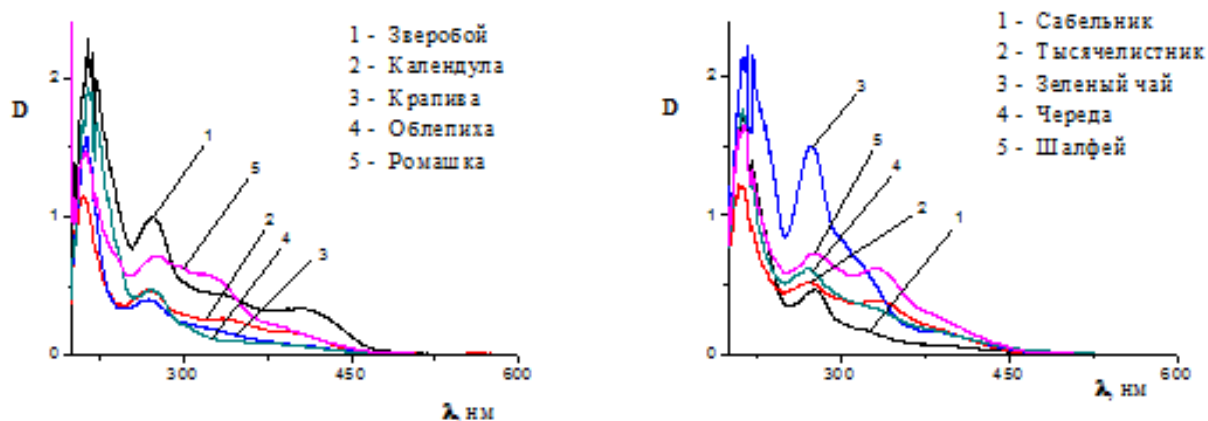


Рисунок 3,4 – УФ-спектры исследуемых воднопропиленгликолевых экстрактов лекарственных растений с добавлением хлорида алюминия при 100 кратном разбавлении

Возможность использования УФ- спектров в качестве критерия подлинности и повторяемость спектральных кривых экстракта продемонстрирована на рисунке 5.

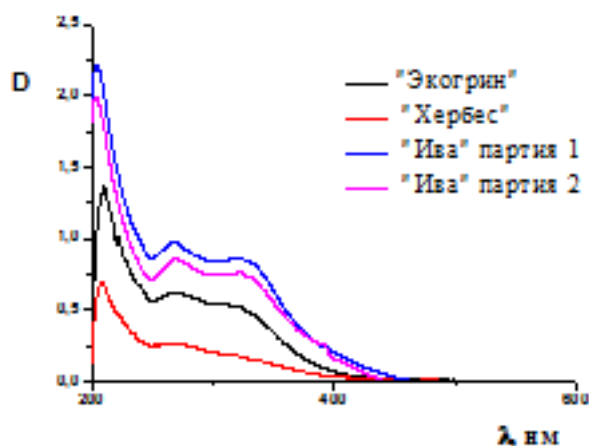


Рисунок 5 – Повторяемость спектральных кривых воднопропиленгликолевых экстрактов ромашки аптечной (*Matricaria chamomilla* L.), полученных из сырья разных производителей.

Полосы поглощения большинства фенольных соединений имеют большую ширину и сильно перекрываются. Главные максимумы в спектрах поглощения фенольных соединений определяются  $\pi \rightarrow \pi^*$  переходами в сопряженных ароматических системах, интенсивность которых коррелирует с длиной цепи сопряжения и наличием заместителей. Поэтому молярные коэффициенты экстинкции этих веществ в близких по величине длины волны максимумах также имеют значения в пределах одного порядка. Это позволяет проводить их количественную оценку методом прямого фотометрирования относительно калибровочного графика какого-либо стандартного образца, что очень удобно для текущего контроля производственных процессов вследствие простоты и экспрессности (рис. 6).

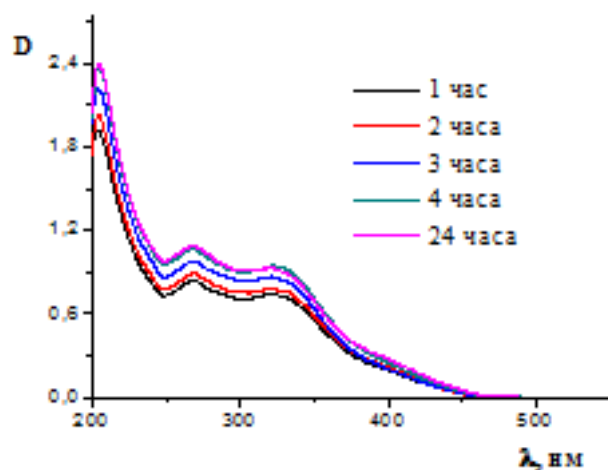


Рисунок 6 – Нарастание интенсивности спектров поглощения фенольных соединений ромашки аптечной в ходе экстракции 50 %-ным водным пропиленгликолем при температуре 50°C.

Очевидно, что при выбранных условиях процесс экстракции через 4 часа после начала можно считать практически завершенным.

#### Содержание антиоксидантов, флавоноидов и дубильных веществ

Данные по содержанию антиоксидантов, флавоноидов и некоторых других характеристик серии из 10 видов водно-пропиленгликолевых экстрактов лекарственных растений, наиболее востребованных в косметической промышленности, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования физико-химических характеристик и содержания биологически активных веществ в воднопропиленгликолевых экстрактах 10 лекарственных растений

№ п.п.	Наименование и использованная часть растения	% сухо-го в-ва	Концентрация флавоноидов мг/л (в сравнении со стандартным образцом рутина)	D <sub>270 nm</sub>	Содержание антиоксидантов, мг/л (в сравнении со стандартным образцом галловой кислоты)	
					ДФПГ-тест*	амперометрия**
1	Зверобой продырявленный (трава)	0,94	730	0,61	1110	304
2	Календула лекарственная (цветки)	0,91	276	0,3	124	213
3	Крапива двудомная (листья)	0,63	62	0,25	7,6	312
4	Облепиха крушиновидная (плоды)	0,61	95	0,3	660	232
5	Ромашка аптечная (цветки)	0,66	230	0,49	32	230
6	Сабельник болотный (трава)	0,37	38	0,3	730	150
7	Тысячелистник обыкновенный (трава)	0,52	285	0,37	254	192

8	Чай зеленый (листья)	1,51	258	1,17	2790	700
9	Черда трехраздельная (трава)	0,86	109	0,44	54	245
10	Шалфей лекарственный (листья)	0,72	385	0,5	580	220

\*Погрешность метода составляет не более 10% при  $R=0,95$ .

\*\* Погрешность метода составляет не более 25% при  $R=0,95$ .

Таблица 2 – Коэффициенты парной корреляции (Пирсона) между измеренными параметрами воднопропиленгликолевых экстрактов разных растений

	% сухого в-ва	Концентрация флавоноидов	$D_{max}$ при 270 нм	Содержание антиоксидантов по амперометрии
Содержание антиоксидантов поДФПГ	0,74	0,26	0,89	0,85
Содержание антиоксидантов по амперометрии	0,88	0,13	0,90	-
$D_{max}$ при 270 нм	0,87	0,35	-	-
Концентрация флавоноидов	0,35	-	-	-

Данные о содержании антиоксидантов, оптической плотности на 270 нм и относительному содержанию сухого остатка демонстрируют тесную корреляционную связь. Однако, показатель содержания флавоноидов не коррелирует ни с одним из этих параметров (Таблица 2), хотя флавоноиды относятся к антиоксидантам и имеют интенсивные полосы поглощения на длине волны 270 нм. Таким образом, флавоноиды, образуя комплекс с катионом алюминия, поглощающий при 414 нм, не являются определяющими для антирадикальных и антиоксидантных свойств водно-пропиленгликолевых экстрактов растений.

В другой серии экспериментов был проведен сравнительный анализ содержания флавоноидов и дубильных веществ с использованием классического метода Левентала.

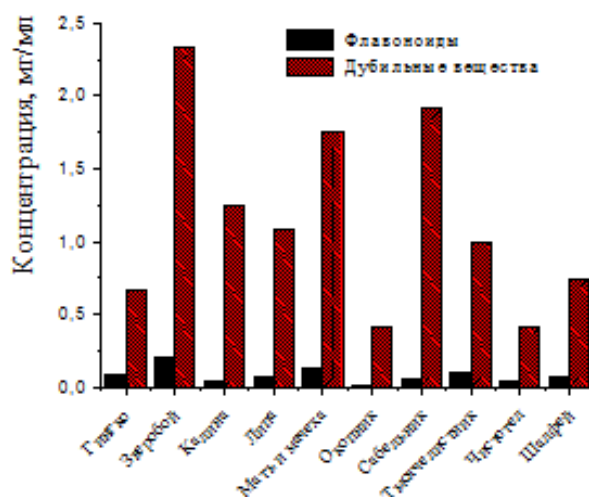


Рисунок 7 – Содержание флавоноидов (в пересчете на рутин) и дубильных веществ (в пересчете на таннин), измеренное в серии водно-пропиленгликолевых экстрактов лекарственных

ных растений

Очевидно, что смесь воды и пропиленгликоля является эффективным экстрагентом дубильных веществ, содержание которых превышает таковое флавоноидов, образующих комплекс с  $Al^{3+}$  (Рисунок 7).

### Стабильность биологически активных веществ при хранении

Исследования стабильности содержания флавоноидов, проведенные на протяжении 14 месяцев хранения при комнатной температуре (рис. 8), продемонстрировали отсутствие статистически значимых изменений вышеприведенных параметров, что позволяет осуществлять хранение экстрактов в течение указанного срока при сохранении полезных свойств.

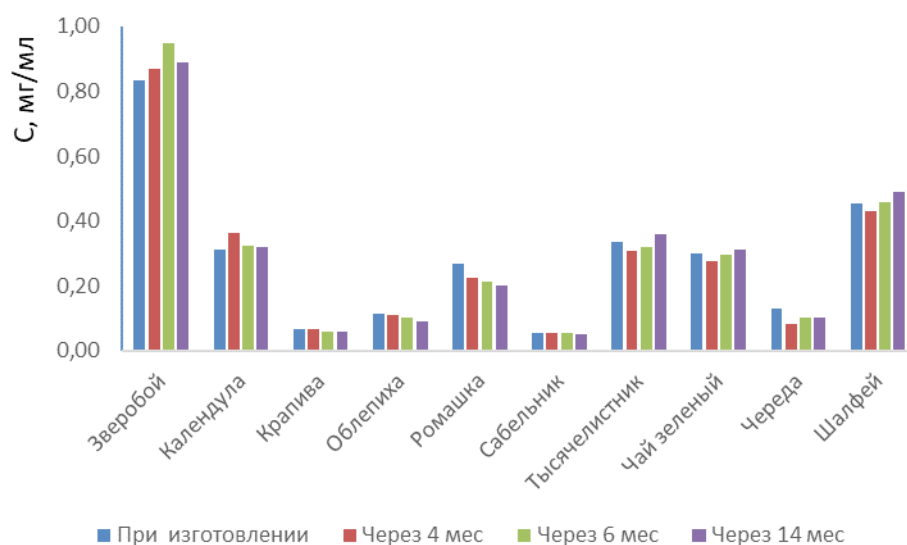


Рисунок 8 – Динамика содержания флавоноидов в воднопропиленгликолевых экстрактах при хранении при комнатной температуре по данным фотометрического анализа комплексов с хлоридом алюминия

В течение аналогичного периода времени экстракты были стабильны и по концентрации антирадикальных антиоксидантов при хранении в холодильнике при температуре  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. W. Bondet, W. Brand-Williams, and C. Berset, *Lebensm.-Wiss u.-Technol.*, 30, 609–615 (1997).
2. В.А. Волков, Н. Н. Сажина, П. М. Пахомов, В. М. Мисин // *Химическая физика*. – 2010. – Т. 29, № 8. – С. 73 – 77.
3. ОФС.1.5.3.0008.15 Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах.
4. Блажей А., Шутый Л. *Фенольные соединения растительного происхождения*. - М.: "Мир", 1977. – 239 с.
5. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII издание, том 3



# ANTIOXIDANT PROPERTIES OF WATER- PROPYLENE GLYCOL EXTRACTS OF MEDICINAL PLANTS AND THEIR STANDARDIZATION DURING PRODUCTION

## **MV Voronkov**

post-graduate student, junior researcher of the Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

## **VA Volkov**

PhD (Chem.), researcher of Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences (Moscow). *E-mail:* [vl.volkov@mail.ru](mailto:vl.volkov@mail.ru)

## **VM Misin**

DcS (Chem.), Leading Research Scientist of the Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Summary. Comparative studies of antioxidant content in water-propylene glycol extracts of medicinal plant materials most popular in the cosmetic industry was carried out by several independent methods. The dynamics of antioxidant concentration during storage was studied. A method of the extraction process control during manufacturing is proposed.

*Key words: antioxidants, flavonoids, plant extracts, DPPH, standardization.*

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В ЭКСТРАКТЕ ТРАВЫ *ASTRAGALUS PHYSODES* L.

### **М.У. Сергалиева**

старший преподаватель кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

e-mail: [charlina\\_astr@mail.ru](mailto:charlina_astr@mail.ru)

### **М.А. Самогруева**

д.м.н., зав. кафедрой фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **Д.А. Ахадова**

ассистент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **Э.И. Абдулкадырова**

очный аспирант 1 года обучения кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **А.С. Муканалиева**

студентка 3 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **Ж.К. Кайырова**

студентка 3 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

Данная работа направлена на проведение количественного анализа травы *Astragalus physodes*. С помощью спектрофотометрического анализа установлено, что в исследуемом сырье содержится 0,57 % гидроксикоричных кислот.

*Ключевые слова:* фитотерапия, *Astragalus physodes*, биологически активные вещества.

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно вырос интерес к фитотерапии. Данное обстоятельство обусловлено, в частности, тем, что средства, получаемые из лекарственных растений, содержат комплекс биологически активных соединений, характеризуются минимальным проявлением побочных эффектов даже при длительном применении, малой токсичностью и широким спектром профилактических и лечебных эффектов. В связи с этим, поиск и изучение новых природных растительных источников биологически активных веществ для создания на их основе высокоэффективных лекарственных препаратов, является одним из актуальных направлений в области современной фармации [1, 2]. Интерес вызывают растения крупного рода Астрагал (*Astragalus*), в частности Астрагал вздутый (*Astragalus physodes*), являющийся практически неизученным видом. Исследованиями установлено, что растения данного рода содержат значительный комплекс биологически активных сое-

динений (флавоноиды, сапонины, органические кислоты, дубильные вещества, аминокислоты, микроэлементы и др.) и обладают широким спектром фармакологического действия: антиоксидантным, антимикробным, иммуномодулирующим, антигипоксическим, анксиолитическим, ноотропным и др. [3, 4, 5, 6].

Одними из основных биологически активных веществ являются гидроксикоричные кислоты, представляющие собой органические соединения, которые необходимы для построения ферментов, белков, витаминов, фитонцидов и др., являющиеся высокоактивными фармакологическими веществами, проявляя эстрогенные, антиоксидантные, противовоспалительные, антибактериальные и противовирусные свойства.

Целью настоящей работы явилось количественное определение гидроксикоричных кислот в экстракте травы Астрагала вздутого (*Astragalus physodes*), произрастающего на территории Астраханской области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом настоящего исследования послужила трава Астрагала вздутого, собранная в период цветения (май 2017г.) в окрестностях г. Астрахань (Приволжский район, с. Татарская Башмаковка, «бэровские» бугры). Сырье Астрагала подвергалось сушке воздушно-теневым способом. Содержание суммы гидроксикоричных кислот определяли в переводе на абсолютно-сухое сырье. Потеря массы сырья при высушивании составила 7,7 %.

Количественное содержание гидроксикоричных кислот в экстракте Астрагала вздутого определяли спектрофотометрическим методом [7]. Около 2,0 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 200 мл и добавляли 70 мл воды. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течение 15 минут. Экстракцию повторяли дважды. Извлечения охлаждали и фильтровали через бумажный фильтр и количественно переносили в мерную колбу вместимостью 200 мл и доводили объем раствора водой до метки (раствор А).

В мерную колбу вместимостью 50 мл вносили 1 мл раствора А и доводили объем раствора 20 % спиртом этиловым до метки.

Оптическую плотность полученного раствора измеряли при длине волны 325 нм, которая является аналитической для кофейной кислоты. В качестве раствора сравнения использовали спирт этиловый 20 %.

Содержание суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на кофейную кислоту рассчитывали по формуле:

$$\tilde{O} = \frac{A_{\tilde{o}} \times 200 \times \theta \times 100}{A_{1\%}^{1\text{cm}} \times m \times W \times (100 - W)},$$

где  $A_x$  – оптическая плотность исследуемого раствора;  $E_{1\text{cm}}^{1\%}$  – удельный показатель поглощения кофейной кислоты при 325 нм = 782;  $m$  – масса навески исследуемого сырья, г;  $V_a$  – объем аликвоты, мл;  $W$  – влажность, %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектр поглощения суммы гидроксикоричных кислот Астрагала вздутого представлен на рисунке 1.

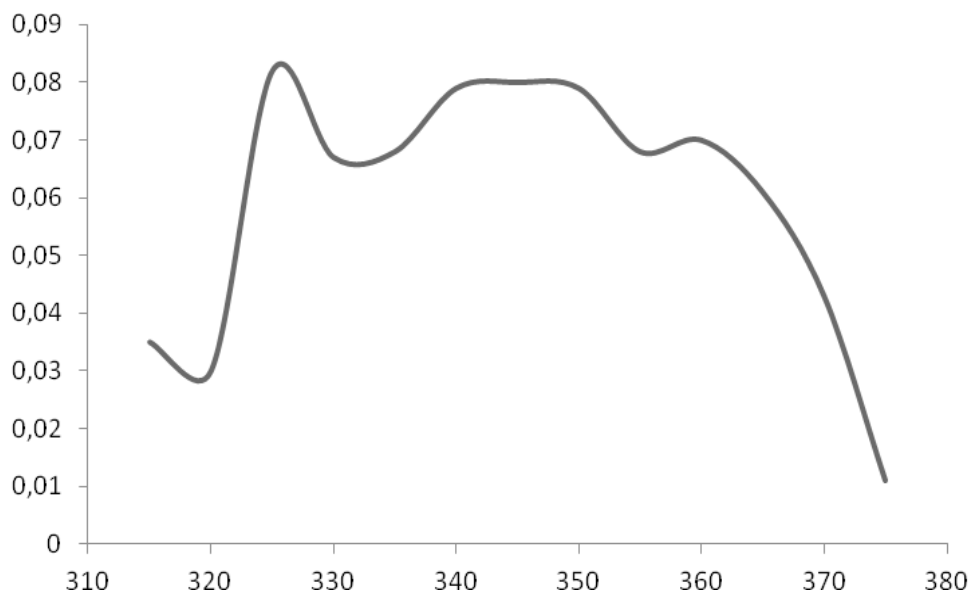


Рисунок 1 – Спектр поглощения гидроксикоричных кислот Астрагала вздутого.

*Примечание: A - оптическая плотность, l - длина волны*

В результате проведенного анализа, установлено количественное содержание суммы гидроксикоричных кислот в пересчете на кофейную кислоту в исследуемом сырье, которое составило 0,57 %. При сравнении содержания данной группы веществ в надземной части с Астрагалом серпоплодным, было выявлено, что концентрация гидроксикоричных кислот в траве Астрагала прутьевидного меньше в 5,6 раз [7]. Дальнейшее изучение фитохимического состава данного сырья необходимо направить на обнаружение других биологически активных веществ в большей концентрации.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе исследования установлено, что суммарное содержание данной группы веществ в траве Астрагала вздутого (*Astragalus physodes*) составляет 0,57 %. В связи с тем, что исследуемое сырье не является фармакопейным, полученные экспериментальные данные могут быть использованы при составлении нормативной документации на траву Астрагала вздутого.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гречухин А.И., Цибизова А.А., Гречухина М.И., Мулляминова И.И., Ласый Е.С. Изучение биологически активных веществ Девясила каспийского (*Inula caspica*) // Фармацевтические науки: от теории к практике: сборник заочной научно-практической конференции с международным участием. Астрахань. 2016. С. 114-117.
2. Цибизова А.А., Абдулкадырова Э.И., Мулляминова И.И. Изучение травы Клевера лугового (*Trifolium pratense*) // Фармацевтические науки: от теории к практике: сборник заочной научно-практической конференции с международным участием. Астрахань. 2016. С. 145-147.

- 
- 
3. [Сергалиева М.У., Ахадова Д.А., Самотруева М.А.](#) Количественное определение дубильных веществ в траве Астрагала вздутого (*Astragalus physodes*) // [Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития](#): сборник статей Международной научно-практической конференции. Пермь. 2018. С. 241-245.
  4. [Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Ахадова Д.А.](#) Содержание аминокислот в траве Астрагала вздутого // [Проблемы эффективного использования научного потенциала общества](#): сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 3 частях. Стерлитамак. 2018. С. 138-142.
  5. [Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Ахадова Д.А.](#) Содержание флавоноидов в траве Астрагала прутьевидного (*Astragalus virgatus*) // [Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации](#): сборник статей IX Международной научно-практической конференции: в 4 частях. Пенза. 2018. С. 204-206.
  6. Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Нурмагомедов М.Г. [Обнаружение биологически активных веществ в траве Астрагала вздутого](#) // [Open innovation](#): сборник Международной научно-практической конференции в 2-х частях. Пенза. 2017. С. 173-175.
  7. Гужва Н.Н. Содержание и состав полифенолов, кумаринов Астрагала серпоплодного, произрастающем в Пятигорском флористическом районе. // Серия Медицина. Фармация. 2012. Выпуск 20/2. С. 27-34.



---

---

# QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE AMOUNT OF HYDROXYCINNAMIC ACIDS IN THE EXTRACT OF HERBS ASTRAGALUS PHYSODES

## **M.U. Sergaliyeva**

Senior Lecturer, Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology

e-mail: charlina\_astr@mail.ru

## **M.A. Samotrueva**

Head Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology Dr. med. FSBEI HE Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Astrakhan)

## **D.A. Akhadova**

Assistant of the Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology

## **E.I. Abdulkadyrova**

Full-time postgraduate student of the 1st year of study at the Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology

## **A.S. Mukanaliyeva**

3rd year student of the Faculty of Pharmacy

## **Zh.K. Kayyrova**

3-year student of the Faculty of Pharmacy

**Summary:**The aim of the article is to conduct a quantitative analysis of herbae Astragalus physodes. Using spectrophotometric analysis, it was established that 0.57% hydroxycinnamic acids are contained in the raw materials under study.

**Key words:** phytotherapy, Astragalus physodes, biologically active substances.

## МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ ПАПАЙИ (*CARICA PAPAYA* L.)

**Р.И.Нугуманова**

e-mail: [mirymir\\_13@mail.ru](mailto:mirymir_13@mail.ru)

**Н.В.Кудашкина,**

д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ (Уфа)

Проведено сравнительное микроскопическое исследование листьев папайи (*Carica papaya* L.), интродуцированной на территории Республики Башкортостан и листьев папайи (*Carica papaya* L.), произрастающей в Индии с целью выявления основных диагностически-значимых признаков, которые могут быть использованы для разработки характеристик подлинности лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: папайя, *Carica papaya* L., микроскопический анализ, диагностические признаки, подлинность.

### ВВЕДЕНИЕ

Папайя (*Carica papaya* L.) – многолетнее тропическое пальмаподобное растение высотой до 4–6 м. Ствол не одревесневающий, зеленый, травянистый, не имеет ветвей. На верхушке располагаются многочисленные большие пальчато-надрезанные листья на длинных черешках. Спелые плоды папайи сочные, желтого цвета, очень большие (длиной до 10–30 см, массой до 1–4 кг), по размерам и форме напоминают дыню. Внутри полость, наполненная черными семечками. Семена имеют пряный вкус и используются для приготовления пищи [1]. По ботанической классификации, папайя относится к ягодам, хотя её плоды могут достигать в длину 20-30 сантиметров и весить от 400 г до 4 килограммов и более [3]. Родиной папайи является юг Мексики, Центральная Америка и север Южной Америки, но выращивается она сейчас во всех тропических странах.

В качестве лекарственного растительного сырья используются плоды, листья и семена папайи. Листья папайи обладают противовирусным, противовоспалительным, регенерирующим, глистогонным действием [2]. Листья папайи являются источником биологически активных соединений и перспективным видом лекарственного растительного сырья для медицины и фармации.

Микроскопический анализ объектов исследования является неотъемлемой частью для введения в нормативную документацию. В связи с этим целью данного исследования явилось сравнительное микроскопическое исследование листьев папайи, произрастающей в Индии и листьев папайи, интродуцированной в Республике Башкортостан.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом данного исследования являлись листья папайи (*Carica papaya* L.), интроду-

цированной в Республике Башкортостан на базе Лимонария, учебно-опытного хозяйства ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум» и листья папайи (*Carica papaya* L.), собранные в Индии, штат Гоа, населенный пункт Колва. Образцы листьев были собраны в марте 2018 года.

Высушенные и измельченные листья папайи размягчали путем кипячения в растворе 5 % натрия гидроксида в течение 5 минут. Сырье промывали водой и готовили из него микропрепараты с поверхности листа. В качестве просветляющей жидкости использовали раствор хлоралгидрата. Реакции на механические элементы выполняли с флороглюцином и концентрированной кислотой хлористоводородной. Изучение микродиагностических признаков проводилось с помощью микровизора mViso – Ломо с увеличением объективов x5, x10, x40, x100.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Микроскопия листьев папайи, интродуцированной на территории Республики Башкортостан: при рассмотрении листа с поверхности видны клетки верхнего эпидермиса многоугольной изодиаметрической формы с прямыми равномерно утолщенными стенками; клетки нижнего эпидермиса со слабоизвилистыми стенками. Устьичный аппарат аномоцитного типа, устьица многочисленные овальной формы располагаются на нижней стороне листа. Устьичные клетки чечевицевидные (Рисунок 1). Во всех частях листа были обнаружены внутриклеточные кристаллы – друзы оксалата кальция. Главные и более крупные жилки листа окружены кристаллоносной обкладкой (Рисунок 2).

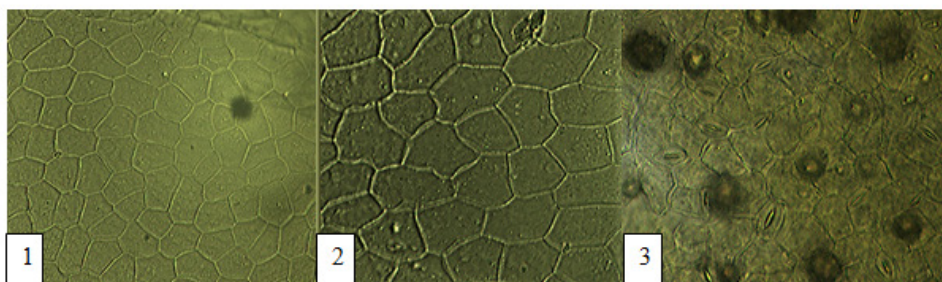


Рисунок 1 - Клетки эпидермиса: 1- верхней стороны листа; 2 - нижней стороны листа; 3- устьичный аппарат аномоцитного типа, нижняя сторона листа]

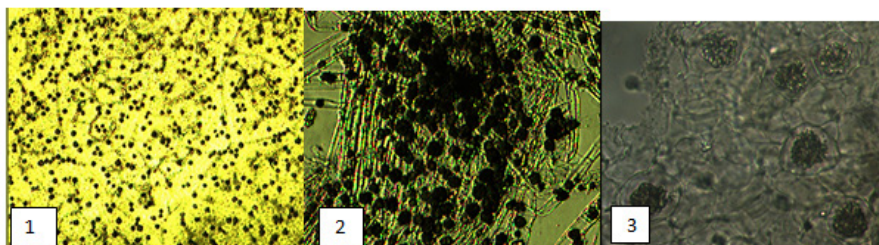


Рисунок 2 - Друзы оксалата кальция: 1 – поверхность листа; 2 – вдоль жилки; 3 – друзы, заключенные в клетки идиобласты

На поперечном срезе черешка просматривается покровная ткань – эпидерма. Под эпидермой располагается колленхима. Четко просматриваются склеренхимные волокна, пред-



ставленные прозенхимными клетками с толстыми оболочками. В паренхиме встречаются друзы оксалата кальция. Открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки расположены по кругу (Рисунок 3).

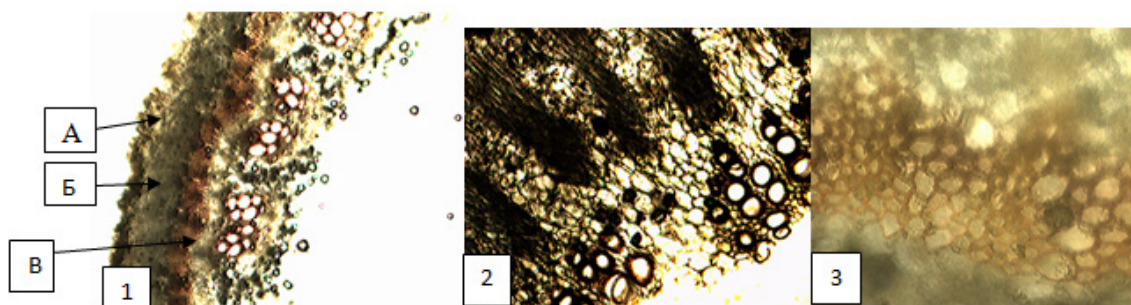


Рисунок 3 - Поперечный срез черешка: 1 – А – эпидермис, Б – колленхима, В – склеренхимные волокна; 2 – открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки; 3 – клетки склеренхимы

Микроскопия листьев папайи, произрастающей в Индии: при рассмотрении листа с поверхности видны клетки верхнего эпидермиса многоугольной изодиаметрической формы с прямыми равномерно утолщенными стенками; клетки нижнего эпидермиса с извилистыми стенками (Рисунок 4). Устьичный аппарат аномоцитного типа, устьица овальной формы располагаются на нижней стороне листа. Устьичные клетки чечевицеобразные. Во всех частях листа также были обнаружены внутриклеточные кристаллы – друзы оксалата кальция (Рисунок 5).

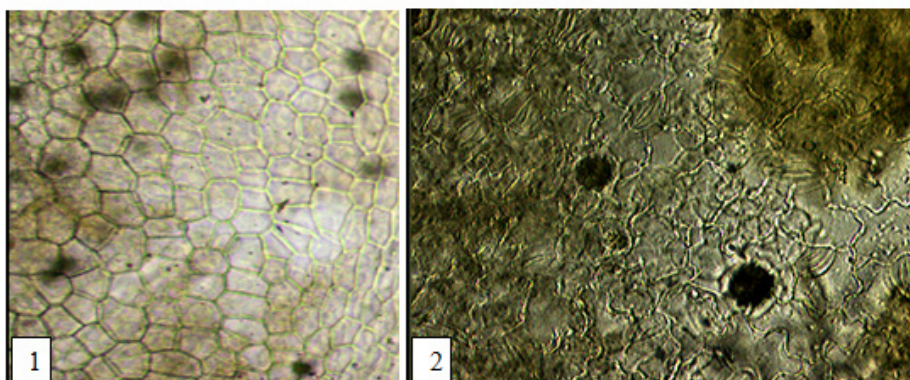


Рисунок 4 – Клетки эпидермиса: 1- верхней стороны листа; 2- нижней стороны листа.

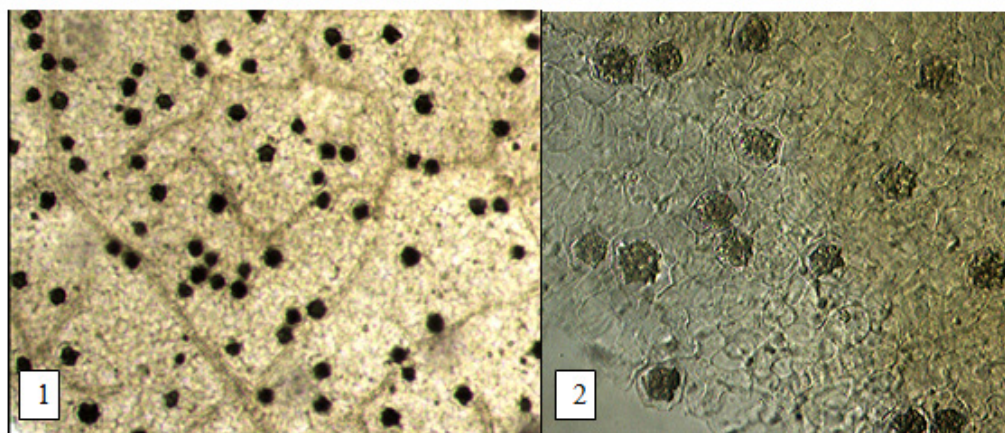


Рисунок 5 – Друзы оксалата кальция: 1 – поверхность листа; 2 - друзы, заключенные в клетки идиобласты

На поперечном срезе черешка просматривается покровная ткань – эпидерма. Под эпидермой располагается уголкового колленхима. Четко видны склеренхимные волокна, представленные прозенхимными клетками с толстыми оболочками. Сосудисто-волокнистые пучки открытые коллатеральные расположены по кругу (Рисунок 6).

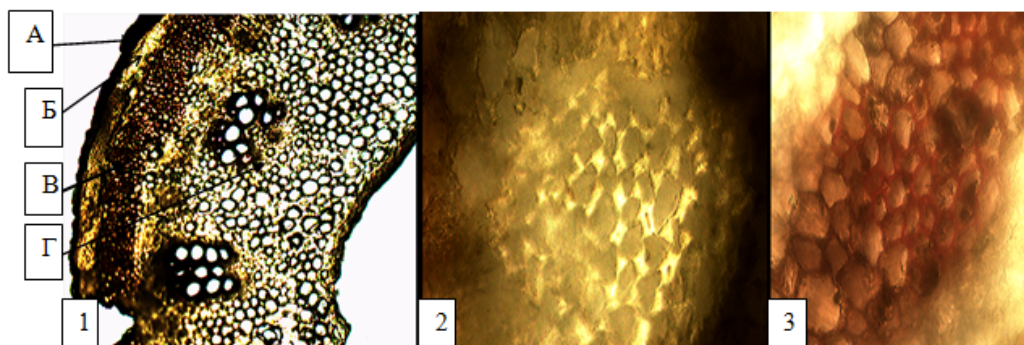


Рисунок 6 – Поперечный срез черешка: 1 – А – эпидермис, Б – колленхима, В – склеренхимные волокна, Г – открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки; 2 – уголкового колленхима; 3 – клетки склеренхимы



---

---

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате сравнительного микроскопического исследования были выявлены основные диагностически-значимые признаки. У листьев папайи, интродуцированной на территории Республики Башкортостан клетки верхнего эпидермиса многоугольной формы, клетки нижнего эпидермиса – со слабоизвилистыми стенками. Устьичный аппарат аномоцитного типа, устьица многочисленные, располагаются на нижней стороне листа. Во всех частях листа обнаруживается множество друз оксалата кальция, в том числе в паренхиме черешка. На поперечном срезе черешка четко просматриваются склеренхимные волокна. Сосудисто-волокнистые пучки открытые коллатеральные располагаются по кругу. У листьев папайи, произрастающей в Индии клетки верхнего эпидермиса многоугольной формы, клетки нижнего эпидермиса – с извилистыми стенками. Устьичный аппарат аномоцитного типа, устьица многочисленные, располагаются на нижней стороне листа. Во всех частях листа обнаруживается множество друз оксалата кальция. В паренхиме черешка друзы отсутствуют. На поперечном срезе черешка также четко просматривается угловая колленхима и склеренхимные волокна. Открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки расположены по кругу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев А.К., Пенджиев А.М. Способ лечения воспаления железистых органов. Авторское свидетельство на изобретение патент Туркменистана № 529. - 2012 г.
2. Бердымухаммедов Г.М. «Лекарственные растения Туркменистана», Энциклопедия. - Ашха-бат, 2013.
3. Пенджиев А.М. Агротехника выращивания дынного дерева (*Carica papaya* L.) в условиях защищенного грунта в Туркменистане. Автореф. Дис.доктора наук - М.2000. - 54 стр.

## MICROSCOPIC RESEARCH OF PAPAYA LEAVES (*CARICA PAPAYA* L.).

**R.I.Nugumanova**

e-mail: mirymir\_13@mail.ru, 89273035474

Ph.D. in Pharmacy, Full professor N.V.Kudashkina

e-mail: phytoart@mail.ru

Summary:: a comparative microscopic study of papaya leaves (*Carica papaya* L.), introduced on the territory of the Republic of Bashkortostan and papaya leaves (*Carica papaya* L.), grown in India in order to identify the main diagnostic and significant features that can be used to develop characteristics authenticity of medicinal plant materials.

Keywords: papaya, *Carica papaya* L., microscopic analysis, diagnostic features, authenticity.

# ЛЕТУЧИЕ СОЕДИНЕНИЯ НАСТОЙКИ ГОМЕОПАТИЧЕСКОЙ МАТРИЧНОЙ КИРКАЗОНА ОБЫКНОВЕННОГО (*ARISTOLOCHIA CLEMATITIS* L.)

**Я.Ф. Копытько**

к.фарм.н., ведущий научный сотрудник отдела фитохимии и стандартизации ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

e-mail: [yanina@kopytko.ru](mailto:yanina@kopytko.ru)

**Н.С. Цыбулько**

к.фарм.н., ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии ФГБНУ ВИЛАР (Москва)

В статье приведены результаты ГЖХ-МС анализа летучих веществ настойки гомеопатической матричной *Aristolochia clematitidis*, полученной из травы культивируемого растения из биocolлекции ВИЛАР, заготовленной в 2016 г во время цветения. Основными соединениями пробы являются 9,12,15-октадекатриеновой кислоты н-пропиловый эфир (31,62%), 16-метил-гептадекановой кислоты изопропиловый эфир (24,06%) и 9,12-октадекадиеновой кислоты н-пропиловый эфир (13,50%).

Ключевые слова: *Aristolochia clematitidis*, настойка гомеопатическая матричная, ГЖХ-МС, эфиры жирных кислот.

## ВВЕДЕНИЕ.

Растения рода *Aristolochia* L. с древности применяются в медицине. Впервые применение кирказона (аристолохии) ломоносovidного (*Aristolochia clematitidis* L.) описано Теофрастом (371–287 гг. до н.э.) при лечении укусов змей, ран, бессонницы, запоров, отеков и др. Диоскорид около 70 г н.э. включил это растение в свой трактат «De Materia Medica», который впоследствии был переведен на арабский язык и средневековую латынь. Средство *Aristolochia clematitidis* вошло в первую Лондонскую фармакопею (1618 г.).

*Aristolochia* spp. - неотъемлемая часть традиционной медицины во всей Азии. В медицине Китая и других стран Азии используют *Aristolochia fangchi*, *Aristolochia manshuriensis*, *Aristolochia contorta* и *Aristolochia debilis*.

Лекарственное растительное сырье (ЛРС) *Aristolochia clematitidis* содержит фенантреновые производные (аристолохиевые кислоты и др.), фенилпропаноиды, танины, алкалоиды групп бисбензилизохинолина и апорфина. В дикорастущей *Aristolochia clematitidis* L родом из Чехии с помощью хроматографических и спектральных методов найдены аристолаховые кислоты I и II, аристолактан N-β-D-глюкозид, магнофлорида йодид, аристон, β-ситостерол, ситостерол-β-D-глюкозид, феруловая, 4-кумаровая кислоты [1,2]. В спиртовом извлечении из травы *Aristolochia clematitidis* родом из России с помощью метода ТСХ обнаружены флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты и алкалоид [3]. Методом ГЖХ-МС изучен состав спиртовой настойки из всего растения кирказона ломоносovidного, заготовленного в Румынии. Испытуемый раствор готовили следующим образом: к 3 мл настойки

---

---

прибавляли 3 мл воды, 0,5 г натрия хлорида и экстрагировали смесью этилацетат - гексан - метиленхлорид в соотношении 5:1:1 (по объему). В пробе преобладают этиловые эфиры октадекатриеновой (31,87 %), гексадекановой (22,8 %) и линоленовой (8,48 %) кислот. Обнаружено значительное количество фитола (24,4 %), найдены также бензилсалицилат, дигидроактинидиолид, борнилацетат, 4-винилфенол, 4-винил-2-метоксифенол, терпинен-4-ол,  $\alpha$ -пинен, камфен,  $\beta$ -мирцен, лимонен, эвкалиптол, камфора, кариофиллен оксид; по характерным фрагментным ионам выявлено присутствие не идентифицированных производных аристолохиевой кислоты [4].

Растения *Aristolochia* проявляют канцерогенное и нефротоксичное действие, за которое ответственна аристолоховая кислота-I, соединение нитрофенантрена, обнаруженное у всех видов кирказона. Некоторые изомеры аристолохиевой кислоты являются как нефротоксичными, так и генотоксичными, в то время как другие, такие как АА-II, лишены нефротоксического действия. [5, 6]. По этой причине в 2001 году Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (US FDA) предложило прекратить применение любых препаратов, которые могут содержать аристолохиевые кислоты [7], в Европейскую фармакопею введен тест на аристолохиевую кислоту в препаратах растительного происхождения [8], в т.ч. гомеопатических [9].

В гомеопатии *Aristolochia clematidis* описана Mezger J. в 1951 г [10], средство показано при заболеваниях нервной, пищеварительной, мочевыделительной систем, женской половой сферы, кожи и др.

Наряду с *Aristolochia clematidis* в гомеопатии применяются *Aristolochia curarina*, *Aristolochia serpentaria* (*Aristolochia officinalis*), *Aristolochia cymbiferae radice* (*Aristolochia mil-homens*), *Aristolochia rotunda*.

Настойку гомеопатическую матричную (НГМ) *Aristolochia clematidis* готовят из надземной части цветущего растения кирказона ломоносовидного по Гомеопатической фармакопее Франции с результирующим содержанием спирта 45% (по объему), Нормируется содержание аристолохиевой кислоты (минимум 0,010% и максимум 0,030 %) [11]. В соответствии с Гомеопатической фармакопеей Германии НГМ готовят по Методу 2а с 62% (по массе) этанолом [12].

Целью исследования являлось изучение летучих веществ, НГМ *Aristolochia clematidis*, методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лекарственное растительное сырье (трава) было заготовлено 2016 г во время цветения в биоколлекции ВИЛАР. НГМ изготавливали из свежего ЛРС по методу 2 ОФС «Настойки гомеопатические матричные» мацерацией измельченного сырья со спиртом 90 % (по объему).

Состав летучих веществ НГМ изучали методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГЖХ-МС) на хромато-масс-спектрометре Varian 450GC-220MS с масс-анализатором типа «ионная ловушка». В качестве исследуемого раствора использовали гексановое извлечение из НГМ.

Хроматографическое разделение компонентов пробы проводили на кварцевой капиллярной колонке FactorFOUR VF-5ms (30м×0,25 мм). Газ носитель - гелий с постоянной скоростью потока 1,0 мл/мин. В инжектор хроматографа при температуре 200°C (деление потока 2) вводят по 1 мкл пробы. Температурная программа колонки: 70°C – 5

мин, нагрев до 110°C со скоростью 5°C/мин, нагрев до 240°C – 10°C/мин, изотерма при 240°C 20 мин (время анализа 46 мин).

Идентификацию разделенных компонентов проводили с использованием библиотеки масс-спектров NIST Version 2f и алгоритмов сравнения программного обеспечения Saturn (Varian). Количественную оценку осуществляли методом нормализации по площади пиков (полный ионный ток) идентифицированных соединений с использованием автоматической системы обработки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования представлены на рисунке 1 и в таблице 1. В испытуемом растворе из НГМ найдено 48 веществ, из которых идентифицировано 38. В пробе преобладают эфиры жирных кислот: 9,12,15-октадекатриеновой кислоты н-пропиловый эфир (31,62%), 16-метил-гептадекановой кислоты изопропиловый эфир (24,06%), 9,12-октадекадиеновой кислоты н-пропиловый эфир (13,50%), октадекановой кислоты этиловый эфир (3,19%), 6,9,12,15-октадекатетраеновой кислоты бутиловый эфир (1,86%), 9-гексадеценной кислоты этиловый эфир (1,71%), октадека-6,9-диен-12-иновой кислоты метило-вый эфир (1,17%), 15-метил-гексадекановой кислоты этиловый эфир (1,16%).

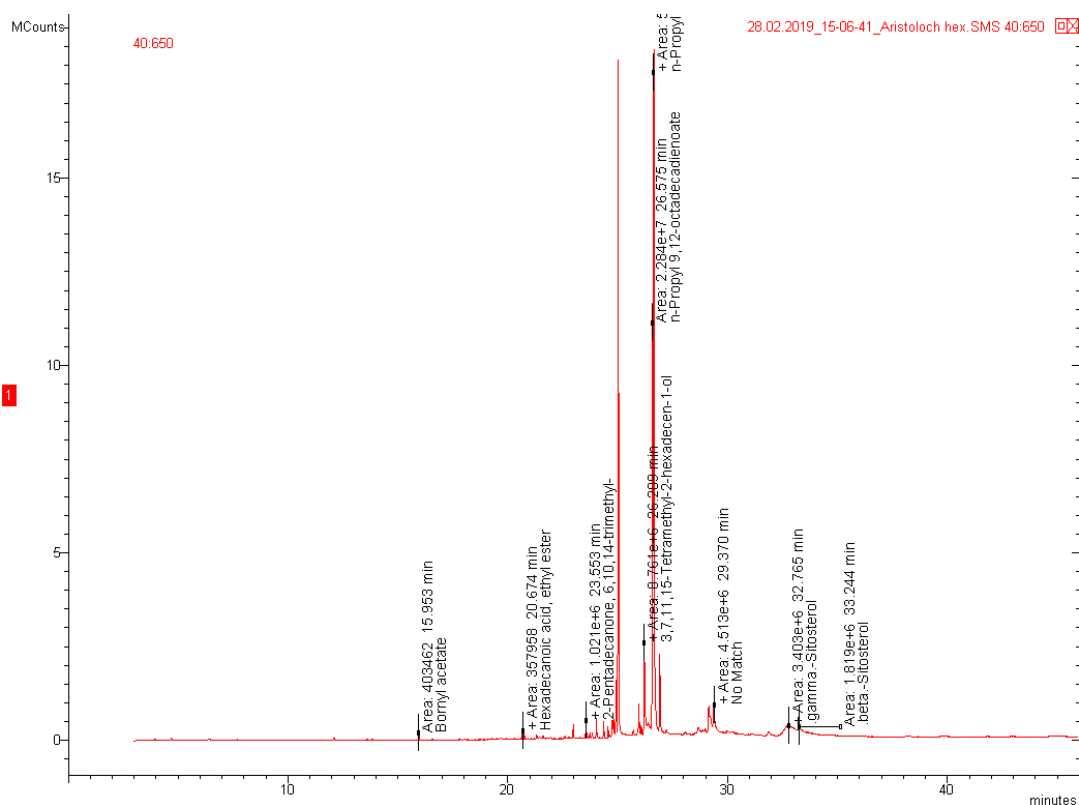


Рисунок 1 - Хроматограмма гексанового извлечения из НГМ *Aristolochia clematitidis*

Таблица 1 - Летучие вещества гексанового извлечения из НГМ *Aristolochia clematitis*

№	Время удерживания (мин)	Название	Площадь пика	Количество %	CAS номер	R. Match
1	15.953	Борнилацетат	403462	0.24	76-49-3	899
2	20.674	Гексадекановой кислоты этиловый эфир	357958	0.21	628-97-7	702
3	20.754	Кариофиллен оксид	223402	0.13	1139-30-6	903
4	21.316	10-Оксо-8-деценной кислоты метиловый эфир	234228	0.14	65114-83-2	818
5	21.436	Δ- Кадинол	51262	0.03	19435-97-3	856
6	21.606	α - Акоронол	238055	0.14	-	824
7	21.957	6-Изопропенил-4,8а-диметил-1,2,3,5,6,7,8,8а-октагидро-нафтален-2-ол	137588	0.08	-	810
8	22.105	Пентадеканаль	78032	0.05	09.11.2765	881
9	22.329	5,8,11,14,17-Эйкозопентаеновой кислоты n-пропиловый эфир	40952	0.02	-	748
10	22.591	9,9-Диэтокси-нонановой кислоты этиловый эфир	151005	0.09	74987-89-6	782
11	22.982	Тетрадекановой кислоты этиловый эфир	631978	0.37	124-06-1	775
12	23.553	6,10,14- Триметил-2-пентадеканон	1.021e+6	0.60	502-69-2	867
13	23.736	Олеиновой кислоты этиловый эфир	244641	0.15	111-62-6	756
14	23.834	Оксациклогексадекан-2-он	304131	0.18	106-02-5	748
15	24.029	13-Метил-тетрадекановой кислоты этиловый эфир	942139	0.56	-	863
16	24.357	14-Метил-8-гексадеценаль, (Z)-	887704	0.53	60609-53-2	809
17	24.565	Дибутилфталат	549776	0.33	84-74-2	940
18	24.747	n-Гексадекановая кислота	1.047e+6	0.62	57-10-3	827
19	24.804	9-гексадеценной кислоты этиловый эфир	1.322e+6	0.78	54546-22-4	819
20	24.922	9-гексадеценной кислоты этиловый эфир	2.900e+6	1.71	54546-22-4	847
21	25.025	16-Метил-гептадекановой кислоты изопропиловый эфир	4.071e+7	24.06	-	----
22	25.723	8-Гептадеценной кислоты метиловый эфир	460523	0.27	-	809
23	25.911	2-(7-Додецинилокси)- тетрагидро-2Н-пиран -	311806	0.18	16695-32-2	781
24	25.956	15-Метил-гексадекановой кислоты этиловый эфир	1.957e+6	1.16	-	867
25	26.068	2-(7- Додецинилокси)-тетрагидро-2Н-пиран	597553	0.35	16695-32-2	780
26	26.209	3,7,11,15-Тетраметил-2-гексадецен-1-ол	8.761e+6	5.18	102608-53-7	896



27	26.387	9,12-Октадекадиеновая кислота (Z,Z)-	1.193e+6	0.71	60-33-3	774
28	26.575	9,12-Октадекадиеновой кислоты н-пропиловый эфир	2.284e+7	13.50	-	875
29	26.635	9,12,15-Октадекатриеновой кислоты н-пропиловый эфир	5.350e+7	31.62	-	830
30	26.908	Октадекановой кислоты этиловый эфир	5.398e+6	3.19	111-61-5	860
31	28.659	6,9,12-Гексадекатриеновой кислоты бутиловый эфир	866324	0.51	-	809
32	28.976	Линолевой кислоты этиловый эфир	223221	0.13	544-35-4	741
33	29.141	6,9,12,15-Октадекатетраеновой кислоты бутиловый эфир	3.148e+6	1.86	-	846
34	29.220	Октадека-6,9-диен-12-иновой кислоты метиловый эфир	1.984e+6	1.17	-	835
35	32.765	$\gamma$ - Ситостерол	3.403e+6	2.01	83-47-6	853
37	32.824	$\gamma$ - Ситостерол	2.096e+6	1.24	83-47-6	848
38	33.244	$\beta$ - Ситостерол	1.819e+6	1.08	83-46-5	765

В пробе обнаружены терпеновые соединения - борнилацетат (0,24 %), кариофиллен оксид (0,13 %),  $\Delta$ - кадинол (0,03 %),  $\alpha$ -акоренол (0,14 %). Найдены также  $\gamma$  – ситостерол и его изомер (5,49 %), 3,7,11,15-тетраметил-2-гексадецен-1-ол (5,18 %),  $\beta$  – ситостерол (1,08 %), 2-(7-додецинилокси)-тетрагидро-2H-пиран (0,35 %) и др.

## ВЫВОДЫ

Проанализированный образец НГМ *Aristolochia clematitis* характеризуется сложным составом летучих веществ. Основными соединениями являются пропиловые эфиры жирных кислот, как ненасыщенных (октадекатриеновой, 9,12-октадекадиеновой), так и насыщенной (16-метил-гептадекановой). Найдены также терпеноиды, стеринны и др. вещества. Данное исследование будет использовано при стандартизации НГМ *Aristolochia clematitis*, а также позволит пополнить данные метаболома этого лекарственного растения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kostalova D., Hrochova V., Pronayova N., Lesko J. Constituents of *Aristolochia clematitis* L. // Chem. Papers.- 1991; 45: 3-716.
2. Benmehdi H., Behilil A., Memmou F., Amrouche A. Free radical scavenging activity, kinetic behaviour and phytochemical constituents of *Aristolochia clematitis* L. roots. Available from: April 2013 Arabian Journal of Chemistry 41(S1) <http://dx.doi.org/10.1016/j.arab-jc.2013.04.015>
3. Terninko I.I., Suina I.O., Burtseva E.V., Terninko T.M., Vanag E.L. Identification of biologically active substances of *aristolochia clematitis* L. herb / Обзоры по клинич. фармакол. и лек. терапии.- 2017; 15, Sup. 1, The 21th International congress «Phytopharm 2017»: Abstracts of the congress. – Graz: Austria, 2017; p.68.
4. Podea R., Culea, M., Fromondi L. The determination of the therapeutic compounds from

- 
- 
- Aristolochia Clematitis BY GC/MS. // *Studia universitatis babeş-bolyai, physica*, special issue.- 2001: 378-84.
5. Grollman A.P., Marcus D.M. Global hazards of herbal remedies: lessons from Aristolochia: The lesson from the health hazards of Aristolochia should lead to more research into the safety and efficacy of medicinal plants.// *EMBO Rep.*- 2016; 17: 619-25.
  6. De Broe M.E. Chinese herbs nephropathy and Balkan endemic nephropathy: toward a single entity, aristolochic acid nephropathy. // *Kidney International.*- 2012; 81: 513-15.
  7. Cristea M.I., Gruia A.T., Anghel S., GaiE., Tatu C.A., Paunescu V.. Aristolochia clematidis in medicine: the good and the bad. // *Fiziologia.*-2010; 20: 26-28.
  8. «Test for aristolochic acid I in herbal drugs» (2.8.21) *European Pharmacopoeia* 19.4 of October 2007: p.292.
  9. Nitzsche D., Melzig M.F., Arlt V.M. Evaluation of the cytotoxicity and genotoxicity of aristolochic acid I - a component of Aristolochiaceae plant extracts used in homeopathy.// *Environ Toxicol Pharmacol.*- 2013; 35: 325-34.
  10. Mezger J. *Gesichtete homöopathische Arzneimittellehre: bearbeitet nach den Ergebnissen der Arzneiprüfungen, der Pharmakologie und der klinischen Erfahrungen, Том 1*, Georg Thieme Verlag, 2005; p.219.
  11. Birthwort for homeopathic preparations Aristolochia clematidis for homeopathic preparation. The General Chapters and General Monographs of the *European Pharmacopoeia* and Preamble of the *French Pharmacopoeia* apply. 2007.- [https://www.ansm.sante.fr/var/ansm\\_site/storage/original/application/296c5a5ad80a054d6af67db02446492d.pdf](https://www.ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/296c5a5ad80a054d6af67db02446492d.pdf)
  12. *German Homoeopathic Pharmacopoeia*, Vol. 1 Medpharm scientific Publishers Germany. Volumes 1, 2003: 1772 p.

---

---

# VOLATILE SUBSTANCES OF THE HOMEOPATHIC MOTHER TINCTURES EUROPEAN BIRTHWORT (*ARISTOLOCHIA CLEMATITIS* L.)

## **Ya F. Kopytko**

Ph.D. (Pharm.), Leading Research Scientist of the All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow), e-mail: yanina@kopytko.ru

## **N.S. Tsybulko**

Ph.D. (Pharm.), Leading Research Scientist of the All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

Summary: The article presents the results of GC-MS analysis of volatile substances homeopathic mother tincture *Aristolochia clematitidis*. The main compounds of the sample are 9,12,15-octadecatrienoic acid n-propyl ester (31,62 %), 16-methyl-heptadecanoic acid isopropyl ester (24,06 %) and 9,12-octadecadienoic acid n-propyl ester (13,50 %).

*Keywords:* *Aristolochia clematitidis*, homeopathic matrix tincture, GC-MS, fatty acid esters.



## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ АМИНОКИСЛОТ В КОРЕ *SALIX CARPEA L*

### **Э.И. Абдулкадырова**

Очный аспирант 1 года обучения кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

*e-mail:* [elvira\\_abdulkadyrova@mail.ru](mailto:elvira_abdulkadyrova@mail.ru)

### **Д.А. Ахадова**

ассистент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **М.У. Сергалиева**

старший преподаватель кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **А.Р. Рахметулланова**

студентка 3 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

### **А.А. Тлек**

студентка 3 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России (Астрахань)

Настоящее исследование посвящено количественному определению аминокислот в коре *Salix carpea L*. С помощью спектрофотометрического анализа установлено, что в исследуемом сырье содержится 2,92 % данных веществ.

*Ключевые слова:* *Salix carpea L*, аминокислоты, спектрофотометрия.

## ВВЕДЕНИЕ

Фармацевтический рынок каждый год пополняется инновационными лекарственными препаратами. Среди этого множества лидирующие позиции занимают синтетические лекарственные средства, которые, в свою очередь, оказывают эффективное терапевтическое действие на организм, являясь препаратами выбора при серьезных заболеваниях. Обладая рядом преимуществ, они, к сожалению, характеризуются значительным числом побочных эффектов по сравнению с препаратами, содержащими в себе биологически активные вещества (БАВ) из лекарственного растительного сырья.

Тенденции фармакотерапии последних десятилетий показывают значительный рост применения лекарственных препаратов растительного происхождения в качестве средств для лечения и профилактики многих заболеваний. Это объясняется тем, что в растительном сырье содержится значительное количество активных веществ, которые оказывают необходимые фармакологические эффекты и практически не обладают отрицательным воздействием на органы и системы человека. Значительный интерес, возросший к растительному сырью, объясняется их фармакологической активностью, минимально выраженными побочными эффектами, а также доступностью, что делает их фармацевтически значимыми и

---

---

подразумевает их дальнейшее, детальное изучение и внедрение в лечебную практику.

В литературных данных наблюдается частое упоминание использования растений, содержащих в своем составе аминокислоты, в качестве корректоров различных патологических состояний. Аминокислоты являются одной из самых важных групп биологически активных веществ с точки зрения их применения для лечения и профилактики болезней нервной системы, в том числе острых и хронических нарушений мозгового кровообращения, при кардиопатологиях, заболеваниях печени, ожогах и малокровии, а также применяются в качестве парентерального питания при язвенных болезнях желудка и двенадцатиперстной кишки [2]. В связи с вышесказанным, необходимо отметить, что данная группа органических соединений вызывает интерес к поиску аминокислот в источниках растительного происхождения и является перспективной для разработки новых фитопрепаратов на основе данного БАВ. Рассматривая сырьевую базу Астраханской области, особое внимание привлекает Ива козья (*Salix carpea L.*), произрастающая вблизи водоемов, как доступный источник активных соединений [3].

По данным народной медицины Ива козья наделена весьма положительными терапевтическими свойствами, такими как: диуретическое, потогонное, жаропонижающее, противовоспалительное, противомаларийное, вяжущее и кровоостанавливающее [4], что обусловлено наличием таких биологически активных веществ, как салицин (до 1 %); дубильные вещества (до 9 %); флавоноиды (от 0,2 до 1,5 %) и фенолкарбоновые кислоты (0,4 – 0,6 %) [5].

Принимая во внимание все вышесказанное, целью данного исследования является количественное определение аминокислот в коре Ивы козьей (*Salix carpea L.*).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом для проведения анализа послужила высушенная, резаная кора Ивы козьей (*Salix carpea L.*), собранная вблизи водоемов на территории Астраханской области, весной 2018 года в период сокодвижения.

Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в коническую колбу со шлифом вместимостью 100 мл и прибавляли 50 мл воды. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 2-х часов. Затем содержимое колбы охлаждали до комнатной температуры, и извлечение фильтровали через вату в мерную колбу вместимостью 50 мл. Раствор доводили водой до метки (раствор А).

1 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 50 мл, прибавляли 1 мл 0,25 % раствора натрия карбоната, 2 мл 2% спиртового раствора нингидрина и нагревали 15 минут на кипящей водяной бане. После чего раствор охлаждали, доводили водой до метки и определяли оптическую плотность окрашенного комплекса на спектрофотометре при длине волны 570 нм. Параллельно определяли оптическую плотность раствора стандартного образца (СО) глутаминовой кислоты в тех же условиях проведения эксперимента, как описано выше.

Содержание суммы аминокислот в пересчёте на глутаминовую кислоту и абсолютно сухое сырьё в процентах (X) вычисляли по формуле:



$$X = \frac{D_x * a_{ст} * 50 * 100}{D_{ст} * a * 1 * (100 - W)}$$

где  $D_x$  – оптическая плотность испытуемого раствора;  $D_{ст}$  – оптическая плотность раствора РСО глутаминовой кислоты;  $a_{ст}$  – навеска СО глутаминовой кислоты, г;  $a$  – навеска сырья, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании сырья, % [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Спектр поглощения аминокислот в сырье *Salix carpea* представлен на рисунке 1.

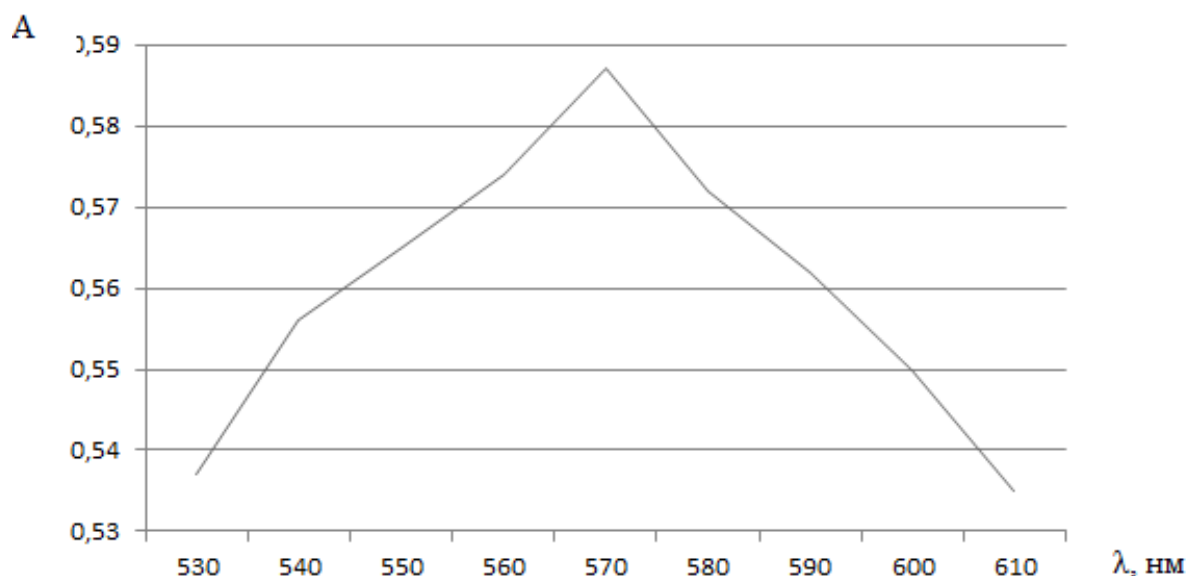


Рисунок 1 – Дифференцированный спектр поглощения суммы аминокислот *Salix carpea*

Примечание: А - оптическая плотность, λ - длина волны

Количественное определение показало, что процентное содержание суммы аминокислот в коре Ивы козьей составило 2,92 %. При сравнении полученного результата с имеющимися научными данными, свидетельствующими о наличии других кислот в указанном сырье, следует отметить, что концентрация аминокислот в исследуемом сырье превышает содержание аскорбиновой кислоты, концентрация которой равна 0,04% в несколько раз. Полученные данные свидетельствуют о перспективах изучения данного растительного сырья, содержащего сумму аминокислот, на основе которого могут быть синтезированы новые, высокоэффективные фитопрепараты.

## ВЫВОДЫ

По результатам проведенного эксперимента было выявлено содержание аминокислот в коре Ивы козьей, которое составило 2,92 %. Полученный результат свидетельствует о высоком содержании веществ данной группы [7], что в дальнейшем может послужить отправной точкой для идентификации аминокислот, создания новых комплексных или

---

---

индивидуальных фитосредств на их основе, а также вызывает интерес к детальному изучению других соединений для составления нормативной документации сырья *Salix carpea*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахадова Д.А., Дибирова М.Д. Определение биологически активных веществ коры Ивы козьей // Сборник материалов: Современные проблемы фармакогнозии. ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России. 2016. С. 23-28
2. Ахметьянова А.Р., Файзуллина Р.Р., Булгаков Т.В., Кудашкина Н.В. Аминокислотный состав извлечений из лекарственного растительного сырья, полученных различными растворителями // Медицинский вестник Башкортостана. 2016. Т.11. № 5 (65). С.64-67.
3. Ахадова Д.А., Абдулкадырова Э.И. Ясенявская А.Л., Сергалиева М.У. Определение процентного содержания аскорбиновой кислоты в коре Ивы козьей (*Salix carpea*)// Сборник: Молодежь, наука, медицина. Материалы 63-й всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием. 2017. С. 623-626
4. Кузьмичева Н.А. Фармакогностический анализ цветков Ивы козьей // Вестник фармации. 2012. № 2 (56). С.16-21
5. Невзоров А.В., Шатаханов Б.Д., Смирнова Е.Б. Ива белая как лекарственный ресурс среднего Прихоперья // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти А.И. Золотухина и Году экологии. Под редакцией А.Н. Володченко. Саратов, 2017г. С.136-139
6. Сергалиева М.У., Самотруева М.А., Ахадова Д.А. Содержание аминокислот в траве Астрагала вздутого // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: Проблемы эффективного использования научного потенциала общества. 2018. С.138-142
7. Ахадова Д.А., Гейдарова А.Э., Абдулкадырова Э.И., Сергалиева М.У., Ясенявская А.Л. Определение товароведческих показателей коры Ивы козьей// Сборник: Молодежь, наука, медицина. Материалы 63-й всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием. 2017. С. 629-633

---

---

# QUANTITATIVE DETERMINATION OF AMINO ACID AMOUNT IN *CORÉE SALIX CARPEA L*

## **E.I. Abdulkadyrova**

Full-time postgraduate student of the 1st year of study at the Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology, FSBEI HE Astrakhan State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Astrakhan)

e-mail: [elvira\\_abdulkadyrova@mail.ru](mailto:elvira_abdulkadyrova@mail.ru)

## **D.A. Akhadova**

Assistant of the Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology

## **M.U. Sergaliyeva**

Senior Lecturer, Department of Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology

## **A.R. Rakhmetullanova**

3rd year student of the Faculty of Pharmacy

## **A.A. Tlek**

3rd year student of the Faculty of Pharmacy

Summary: The present study is devoted to the quantitative determination of amino acids in the bark of *Salix carpea L*. Using spectrophotometric analysis, it was established that 2.92% of these substances are contained in the raw material under investigation.

*Key words:* *Salix carpea L*, amino acids, spectrophotometry.

# ВЛИЯНИЕ СУММАРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПАТРИНОЗИДОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ АНКСИОЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СЫРЬЯ И СТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ФИТОПРЕПАРАТА ПАТРИНИИ

**О.Н. Саванец**

младший научный сотрудник лаборатории токсикологии Института биоорганической химии НАН Беларуси (Минск)

e-mail: [oksana.savanez.96@mail.ru](mailto:oksana.savanez.96@mail.ru)

**А.В. Малявко**

младший научный сотрудник лаборатории фармацевтических испытаний Института биоорганической химии НАН Беларуси (Минск)

Проведено изучение влияния суммарного содержания патринозидов на выраженность анксиолитического действия на образцах лекарственного растительного сырья (ЛРС) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* белорусской интродукции. Выявлено статистически значимое влияние ЛРС и «Патринии» на поведение мышей в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ). Несмотря на существенно более низкое содержание патринозидов в ЛРС в сравнении с фитопрепаратом «Патриния», поведенческие эффекты были сопоставимы. Полученные данные показывают, что анксиолитическое действие патринии определяется не только суммарным содержанием патринозидов, но и другими биологически активными веществами (БАВ), входящими в её состав.

Ключевые слова: лекарственное растительное сырье, *Patrinia intermedia*, фитопрепарат «Патриния», анксиолитическое действие, патринозиды, мыши

## ВВЕДЕНИЕ

Патриния средняя – лекарственное растение, ареал произрастания которого находится в пределах Казахстана и Киргизии, а также в Средней Азии. Лекарственным сырьем патринии являются корневища с корнями, содержащие алкалоиды, тритерпеновые сапонины (до 35 %), эфирное и жирное масла, азотсодержащие основания [3].

Для *Patrinia intermedia* белорусской интродукции идентифицировано 5 видов тритерпеновых сапонинов [2]. Основным агликоном тритерпеновых сапонинов в корнях и корневищах является олеаноловая кислота [2]. Взаимосвязь между выраженностью анксиолитического действия лекарственного растительного сырья (ЛРС) и фитокомпозиции «Патриния» с количественным содержанием патринозидов изучена недостаточно.

Цель исследования: изучение влияния содержания патринозидов на выраженность анксиолитического действия на образцах ЛРС *Patrinia intermedia* и стандартизированного фитопрепарата «Патриния».

Задачи: 1) Оценить суммарное содержание патринозидов в ЛРС *Patrinia intermedia* и фитопрепарате «Патриния» (с. 011117) белорусской интродукции.

2) Сопоставить выраженность анксиолитического действия ЛРС (с более низким содержанием патринозидов) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ) на аутбредных лабораторных мышах ICR.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы фитопрепарата «Патриния» (с. 011117, срок годности до 11.19) с содержанием в каждой капсуле массой 350 г не менее 15 мг суммы сапонинов (в пересчёте на олеаноловую кислоту) изготовлены Государственным предприятием «Академфарм» ИБОХ НАН Беларуси.

При производстве фитопрепарата «Патриния» используется стандартизированное сырьё - среднеизмельчённый порошок корней и корневищ патринии с содержанием патринозидов (сапонины) не менее 8 % в пересчёте на олеаноловую кислоту [4].

Для изучения влияния количественного содержания сапонинов на анксиолитические свойства использовали образцы с различным их содержанием: порошок патринии средней корневища с корнями белорусской интродукции (лекарственное растительное сырьё второго года выращивания) и стандартизированный фитопрепарат на основе *Patrinia intermedia* белорусской интродукции (лекарственное растительное сырьё третьего года выращивания) (Таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Обозначения в тексте	Исследуемые образцы	Состав	
		Активное вещество	Вспомогательные вещества
Образец 1	ЛРС	Порошок патринии средней корневища с корнями	–
Образец 2	Фитопрепарат «Патриния» с. 011117	Порошок патринии средней корневища с корнями	Повидон (пласдон К 29/32)
			Кремния диоксид коллоидный безводный (аэросил 200 VV)
			Магния стеарат
			Микрокристаллическая целлюлоза М102

Оценка содержания патринозидов выполнена методом спектрофотометрии согласно ГФ РБ II, т.1 (2.2.25) [1] с использованием оборудования: спектрофотометр Agilent Cary 60, весы лабораторные электронные Mettler Toledo XP105. Экстракцию осуществляли методом Сокслета. Проводили экстрагирование БАВ из навески измельчённого порошка патринии средней корневища с корнями массой 2,000 г (точная навеска), растворитель – спирт этиловый (200 см<sup>3</sup>). Экстрагирование продолжали в течение 3 ч. Экстракт переливали в мерную колбу вместимостью 250 мл и доводили объем до метки спиртом этиловым (*раствор А*). 10 мл раствора *А* помещали в круглодонную колбу вместимостью 50 мл и упаривали досуха на водяной бане, прибавляли 10 мл смеси для гидролиза (ледяная уксусная кислота – хлористоводородная кислота – вода 3,5:1:5,5). Нагревали на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 2 ч, после чего охлаждали до комнатной температуры и прибавля-



ли 10 мл воды. Выпавший осадок отделяли фильтрованием под вакуумом. Фильтр вместе с осадком помещали в стакан вместимостью 50 мл, растворяли в спирте этиловом, переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводили до метки этанолом. 2 мл полученного раствора помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки серной кислотой (испытуемый раствор). Навеску около 0,0025 г рабочего стандартного образца (далее – РСО) олеаноловой кислоты помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки спиртом этиловым. 2 мл полученного раствора помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки серной кислотой (*раствор сравнения*). Кислоту серную использовали в качестве компенсационного раствора. Испытуемый раствор анализировали методом спектрофотометрии. Измеряли оптическую плотность (ГФ РБ, т. 1, п. 2.2.25) испытуемого раствора и раствора сравнения при длине волны ( $310 \pm 5$  нм) нм по отношению к компенсационному раствору.

Содержание сапонинов в исследуемых образцах составили:

- для образца 1 –  $4,0 \pm 0,4$  %,
- для образца 2 –  $8,3 \pm 0,2$  %.

Сравнительная оценка анксиолитических свойств образца 1 и образца 2 проведена с использованием методики приподнятого крестообразного лабиринта (далее ПКЛ). Использована установка *Elevated Plus Maze* (приподнятый крестообразный лабиринт). Размеры ПКЛ для мышей: рукава –  $30 \times 5 \times 15$  см, центральная площадка –  $5 \times 5 \times 15$  см, ПКЛ приподнят на 40 см над уровнем стола. Животное помещали в ПКЛ на центральную площадку, головой к открытому рукаву, и в течение 6 минут (поминутно) регистрировали время пребывания животных в открытых ( $T_{\text{откр.}}$ ), закрытых рукавах ( $T_{\text{закр.}}$ ), а также на центральной площадке ( $T_{\text{центр.}}$ ). Эксперименты проводили при комбинированном освещении в утренние и дневные часы (10.00 – 13.15) с использованием половозрелых лабораторных мышей-самцов ICR (аутбредных), массой 20,1 – 36,3 г. До включения в эксперимент мыши ICR на протяжении 12 дней подвергались хэндлингу, ознакомительной высадке в ПКЛ, а также относительно инвазивной процедуре интрагастрального введения образцов зондом (стресс слабой интенсивности) – с целью нивелирования эффекта «новизны» обстановки и процедуры введения.

Формировали 3 экспериментальные группы: основную-1, основную-2 и контрольную. Особям групп основная-1 ( $n=7$ ) и основная-2 ( $n=6$ ) внутрижелудочно вводили образец 1 и образец 2 в дозе 64,5 мг/кг соответственно, диспергированные в растворителе (здесь и далее – 1% крахмальный клейстер) в объеме 10 мл/кг, а особям контрольной группы ( $n=7$ ) вводили растворитель в том же объеме. Режим введения: в день тестирования за 30-60 минут до экспозиции животных в ПКЛ.

Оценку статистической значимости результатов проводили с использованием методов непараметрической статистики с помощью программного обеспечения Excel 2010, Statistica 6.0, Biostat 4,03. Применяли критерии Манна-Уитни, Уилкоксона, Крускала-Уоллиса, ранговый дисперсионный анализ Фридмана для зависимых выборок с последующей обработкой данных методом апостериорных сравнений по критерию Даннета. Критический уровень статистической значимости при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Результаты исследования динамики поведенческих реакций в ПКЛ обрабатывали методом линейной регрессии. Оценивали уровень статистической значимости полученных прямых ( $P_1$ ) и коэффициент корреляции ( $R$ ). При сопоставлении прямых с  $P_1 < 0,05$  определяли статистическую значимость различий коэффициентов уравнений линейной регрессии ( $P_2$ ), полученных для основных групп 1 и 2 с применением однофакторного дисперсионного

---

---

анализа ANOVA и последующей обработкой данных методом апостериорных сравнений по Даннету.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание патринозидов в образце 1 составляет  $4,0 \pm 0,4$  %, что в 2 раза ниже содержания сапонинов в образце 2 ( $8,3 \pm 0,2$  %).

Поведенческие реакции аутбредных мышей ICR контрольной группы в ПКЛ существенно отличались от таковых у особей групп основная-1 и основная-2. Так, животные, получавшие образец 1 или образец 2, проводили больше времени в открытых рукавах ПКЛ в сравнении с контролем (за 6 мин суммарно –  $37,7 \pm 16,7$  с,  $34,7 \pm 16,4$  с и  $12,0 \pm 4,6$  с соответственно), в основных группах (но не в контроле) отмечалось линейное снижение продолжительности пребывания в открытых рукавах лабиринта от первой к последней минутам эксперимента ( $p < 0,05$ ), в группе основная-1 критерий «время пребывания в открытых рукавах» снижался статистически значимо более выражено, чем в группе основная-2 (что может указывать на большую активность мышей, получавших ЛРС, в первые, наиболее «опасные» минуты эксперимента).

Суммарная продолжительность пребывания особей групп сравнения в закрытых рукавах составила  $305,1 \pm 17,8$  с,  $307,3 \pm 21,2$  с и  $325,9 \pm 14,1$  с, на центральной площадке –  $17,1 \pm 4,6$  с,  $18,0 \pm 6,3$  с и  $22,1 \pm 11,4$  с для мышей групп основная-1, основная-2 и контрольная. Динамика активности мышей основных (но не контрольной) групп по критериям «время пребывания в закрытых рукавах» и «время пребывания на центральной площадке» была статистически значима ( $p < 0,05$ ). Продолжительность нахождения в закрытых рукавах возрастала со временем, что объясняется биологической целесообразностью пребывания в закрытых («безопасных») рукавах ПКЛ), а время нахождения на центральной площадке снижалось, что указывает на снижение времени выбора рукава. В целом, выраженность анксиолитического действия образца ЛРС, характеризующегося более низким содержанием патринозидов ( $4,0 \pm 0,4\%$ ) и фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* ( $8,3 \pm 0,2\%$ ) была сопоставимой.

## ВЫВОДЫ

1. Суммарное содержание патринозидов в фитопрепарате *Patrinia intermedia* белорусской интродукции составило  $8,3 \pm 0,2$  %, что соответствует требованиям ТУ «Добавка биологически активная к пище «Патриния»».

2. Суммарное содержание патринозидов в ЛРС (порошок патринии средней корневища с корнями белорусской интродукции) составило  $4,0 \pm 0,4\%$ .

3. Поведенческие реакции аутбредных мышей ICR контрольной группы в ПКЛ существенно отличались от таковых у особей групп основная-1 (ЛРС) и основная-2 («Патриния»). Выраженность анксиолитического действия ЛРС (характеризующегося низким содержанием патринозидов) и стандартизированного фитопрепарата на основе *Patrinia intermedia* в тесте приподнятого крестообразного лабиринта (ПКЛ) на аутбредных лабораторных мышах ICR была сопоставимой. Полученные данные показывают, что анксиолитическое действие патринии определяется не только суммарным содержанием патринозидов, но и другими биологически активными веществами, входящими в состав исследуемых образцов.

Авторы выражают благодарность и.о. заведующего отделом фармакологии и фармации П.Т. Петрову, заведующему лабораторией токсикологии (ЛТ) В.М. Насеку, научному руко-

---

---

водителю – ведущему научному сотруднику ЛТ Е.В. Кравченко за методическую помощь и оказание содействия в организации и проведении эксперимента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея Республики Беларусь, т. II, Минск: 2007. – 471 с.
2. Демид Д.И., Шабуня П.С., Фатыхова С. А., Курман П. В., Петров П.Т. Определение качественного сырья состава тритерпеновых гликозидов лекарственного растительного сырья *Patrinia intermedia* белорусской интродукции и их суммарного содержания // Белорусские лекарства: материалы Междунар. научн.-практ. конф., Минск, 27-28 ноября 2014г. / НАН Беларуси, Инст. биоорг. Химии НАН Беларуси. – Минск, 2014. – С.57-61.
3. Титок В.В., Кухарева Л.В., Савич И.М., Тычина И.Н., Гавриленко Т.К. Опыт интродукции патринии средней (*Patrinia intermedia*) в Беларуси // Весці НАН Беларусі. Сер.біял. навук. 2013.- № 4. – С. 19–23.
4. ТУ ВУ 100185129.131-2014. Добавка биологически активная к пище «Патриния»; Введ. 12.08.2019. – 20с.

## STUDYING OF ANXIOLYTIC ACTIVITY AND POSSIBLE SIDE EFFECT OF A PHYTOCOMPOSITION BASED ON PATRINIA INTERMEDIA

### Savanets O.N.

Junior Researcher toxicology laboratories of the Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk)  
e-mail: [oksana.savanez.96@mail.ru](mailto:oksana.savanez.96@mail.ru)

### Maliauka A.V.

Junior Researcher laboratory of Pharmaceutical Testing Institute of Bioorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk)

Summary. The influence of the total content of patronosides on the severity of the anxiolytic effect of medicinal plant raw materials (MPM) and standardized herbal remedies based on *Patrinia intermedia* has been studied. A statistically significant effect of MPM and «Patrinia» on the behavior of mice in the test of the elevated plus maze (EPM) was revealed. Despite the significantly lower content of patriosides in MPM, the effects of the compared samples were not statistically significantly different. The data obtained show that the anxiolytic effect of patrinia is determined not only by the total content of patrinosides, but also by other biologically active substances (BAS).

*Key words: medicinal plant materials, Patrinia intermedia, phytocomposition “Patrinia”, anxiolytic action, patrinosides, mice*

# СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ «ПЛОДЫ» ПО ЧИСЛОВОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ «ВЛАЖНОСТЬ»

## **Д.А. Жданов**

аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [zhdanov-dima@mail.ru](mailto:zhdanov-dima@mail.ru)

## **В.Б. Браславский**

д.фарм.н., доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **В.А. Куркин**

д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

## **А.П. Поздеева**

студент 4 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

В статье рассматриваются вопросы использования инфракрасного термогравиметрического (ИК ТГ) метода анализа при контроле качества лекарственного растительного сырья (ЛРС) и препаратов на его основе. В результате исследования разработаны ИК ТГ методики определения влажности для двух видов ЛРС, содержащего в качестве ведущей группы биологически активных соединений эфирное масло: плодов укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.) и фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill.). Получены сопоставимые результаты определения влажности ЛРС данных видов двумя методами: воздушно-тепловым и ИК ТГ, **которые позволяют рекомендовать разработанные методики для включения в соответствующие статьи Государственной фармакопеи Российской Федерации.**

Ключевые слова: Государственная фармакопея Российской Федерации; лекарственное растительное сырьё; укроп пахучий; фенхель обыкновенный; анализатор влажности; инфракрасный термогравиметрический метод.

## ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения высокой эффективности и безопасности лекарственных растительных препаратов (ЛРП) необходим строгий контроль качества источников их получения – лекарственного растительного сырья (ЛРС). Одним из наиболее важных числовых показателей качества ЛРС является «Влажность». Именно с этого показателя, после подтверждения подлинности, требуется начинать современный фармакопейный анализ любого



---

---

вида ЛРС [1, 2].

В современной фармацевтической отрасли, определение влажности ЛРС проводится только одним методом – воздушно-тепловым с использованием сушильного шкафа (СШ) в соответствии требованиями общей фармакопейной статьи (ОФС.1.5.3.0007.15 «Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов»). Процедура определения влажности с использованием СШ включает следующие стадии: 1) измельчение анализируемого образца ЛРС из аналитической пробы, предназначенной для определения влажности; 2) просеивание сквозь сито с отверстиями диаметром 10 мм; 3) взятие навески и взвешивание на электронных или аналитических весах; 4) высушивание в течение 3 часов (до первого взвешивания для морфологической группы ЛРС «Плоды»); 5) остывание в эксикаторе с последующим досушиванием до постоянной массы (30 минут для каждой стадии) [1, 2]. Все перечисленные операции требуют большой концентрации внимания от специалиста и весь процесс достаточно трудоёмок и энергозатратен.

Кроме воздушно-теплого метода определения влажности ОФС указывает на возможность применения инфракрасного термогравиметрического (ИК ТГ) метода с использованием ИК ТГ влагомеров. В литературе описано применение данного метода определения влажности в ЛРП [3]. Более того, этот метод применяется в масложировой промышленности для определения влажности плодов и семян [4]. Современные ИК ТГ методики использовались для анализа свежего ЛРС [5]. Однако для воздушно-сухого ЛРС данный метод пока не разработан. Ранее нами были исследованы возможности разработки методик определения влажности ИК ТГ методом воздушно-сухого ЛРС - плодов расторопши пятнистой и шиповника коричного [6].

Таким образом, целью нашего исследования явилось изучение возможности разработки ИК ТГ методик определения влажности **воздушно-сухого** ЛРС, содержащего в качестве ведущей группы БАС эфирное масло: **плодов укропа пахучего** и фенхеля обыкновенного с использованием современного **ИК ТГ** влагомера.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на промышленных образцах ЛРС, а также ЛРП, купленных в фармацевтических организациях города Самары: плодах укропа пахучего (*Anethum graveolens* L.) (ООО «Целебная поляна», Россия, Самарская обл.; АО «Красногорсклексредства», Россия, Московская обл.) и фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* Mill.) (ПФК ООО «Фитофарм», Россия, Краснодарский край), которые соответствовали требованиям отдельных ФС ГФ РФ XIII и XIV на каждый вид ЛРС [1, 2].

Нами использовались следующие приборы и оборудование:

- ИК ТГ автоматический анализатор влажности (ИК ТГ влагомер) Sartorius MA-150 (Sartorius AG, Германия), нагрев до 105°C;
- шкафы сушильные: ШС-80-01МК СПУ (ОАО «Смоленское СКТБ СПУ», Россия) и электрический круглый 2В-151 (Одесский экспериментальный завод лабораторной медицинской техники, СССР), нагрев до 100-105°C;
- стаканчики для взвешивания (бюксы) по ГОСТ 25336-82 (ПАО «Химлабоприбор», Россия);
- набор лабораторных сит (с диаметром отверстий 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0 мм);
- весы аналитические ЛВ 210-А (ООО «Сартогосм», Россия).



---

---

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Несомненно, что точность измерений, экспрессность и экономичность — главные преимущества анализатора влажности. Все измерения и вычисления ИК ТГ анализатор проводит в автоматическом режиме, минимизируя ошибки, а также трудозатраты специалиста, при этом многократно сокращая затраты времени.

При разработке методик определения влажности нами изучались следующие параметры: различные навески и степени измельчения ЛРС, фиксировались температура и время анализа. Важно отметить, что плоды анализировались в различных навесках и с различной степенью измельчения с использованием ИК ТГ влагомера и СШ. В таблицах 1-4 для ИК ТГ метода представлены только оптимальные навески сырья, полностью покрывающие поверхность дна металлической кюветы, как и рекомендует инструкция к прибору [7], что в результате значительно снижает ошибку и экономит время. Однако для сушильного шкафа навески взяты в соответствии с требованиями ГФ РФ XIII и XIV изданий [1, 2].

Для ЛРС и ЛРП «Укропа пахучего плоды» и «Фенхеля обыкновенного плоды», содержащих в качестве ведущей группы биологически активных веществ эфирное масло, для высушивания в сушильном шкафу были использованы навески около 1 – 2 г (точная навеска), так как в дальнейшем полученные нами значения подставлялись в формулу расчета количественного содержания эфирного масла. Интересно, что влажность ЛРС и ЛРП очень часто отождествляют только лишь с содержанием молекул воды, но на самом деле, данный показатель включает не только молекулы воды, но и все летучие вещества, которые выделяются при нагревании до определённой температуры, уменьшая массу пробы сырья (препарата). К таким веществам можно отнести компоненты эфирных масел, спирты и другие летучие органические вещества [7]. Современная ГФ РФ под понятием «Влажность» подразумевает – «потерю в массе при высушивании за счёт удаления гигроскопической влаги и летучих веществ» [1, 2].

Измельчение плодов укропа пахучего проводилось до отсутствия цельных плодов и частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм, но не проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Нами было проведено сравнительное исследование по определению влажности плодов укропа пахучего цельных и измельчённых, которое показало, что результаты в цельных плодах явно занижены: среднее значение влажности составило около 5 %. При просеивании сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм плоды укропа пахучего проходили без измельчения. Измельчение до частиц размером менее 1 мм нецелесообразно, так как отверстия сит закупориваются, создавая тем самым определенные трудности, увеличивая время на подготовку пробы. Как видно из данных, представленных в таблице 1, при высушивании в СШ влажность плодов укропа пахучего составила от 6,64 % до 7,16 %. Для ИК ТГ влагомера в качестве оптимальной была выбрана навеска около 12,0 г, при которой показатель влажности составил от 6,63 % до 7,02 %. Относительная ошибка среднего результата ИК ТГ методом составила 1,82%, а воздушно-тепловым - 2,67% (Таблица 2). Время высушивания в среднем около 30 минут при использовании ИК ТГ влагомера и более 3 часов - при использовании СШ.

Таблица 1 - Определение влажности плодов укропа пахучего

ИК ТГ влагомер			Сушильный шкаф	
№ п/п	Навеска (А, г)	Влажность (W, %)	Навеска (А, г)	Влажность (W, %)
1	12,088	6,63	1,7265	6,64
2	12,047	6,77	1,6317	6,81
3	12,131	6,79	1,6304	6,84
4	12,881	6,85	1,5672	6,92
5	12,064	6,95	1,5539	7,13
6	12,020	6,96	1,5020	7,14
7	12,085	7,02	1,4993	7,16

Таблица 2 - Результаты сравнительной метрологической оценки двух методов исследования влажности плодов укропа пахучего

Метод (навеска, г)	n	f	%	s <sup>2</sup>	$\bar{S}$	P	t (P, f)		, %
ИК ТГ (около 12 г)	7	6	6,85	0,0182	0,0510	95%	2,45	0,1250	1,82
Воздушно-тепловой (1 - 2 г)	7	6	6,95	0,0402	0,0758	95%	2,45	0,1857	2,67


При просеивании плоды фенхеля обыкновенного свободно проходили сквозь сито с диаметром отверстий 3 мм. Фракция, прошедшая сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм, но не прошедших сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм в основном представлена измельченными плодами, но по-прежнему встречаются цельные плоды. Цельных плодов не наблюдается при степени измельчения плодов меньше 1 мм. Сито с отверстиями 1 мм так же, как и при анализе плодов укропа пахучего закупориваются. Однако, в результате определения влажности, показатель для измельчённого до 1 мм в среднем на 1 % выше, чем при степени измельчения 2 мм. На наш взгляд, это связано с особенностями анатомического строения плодов. Таким образом, несмотря на трудности с пробоподготовкой, мы рекомендуем использовать степень измельчения плодов фенхеля до частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Данная степень измельчения согласуется с требованиями раздела «Количественное определение» ФС 2.5.0102.18 «Фенхеля обыкновенного плоды» ГФ РФ XIV издания [2]. Оптимальная навеска для плодов фенхеля обыкновенного - около 8,0 г. При этом влажность составила от 7,71% до 7,98 % (ИК ТГ), в случае СШ - от 7,57 % до 7,99 % (Таблица 3). Относительная ошибка среднего результата ИК ТГ методом составила 1,26%, а воздушно-тепловым - 1,57 % (Таблица 4). Время высушивания плодов фенхеля в СШ составило более 4 часов, а при использовании ИК ТГ влагомера - около 16 минут.

Таблица 3 - Определение влажности плодов фенхеля обыкновенного

ИК ТГ влагомер			Сушильный шкаф	
№ п/п	Навеска (А, г)	Влажность (W, %)	Навеска (А, г)	Влажность (W, %)
1	7,803	7,71	1,7265	7,57
2	7,975	7,71	1,6317	7,69
3	7,986	7,84	1,6304	7,75

4	7,976	7,88	1,5672	7,80
5	7,901	7,92	1,5539	7,82
6	7,726	7,93	1,5020	7,85
7	7,804	7,98	1,4993	7,99

Таблица 4 - Результаты сравнительной метрологической оценки двух методов исследования влажности плодов фенхеля обыкновенного

Метод (навеска, г)	n	f	, %	s2		P	t (P, f)		, %
ИК ТГ (около 8 г)	7	6	7,85	0,0114	0,0403	95%	2,45	0,0988	1,26
Воздушно-тепловой (1 - 2 г)	7	6	7,78	0,0173	0,0498	95%	2,45	0,1220	1,57

Изменение оптимальных параметров (степени измельчения и навески) в сторону уменьшения или увеличения не приводит к достижению оптимального результата: значения получаются заниженными и невоспроизводимыми. Исходя из представленных табличных данных видно, что значения, полученные при анализе воздушно-сухого измельчённого ЛРС фармакопейным методом, а также результаты, полученные с помощью ИК ТГ влагомера сопоставимы (6,85 % и 6,95 % для плодов укропа пахучего, 7,85 % и 7,78 % для плодов фенхеля обыкновенного). Погрешность среднего значения во всех случаях составила менее 5% (Таблица 2, 4).

## ВЫВОДЫ

1. По результатам исследования подобраны оптимальные параметры методик определения числового показателя «Влажность» ИК ТГ методом с использованием влагомера для плодов укропа пахучего и фенхеля обыкновенного.

2. Основные преимущества использования ИК ТГ метода определения влажности перед фармакопейным (с использованием СШ):

- время определения сокращается в разы: в 7 и 16 раз для плодов укропа пахучего и фенхеля обыкновенного соответственно;

- значительно снижается трудоёмкость, так как все операции (кроме измельчения и перемешивания) - взвешивание, высушивание и расчёт влажности происходят в автоматическом режиме на одном приборе без перемещения анализируемой пробы, что делает процесс полуавтоматическим в отличие от фармакопейного, где все операции выполняются специалистом вручную;

- многократно сокращаются энергозатраты. При одинаковой номинальной мощности СШ и ИК ТГ влагомера (600 Вт) ИК ТГ влагомер имеет большую энергоэффективность, а СШ - меньшую в связи с большей общей продолжительностью нагрева (время высушивания составило 3,5 часа против 30 минут в случае плодов укропа и 4,5 часа против 16 минут в случае плодов фенхеля соответственно);

- ИК ТГ метод для данных видов ЛРС является более точным. Результаты определения влажности обоими методами сопоставимы: около 7 % - для плодов укропа пахучего и около 8% - для плодов фенхеля обыкновенного. Относительная ошибка средних результатов ИК

---

---

ТГ метода составляет 1,82% и 1,26%, а в случае фармакопейного (СШ) – 2,67% и 1,57% соответственно. Очевидно, что относительная ошибка среднего результата меньше в случае ИК ТГ метода.

3. Перспективным направлением является разработка новых ИК ТГ методик определения влажности для других фармакопейных видов ЛРС и ЛРП с последующим включением в соответствующие разделы ОФС и ФС ГФ РФ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIII издание / МЗ РФ. – М., 2015. – Т. 1, 2, 3. URL: <http://www.femb.ru> (дата обращения 15.11.2018);
2. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание / МЗ РФ. – М., 2018. – Т. 1, 2, 4. URL: <http://www.femb.ru> (Дата обращения 27.01.2019 г.);
3. Антонова Н.П., Моргунов И.М., Прохвятилова С.С., Шефер Е.П., Калинин А.М. Применение альтернативного метода определения влажности в лекарственных растительных препаратах // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения – М., 2017. №7(3). С. 182-185;
4. ГОСТ Р 8.634-2007. Государственная система обеспечения единства измерений. Семена масличных культур и продукты их переработки. Инфракрасный термогравиметрический метод определения влажности. – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2010. – 14 с;
5. Рукавицына, Н.П. Современные подходы к составлению фармакопейных стандартов качества на лекарственные средства растительного происхождения: дис. канд. фармацевт. наук: 14.04.02/Рукавицына Надежда Петровна. – Самара, 2018. – 253 с;
6. Браславский В.Б., Жданов Д.А., Куркин В.А., Росихин Д.В. Разработка и использование инфракрасного термогравиметрического метода определения влажности лекарственного растительного сырья // Перспективы лекарственного растениеводства: Труды ВИЛАР. – М., 2018. – С. 613–618;
7. Русскоязычный сайт производителя Sartorius AG [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.sartoros.ru/ma150/vlagometria/teoreticheskie-osnovy/termogravimetriceskie-metody-opredelenie-vlazhnosti-s-pomoshhyu-infrakrasnogo-vlagomera/>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения 18.11.2018). [Russian-language website of the manufacturer Sartorius AG [Electronic resource]. – URL : <http://www.sartoros.ru/ma150/vlagometria/teoreticheskie-osnovy/termogravimetriceskie-metody-opredelenie-vlazhnosti-s-pomoshhyu-infrakrasnogo-vlagomera/> ].

## THE STANDARDIZATION OF THE MEDICINAL

---

---

# PLANT RAW MATERIALS OF THE MORPHOLOGICAL GROUP «FRUITS» BY NUMERICAL VALUE «LOSS ON DRYING»

## **D.A. Zhdanov**

Postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Samara State Medical University of the Russian Federation (Samara)

E-mail: zhdanov-dima@mail.ru

## **V.B. Braslavskiy**

Dr. Sci. of Pharmacy, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Samara State Medical University of the Russian Federation (Samara)

## **V.A. Kurkin**

Dr. Sci. of Pharmacy, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the basics of Phytotherapy, Samara State Medical University of the Russian Federation (Samara)

## **A.P. Pozdeeva**

4th year student of the Faculty of Pharmacy, Samara State Medical University of the Russian Federation (Samara)

Summary: The article discusses the questions of the use of infrared thermogravimetric (IR TG) method of analysis for quality control of medicinal plant raw materials and preparations based on it. As a result of the investigation IR TG techniques were developed for determination of the moisture (loss on drying) for two types of medicinal plant raw materials containing essential oil as a leading group of biologically active compounds: *Anethum graveolens* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. There were obtained the comparable results for determining of the moisture (loss on drying) content of these species by two methods: air-thermal and IR TG, which allow us to recommend the developed techniques for inclusion in the relevant monographs of the State Pharmacopoeia of the Russian Federation.

*Key words: State Pharmacopoeia of the Russian Federation; medicinal plant raw materials; Anethum graveolens L.; Foeniculum vulgare Mill.; moisture analyzer; infrared (IR-) thermogravimetric method.*



# РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ В ЛИСТЬЯХ ЛОПУХА БОЛЬШОГО

**Дьякова Н.А.**

к.б.н., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО ВГУ;

e-mail: [Ninotchka\\_V89@mail.ru](mailto:Ninotchka_V89@mail.ru)

Подобраны условия экстрагирования, при которых процесс извлечения и количественного определения водорастворимых полисахаридов из листьев лопуха большого сводится к 1,5 ч, а именно: измельченность сырья 0,5 - 1,0 мм, температура – 80 °С, кратность извлечения – 3, длительность экстракций – 15 мин, частота ультразвука - 35 кГц, соотношение сырья и экстрагента 1 г на 15 мл.

Ключевые слова: водорастворимые полисахариды; листья лопуха большого

## ВВЕДЕНИЕ

Лопух большой (*Arctium lappa* (L.) – двухлетнее травянистое растение семейства сложноцветных. Широко используются корни лопуха в качестве мочегонного, противовоспалительного средства [1,2]. Листья лопуха большого также содержат ценный комплекс биологически активных соединений. Согласно данным литературы в листьях лопуха большого содержатся флавоноиды (до 1,4%), дубильные вещества (до 8,4%), полисахариды (до 6,01%), органические кислоты (до 0,038 %). Опыт народной медицины показал целесообразность применения листьев лопуха большого в виде сока и водных извлечений [3,4]. В данных лекарственных формах значительна доля водорастворимых полисахаридов (ВРПС), представленных инулином.

Попытки установления оптимальных условий экстракции листьев лопуха большого уже были предприняты Л.М. Федосеевой с соавторами [4]. Однако в качестве параметра оптимизации служило истощение листьев лопуха большого по содержанию веществ, экстрагируемых водой. Данный показатель в условиях современного развития фитохимии не является объективным.

Целью настоящего исследования являлась доработка методики выделения ВРПС из листьев лопуха большого с целью увеличения выхода ВРПС и сокращения длительности процесса их извлечения, а также разработка методики количественного определения ВРПС в сырье с ее последующей валидацией.

Одним из перспективных физических методов воздействия на вещества с целью интенсификации технологических процессов является метод, основанный на использовании механических колебаний ультразвукового диапазона. Установлено, например, что ультразвуком частотой 19-44 кГц можно извлекать биологически активные вещества из растений с сокращением процесса экстракции на 1 - 2 порядка. При этом имеет место не

только значительное ускорение процесса извлечения из растений полезных веществ, но и увеличение по сравнению с другими методами экстрагирования выхода основного продукта [5,6,7].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для интенсификации процесса извлечения ВРПС применяли ультразвуковую ванну «Град 40-35». В качестве экстрагента использовали воду очищенную, остальные параметры процесса подбирались экспериментально. Для того, чтобы предлагаемая методика заняла заслуженное место в системе обеспечения качества лекарственных средств, гарантируя достоверные и точные результаты анализа, проведена процедура ее валидации по прецизионности (повторяемости), правильности (точности), устойчивости и линейности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента приведены в таблицах 1,2,3.

Таблица 1 - Результаты количественного определения ВРПС в листьях лопуха большого при варьировании измельченностью сырья и температурой ультразвуковой ванны

Измельченность сырья, мм	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0
Температура ультразвуковой бани, °С			
60	7,50±0,56	8,05±0,45	7,17±0,43
70	8,58±0,44	9,48±0,35	9,22±0,45
80	10,65±0,58	11,63±0,36	10,77±0,45

Таблица 2 - Результаты количественного определения ВРПС в листьях лопуха большого при варьировании кратностью и длительностью экстрагирования

Кратность экстракции	1	2	3	4
Длительность экстракции, мин.				
10	4,82±0,46	8,26±0,51	10,38±0,52	10,76±0,41
15	5,52±0,39	9,60±0,31	11,63±0,36	9,70±0,37
20	5,70±0,45	8,87±0,37	9,59±0,73	7,49±0,40

Таблица 3 - Результаты количественных определений ВРПС в листьях лопуха большого при варьировании соотношением сырья и экстрагента и частотой ультразвука

Частота ультразвука, кГц	15	25	35
Соотношение сырья и экстрагента (г:мл)			
1:10	5,62±0,21	6,93±0,31	7,43±0,37
1:15	8,56±0,32	9,61±0,47	11,63±0,36
1:20	6,01±0,41	7,59±0,23	8,17±0,52

Таким образом, подобраны оптимальные условия экстрагирования ВРПС из листьев лопуха

большого: измельченность сырья 0,5-1,0 мм, температура – 80 °С, кратность извлечения – 3, длительность экстракций – 15 минут, частота ультразвука - 35 кГц, соотношение сырья и экстрагента 1 г на 15 мл.

Комплекс проведенных экспериментальных работ дает возможность предложить следующую методику выделения и последующего количественного гравиметрического определения ВРПС в листьях лопуха большого. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц 0,5 – 1,0 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 15 мл воды очищенной, нагретой до температуры кипения, помещают в ультразвуковую ванну с частотой 35 КГц при температуре 80°С, экстрагируют 15 мин. Экстракцию повторяют ещё 2 раза, прибавляя по 15 мл воды. Водные извлечения объединяют и фильтруют в мерную колбу вместимостью 100 мл через 3 слоя марли с подложенным тампоном ваты, вложенных в стеклянную воронку диаметром 5 см и предварительно промытой водой очищенной. Фильтр промывают водой и доводят объём раствора до метки (раствор А). 25 мл раствора А помещают в коническую колбу на 100 мл, прибавляют 75 мл 95% этилового спирта, перемешивают, охлаждают в морозильной камере при температуре -18°С в течение 30 мин. Затем содержимое колбы фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный беззольный бумажный фильтр, проложенный в стеклянный фильтр ПОР 16 с диаметром 40 мм, под вакуумом при остаточном давлении 0,4-0,8 атм. Осадок на фильтре последовательно промывают 15 мл раствора 95% этилового спирта в воде очищенной (3:1), 10 мл смеси этилацетата и 95% этилового спирта (1:1). Фильтр с осадком высушивают сначала на воздухе, затем при температуре 100-105 °С до постоянной массы. Содержание ВРПС в пересчёте на абсолютно сухое сырьё вычисляют по стандартной формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 40000}{m \cdot (100 - W)}$$

где  $m_1$  - масса высушенного фильтра, г;  $m_2$  – масса высушенного фильтра с осадком, г;  $m$  — навеска сырья, г;  $W$ — потеря в массе сырья при высушивании, %.

Предлагаемый способ позволяет интенсифицировать процесс получения ВРПС и снизить время, расходуемое на него до 1,5 часов, а также увеличить выход продукта до 11,63 % в пересчете на абсолютно сухое сырье.

Повторяемость методики определяли в условиях, при которых 6 независимых результатов измерений были получены одним методом, в одной лаборатории, одним исследователем, в пределах короткого промежутка времени (Таблица 4) [8]. Статистическая обработка полученных результатов, показала, что они достоверны при доверительной вероятности 95 %, вычисленное значение величины относительного стандартного отклонения – 0,55 % не превышает критериев приемлемости – 2 % [9,10], что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости.

Таблица 4 - Результаты оценки повторяемости методики

Содержание ВРПС, %			11,53	11,57	11,49	11,68	11,58	11,50		
Метрологические характеристики										
$n$	$f$	$x$	$S$	$S_x$	$RSD, \%$	$P, \%$	$t_{(P,f)}$	$\Delta x$	$\epsilon, \%$	

6	5	11,56	0,0636	0,0260	0,55	95	2,570	0,16	1,41
---	---	-------	--------	--------	------	----	-------	------	------

При валидации методики на правильность (точность) (Таблица 5) подготавливались модели для анализа, разводя соответствующим инертным разбавителем и получая, таким образом, смеси с 3 уровнями концентрации. В качестве инертного разбавителя использовался тальк. Для каждой из проб проведено 3 параллельных определения [9]. Как следует из представленных в таблице 6 результатов, на всех трёх уровнях концентраций анализируемых образцов получают сопоставимые результаты, а относительное стандартное отклонение не превышает 2,5 %, что соответствует оптимальной величине RSD и позволяет считать методику правильной [10].

Таблица 5 - Результаты оценки правильности методики

Содержание сырья в пробе	1:1	1:1	1:1	1:2	1:2	1:2	1:4	1:4	1:4
Найдено ВРПС, %	11,43	11,60	11,50	11,74	11,85	11,40	11,83	11,78	11,95
Рассчитано ВРПС, %	11,63								
Открываемость (R), %	98,28	99,74	98,88	100,95	101,89	98,02	101,72	101,29	102,75
Метрология	$R_{cp}=100,39$ ; $SD=1,61$ ; $RSD=1,61\%$								

Устойчивость методики изучали по степени воспроизводимости результатов измерений, полученных при анализе одинаковых образцов при разных минимальных изменениях условий выполнения методики. Рассматривали стабильность приготовленных проб и степень влияния условий. Нами было получены извлечения из анализируемого сырья по валидируемой методике, которые в последующем хранились при комнатной температуре и в холодильнике. Гравиметрическое определение ВРПС проводилось сразу после экстрагирования, через 24 часа и через 72 часа [9]. Критерий приемлемости по данному показателю (относительное стандартное отклонение не более 1 %) не превышен, что позволяет считать методику устойчивой (Таблица 6) [10].

Таблица 6 - Результаты оценки устойчивости методики

Образец После экстрагирования Через 24 часа Через 72 часа	Хранение в холодильнике			Хранение при комнатной температуре					
	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа	После экстрагирования	Через 24 часа	Через 72 часа			
Содержание ВРПС, %	11,67	11,58	11,50	11,64	11,52	11,70			
Метрологические характеристики									
<i>n</i>	<i>f</i>	<i>x</i>	<i>S</i>	$S_x$	<i>RSD, %</i>	<i>P, %</i>	$t_{(P)}$	$\Delta x$	$\epsilon, \%$
6	5	11,60	0,0745	0,0304	0,64	95	2,570	0,19	1,65

При валидации методики на линейность проводились 9 определений в диапазоне от 50 до 130 % номинальной концентрации. Каждое определение выполнялось 1 раз. Расчеты велись с помощью «Excel 2007». Результаты приведены на рисунке 1.



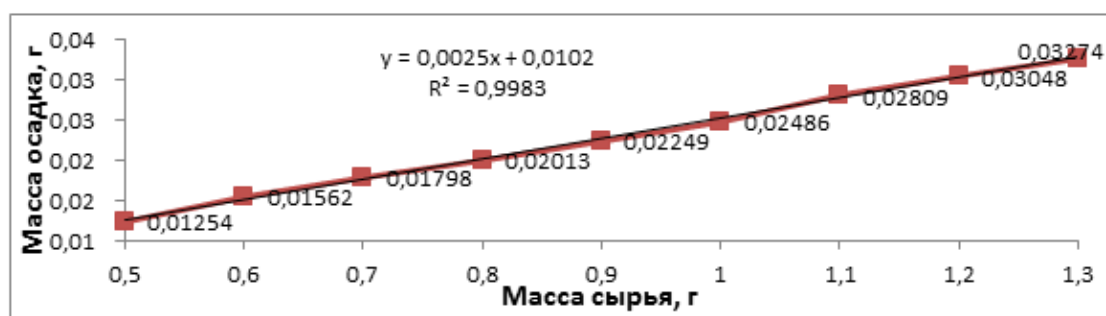


Рисунок 1 – Зависимость массы осадка от массы листьев лопуха большого при гравиметрическом определении ВРПС

Коэффициент аппроксимации линейной регрессии составил 0,9983, что не менее 0,99, что позволяет утверждать о линейной зависимости массы осадка от массы сырья при гравиметрическом определении ВРПС в листьях лопуха большого [10].

## ВЫВОДЫ

Разработана и валидирована по основным параметрам методика экспрессного анализа качества листьев лопуха большого, которая также может быть использована при промышленном получении ВРПС из данного вида сырья. Оптимальные условия экстрагирования, при которых процесс извлечения и количественного определения ВРПС из листьев лопуха большого сводится к 1,5 ч: измельченность сырья 0,2 - 0,5 мм, температура – 80 °С, кратность извлечения – 3, длительность экстракций – 15 мин, частота ультразвука - 35 кГц, соотношение сырья и экстрагента 1 г на 10 мл. Разработанная методика прецизионна в условиях повторяемости, правильна, устойчива и обладает достаточно жёсткой линейной зависимостью массы осадка от массы анализируемого сырья при гравиметрическом определении водорастворимых полисахаридов в листьях лопуха большого.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьякова Н.А. и др. Разработка и валидация экспрессной методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.) // Химико-фармацевтический журнал. 2015. Т. 49. № 9. С. 35-38.
2. Дьякова Н.А. и др. Изучение динамики изменения содержания инулина в корнях лопуха большого (*Arctium lappa* L.) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Webb.) в процессе вегетации // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2016. №. 4. С. 133-136.
3. Куркин В. А. Фармакогнозия. СамГМУ, Самара. 2004. 1180 с.
4. Федосеева Л.М., Биндюк М.А. Установление технологических параметров листьев лопуха большого // Химия растительного сырья. 2008. № 1. С. 149-150.
5. Шушунова Т.Г. и др. Выделение инулина из корней одуванчика лекарственного с использованием ультразвука // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ : Материалы 6-й



---

---

Международной научно-методической конференции «Фармообразование-2016». – Воронеж : ИПЦ ВГУ. 2016. с.609-612.

6. Дьякова Н.А. и др. Разработка методики количественного определения водорастворимых полисахаридов и ее валидация. В сборнике: Современная фармация: проблемы и перспективы развития материалы V межрегиональной научно-практической конференции с международным участием . ГБОУ ВПО СОГМА Минздрава России ; под редакцией Ф.Н. Бидаровой. 2015. С. 45-48.
7. Великанова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И. Экооценка лекарственного растительного сырья в урбоусловиях г. Воронежа. LAMBERT Academic Publishing, 2013. 211 с.
8. Дьякова Н.А. и др. Рационализированная методика количественного определения водорастворимых полисахаридов и ее валидация // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2015. № 2. С. 106-111.
9. Дьякова Н.А. и др. Разработка и валидация экспресс-методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) // Химико-фармацевтический журнал. 2018. Т. 52. № 4. С. 40-43.
10. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII. Том 1. - М.: ФЭМБ, 2015. 1470 с.

## DEVELOPMENT AND VALIDATION OF THE EXPRESS TECHNIQUE OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE SUM OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDES

**Dyakova N.A.**

PhD (Biol.), the assistant at the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department, e-mail: [Ninotchka\\_V89@mail.ru](mailto:Ninotchka_V89@mail.ru)

Summary: extraction conditions under which process of extraction and quantitative definition of water-soluble polysaccharides of leaves of a burdock big comes down to 1.5 h are picked up, namely: an izmelchennost of raw materials of 0.5 - 1.0 mm, temperature – 80 °C, frequency rate of extraction – 3, duration of extractions – 15 min., ultrasound frequency - 35 kHz, a ratio of raw materials and extragent of 1 g on 15 ml.

Keywords: polysaccharides water-soluble; leaves of *Arctium lappa*.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В БУЗИНЫ ЧЕРНОЙ ЦВЕТКАХ МЕТОДОМ ВЭЖХ

### Д.В. Моисеев

д. фарм. н., доцент, заведующий кафедрой УО «Витебский государственный медицинский университет» (Витебск); доцент ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Москва)

e-mail: [ussr80@yandex.ru](mailto:ussr80@yandex.ru)

### С.И.Марченко

директор УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении» (Минск)

### А.М. Моисеева

к мед. н., доцент, доцент кафедры УО «Витебский государственный медицинский университет» (Витебск)

Представлена простая и экспрессная методика идентификации и количественного определения флавоноидов в бузины черной цветках (*Sambucus nigra* L.) методом жидкостной хроматографии. Для экстракции используется 30 % этанол. Определение флавоноидов проводится на обращено-фазовой колонке (Zorbax SB C-18 250x4,6 мм, 5 мкм) в изократическом режиме элюирования ПФ (0,01 М  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  pH=3,0 и ацетонитрил в соотношении 80:20 по объему), температура колонки 30 °С.

*Ключевые слова:* *Sambucus nigra*, бузина черная, ВЭЖХ, флавоноиды, рутин

### ВВЕДЕНИЕ

В связи с расширением использования метода ВЭЖХ как фармакопейного, требуется разработка и валидация методик количественного определения биологически активных веществ в растительном сырье. Вместе с тем при определении индивидуальных веществ из одной и той же группы биологически активных веществ можно использовать стандартные унифицированные условия.

Цель настоящего исследования заключалась в оптимизации подходов к определению биологически активных веществ в бузины черной цветках методом ВЭЖХ и разработке подходов к проведению стандартизации.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования выполняли на жидкостном хроматографе фирмы Agilent HP 1100, в комплекте с системой подачи и дегазации на четыре растворителя G1311A, диодно-матричным детектором G1315B, термостатом колонок G1316A, устройством для автоматического ввода образцов (автосэмплер) G1313A. Сбор данных, обработку хроматограмм и спектров поглощения проводили с помощью программы Agilent ChemStation for LC 3D. Для разделения использовали хроматографическую колонку Zorbax SB C-18 (размер частиц 5 мкм, длина 250 мм, диаметр 4,6 мм, производитель Agilent Technologies).

Определение проводилось в изократическом режиме с использованием 0,01 М раствора дигидрофосфата калия (рН=3.0) и ацетонитрила в соотношении 80 : 20 по объему. Детектирование проводили при следующих длинах волн: 280, 360 и 520 нм. Вещества считали идентифицированными при совпадении времен удерживания и спектров поглощения со стандартными образцами [1]. Дополнительно, для идентификации использовали спектральные характеристики, приведенные в работе [2].

Экстракцию флавоноидов проводили водно-спиртовыми смесями в разных соотношениях при нагревании на водяной бане в течение часа. Перед инъектированием в хроматограф пробы центрифугировали при 5000g и отбирали 0,5 мл надосадочной жидкости. Определение правильности методики проводили методом стандартных добавок.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При обработке результатов учитывали, какое из веществ (аналитический маркер) доминирует среди флавоноидов, а также рекомендации Государственных фармакопей Республики Беларусь и Российской Федерации 14-ого издания [3, 4].

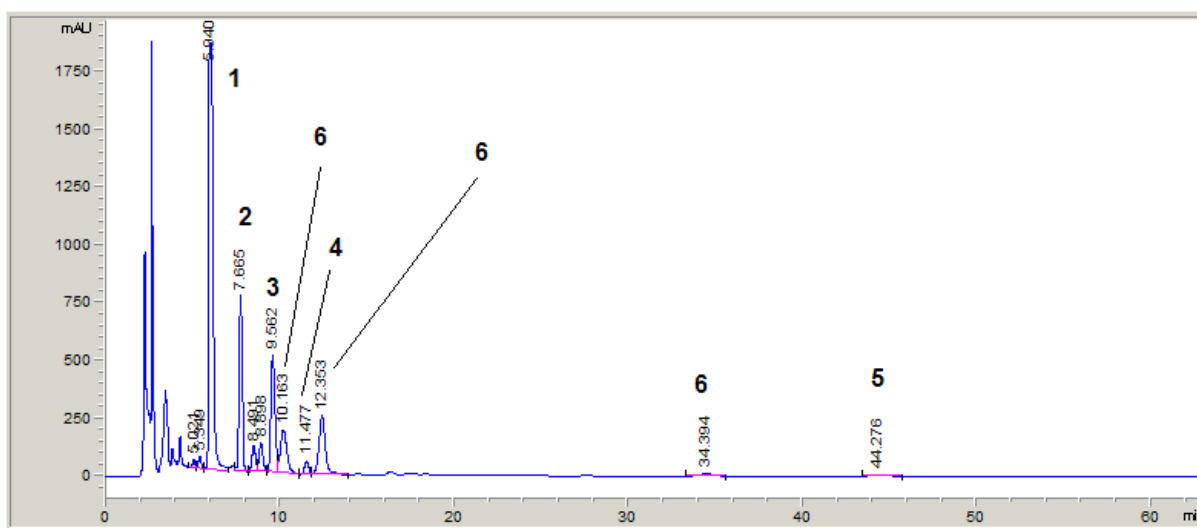


Рисунок 1 – Хроматограмма водно-спиртового извлечения из бузины черной цветков при длине волны 360 нм. 1 – рутин, 2 – гиперозид, 3 – изокверцитрин, 4 – кверцитрин,

5 – кверцетин, 6 – фенольные кислоты.

В извлечениях из бузины черной цветков были идентифицированы рутин (время удерживания 5,9 мин), гиперозид (7,7 мин), изокверцитрин (9,6 мин), кверцитрин (11,5 мин) и кверцетин (44,3 мин). Остальные пики относятся к фенольным кислотам. При этом площадь пика рутина составляет около 60% от суммы пиков всех флавоноидов при длине волны 360 нм, а гиперозида – до 15%.

При оптимизации условий экстракции установлено, что наибольшая степень экстракции рутина достигается при использовании 30% этилового спирта и соотношении сырья и экстрагента 1 : 25. Экстракцию следует проводить на кипящей водяной бане в течение 60 минут.

---

---

Методика линейна в диапазоне концентраций рутина 2,5-400 мкг/мл ( $R > 0,999$ ), правильность методики 99,0-101,7%, испытуемые растворы и растворы стандартного образца стабильны при хранении в естественных условиях в течение 24 часов.

Регламентируемое содержание суммы флавоноидов в бузины черной цветках по Государственным фармакопеям РБ [3] и РФ [4] составляет не менее 2% в пересчете на рутин, по Европейской фармакопее [5] не менее 0,8% в пересчете на изокверцитрозид. Определение проводится спектрофотометрическим методом после реакции с алюминия хлоридом при длине волны 407 нм [3,4] или 425 нм [3,5].

В ходе исследования методом ВЭЖХ было установлено, что содержание рутина в исследуемых образцах составляет  $3,59 \pm 0,16$  мг/г сухого сырья, а сумма флавоноидов – около 5 мг/г сухого сырья.

## ВЫВОДЫ

Стандартизацию бузины черной цветков методом ВЭЖХ можно проводить по одному доминирующему веществу – рутину. Результаты стандартизации по сумме флавоноидов получаются ниже, чем регламентируемые в фармакопеях. На наш взгляд, это связано с более низкой селективностью фармакопейного спектрофотометрического метода. Метод ВЭЖХ можно включать как дополнительный в фармакопейный анализ сырья, однако необходимо пересмотреть нижний предел содержания флавоноидов или рутина с учетом контроля качества серий данного сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеев, Д.В. Идентификация флавоноидов в растениях методом ВЭЖХ / Д.В. Моисеев, В.Л. Шелюто, Г.Н. Бузук // Химико-фармацевтический журнал. – 2011. – №1. – С. 35-38.
2. Scopel, M. Comparative Analysis of *Sambucus nigra* and *Sambucus australis* Flowers: Development and Validation of an HPLC Method for Raw Material Quantification and Preliminary Stability Study / M. Scopel, L.A. Mentz, A.T. Henriques // Planta Med. – 2010. – 76. – P. 1–6.
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь: 2-ое издание, II том. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / под общ. ред. С.И. Марченко. – Молодечно : Победа, 2016 – 1368 с.
4. Государственная фармакопея Российской Федерации 14-ого издания [Электронный ресурс]. – Москва, 2018. – Режим доступа: [http://www.resource.rucml.ru/feml/pharmacopeia/14\\_3/HTML/](http://www.resource.rucml.ru/feml/pharmacopeia/14_3/HTML/) (дата обращения: 20.03.19).
5. European Pharmacopoeia: EDQM. 8th Edition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online6.edqm.eu/> (дата обращения: 21.11.14).

---

---

# DETERMINATION OF FLAVONOIDS IN ELDER FLOWER BY HPLC

## **D.V. Moiseev**

D.Sc. (Pharm), Head of Department, Vitebsk State Medicinal University (Vitebsk);  
Associated Professor, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov  
University, Moscow), e-mail: ussr80@yandex.ru

## **S.I. Marchenko**

Director, Center for Examinations and Tests in Health Service (Minsk)

## **A.M. Moiseeva**

Ph.D. (Med), Associated Professor, Vitebsk State Medicinal University (Vitebsk)

Summary: Simple and fast procedure for identification and assay of flavonoids in Elder flowers (*Sambucus nigra* L.) by HPLC is described. For the determination a 30% alcohol and RP column (Zorbax SB C-18 250×4,6 mm, 5 μm); a mobile phase 0,01M potassium dihydrophosphate (pH=3,0) and acetonitrile in the ratio 80:20 (v/v) (isocratic elution); column temperature 30°C are used.

*Key words:* *Sambucus nigra*, elder, HPLC, flavonoids, rutoside



# АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ ЛИСТЬЕВ ТОЛОКНЯНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI* (L.) SPRENG.)

## В.А. Куркин

д. фарм. н., профессор, зав. кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара),  
e-mail: [kurkinvladimir@yandex.ru](mailto:kurkinvladimir@yandex.ru)

## Рязанова Т.К.

к. фарм. н., старший преподаватель кафедры управления и экономики фармации ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Представлены результаты исследований по разработке методик подтверждения подлинности листьев толокнянки обыкновенной [*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.] различными методами (тонкослойная хроматография, спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой области, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ)) и методики количественного определения содержания арбутина в сырье методом ВЭЖХ. Полученные результаты могут быть использованы при разработке нормативной документации на листья толокнянки обыкновенной.

Ключевые слова: толокнянка обыкновенная, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., листья, стандартизация, арбутин

## ВВЕДЕНИЕ

Листья толокнянки обыкновенной (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) широко используются в традиционной медицине в комплексной терапии заболеваний мочевого пузыря и мочевыводящих путей [1, 2]. Наиболее ранние записи об использовании этого растения в терапевтических целях относятся к тринадцатому веку [3]. В Российской Федерации листья толокнянки разрешены к применению в виде моносырья, а также в составе растительных сборов (Бруснивер-Т), из порошка листьев толокнянки производят таблетки «Урифлорин» [4]. В других странах листья толокнянки и экстракты их используют для получения ряда препаратов в виде растворов, таблеток (Cystinol®, Uvalysat® (S) Bürger, Arctuvan® и др.) [5]. Требования к качеству этого лекарственного растительного сырья (ЛРС) включены во многие фармакопеи мира, в том числе Государственную фармакопею СССР XI издания (ГФ XI), Государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания, монографии на листья толокнянки есть в нескольких изданиях Европейской фармакопеи, Немецкой, Французской и других национальных фармакопеях стран Евросоюза, а также в Британской, Британской травяной, Японской, Американской травяной фармакопеях [5-9].

Ведущей группой биологически активных соединений листьев толокнянки обыкновенной являются простые фенолы, из которых наиболее известен арбутин [1]. Кроме этого, в листьях толокнянки широко представлены другие фенольные соединения, в частности,

---

---

флавоноиды (гиперозид и др.), кумарины, фенолкарбоновые кислоты, дубильные вещества и др. [1-3]. Оценка подлинности листьев толокнянки и числовые показатели в фармакопеях разных стран предусматривают определение наличия и содержания арбутина.

В ГФ СССР XI издания определение подлинности осуществляется с помощью пробирочных реакций, что требует модернизации в виду наличия других, более чувствительных и специфических методов [6]. В Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания и других фармакопеях используется метод тонкослойной хроматографии (ТСХ) в присутствии растворов стандартных образцов (арбутина, гидрохинона, галловой кислоты) [5, 7-9]. Согласно ГФ XI издания содержание арбутина определяется с использованием метода йодометрического титрования. Данная методика предусматривает несколько стадий (осаждение полифенолов, гидролиз арбутина, восстановление хинонов) и достаточно трудоемка, что снижает ее воспроизводимость и увеличивает ошибку метода [6]. В Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания предусмотрена спектрофотометрическая методика количественного определения арбутина после фильтрования через слой алюминия оксида [9]. В действующих редакциях фармакопей других стран наиболее распространенным методом определения содержания арбутина является метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В зарубежных фармакопеях в методиках и качественного, и количественного анализа используется метанол, обращение с которым требует выполнения определенных условий [5, 7-8].

Целью настоящего исследования являлась разработка альтернативных подходов к стандартизации листьев толокнянки обыкновенной с использованием современных методов анализа.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись листья толокнянки обыкновенной, заготовленные в Республике Марий Эл, Волжский район, г. Волжск, 2017 г., стандартный образец арбутина производства «Sigma-Aldrich» (США). Использовали следующие методы: тонкослойная хроматография (пластины «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ»), жидкостная колоночная хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография (хроматограф Biotronic, хроматографическая колонка Phenomenex Luna C18(2) (250 мм × 4,6 мм, 5 мкм), спектрофотометрия (спектрофотометры «Specord 40» фирмы «Analytik Jena», анализы проводили в диапазоне длин волн 190-500 нм), <sup>1</sup>H-ЯМР- и <sup>13</sup>C-ЯМР- спектроскопия (ЯМР-спектрометр «Bruker AM 300», 300 МГц), масс-спектрометрия (Kratos MS-30 (UK) 70 eV T=200°C), ИК-спектроскопия (ИК-Фурье-спектрометр «Nikolet iS10» фирмы «Thermo Spectronic Company», диапазон длин волн от 4000 до 600 см<sup>-1</sup> с разрешением в 0,4 см<sup>-1</sup>).

Для выделения индивидуальных соединений проводили жидкостную колоночную хроматографию водно-спиртового извлечения из листьев толокнянки (экстрагент - 70% этиловый спирт) с использованием сорбента силикагель марки L 40/100 мкм (Чехия). Элюирование осуществляли смесями растворителей хлороформ-спирт этиловый 95% в различных соотношениях (100:0 → 0:100). Контроль за ходом хроматографического разделения осуществляли методом ТСХ в системе растворителей *n*-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2) с детектированием при дневном и УФ-свете с длиной волны 254 и 366 нм.

Для удаления компонентов растений, препятствующих идентификации арбутина в сырье, извлечение фильтровали через слой алюминия оксида (х.ч., нейтральный II по Брокману). С этой целью в стеклянный фильтр ПОР 100 или ПОР 160 диаметром 2-3 см насыпали алюминия оксид до образования слоя высотой 0,6-1,0 см. Через полученный слой алюминия

оксида пропускали 2,0 мл полученного извлечения в пенициллиновый флакон и промывали 5,0 мл 70% спирта этилового.

В анализе методом ТСХ использовали следующие составы подвижной фазы: хлороформ – 96% спирт этиловый (6:4); хлороформ – 96 % спирт этиловый – вода (26:16:3) и *n*-бутанол – ледяная уксусная кислота – вода (4:1:2). Детекцию проводили путем просмотра хроматограммы при видимом свете и в УФ-свете при длине волны 254 и 366 нм и после обработки раствором диазобензолсульфокислоты в насыщенном растворе натрия карбоната.

При проведении ВЭЖХ-анализа в качестве подвижной фазы использовали смеси 0,01 М водного раствора  $K_2HPO_4$ , подкисленного  $H_3PO_4$  до pH 3,0, (элюент А) и ацетонитрила (элюент В). Расход подвижной фазы - 0,6 мл/мин, объем инжестируемой пробы 20 мкл. При анализе исходных извлечений элюировали в следующих условиях: до 9 мин – содержание ацетонитрила в подвижной фазе 20%; подъем до 40% за 1 мин, 20 мин - 40% элюента В в подвижной фазе. После фильтрования через слой алюминия оксида анализ проб проводили в изократическом режиме элюирования при 20% элюента В. Длина волны детектирования – 280 нм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из рассматриваемых систем для ТСХ-анализа оптимальное разделение было достигнуто в системе *n*-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:2). При просмотре при дневном свете для хроматограммы извлечения из листьев толокнянки была характерна интенсивная темноокрашенная полоса до значения  $R_f \approx 0,55$ . При просмотре под лампой с УФ-излучением 254 нм на хроматограмме извлечений из листьев толокнянки обыкновенной обнаруживалось пятно со значением  $R_f \approx 0,57-0,58$ . После обработки раствором диазобензолсульфокислоты эти же пятна окрашивались в различные цвета от желтого до темно-коричневого. Дополнительно проявлялось пятно со значением  $R_f \approx 0,63-0,64$ .

Для устранения мешающего обнаружению арбутина влияния сопутствующих компонентов извлечение профильтровали через слой алюминия оксида. После фильтрования на хроматограмме извлечения листьев после обработки раствором диазобензолсульфокислоты обнаруживалось одно пятно, окрашенное в красный цвет и соответствующее стандарту арбутина ( $R_f \approx 0,5$ ).

Для определения подлинности сырья может быть использован метод спектроскопии в ультрафиолетовой и видимой области. Спектр поглощения извлечения из листьев толокнянки имеет один максимум при длине волны 280 нм, что соответствует максимуму поглощения стандартных образцов арбутина (Рисунок 1).

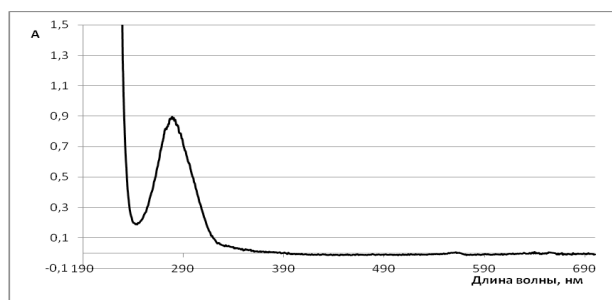


Рисунок 1 – Спектр поглощения извлечения из листьев толокнянки обыкновенной (экстра-

гент – 40 % этиловый спирт)

С помощью жидкостной колоночной хроматографии выделено несколько соединений, структура которых была охарактеризована с помощью комплекса структурных методов анализа ( $^1\text{H}$ -ЯМР-,  $^{13}\text{C}$ -ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия), из которых два соединения были впервые выделены из листьев толокнянки обыкновенной (1,3,6-тригаллоилглюкоза, этиловый эфир *n*-дигалловой кислоты), остальные вещества известны для этого растения (арбутин, гиперозид, галловая кислота, тетрагаллоилглюкоза).

При сопоставлении ВЭЖХ-хроматограмм извлечения из листьев толокнянки обыкновенной и выделенных веществ определено, что пик с временем удерживания  $4,2 \pm 0,1$  мин соответствует арбутину,  $12,6 \pm 0,1$  мин (один из доминирующих пиков на хроматограмме) – производным галловой кислоты и глюкозы,  $22,9 \pm 0,1$  мин – гиперозиду. ВЭЖХ-хроматографический профиль также может быть использован для оценки подлинности исследуемого ЛРС, однако требуются дополнительные исследования для подтверждения повторяемости этого метода при различных условиях.

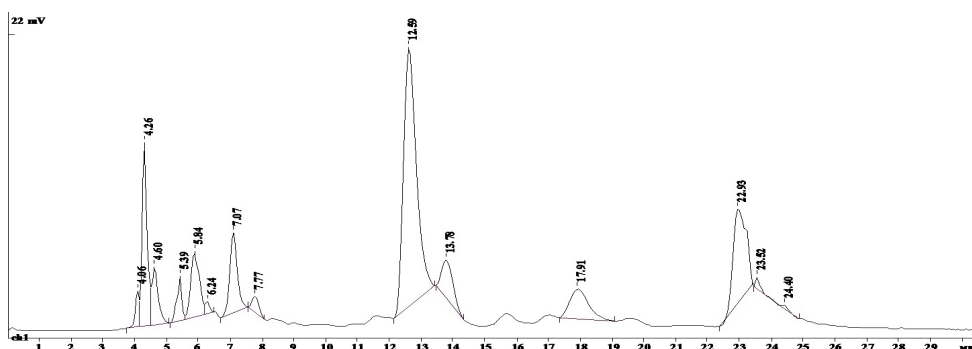


Рисунок 2 - ВЭЖХ-хроматограмма извлечения на 40% этиловом спирте из листьев толокнянки обыкновенной.

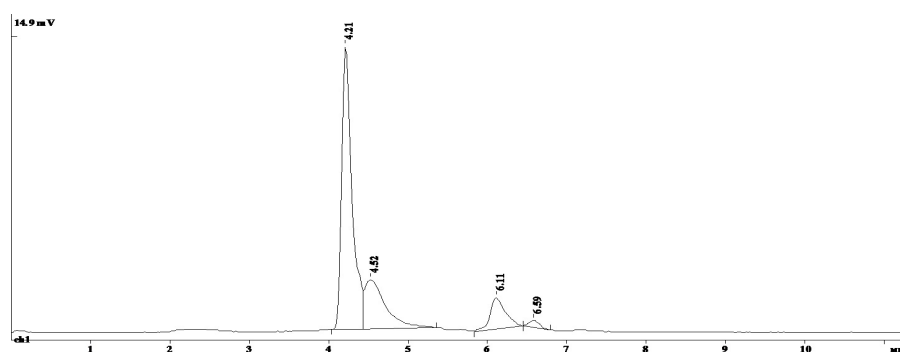


Рисунок 3 - ВЭЖХ-хроматограмма извлечения на 40 % этиловом спирте из листьев толокнянки обыкновенной после фильтрования через слой алюминия оксида.

Однако этот метод был использован нами при разработке методики количественного определения. ВЭЖХ-анализ проводили для извлечений после фильтрования через слой алюминия оксида (рис. 3). Время удерживания арбутина составило  $4,1 \pm 0,1$  мин. При количественном определении использовали метод внешней калибровки, сравнивая площади пиков арбутина в образце и в стандарте. При разработке методики сравнивали экстракционную способность спиртов различных концентраций, влияние соотношения «сырье : экстрагент» и времени экстрагирования. Определено, что наибольшей экстракционной способностью



обладает спирт этиловый 40%, наибольший выход достигается при соотношении «сырье : экстрагент» 1:50; время экстракции 60 мин на кипящей водяной бане (табл. 1). В таблице 2 представлены метрологические характеристики метода.

Таблица 1 - Влияние различных факторов на полноту извлечения арбутина из листьев толокнянки обыкновенной

Экстрагент	Соотношение «сырье: экстрагент»	Время экстракции, мин	Содержание арбутина в пересчете на абсолютно сухое сырье, %
<b>Влияние экстрагента</b>			
70%	1:50	60	9,84±0,27
40%	1:50	60	11,16±0,35
вода	1:50	60	10,26±0,38
<b>Влияние времени экстрагирования</b>			
40%	1:50	30	9,67±0,38
40%	1:50	60	11,16±0,35
40%	1:50	90	10,72±0,34
<b>Влияние соотношения сырье : экстрагент</b>			
40%	1:30	60	10,72±0,27
40%	1:50	60	11,16±0,35
40%	1:100	60	10,34 ±0,25

Таблица 2 - Метрологические характеристики методик количественного определения арбутина в листьях толокнянки обыкновенной

n	f	$\bar{O}$	S	P, %	t (P, f)	$\Delta X$	E, %
6	5	11,16	0,33359	95	2,57	0,35	3,14

## ВЫВОДЫ

Таким образом, разработаны методики качественного и количественного анализа листьев толокнянки обыкновенной, которые могут быть использованы при разработке нормативной документации на данное лекарственное растительное сырье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Куркин В.А. Фармакогнозия. - 3-е изд., перераб. и доп. / Самара: ООО «Офорт», ФГБОУ ВО «СамГМУ, 2016;. 1279 с.
2. EMA/HMPC/573462/2009 Rev.1 Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC), *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., folium s, 2012.
3. Grieve M. A Modern Herbal: in 2 vol. [electronic version] // by Ed Greenwood, Arcata California. Available at: <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/b/bearbe22.html>. Accessed January 09, 2019.
4. Государственный реестр лекарственных средств [Электронный ресурс]. Электрон.дан. 2019. Режим доступа: <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>.



- 
- 
5. Ковалева Т.Ю. Требования отечественных и зарубежных фармакопей по стандартизации листьев толокнянки обыкновенной // Фармация. 2011; 5: 53-56.
  6. Государственная фармакопея СССР. XI издание, вып. 2. / М.: Медицина, 1990; 400 с.
  7. European Pharmacopoeia 7.0 (электронный ресурс).
  8. Japanese Pharmacopoeia XV, 2006 (электронный ресурс).
  9. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения Российской Федерации. М., 2018. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopoea.php>.

## **SOME ACTUAL ASPECTS OF STANDARTIZATION OF LEAVES OF *ARCTOSTAPHYLOS UVA-URSI* (L.) SPRENG.**

### **V.A. Kurkin**

Doctor of Sciences (Pharmacy), Professor, Head of Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy basics of Samara State Medical University (Samara)

*e-mail:* [kurkinvladimir@yandex.ru](mailto:kurkinvladimir@yandex.ru)

### **T. K. Ryazanova**

Ph.D. (Pharmacy), Senior Lecturer of Department of Management and Economics in Pharmacy of Samara State Medical University (Samara)

Summary. There were presented the results of researches on development of methods of identification of bearberry [*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.] by different ways (thin-layer chromatography, spectroscopy in the ultraviolet and visible regions, high-performance liquid chromatography (HPLC) and methods of determination of arbutin by using of HPLC. These results can be used in the development of regulatory documentation for bearberry leaves.

Key words: bearberry, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., leaves, standardization, arbutin.

# РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ПЕРЕСЧЕТЕ НА РУТИН В ТРАВЕ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО

**Дьякова Н.А.**

к.б.н., ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «ВГУ»  
e-mail: [Ninotchka\\_V89@mail.ru](mailto:Ninotchka_V89@mail.ru)

Разработана и валидирована методика количественного определения содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин в траве тысячелистника обыкновенного методом дифференциальной спектрофотометрии.

Ключевые слова: флавоноиды, рутин, валидация, *Achillea millefolium L.*

## ВВЕДЕНИЕ

Трава тысячелистника обыкновенного - *Achillea millefolium L.* семейства *Asteraceae* - издревле используется традиционной и народной медициной разных стран. Трава тысячелистника содержит до 0,8 % эфирного масла, а также дубильные вещества, витамин К, полиацетилены, стерины, тритерпеновые спирты и до 3% полифенольных соединений (кверцетин, апигенин, лютеолин, кемферол, и их гликозиды) [1].

Проведенный анализ литературных данных выявил разработки Евдокимовой с соавторами по количественному содержанию флавоноидов в траве тысячелистника в пересчете на лютеолин [1]. Однако стандартный образец данного вещества является редким и дорогостоящим. Целью исследования являлись разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов травы тысячелистника в пересчете на рутин.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследований использовали траву тысячелистника обыкновенного, заготовленную нами в период цветения растения в экологически чистом месте его произрастания в Воронежской области в 2015 году. Для количественного определения флавоноидов использовали спектрофотометр «HitachiU-1900», основываясь на их способности образовывать устойчивый окрашенный комплекс с раствором алюминия хлорида, вызывающий bathochromный сдвиг полосы поглощения с максимумом поглощения в длинноволновой области при длине волны  $414 \pm 2$  нм, что близко к максимуму поглощения комплекса рутина со спиртовым раствором алюминия хлорида ( $412 \pm 2$ ), используемого нами далее в качестве стандартного образца.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, необходимо было определить условия проведения реакции комплекса

флавоноидов травы тысячелистника со спиртовым раствором алюминия хлорида (Таблица 1,2).

Таблица 1- Результаты определения оптимального количества 2 % спиртового раствора алюминия хлорида для реакции с комплексом флавоноидов травы тысячелистника, содержащегося в 1 мл извлечения

Количество 2% спиртового раствора алюминия хлорида, мл	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
1	1,04±0,04
<b>2</b>	<b>1,77±0,01</b>
3	1,56±0,02

Таблица 2 - Результаты определения оптимального времени реакции 2% спиртового раствора алюминия хлорида с комплексом флавоноидов травы тысячелистника

Время, мин	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
10	1,03±0,04
20	1,46±0,02
<b>30</b>	<b>1,77±0,01</b>
40	1,67±0,01
50	1,50±0,03

Дальнейшие исследования были направлены на определение оптимальных условий экстрагирования флавоноидов из травы тысячелистника. Нами были подобраны оптимальные размер частиц травы тысячелистника, экстрагент, соотношение сырья и экстрагента, время экстракции (Таблицы 3-6).

Таблица 3- Результаты определения оптимальных размеров частиц сырья травы тысячелистника

Размер частиц сырья, мм	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
<b>0,2-0,5</b>	<b>1,77±0,02</b>
0,5-1,0	1,23±0,03
1,0-2,0	0,82±0,01

Таблица 4 - Результаты определения оптимального экстрагента для травы тысячелистника

Экстрагент	Полярность экстрагента	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
Гексан : спирт этиловый 96 % (1:1)	2,60	1,04±0,02
Спирт этиловый 96 %	<b>5,20</b>	<b>1,77±0,02</b>
Спирт этиловый 70 %	6,34	1,44±0,03
Спирт этиловый 40 %	7,48	0,89±0,02

Таблица 5 - Результаты определения оптимального соотношения травы тысячелистника и экстрагента (спирта этилового 96 %)

Соотношение сырья и экстрагента (г:мл)	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
1:10	0,90±0,03
1:20	1,31±0,01
<b>1:30</b>	<b>1,77±0,01</b>
1:40	1,43±0,02
1:50	1,12±0,03

Таблица 6 - Результаты определения оптимального времени экстракции травы тысячелистника

Время, мин	Определяемое содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
15	1,10±0,02
30	1,59±0,02
<b>45</b>	<b>1,77±0,02</b>
60	1,53±0,01
75	1,24±0,03

Комплекс проведенных исследований позволяет рекомендовать следующую методику количественного определения флавоноидов в пересчете на рутин в траве тысячелистника: Около 1,0 грамма (точная навеска) измельченной до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 0,2-0,5 мм травы тысячелистника, предварительно просеянной от пыли, помещают в колбу на 100 мл с притертой крышкой, заливают 30 мл спирта этилового 96 %, взвешивают на технических весах (с точностью до 0,01 г). Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане 45 мин, периодически встряхивая колбу. Затем колбу охлаждают до комнатной температуры и доводят тем же спиртом до первоначальной массы. Полученное извлечение фильтруют через бумажный фильтр, предварительно промытый тем же спиртом этиловым 96 %, первые 10 мл фильтрата отбрасывают (раствор А). 2 мл раствора А помещают в мерную колбу на 25 мл, добавляют 4 мл спиртового раствора алюминия хлорида и доводят раствор до метки спиртом этиловым 96 % (раствор Б). Через 45 мин измеряют оптическую плотность раствора Б на спектрофотометре в кювете с толщиной слоя 10 мм при длине волны 414±2 нм. В качестве раствора сравнения используют: 2 мл раствора А, доведенного метки в мерной колбе на 25 мл спиртом этиловым 96 %. Параллельно измеряют оптическую плотность раствора стандартного образца (СО) рутина, приготовленного аналогично испытываемому раствору. Количественное содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье вычисляют по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 0,05 \cdot 30 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot m \cdot 2 \cdot 100 \cdot (100 - W)} = \frac{A \cdot 75}{A_0 \cdot m \cdot (100 - W)^2} \quad (1)$$

где А – оптическая плотность испытываемого раствора; А<sub>0</sub> – оптическая плотность СО рутина; m – навеска сырья; W – потеря в массе при высушивании, %.

Приготовление раствора СО рутина: около 0,05 г СО рутина (точная навеска), предва-

рительно высушенного при температуре 130-135 °С в течении 3 ч, растворяют в 85 мл 96% спирта этилового в мерной колбе на 100 мл при нагревании на водяной бане, охлаждают, перемешивают, при необходимости доводят до метки тем же спиртом [2,3].

Валидация методики проведена по основным характеристикам: специфичности, прецизионности (повторяемости), правильности (точности) и линейности.

Валидацию методики по показателю специфичность проводили методом добавок (Рисунок 2). При добавлении СО рутин спектр извлечения имеет сходный вид с характерными максимумами при  $226\pm 2$  нм,  $272\pm 2$  нм, и  $414\pm 2$  нм. Полученные данные позволяют считать методику специфичной [2,3].

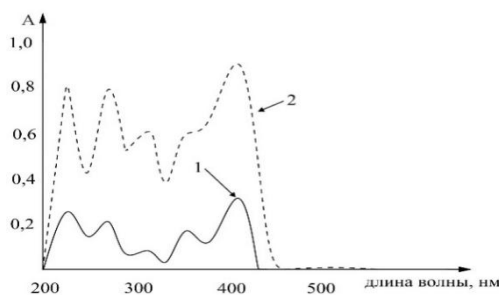


Рисунок 1 - Спектр поглощения извлечения из травы тысячелистника

(1 – извлечение, 2 – извлечение с добавкой СО рутин)

Испытания повторяемости методики проводили шестикратно в одной лаборатории, одним исследователем, на одном оборудовании в течение короткого промежутка времени (Таблица 7) [3,4].

Статистическая обработка полученных результатов, показала, что они достоверны при доверительной вероятности 95 %, вычисленное значение величины относительного стандартного отклонения – 1,25 % не превышает критериев приемлемости – 2 % [5], что свидетельствует о прецизионности методики в условиях повторяемости.

Таблица 7 - Результаты оценки повторяемости методики

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %				1,7532	1,7772	1,7843	1,7234	1,7728	1,7872
Метрологические характеристики									
<i>n</i>	<i>f</i>	<i>x</i>	<i>S</i>	<i>S<sub>x</sub></i>	<i>RSD, %</i>	<i>P, %</i>	<i>t<sub>(P,f)</sub></i>	$\Delta x$	$\epsilon, %$
6	5	1,7664	0,0221	0,0090	1,25	95	2,570	0,0568	3,21

При валидации методики на правильность (точность) (Таблца 9) подготавливались модели для анализа, получая смеси с 3 уровнями концентрации аналита. Для этого готовили растворы Б по разработанной схеме, изменяя количество раствора А: для концентрации аналита 70 % - 1,4 мл раствора А, для концентрации 100 % - 2 мл, для концентрации 130 % - 2,6 мл раствора А. Для каждой из проб проведено 3 параллельных определений. При этом за опорное значение содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин в траве тысячелистника принималось среднее значение, полученное в предыдущем эксперименте – 1,7664 % [3,4].



Таблица 8 - Результаты оценки правильности методики

Содержание раствора А в пробе	70%	70%	70%	100%	100%	100%	130%	130%	130%
Найдено содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %	1,7354	1,7128	1,7518	1,7762	1,7346	1,7834	1,7592	1,7910	1,7854
Рассчитано содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %	1,7664								
Открываемость (R), %	98,245	96,965	99,173	100,554	98,199	100,962	99,592	101,392	101,075
Метрологические характеристики	$R_{cp}=99,5735$ ; $SD=1,4557$ ; $RSD=1,46\%$								

Как следует из представленных в таблице 8 результатов, на всех трёх уровнях концентраций анализируемых образцов получаются сопоставимые результаты, а относительное стандартное отклонение не превышает 2 %, что соответствует оптимальной величине RSD и позволяет считать методику правильной [3].

Для проверки линейности брали 5 экспериментальных точек, варьируя концентрацией от 80 до 120% от установленной в методике концентрации. Для этого приготавливали раствор Б в колбе на 25 мл по разработанной схеме, изменяя количество раствора А: в колбу 1 – 1,6 мл (80%), в колбу 2 – 1,8 мл (90 %), в колбу 3 – 2 мл (100%), в колбу 4 – 2,2 мл (110%), в колбу 5 – 2,4 мл (120 %) [2,3]. Каждое определение выполнялось 1 раз. Расчеты велись с помощью «Excel 2007» (Рисунок 3).

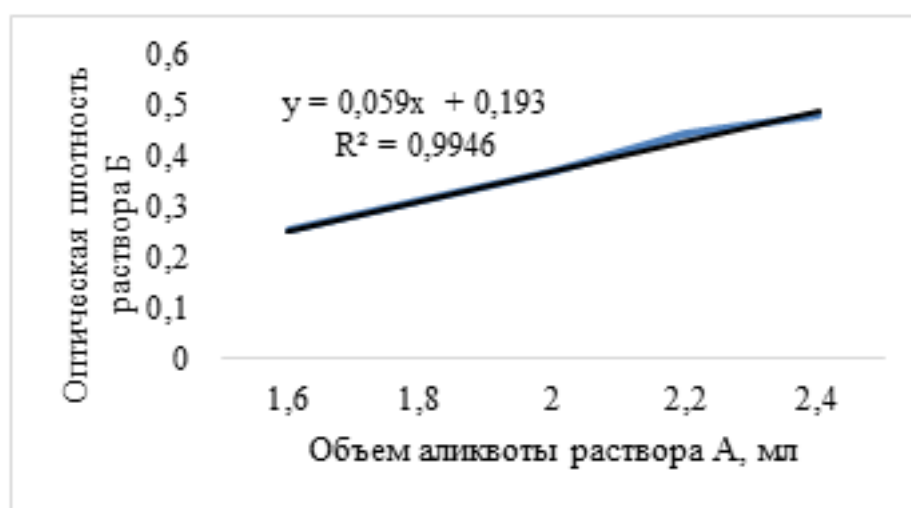


Рисунок 2 - Зависимость оптической плотности от объема аликвоты раствора А

Коэффициент аппроксимации линейной регрессии составил 0,9946, что не менее 0,99, что позволяет утверждать о линейной зависимости оптической плотности от содержания флавоноидов в пересчете на рутин в сырье тысячелистника [3,4,5].

## ВЫВОДЫ

---

---

Полученные результаты позволяют считать траву тысячелистника одним из перспективных источников флавоноидов, так как содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в данном сырье сопоставимо с другими известными источниками этой группы БАВ (например, в траве зверобоя содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин не менее 1,5 %, в листьях вахты трехлистной - суммы флавоноидов в пересчете на рутин не менее 1 %). Согласно полученным результатам разработанная методика количественного определения содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин в траве тысячелистника методом спектрофотометрии валидна по всем основным показателям и может использоваться с целью контроля качества данного вида лекарственного растительного сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимова О.В. Разработка и валидация методики количественного определения суммы флавоноидов в траве тысячелистника // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2007. № 2. С. 155-160.
2. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Воропаева С.С. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в листьях крапивы двудомной // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2014. № 1. С. 138-144.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации XIII. Том 1. Москва, ФЭМБ, 2015, 1470 с.
4. Дьякова Н.А. Самылина И.А., Сливкин А.И. и др. Разработка и валидация экспрессной методики количественного определения водорастворимых полисахаридов в корнях лопуха обыкновенного (*Arctium lappa* L.) // Химико-фармацевтический журнал. 2015. Т. 49. № 9. С. 35-38.
5. Дьякова Н.А. А.И. Сливкин, И.А. Самылина и др. Разработка и валидация экспресс-методики выделения и количественного определения водорастворимых полисахаридов корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.) // Химико-фармацевтический журнал. 2018. Т.52. № 4. С. 40-43.

---

---

# DEVELOPMENT AND VALIDATION OF THE TECHNIQUE OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE SUM OF FLAVONOIDS IN TERMS OF RUTINUM IN THE GRASS OF THE YARROW ORDINARY

**Dyakova N.A.**

PhD (Biol.), the assistant at the pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology department e-mail: Ninochka\_V89@mail.ru

Summary: Also the validated a technique of quantitative determination of content of the sum of flavonoids in terms of Rutinum in a grass of a yarrow ordinary is developed by method of a differential spectrophotometry.

*Keywords: flavonoids, rutinum, validation, Achillea millefolium L.*



# ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ МЕТОДОМ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ДРАЖЕ «ТОНЗИЛГОН Н»

## **Н.В. Бобкова**

д. фарм. н., доцент, профессор кафедры фармацевтического естествознания Института фармации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва)

e-mail: [bobkovamma@mail.ru](mailto:bobkovamma@mail.ru)

## **В.А. Ермакова**

д. фарм. н., профессор, профессор кафедры фармацевтического естествознания Института фармации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) (Москва)

Изучена возможность идентификации мелкодисперсного лекарственного растительного сырья в семикомпонентном лекарственном растительном средстве (драже «Тонзилгон Н»). Разработана методика пробоподготовки. Определены основные анатомо-диагностические признаки. Результаты могут быть использованы для дополнений общих фармакопейных статей, посвященных микроскопическому анализу лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных средств.

Ключевые слова: многокомпонентные лекарственные растительные средства, микроскопический анализ, драже «Тонзилгон Н», листья грецкого ореха (*Folia Juglandis*), трава хвоща (*Herba Equiseti*), корни алтея (*Radix Althaeae*), цветки ромашки (*Flores Chamomillae*), трава тысячелистника (*Herba Millefolii*), кора дуба (*Cortex Quercus*), трава одуванчика (*Herba Taraxaci*.)

## ВВЕДЕНИЕ

Введение растительных порошков в лекарственные средства в качестве основного или дополнительного лекарственного компонента требует проведения испытаний по их идентификации. Особое значение в данном случае приобретает микроскопический анализ, который позволяет не только идентифицировать объект, но и судить о некоторых показателях качества порошка (наличие примесей, поражение грибом). Микроскопическая диагностика позволяет дифференцировать нативное сырье от растительных экстрактов и компонентов иного происхождения (животного, минерального и т.д.); доказать наличие тех или иных морфологических групп сырья, и по возможности (при наличии высоко специфичных диагностических признаков) подтвердить присутствие в препарате отдельных компонентов [1].

Вместе с тем в нормативных документах на ряд подобных лекарственных средств, дав-

---

---

но используемых отечественной медициной, а также в общей статье ГФ XIV «Таблетки» не предусмотрено испытания методом микроскопического анализа [2]. В результате чего проконтролировать качество готового продукта, содержащего растительный порошок, на предмет подлинности, наличия примесей и фальсификатов, даже с использованием затратных современных физико-химических методов чрезвычайно сложно.

Поэтому проведенные нами исследования по разработке критериев подлинности растительных порошков в многокомпонентных препаратах являются весьма актуальными.

Нами были проведены исследования, по изучению возможности идентификации и определения подлинности растительных порошков в многокомпонентных лекарственных средствах как европейской, так и традиционной китайской медицины.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ.

Объектом данного исследования явилось лекарственное средство фирмы Бионорика - драже «Тонзилгон Н».

«Тонзилгон Н» является комплексным лекарственным средством и содержит в своем составе порошки 7 видов лекарственного растительного сырья, обеспечивающих фармакологический эффект: листья грецкого ореха (*Folia Juglandis*), трава хвоща (*Herba Equiseti*), корни алтея (*Radix Althaeae*), цветки ромашки (*Flores Chamomillae*), трава тысячелистника (*Herba Millefolii*), кора дуба (*Cortex Quercus*), трава одуванчика (*Herba Taraxaci*). Помимо растительных компонентов в состав ядра и оболочки драже входят 22 различных вспомогательных вещества и наполнителя.

Основу ядра драже составляют наполнители: лактоза, кукурузный, картофельный крахмал, стеариновая кислота, моногидрат глюкозы, двуокись кремния. На долю растительных компонентов приходится 36 %, а на отдельные компоненты - от 3 до 9 %. Приготовление микропрепаратов из измельченного ядра драже не позволяет различить среди общей массы минеральных и органических соединений растительные частицы и выделить ключевые диагностические элементы их анатомического строения.

Микроскопические исследования проводились на микроскопе «МИКМЕД – 6» (окуляр 10x и объективы: 4x, 10x, 40x, 100x); фотосъемка – с использованием цифровой фотокамеры Canon Digital IXUS 80 IS; обработка снимков проводилась с использованием программы Microsoft Office Picture Manager.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительный микроскопический анализ драже «Тонзилгон Н» выявил достаточно высокую дисперсность растительных порошков, входящих в его состав (10-100 мкм). Измельчение сырья до такого размера частиц может привести к потере некоторых диагностических признаков и затруднить идентификацию хрупкого растительного сырья, особенно тонких листьев и цветков.

В связи с этим встает вопрос об оптимальном выборе способа измельчения драже в ходе пробоподготовки. Наиболее часто используемый метод механического разрушения (растирание) является не приемлемым, так как приводит к дополнительному измельчению растительных компонентов. Кроме того, учитывая дисперсность растительных порошков, для их просветления необходимо использовать щелочь меньшей концентрации, в противном случае (с 3% раствором NaOH) возможна мацерация эпидермальных тканей листьев и цветков.



---

---

Наличие оболочки у драже «Тонзилгон Н» создает дополнительные трудности при получении качественных препаратов.

Учитывая все вышесказанное, была разработана специальная методика пробоподготовки, позволяющая полностью удалить оболочку драже, максимально освободить растительный компонент от сопутствующих веществ, а также разрушить ядро и просветлить растительные порошки в щадящих условиях.

Пробоподготовка драже «Тонзилгон Н» к микроскопическому анализу. В химический стакан на 50 мл помещают 2-3 драже «Тонзилгон Н», приливают 20 мл теплой дистиллированной воды (40-50°C) и помешивают стеклянной палочкой до полного разрушения и удаления оболочки с поверхности ядра. Затем освобожденные от оболочки драже (ядра) пинцетом переносят в другой химический стакан, избегая попадания частиц оболочки (при необходимости их удаляют, смывая водой). К ядрам приливают 5 мл теплой воды (40-50°C) и покачивают стакан до полного их разрушения. После чего приливают 5 мл 2 % раствора NaOH и кипятят на плитке в течение 30-60 секунд. Затем порошок промывают водой методом декантации 3-5 раз при условии максимального осаждения (не менее 5 минут) частиц. Последний раз жидкость медленно сливают, оставляя около 1 мл. Затем скальпелем или лопаточкой осторожно (поднимая по стенке стакана) порошок переносят на предметное стекло в каплю включающей жидкости (глицерин-вода (1:1) или раствор хлоралгидрата), равномерно распределяют порошок в капле препаровальной иглой, накрывают покровным стеклом и исследуют под микроскопом. В случае необходимости (при наличии пузырьков воздуха) препараты прогревают над пламенем горелки. Делают 20-30 микропрепаратов.

Описанная методика пробоподготовки позволяет предварительно разрушить и удалить оболочку драже. Для этого используется дистиллированная вода  $t$  40-50°C. Деструкция ядер достигается за счет их собственной распадаемости в теплой воде и тем самым исключается стадия разрушения ядра путем растирания, приводящая к дополнительному измельчению растительных частиц и, как следствие, ухудшению их диагностичности. Одновременно происходит растворение лактозы и глюкозы - вспомогательных веществ-наполнителей. Дальнейшая обработка распавшегося ядра драже (кипячение в 1 % растворе NaOH в течение 30-60 секунд) позволяет в щадящем режиме размягчить и просветлить растительные ткани, растворить кукурузный и картофельный крахмал, затрудняющий детальное микроскопическое изучение, особенно в набухшем состоянии. Промыванием просветленного растительного порошка методом декантации удаляется растворенный крахмал, стеариновая кислота и мелкие (до 10 мкм) растительные частицы, не несущие диагностических признаков.

В результате изучения полученных микропрепаратов была выявлена следующая микроскопическая картина.

В поле зрения наблюдается обилие механических растительных тканей в основном волокнистой структуры. Часть из них можно соотнести с волокнами жилок листа грецкого ореха, встречающихся в виде крупных групп, разрозненных волокон и частично в виде небольших пучков по 2-3 волокна. Их отличает: неровный контур, разветвляющиеся клювовидные или плавнозаостряющиеся концы, иногда пористые стенки. Крупные группы волокон и участки жилок часто сопровождаются кристаллическими образованиями оксалата кальция в виде призматических кристаллов, плохо сформированных или тупоконечных друз.

Второй тип волокон можно соотнести с волокнами коры дуба. Их отличительная особенность - наличие частично сохранившейся кристаллоносной обкладки из призматических (почти кубических) кристаллов оксалата кальция и меньший диаметр по сравнению

---

---

с волокнами жилок листа грецкого ореха. Волокна коры дуба наблюдаются в небольших группах или одиночно.

Третий тип волокон можно соотнести с волокнами корня алтея. Они длиннее, с более тонкими стенками и значительно мягче (легче сминаются, перекручиваются и расщепляются). Кроме того, они лишены кристаллоносной обкладки, обладают ровным контуром и, как правило, плавно заострены на концах.

В поле зрения микроскопа характерно также наличие значительного количества элементов травы хвоща. Это - обрывки эпидермиса с удлинёнными клетками, мелкоизвилистые стенки которых образуют ажурный контур; характерные устьица с лучистой складчатой кутикулой; фрагменты стеблевых ребер с зубчатым краем.

Под микроскопом также видны частицы деструктурированного мезофилла листа грецкого ореха красновато-коричневого цвета с крупными тупоконечными друзами оксалата кальция.

Хорошо различаются разновеликие компактные плотные группы каменистых клеток и отдельные изодиаметричные склереиды коры дуба. В некоторых из них видны поры и красно-коричневое содержимое.

Значительно реже в поле зрения встречаются элементы корня алтея: небольшие группы паренхимных клеток (иногда с небольшими остроконечными друзами) и обрывки членистых сосудов ксилемы с преобладающим сетчато-пористым вторичным утолщением стенок.

Редко обнаруживаются одиночные простые остроконечные волоски (из пучковых волосков) листа грецкого ореха или их обломки, имеющие гладкую поверхность, ампуловидно расширенное основание и полость, заполненную коричневатым аморфным содержимым.

Также редко в поле зрения микроскопа встречаются элементы цветка ромашки. В основном это - фрагменты оснований трубчатых цветков с тонкой эпидермальной структурой венчика, характерными для астровых овальными эфирно-масличными железками (вид сверху) и мелкими друзами оксалата кальция в мезофилле; а также кольцеобразные основания трубчатых цветков, состоящие из квадратных толстостенных клеток.

Чрезвычайно редко встречаются зеленоватые фрагменты листовой пластинки одуванчика с поверхности, а иногда в продольном сечении с заметными по зернистому содержанию тонкими млечниками, сопровождающими жилки.

С большим трудом обнаруживаются элементы травы тысячелистника с овальными характерными для астровых железками и бичевидными волосками и их обломками.

В этой связи для разработки точных микроскопических критериев подлинности драже «Тонзилгон Н» нами была приготовлена и проанализирована модельная растительная смесь, максимально приближенная по составу и дисперсности к анализируемой растительной комбинации препарата. Для этого использовалось стандартное сырье, измельченное в ступке до размера частиц менее 100 мкм.

В результате исследования приготовленных из модельной смеси микропрепаратов были обнаружены и идентифицированы по характерным анатомо-диагностическим признакам все входящие в ее состав растительные компоненты.

Обобщив вышеизложенные результаты проведенных исследований были предложены следующие микроскопические критерии подлинности драже «Тонзилгон Н»:

- фрагменты мезофилла листа с друзами оксалата кальция; одиночные крупные друзы;

---

---

коричневые участки жилок, сопровождающиеся цепочками призматических кристаллов, плохо оформленных и тупоконечных друз; одиночные простые остроконечные толстостенные волоски (из пучковых волосков), имеющие гладкую поверхность, ампуловидное расширенное основание и полость, заполненную коричневатым аморфным содержимым и их фрагменты (листья грецкого ореха);

- участки эпидермиса, состоящего из удлиненных мелкоизвилистых клеток; устьица с лучистой складчатой кутикулой; фрагменты стеблевых ребер с зубчатым краем (Рисунок 1Б) (трава хвоща);

- обрывки групп волокон или отдельные волокна (часто смятые, перекрученные и расщепленные); группы округлых или овальных паренхимных клеток (иногда с небольшими остроконечными друзами); обрывки членистых сосудов ксилемы с преобладающим сетчатопористым вторичным утолщением стенок (корень алтея);

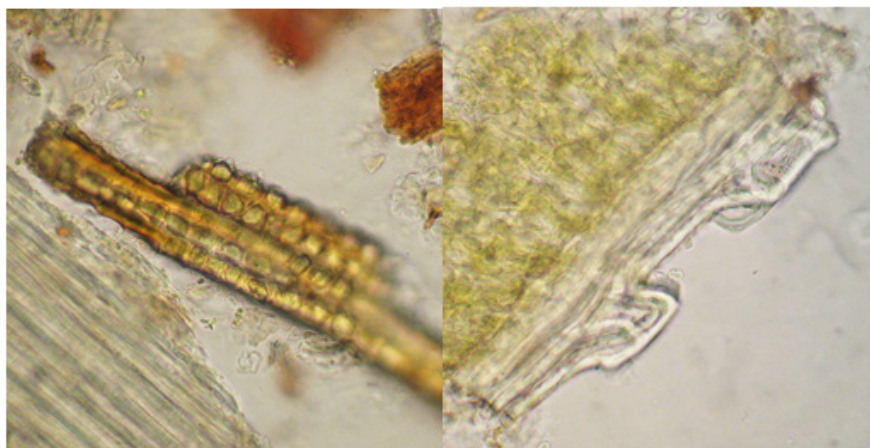
- фрагменты трубчатых цветков с извилистыми тонкостенными клетками, характерными для астровых овальными эфирно-масличными железками и мелкими друзами оксалата кальция в мезофилле; кольцеобразные основания трубчатых цветков, состоящие из квадратных толстостенных клеток (цветки ромашки);

- группы волокон или отдельные волокна с частично сохранившейся кристаллоносной обкладкой из призматических (почти кубических) кристаллов оксалата кальция (Рисунок 1А); компактные плотные группы каменистых клеток и отдельные изодиаметричные склереиды (иногда в них видны поры и красно-коричневое содержимое); окрашенные фрагменты коровой паренхимы с друзами оксалата кальция (кора дуба);

- очень редко в поле зрения наблюдаются фрагменты эпидермиса листа с удлиненными извилистостенными клетками, крупными округлыми устьицами (аномоцитный тип), овальными эфирно-масличными железками (характерными для астровых), складчатой кутикулой и многоклеточными основаниями отломанных «бичевидных» волосков; участки листочков обертки, состоящие из волокнообразных сигаровидных пористостенных клеток; элементы стебля (участки прямостенного эпидермиса с обломками волосков, обрывки проводящих и механических тканей) (трава тысячелистника);

- очень редко в поле зрения наблюдаются фрагменты листа в продольном сечении с тонкими сероватыми или оранжевыми (Судан III) млечниками вдоль жилок, обладающими зернистым содержимым; простые многоклеточные тонкостенные волоски, иногда со спавшимися стенками и их обломки (трава одуванчика);

- многочисленные недиагностируемые растительные фрагменты и минеральные бесформенные частицы.



А

Б

Рисунок 1 – Анатомо-диагностические признаки ЛРС в драже «Тонзилгон» (ув.х400).

А - группа лубяных волокон с кристаллоносной обкладкой коры дуба.

Б - фрагмент стеблевого ребра с зубчатым краем травы хвоща.

В ходе проведения микроскопического анализа диагностика растительных компонентов драже «Тонзилгон Н» осуществляется не по всем, а только по сохранившимся в результате используемой технологии измельчения сырья, наиболее устойчивым анатомио-диагностическим признакам (группы волокон, сосуды, кристаллические включения, толстостенные трихомы, кремнесодержащие ткани).

Вместе с тем часть диагностически значимых элементов теряет свое значение (строение эпидермиса листьев, цветков; тонкостенные волоски), а для травы тысячелистника и травы одуванчика обнаружение и идентификация диагностических признаков в данном лекарственном средстве чрезвычайно затруднены

## ВЫВОДЫ

Изучена возможность идентификации мелкодисперсного лекарственного растительного сырья в семикомпонентном лекарственном растительном средстве - драже «Тонзилгон Н». Разработана методика пробоподготовки. Определены основные, наиболее устойчивые анатомио-диагностические признаки (группы волокон, сосуды, кристаллические включения, толстостенные трихомы, кремнесодержащие ткани). Результаты могут быть использованы для дополнений общих фармакопейных статей, посвященных микроскопическому анализу лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных средств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобкова, Н.В. Установление подлинности природного сырья в многокомпонентном препарате «Вентеронова» / Н.В. Бобкова, В.А. Ермакова, И.А. Самылина // Фармация. – 2011. - №2. – С.19-23.
2. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Том. II. / [Элек-



---

---

тронный ресурс Федеральной электронной медицинской библиотеки Министерства здравоохранения Российской Федерации]. - Режим доступа: [http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14\\_2/HTML/index.html](http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_2/HTML/index.html)

## IDENTIFICATION OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS IN MULTICOMPONENT MEDICINES BY THE METHOD OF MICROSCOPIC ANALYSIS ON THE EXAMPLE OF “TONZILGON N” DRAGEE

### **Bobkova N.V.**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor. Professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department. Institute of Pharmacy of Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

[bobkovamma@mail.ru](mailto:bobkovamma@mail.ru)

### **Ermakova V.A.**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor. Professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department. Institute of Pharmacy of Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)

Summary: The possibility of identifying finely dispersed medicinal plant raw materials in a seven-component herbal drug (pills “Tonsilgon N” dragee) was studied. A sample preparation procedure has been developed. The main anatomical and diagnostic signs are determined. The results can be used for supplements in the general pharmacopoeial monographs devoted to the microscopic analysis of medicinal plant raw materials and herbal drugs.

**Key words:** *multicomponent medicinal herbal remedies, microscopic analysis, “Tonsilgon N” dragee, walnut leaves (Folia Juglandis), horsetail herb (Herba Equiseti), Althaea roots (Radix Althaeae), chamomile flowers (Flores Chamomillae), yarrow herb (Herba Millefolii), oak bark (Cortex Quercus), dandelion herb (Herba Taraxaci).*



# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТОЕК ЛИСТЬЕВ ТОПОЛЯ ЧЕРНОГО (*POPULUS NIGRA* L.)

**Е.А. Куприянова**

очный аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,  
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [lenoka-09@mail.ru](mailto:lenoka-09@mail.ru)

**В.А. Куркин**

профессор, д.фарм.н., заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами  
фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

**В.М. Рыжов**

к.фарм.н., доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,  
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Изучены электронные спектры настоек из листьев тополя черного (*Populus nigra* L.), полученных с использованием этилового спирта различной концентрации. Все образцы настоек имеют максимум поглощения  $414 \pm 2$  нм, что соответствует максимуму поглощения спиртового раствора рутина. Разработанная ранее методика количественного определения суммы флавоноидов в листьях тополя черного может быть адаптирована для настоек исследуемого растения.

Ключевые слова: тополь черный, *Populus nigra* L., настойка, флавоноиды, рутин, спектрофотометрия.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время не угасает интерес к лекарственным растительным препаратам, которые могут использоваться в терапии различных заболеваний наряду с препаратами синтетического происхождения. В Государственную Фармакопею Российской Федерации XIV издания входит статья «Тополь почки» (ФС.2.5.0042.15) [1]. **Почки тополя используются для получения настойки и мази, которые применяются в качестве противогрибковых, антисептических, ранозаживляющих и противовоспалительных средств при инфекционных поражениях кожи, гнойно-воспалительных заболеваниях мягких тканей [2, 4, 5].** Не менее перспективными источниками биологически активных соединений (БАС) наряду с почками могут являться и другие морфологические органы растений, например, листья. По литературным данным известно, что сок листьев тополя черного обладает обезболивающими и антибактериальными свойствами [6]. Так как листья тополя составляют большой объем фитомассы растения, возможно, комплексное использование, а именно: почек и листьев тополя черного для получения лекарственных препаратов.

Целью исследования являлось сравнительное фитохимическое исследование настоек листьев тополя черного на спиртах различной концентрации.

---

---

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили настойки листьев тополя черного на 40%, 70% и 96% этиловом спирте. Использовались листья тополя черного, заготовленные в августе 2018 года в п. Гаврилова Поляна Самарской области.

Образцы настоек на основе листьев тополя черного были получены методом модифицированной дробной мацерации. Полученные настойки представляют собой прозрачную или опалесцирующую жидкость коричнево-зеленого цвета, запах - специфический, вкус – горьковатый.

Далее настойки анализировались методом *дифференциальной спектрофотометрии на спектрофотометре* «Specord 40» (Analytik Jena) в кюветках с толщиной слоя 10 мм в диапазоне длин волн от 190 нм до 500 нм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для снятия спектров настоек в мерную колбу на 25 мл помещали 1 мл исследуемой настойки листьев тополя черного и доводили спиртом этиловым необходимой концентрации до метки (раствор А). Затем 2 мл раствора А помещали в мерную колбу на 25 мл, добавляли 2 мл 3% спиртового раствора алюминия хлорида и доводили объем раствора до метки спиртом этиловым 96 % (раствор В). Спектры снимали на сканирующем спектрофотометре «Specord 40» (Analytik Jena) на фоне раствора сравнения, полученного следующим образом: 5 мл настойки помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводят объем раствора спиртом этиловым 96% до метки. Полученные УФ-спектры по своим спектральным характеристикам сопоставимы с таковыми растворов извлечений из листьев тополя черного (Рисунки 1-4) [3].

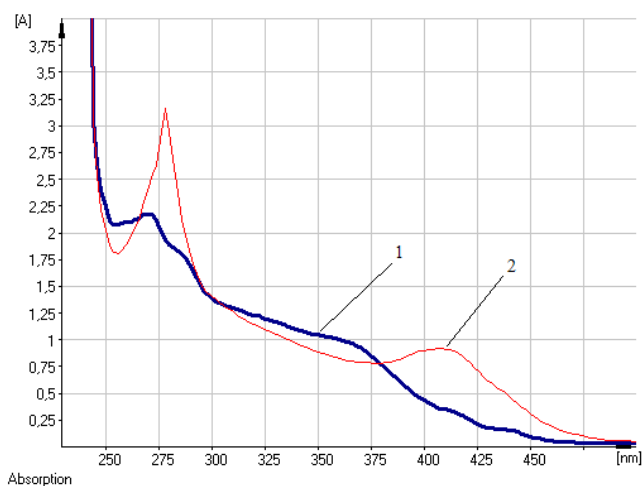


Рисунок 1 – Спектры поглощения настойки листьев тополя черного на 70 % этиловом спирте.

Обозначения: 1 - исходный раствор; 2 - раствор с добавлением алюминия хлорида.

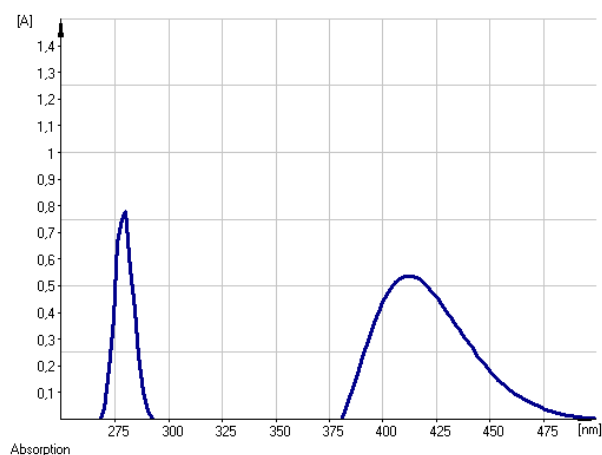


Рисунок 2 – Спектр поглощения настойки листьев тополя черного на 40% этиловом спирте (дифференциальный вариант).

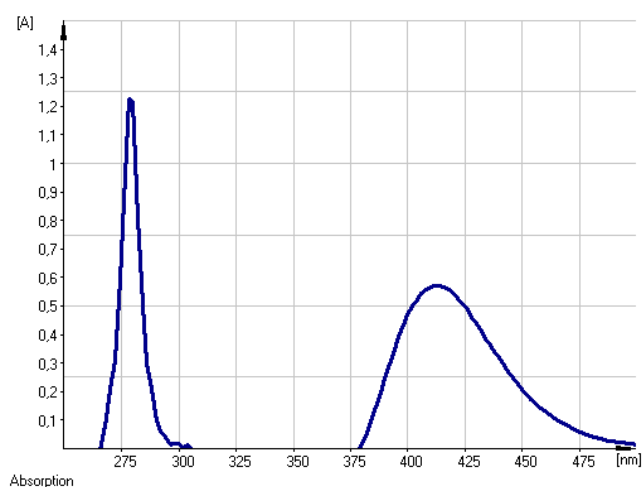


Рисунок 3 – Спектр поглощения настойки листьев тополя черного на 70% этиловом спирте (дифференциальный вариант).

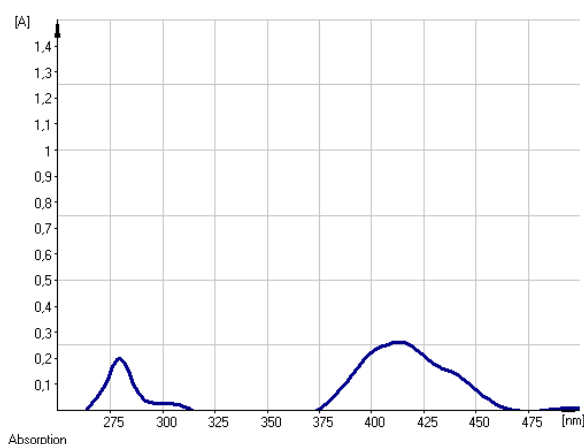


Рисунок 4 – Электронный спектр настойки листьев тополя черного на 96% этиловом спирте (дифференциальный вариант).

---

---

Установлено, что при добавлении спиртового раствора алюминия (III) хлорида наблюдается bathochromный сдвиг длинноволновой полосы (Рисунок 1), что свидетельствует о вкладе флавоноидов в кривую поглощения УФ-спектров настойки листьев тополя черного. Определено, что в УФ-спектрах настоек листьев тополя черного, полученных на 40%, 70% и 96% спирте этиловом, имеется максимум поглощения при  $414 \pm 2$  нм (дифференциальный вариант) (Рисунки 2-4), который соответствует максимуму поглощения спиртового раствора рутина [3]. Так как УФ-спектр образцов настоек листьев тополя черного имеет сходные характеристики со спектрами извлечений из листьев тополя черного [3], разработанная методика может быть адаптирована для исследуемой лекарственной формы - настойки листьев тополя черного.

## ВЫВОДЫ

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что в характер кривой поглощения основной вклад вносят вещества флавоноидной природы. Полученные результаты указывают на возможность использования УФ-спектроскопии для стандартизации настойки листьев тополя черного.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная Фармакопея Российской Федерации. XIV издание / МЗ РФ. - Москва, 2018. - Т. 4. - С. 6494 - 6500.
2. Клишина И.И., Никитина Н.В. Исследование противомикробного действия экстракта почек тополя черного и мази на его основе // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – Пятигорск, 2010. – С. 454-455.
3. Куркина Е.А., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации листьев тополя черного // Аспирантский вестник Поволжья. Самара, 2018. № 5-6. С. 17-22.
4. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для студентов фармац. вузов – Изд. 3-е, перераб. и доп. - Самара: ООО «Офорт», ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2016. – С.371-375.
5. Патент РФ № 2135201, на изобретение «Способ получения настойки тополя для лечения гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей» / Куркин В.А., Браславский В.Б., Запесочная Г.Г., Правдивцева О.Е., Жданов И.П., Косякин В.А., Ткаченко А.А. - А 61 К 35/78. Бюл. №3 от 27.08.1998 г. - 6 с.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Raeoniaceae* - *Thymelaeaceae*. - Л.: Наука, 1986. - С. 110-112.

---

---

## COMPARATIVE PHYTOCHEMICAL STUDY OF THE TINCTURES OF LEAVES OF *POPULUS NIGRA* L.

### **Kupriyanova E.A.**

postgraduate, Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy (SamSMU)

E-mail: lenoka-09@mail.ru

### **Kurkin V.A.**

Dr. Sci. of Pharmacy, professor, head of Chair of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy (SamSMU)

### **Ryzhov V.M.**

Ph.D. (Pharm.), Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy (SamSMU)

Summary: There were studied the electronic spectra of tinctures of poplar leaves (*Populus nigra* L.), obtained with the using of ethanol with the different concentrations. The all samples have a maximum absorption of  $414 \pm 2$  nm, which corresponds to the maximum absorption of the alcohol solution of rutin. The previously developed method of the quantitative determination of total flavonoids in the leaves of *Populus nigra* can be adapted for tinctures of studied plant.

*Keywords: Populus nigra* L., tinctures, flavonoids, rutin, spectrophotometry.





# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ГУСТОМ ЭКСТРАКТЕ ИЗ СЛОЕВИЩ ЛИШАЙНИКА РОДА *CLADONIA*

## **С.И. Ямщикова**

аспирант ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва), ассистент кафедры фармакологии и фармации Медицинского института Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова (Якутск)

e-mail: [ssontoeva@gmail.com](mailto:ssontoeva@gmail.com)

## **А.В. Никулин**

к.х.н., зав.лабораторией физико-химических методов исследования лекарственных средств ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва)

## **В.Н. Дул**

к.фарм.н., в.н.с отдела фитохимии и стандартизации ФГБНУ ВИЛАР (Москва);

## **О.Г. Потанина**

д.фарм.н., директор центра научных исследований и разработок ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва)

## **Р.А. Абрамович**

д.фарм.н, директор ЦКП (НОЦ) РУДН (Москва)

Разработана и валидирована методика качественного и количественного определения усниновой кислоты в густом экстракте из слоевищ лишайника *Cladonia*.

Ключевые слова: усниновая кислота, стандартизация, *Cladonia*, *Cladina*, лишайник, густой экстракт.

## ВВЕДЕНИЕ

Лишайники рода *Cladonia* известны также под названием «ягель». Слово это пришло из языка народов Севера, занимающихся оленеводством. Кладония (лат. *Cladonia*) – род лишайников семейства Кладониевые (*Cladoniaceae*), включающий в себя около 300 видов, широко распространённых во всех растительно-климатических зонах, от полярных пустынь до тропиков. Лишайники из рода *Cladonia* – лекарственные растения, используемые в народной медицине для лечения многих заболеваний. [1], проявляющие антибактериальные, иммуномодулирующие, противотуберкулезные, детоксикационные свойства [2].

Полученная из лишайников усниновая кислота в виде уснината натрия была предложена под названием «Бинан» для медицинского использования и применялась в качестве наружного средства для лечения ран, ожогов, трещин и в гинекологии [3]. С появлением синтетических и полусинтетических антибиотиков препарат был снят с производства. Однако, по причине постоянно растущей устойчивости к ним, разработка новых лекарственных препаратов на основе субстанций природного происхождения, содержащих анти-

---

---

бактериальные компоненты, становится все более актуальной.

Тем не менее, ягель не является фармакопейным сырьем, в данное время нет удовлетворительной методики, разработанной с учетом современных возможностей аналитической химии и пригодной для количественного определения и последующей стандартизации усниновой кислоты в лекарственном растительном сырье.

Одной из форм концентрированного извлечения из лекарственного растительного сырья является экстракт. Существуют исследования, где получены различные экстракты из слоевищ лишайника *Cladonia*. Экстракты двух видов лишайников (*Alectoria sarmentosa* и *Cladonia rangiferina*) с использованием воды, этанола и этилацетата в качестве растворителей для экстракции показали избирательную антигрибковую активность *in vitro* [4]. Также этанольные экстракты, содержащие усниновую кислоту, выделяли из воздушно-сухой массы лишайника *Cladonia arbuscula* методом холодной экстракции с предварительной механохимической обработкой сырья, который показал антибактериальную активность относительно *S. aureus*. [5].

Авторами данной работы в экспериментально подобранных условиях был получен густой экстракт из слоевищ лишайника *Cladonia* (экстрагент - 70 % спирт этиловый, соотношение сырье-экстрагент - 1:10, трехкратная экстракция, 60 °С).

Целью работы является разработка эффективной методики определения усниновой кислоты в густом экстракте из слоевищ лишайника *Cladonia* и *Cladina* методом ВЭЖХ и валидация разработанной методики в соответствии с требованиями ОФС.1.1.0012.15.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За основу для разработки методики была взята работа [6], где были подобраны условия хроматографического разделения лишайниковых кислот на модельных смесях. Анализируемым объектом в настоящей работе являлись образцы густого экстракта из слоевищ ягеля, собранных в Республике Саха (Якутия) летом 2018 года. Усниновую кислоту определяли с помощью хроматографа VarianProStar (колонка Phenomenex Luna 5 $\mu$  C18(2), 250 $\times$ 4,6 мм, подвижные фазы - ПФ А: 1% раствор ортофосфорной кислоты; ПФ В: метанол; скорость потока элюента 0,7 мл/мин; температура колонки 40 $^{\circ}$ С; детектор - УФ (длина волны - 285 нм); объем аликвоты - 20 мкл; время хроматографирования - 80 минут).

*Раствор стандартного образца (СО) усниновой кислоты.* Около 0,01 г (точная навеска) СО усниновой кислоты помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяют в 15 мл метанола, объем раствора доводят тем же растворителем до метки, перемешивают.

1,0 мл полученного раствора помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, объем раствора доводят метанолом до метки, перемешивают, фильтруют через мембранный нейлоновый фильтр (размер пор 0,45 мкм) в виалу, отбрасывая первые 1-2 мл фильтрата.

Испытуемый раствор. Около 1,0 г (точная навеска) экстракта помещают в коническую колбу вместимостью 100 мл, прибавляют 40 мл этилового спирта 70 %, присоединяют к обратному холодильнику и кипятят в течение 30 мин на водяной бане. Извлечение охлаждают, фильтруют через 5 слоев марли в мерную колбу вместимостью 100 мл, процедуру экстракции повторяют еще один раз. Полученные извлечения объединяют. Объем раствора доводят спиртом этиловым 70% до метки, перемешивают (раствор А).

1 мл раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 мл, объем раствора доводят метанолом до метки, перемешивают (раствор Б). Раствор Б фильтруют через мембран-

ный нейлоновый фильтр (размер пор 0,45 мкм) в вials, отбрасывая первые 1-2 мл фильтрата.

Методика. Последовательно хроматографируют испытуемый раствор (раствор Б) и раствор СО не менее 3 раз, регистрируют хроматограммы.

Содержание **усниновой кислоты** ( $C_{18}H_{16}O_7$ ) в экстракте, в процентах ( $X$ , %) рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{S \cdot a_0 \cdot 100 \cdot 100 \cdot P \cdot 100}{S_0 \cdot a \cdot 1 \cdot 2 \cdot 9 \cdot (100 - W)} = \frac{S \cdot a_0 \cdot 800 \cdot P}{S_0 \cdot a \cdot (100 - W)},$$

где:

$S$  – площадь пика усниновой кислоты на хроматограмме испытуемого раствора;

$S_0$  – площадь пика на хроматограмме раствора СО усниновой кислоты;

$a$  – навеска сырья, г;

$a_0$  – навеска СО усниновой кислоты, г;

$P$  – содержание основного вещества в СО усниновой кислоты, %;

$W$  – влажность сырья, %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанная методики количественного определения усниновой кислоты в экстракте из слоевища *Cladonia* методом ВЭЖХ была провалидирована в соответствии с современными требованиями.

Для оценки специфичности методики количественного определения усниновой кислоты в экстракте получены хроматограммы растворителя стандартного раствора и испытуемого раствора. Типичные хроматограммы растворителя, раствора стандартного образца и испытуемого раствора приведены на рис. 1-3.

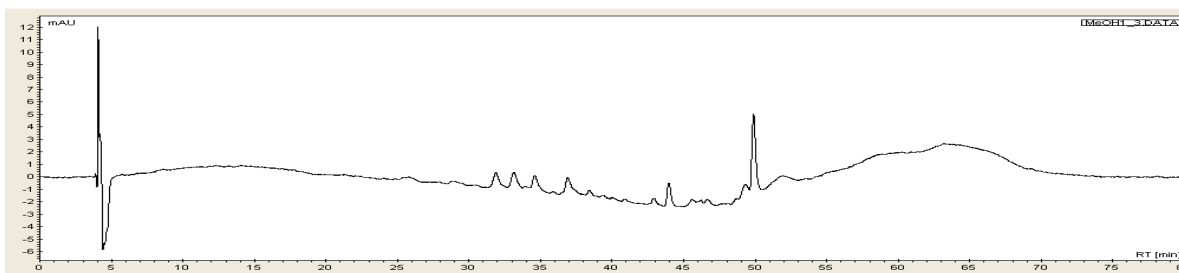


Рисунок 1 – Типичная хроматограмма растворителя

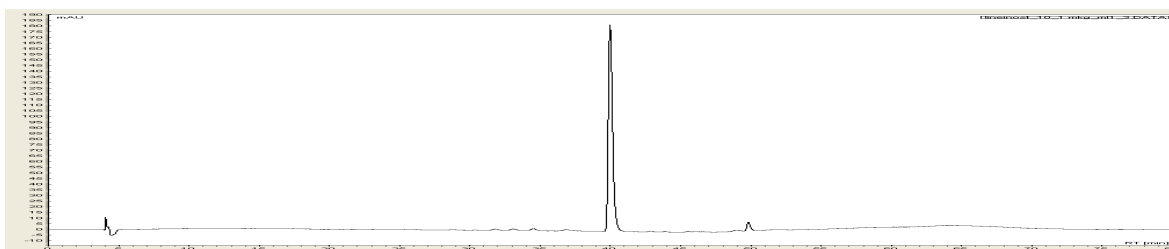


Рисунок 2 – Типичная хроматограмма стандартного раствора

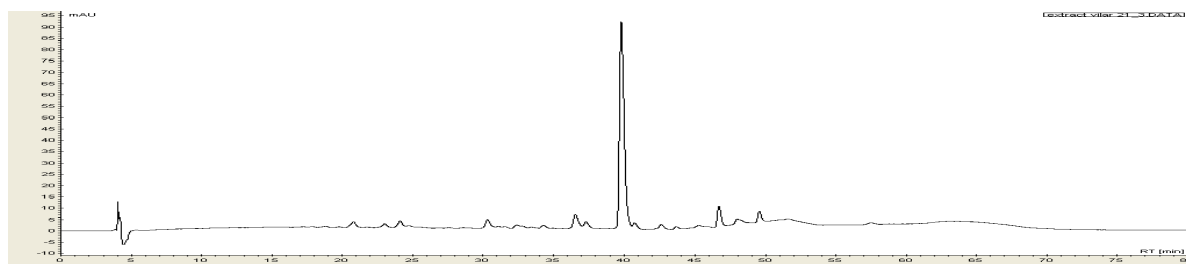


Рисунок 3 – Типичная хроматограмма испытуемого раствора

Хроматограммы растворителя свидетельствуют об отсутствии влияния растворителя на результаты количественного определения усниновой кислоты.

Времена удерживания усниновой кислоты на хроматограммах стандартного и испытуемого раствора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Специфичность методики определения усниновой кислоты

	Стандартный раствор	Испытуемый раствор	Совпадение, %
RT <sub>1</sub>	39,74	40,14	99,9
RT <sub>2</sub>	39,83	39,83	100,0
RT <sub>3</sub>	39,79	39,79	100,0

Для определения линейности методики количественного определения усниновой кислоты в экстракте готовили серии растворов стандартного образца усниновой кислоты в пределах от 1 до 50 мкг/мл.

Показатели линейности методики определяли методом наименьших квадратов. Рассчитывали коэффициент корреляции ( $r^2$ ). В таблице 2 показана оценка линейности определения усниновой кислоты в зависимости от концентрации стандартного образца.

Таблица 2 – Оценка линейности определения усниновой кислоты

№	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>ср.</sub>	C, мкг/мл
1	6,9371	6,7934	6,8500	6,8602	1,0
2	16,5242	16,4037	16,6571	16,5283	2,5
3	33,7542	34,0959	33,4832	33,7777	5,0
4	64,7718	66,6753	66,1862	65,8777	10,0
5	165,0789	163,9836	164,2613	164,4413	25,0
6	324,0094	331,6427	324,4104	326,6875	50,0

На рисунке 4 представлен график зависимости аналитического сигнала как функции концентрации усниновой кислоты, зависимость обработана методом наименьших квадратов.

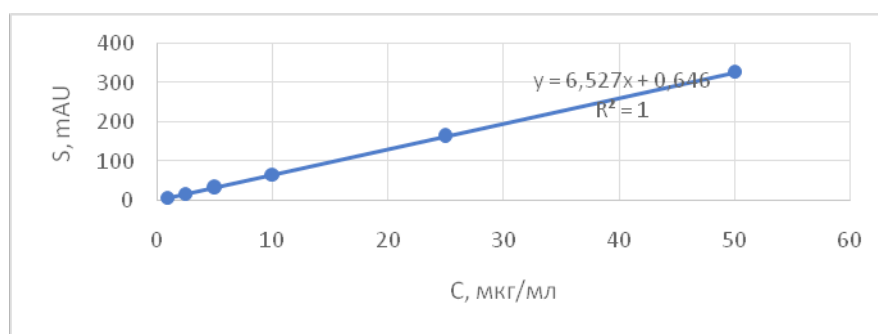


Рисунок 4 – Линейная зависимость аналитического сигнала от концентрации усниновой кислоты в экстракте

Коэффициент корреляции  $R^2 = 0,9999$ , что подтверждает линейность методики количественного определения усниновой кислоты в экстракте.

Правильность метода количественного определения **усниновой кислоты** подтверждали методом добавок. Результаты определения правильности методики количественного определения усниновой кислоты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Правильность определения усниновой кислоты ( $a=1,0158$  г,  $S=46,0423$ )

Концентрация раствора добавки в образце, мкг/мл	$S_{\text{добавки}}$	Ожидаемое S	Найдено S	Открываемость, %
5	34,9933	81,0356	81,0735	100,0
5	35,0986	81,1409	82,0486	98,9
5	33,7222	79,7645	80,2534	99,4
10	65,4396	111,4819	112,0125	99,5
10	65,6221	111,6644	112,1315	99,6
10	64,6603	110,7026	110,7654	99,9
40	265,3899	311,4322	315,3379	98,8
40	264,6088	310,6511	315,7765	98,4
40	264,6632	310,7055	314,2566	98,9

Статистические характеристики	Результаты
Наименьшее значение, %	98,4
Наибольшее значение, %	100
Среднее значение, %	99,2
Относительное стандартное отклонение, %	0,47
Коэффициент вариации, %	0,47
Доверительный интервал ( $P=0,95$ ), %	0,43

Правильность количественного определения усниновой кислоты в экстракте для средней величины каждого из трех определений находится в диапазоне от 95,0 до 105,0 %, что соответствует критериям приемлемости.

Для определения повторяемости рассчитывали коэффициент вариации по результатам



количественного определения усниновой кислоты (n=6) в испытуемом растворе. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка повторяемости методики количественного определения усниновой кислоты в экстракте

Наименование	1	2	3	4	5	6
навеска испытуемого образца, г	1,1664	0,9461	1,0158	1,0071	1,0156	1,0069
S <sub>1</sub>	46,3608	38,9822	41,8628	40,3541	41,4567	40,2357
S <sub>2</sub>	45,5941	39,1686	42,0546	40,2729	41,4673	40,2534
S <sub>3</sub>	45,7313	40,1189	41,4628	40,3862	41,5673	40,0536
S <sub>ср.</sub>	45,8954	39,4232	41,7934	40,3377	41,4971	40,1809
Содержание, %	6,07	6,42	6,34	6,17	6,36	6,18
X <sub>ср.</sub> , %	6,26					
RSD, %	0,14					
Коэффициент вариации, %	2,24					
Доверительный интервал (P = 0,95)	0,145					

СО (10 мкг/мл)	S <sub>0</sub>
1	64,7718
2	66,7012
3	66,2073
4	65,0764
5	65,6265
Среднее значение, %	65,6766
RSD, %	0,62

Коэффициент вариации результатов количественного определения усниновой кислоты в экстракте ягеля (n=6) не превышает 2,0 %, как и требуется по критериям приемлемости.

Валидация методики проведена в соответствии с требованиями ОФС.1.1.0012.15 «Валидация аналитических методик» по параметрам: специфичность, линейность, правильность, повторяемость, прецизионность, стабильность растворов. Метрологические характеристики валидации представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики разработанной методики

f	W, %	, %	s	P, %	t (p, f)	Δ	E, %
6	19,1	6,26	0,14	95	2,57	0,145	2,24

Из данных, представленных в таблице 5 следует, что ошибка анализа не превышает 5 %.

## ВЫВОДЫ

Разработана эффективная методика определения усниновой кислоты в экстракте из

---

---

слоевищ лишайника *Cladonia* и *Cladina* методом ВЭЖХ;

Проведена валидация разработанной методики в соответствии с требованиями ОФС.1.1.0012.15. Относительная ошибка определения усниновой кислоты в экстракте из слоевища *Cladonia* и *Cladina* не превышает 5 %.

Предложенная методика определения усниновой кислоты в экстракте из слоевищ *Cladonia* и *Cladina* может быть рекомендована для включения в нормативную документацию на данный вид лекарственного растительного сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дембицкий В.М., Толстикова Г.А. Органические метаболиты лишайников / Новосибирск: Издательство СО РАН, Филиал «Гео», 2005: с.115 .
2. Павлова Е.С., Павлов Н.Г. Лишайники рода цетрарии (*Cetraria*) и кладонии (*Cladonia*) в экспериментальном исследовании // Материалы III Международной научной Интернет-конференции: в 2 томах. Биотехнология. Взгляд в будущее, Казань.-2014: 36-42.
3. Савич В.П. Лишайники, их использование в медицине и получение нового антибиотика бинан // Новый антибиотик бинан, или натриевая соль усниновой кислоты. М.; Л., 1957: с. 7-29.
4. Ранкович Б., Мишич М. **Антигрибная активность экстрактов лишайников** *Alectoria sarmentosa* и *Cladonia rangiferina* // Микология и фитопатология.-2007:3 : 276-81.
5. Дроздова Е.И., Антоненко Е.К. **Антимикробная активность этанольных экстрактов лишайника** *Cladonia arbuscula* // Актуальные научные исследования в современном мире.- 2018:1-2 (42) : 19-22.
6. G. B. Feige., H.T. Lumbsch. Identification of lichen substances by a standardized high-performance liquid chromatographic method // *Journal of Chromatography*.-1993 :646: 417-27.

---

---

# THE PROCEDURE DEVELOPMENT FOR DETERMINING OF THE USNIC ACID CONTENT IN THE THICK EXTRACT FROM THE LICHEN CLADONIA THALLUSE

## **S.I. Yamshchikova**

Ph.D. student of RUDN University (Moscow), assistant lecturer of the department of pharmacology and pharmacy of Medical Institute of North-Eastern Federal University (Yakutsk)

e-mail : [ssontoeva@gmail.com](mailto:ssontoeva@gmail.com)

## **A.V. Nikulin**

Ph.D (Chem.), Head of the Laboratory of Physico-Chemical Methods of Drug Research of RUDN University (Moscow)

## **V.N. Dul**

Ph.D. (Pharm.), Senior Researcher of the Department of Standardization and Certification of the All-Russian Scientific Research of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)

## **O.G. Potanina**

Ph.D. (Pharm.) Director of the Center for Scientific Research and Development of Research and Education Center of RUDN University (Moscow)

## **R.A. Abramovich**

Ph.D. (Pharm.) Director of Research and Education Center of RUDN University (Moscow)

Summary: The procedure for the qualitative and quantitative determination of usnic acid in the thick extract from the lichen *Cladonia thallus* was developed and validated.

Key words: usnic acid, standardization, *Cladonia*, *Cladina*, lichen, thick extract

# ТСХ-ПРОФИЛЬ АНТОЦИАНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ

## **М.А. Рудая**

аспирант кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)  
e-mail: [margaritkazmin@yandex.ru](mailto:margaritkazmin@yandex.ru)

## **О.В. Тринеева**

д. фарм. н., доцент, доцент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

## **А.И. Сливкин**

д. фарм. н., профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

## **С.М. Фомин**

студент фармацевтического факультета ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет (Воронеж)

Методом тонкослойной хроматографии проведено сравнительное изучение профиля антоциановых соединений десяти различных сортов высушенных плодов облепихи крушиновидной (на примере коллекции Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова). Подобраны оптимальные условия хроматографирования, обеспечивающие удовлетворительное разделение зон антоцианов. Установлена идентичность ТСХ-профиля антоциановых соединений плодов изучаемых сортов и дикорастущего растения. ТСХ-профиль может быть использован для оценки подлинности и доброкачественности сырья данного вида, так как он не зависит от сортовых особенностей растения.

Ключевые слова: антоцианы, плоды облепихи крушиновидной различных сортов, тонкослойная хроматография.

## ВВЕДЕНИЕ

Сырье растительного происхождения является перспективным источником фитонутриентов, активно используемых в официальной и народной медицине. Содержащиеся в лекарственном растительном сырье (ЛРС) биологически активные вещества (БАВ) оказывают многостороннее действие на организм человека. Одной из важнейших групп флавоноидов, которым в настоящее время уделяется достаточно много внимания по причине их разнообразной фармакологической активности являются антоцианы (АЦ). Данные соединения служат для защиты растения от таких неблагоприятных факторов, как холод, ультрафиолетовое излучение, а также принимают активное участие в процессах клеточного дыхания. АЦ применяются в качестве колорантов в пищевой и фармацевтической промышленности. При воздействии на организм человека они проявляют бактерицидные, антиоксидантные,

---

---

солнцезащитные свойства, обладают высокой Р-витаминной активностью. АЦ способны образовывать комплексы с ионами некоторых металлов, что обуславливает их способность защищать организм человека от радиоактивных элементов [1].

Одним из перспективных и широко применяемых источников БАВ растительного происхождения являются плоды облепихи крушиновидной (ОК) (*Hippophae rhamnoides*, сем. *Elaeagnaceae*). Плоды данного растения являются источником витаминов, каротиноидов, флавоноидов, органических кислот, аминокислот, микро- и макроэлементов. Несмотря на столь богатый химический состав в настоящее время использование данного вида ЛРС сводится к производству облепихового масла, а также препаратов на его основе. В соответствии с требованиями нормативной документации оценка качества плодов ОК проводится по содержанию суммы каротиноидов в пересчете на  $\beta$ -каротин. Остальные же БАВ в плодах ОК не определяют. Предварительная оценка содержания в плодах суммы АЦ в пересчете на цианидин-3-о-глюкозид показала значительную вариабельность данного показателя для различных сортов [3]. Для разработки и получения новых отечественных лекарственных препаратов с определенными фармакологическими свойствами, обусловленными максимальным содержанием целевой группы БАВ, следует использовать тот или иной сорт плодов. Совершенно очевидно, что существует необходимость в создании экспресс-методик, позволяющих проводить идентификацию плодов данного растения с выявлением сортовых особенностей при помощи БАВ-маркеров. Одним из таких методов, позволяющих решать поставленные задачи, является ТСХ.

Целью данного исследования является изучение профиля антоциановых соединений плодов ОК различных сортов методом тонкослойной хроматографии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовались высушенные плоды ОК десяти различных сортов («Столичная», «Галерит», «Рябиновая», «Ботаническая любительская», «Ботаническая», «Трофимовская», «Студенческая», «Ботаническая ароматная», «Краснокарминовая», «Нивелена»), заготовленные на территории Ботанического сада биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет» им. М.В. Ломоносова в сентябре 2018 года согласно правилам заготовки ЛРС. Сушку плодов производили при температуре 60 °С до остаточной влажности не более 14%.

Извлечение АЦ из плодов проводили согласно методике [2] спиртом этиловым 80 %, подкисленным HCl до концентрации 1 % при соотношении сырье-экстракт 0,5:10. Хроматографирование осуществляли в условиях, описанных в литературе [2]. Наилучшее разделение было достигнуто в системе н-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5) при объеме наносимой пробы 10 мкл.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На хроматограммах, при просмотре в видимом свете, были обнаружены 4 зоны, по окраске и величине  $R_f$  соответствующих данным автора [2], проводившего исследование на примере плодов дикорастущей ОК. Полученный вид хроматограммы разделения суммы АЦ на примере сорта «Галерит» представлен на рисунке 1. Результаты изучения ТСХ-профиля АЦ плодов ОК различных сортов (в сравнении с дикорастущей ОК) представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Результаты изучения ТСХ-профиля АЦ плодов ОК различных сортов в сравнении с дикорастущей ОК

№ п/п	Наименование сорта	Зоны на хроматограммах ( $R_f \pm 0,02$ )			
		0,29	0,53	0,72	0,87
1	Столичная	0,29	0,53	0,72	0,87
2	Галерит	0,27	0,54	0,70	0,88
3	Рябиновая	0,31	0,54	0,72	0,91
4	Ботаническая любительская	0,28	0,56	0,73	0,89
5	Ботаническая	0,28	0,58	0,72	0,89
6	Трофимовская	0,35	0,58	0,76	0,91
7	Студенческая	0,35	0,57	0,73	0,98
8	Ботаническая ароматная	0,27	0,52	0,71	0,90
9	Краснокарминовая	0,38	0,60	0,73	0,85
10	Нивелена	0,36	0,60	0,74	0,89
11	Дикорастущая	0,20	0,47	0,67	0,83

Сравнительный анализ экспериментальных и литературных данных говорит об идентичности полученного ТСХ-профиля суммы антоциановых соединений как для дикорастущих, так и для культивируемых представителей плодов ОК (данные получены на примере сравнения десяти различных сортов), несмотря на то, что количественное содержание суммы АЦ варьировало в значительном диапазоне (от 0,1 до 1,2%) [3].

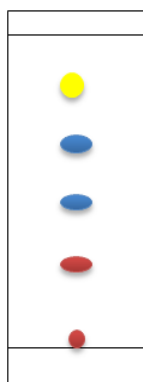


Рисунок 1 – Вид хроматограммы разделения суммы АЦ плодов облепихи крушиновидной различных сортов (на примере сорта «Галерит»)

## ВЫВОДЫ

Проведена сравнительная оценка профиля антоциановых соединений плодов ОК различных сортов методом тонкослойной хроматографии. Полученные результаты свидетельствуют об идентичности полученного ТСХ-профиля как для плодов ОК различных изученных сортов, так и в сравнении с дикорастущей ОК. Экспериментальные данные дают основание полагать, что значительная вариабельность содержания в плодах суммы АЦ в пересчете на цианидин-3-о-глюкозид для различных сортов, не оказывает влияния на вид ТСХ-профиля данных БАВ. Следовательно, ТСХ-профиль не дает возможности определять принадлежность плодов ОК к тому или иному сорту, а может быть использован только для целей идентификации и оценки доброкачественности данного вида ЛРС.

---

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдрасилов Б.С. и соавт. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Пушкино: Synchronobook, 2013; 310 с.
2. Тринеева О.В. Комплексное исследование содержания и специфического профиля биологически активных веществ плодов облепихи крушиновидной: монография / Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016; 224 с.
3. Тринеева О.В., Рудая М.А., Сливкин А.И., Сафонова Е.Ф. Исследование фитохимического состава плодов облепихи крушиновидной различных сортов / Химия растительного сырья. – 2019. - №1. – С. 139-146.

## TLC-PROFILE ANTHOCYANIN COMPOUNDS OF FRUITS SEA BUCKTHORN OF DIFFERENT VARIETIES

### **M.A. Rudaya**

postgraduate student of the Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology Department of VSU

*e-mail:* [margaritkazmin@yandex.ru](mailto:margaritkazmin@yandex.ru)

### **O.V. Trineeva**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of the Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology Department of VSU

### **A.I. Slivkin**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Head of the Pharmaceutical Chemistry and Pharmaceutical Technology Department of VSU

### **S.M. Fomin**

student of the pharmaceutical faculty of the Voronezh State University

**Summary:** A thin-layer chromatography method has been used to conduct a comparative study of the anthocyanin profile of ten different varieties of dried sea-buckthorn fruits (using the collection of the Botanical Garden of Moscow State University named after MV Lomonosov for example). Optimal conditions for chromatography were selected to ensure satisfactory separation of anthocyanins zones. The identity of the TLC-profile of the anthocyanin compounds of the fruit of the studied varieties and the wild plant was established. TLC-profile can be used to assess the authenticity and quality of raw materials of this type, as it does not depend on the varietal characteristics of the plant.

*Keywords:* anthocyanins, sea buckthorn fruits of various cultivars, thin layer Chromatography.

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАСТОЕК НА ОСНОВЕ ТРАВЫ МОНАРДЫ ДУДЧАТОЙ (*MONARDA FISTULOSA* L.) МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕРИИ

## **А.С. Лапина**

аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [nastylapochka@mail.ru](mailto:nastylapochka@mail.ru)

## **В.А. Куркин**

д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

В ходе исследования получены настойки на основе травы монарды дудчатой на 40 %, 70 % и 96 % спирте. Определено количественное содержание суммы флавоноидов в препаратах в пересчете на цинарозид.

Ключевые слова: монарда дудчатая, *Monarda fistulosa* L., трава, настойка, спектрофотометрия, флавоноиды, цинарозид.

## ВВЕДЕНИЕ

Разработка импортозамещающих препаратов, в том числе на основе лекарственного растительного сырья, является важным направлением отечественной фармации [1].

Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) – растение семейства Яснотковые *Lamiaceae* известно чаще всего благодаря высокому содержанию в траве данного растения эфирного масла. Трава монарды дудчатой в настоящее время в основном применяется в качестве ароматного чая, приправы, консерванта для овощей и плодов. Однако сырье данного растения содержит не только эфирное масло, но и другие биологически активные вещества, которые вносят вклад в фармакологическую активность, в том числе флавоноиды [5].

Известно, что трава монарды дудчатой обладает антимикробным, противовоспалительным, фунгицидным, антисеборейным действием [2, 3, 4]. Следовательно, актуальным представляется разработка лекарственных препаратов на основе травы монарды дудчатой, в том числе такой лекарственной формы, как настойка.

Целью работы являлось сравнительное исследование содержания суммы флавоноидов в настойках, полученных с использованием этилового спирта различных концентраций, на основе травы монарды дудчатой.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили образцы настоек из травы монарды дудчатой на спиртах различной концентрации – 40 %, 70 %, 96 %. Количественное определение содержания суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид проводилось методом дифференциальной спектрофотометрии на спектрофотометре Specord 40 (Analytik Jena)

при аналитической длине волны 394 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования были получены образцы настоек из травы монарды дудчатой методом перколяции на 40 %, 70 % и 96 % спирте этиловом. В качестве метода количественного анализа для определения содержания суммы флавоноидов в настойках монарды дудчатой нами предложен метод дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на цинарозид.

Исследование электронных спектров растворов настоек монарды дудчатой, показало, что при добавлении спиртового раствора алюминия (III) хлорида наблюдается батохромный сдвиг длинноволнового максимума поглощения, который в условиях дифференциальной спектрофотометрии обнаруживается при длине волны 394 нм (Рисунки 1-6). По результатам проведенных исследований можно говорить о том, что в кривую поглощения раствора настоек основной вклад вносят вещества флавоноидной природы.

Принимая во внимание то обстоятельство, что кривая поглощения УФ-спектра раствора цинарозида в дифференциальном варианте коррелирует с таковой растворов образцов настоек и имеет максимум поглощения при 394 нм (Рисунки 7, 8), считаем целесообразным использовать данный флавоноид в качестве стандартного образца.

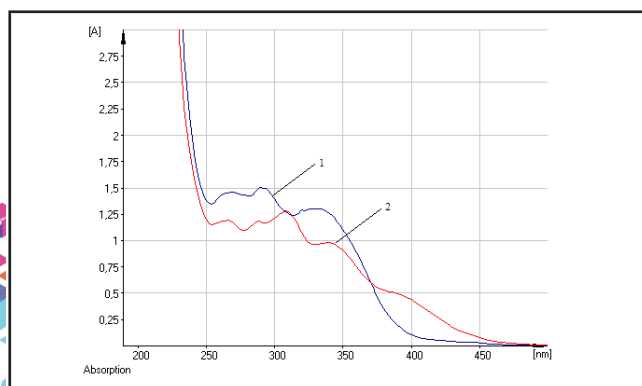


Рисунок 1 – Спектры поглощения настоек из травы монарды дудчатой на 40% спирте этиловом  
1 – исходная настойка  
2 – настойка с добавлением алюминия хлорида

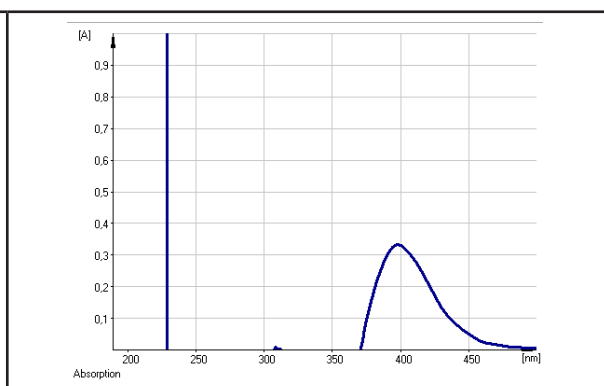


Рисунок 2 – Спектр поглощения настойки из травы монарды дудчатой на 40 % спирте этиловом (дифференциальный вариант)

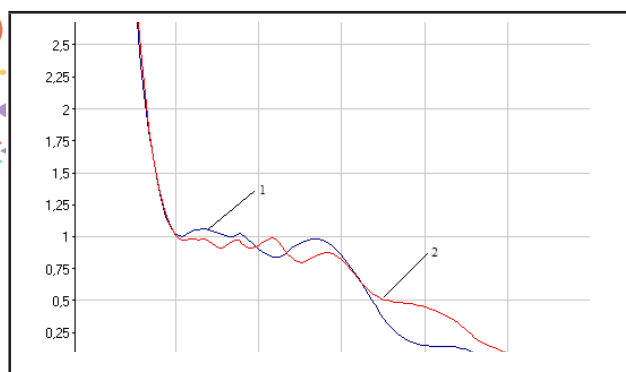


Рисунок 3 – Спектры поглощения настоек из травы монарды дудчатой на 70% спирте этиловом  
1 – исходная настойка  
2 – настойка с добавлением алюминия хлорид

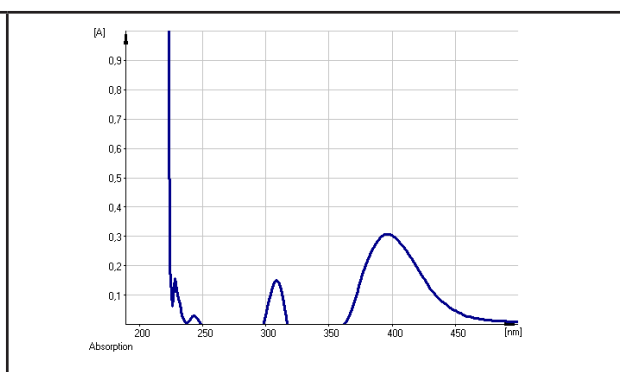


Рисунок 4 – Спектр поглощения настойки из травы монарды дудчатой на 70% спирте этиловом (дифференциальный вариант)

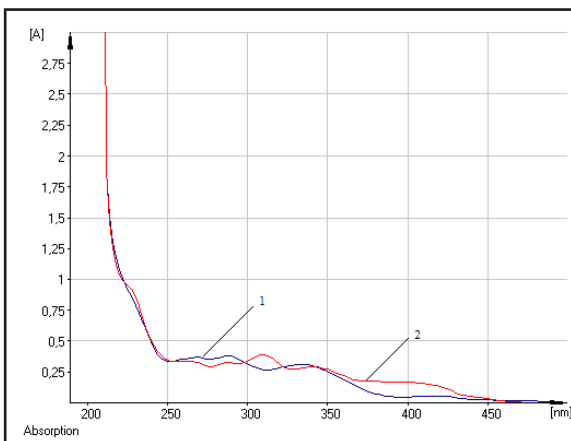


Рисунок 5 – Спектры поглощения настоек из травы монарды дудчатой на 96 % спирте этиловом  
1 – исходная настойка  
2 – настойка с добавлением алюминия хлорид

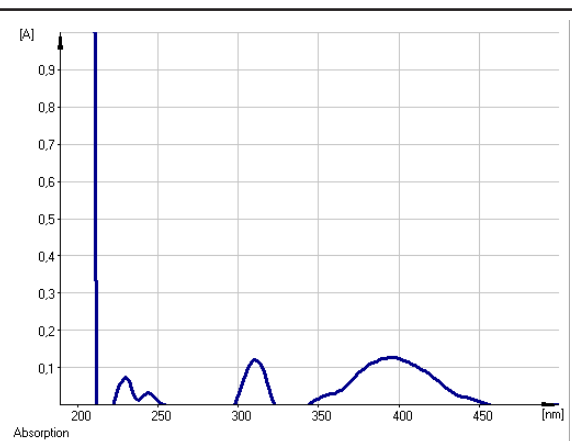


Рисунок 6 – Спектр поглощения настойки из травы монарды дудчатой на 70 % спирте этиловом (дифференциальный вариант)

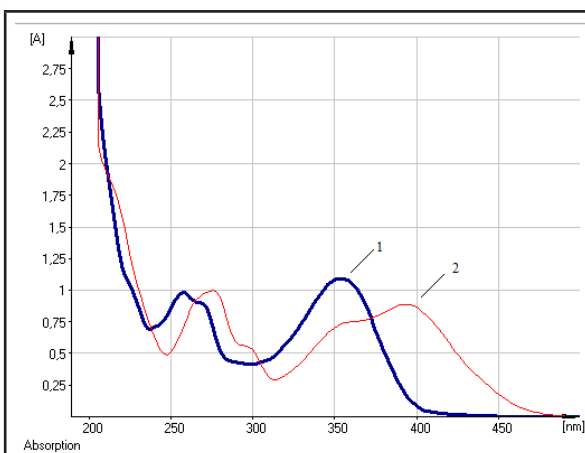


Рисунок 7 – Спектры поглощения спиртовых растворов цинарозида  
1 – исходный раствор  
2 – раствор с добавлением алюминия хлорида

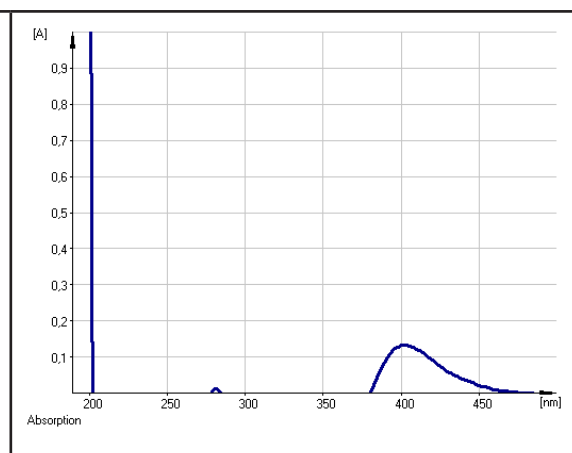


Рисунок 8 – Спектры поглощения раствора цинарозида (дифференциальный вариант)

Определение содержания суммы флавоноидов в настойке в пересчете на цинарозид в процентах ( $X$ ) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{D \cdot 25 \cdot 25}{350 \cdot 2 \cdot 2} \quad (1) \text{ где}$$

где  $X$  – содержание флавоноидов в 1 мл настойки, %;

$D$  – оптическая плотность исследуемого раствора;

350 – удельный показатель поглощения цинарозида при аналитической длине волны 394 нм.



С использованием разработанной методики определено содержание действующих веществ в образцах настоек монарды дудчатой (Таблица 1).

Таблица 1 – Количественное содержание суммы флавоноидов в настойках травы монарды дудчатой

Наименование объекта	Оптическая плотность, А при $\lambda = 394$ нм	X, %
Настойка на 40% спирте этиловом	0,3232	0,144±0,01
Настойка на 70% спирте этиловом	0,3058	0,136±0,01
Настойка на 96% спирте этиловом	0,1259	0,06±0,002

Результаты анализа, приведенные в таблице 1 показывают, что содержание суммы флавоноидов в образцах настоек на 40 % и 70 % этиловом спирте в целом сопоставимы, тогда как в образце на 90 % спирте имеет место резкое снижение уровня содержания суммы флавоноидов в соответствующем препарате.

Таким образом, в качестве экстрагента для получения настойки травы монарды дудчатой можно рекомендовать спирт этиловый в диапазоне концентраций от 40% до 70%. Окончательный выбор экстрагента будет сделан на основе результатов фармакологических и микробиологических исследований.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, проведены исследования по получению и стандартизации настойки монарды дудчатой. В качестве метода количественного определения суммы флавоноидов настойки монарды дудчатой, нами предложен метод дифференциальной спектрофотометрии с определением суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид, при аналитической длине волны 394 нм.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куркин В.А., Авдеева Е.В., Правдивцева О.Е., Куркина А.В., Браславский В.Б., Рыжов В.М., Егоров М.В., Стеняева В.В., Варина Н.Р., Афанасьева П.В., Тарасенко Л.В., Рязанова Т.К., Егорова А.В., Росихин Д.В., Морозова Т.В., Лапина А.С., Куприянова Е.А., Белов П.В. Создание и стандартизация импортзамещающих лекарственных растительных препаратов // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств: Материалы 7-й Международной научно-методической конференции «Фармообразование-2018» (г. Воронеж, 28-30 марта 2018 г.) / [под. общ. ред. А.С. Беленовой, А.А. Гудковой]; Воронежский государственный университет. – Воронеж: Издательско-полигра-

- 
- 
- фический центр Воронежского государственного университета, 2018. – с. 487-490.
2. Харченко В.А., Беспалько Л.В., Гинс В.К., Гинс М.С., Байков А.А. Монарда - ценный источник биологически активных соединений // Овощи России. – 2015; 1 (26): 31-35.
  3. Федотов С.В. Эфирные масла монард видов *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes ex Lag., их хемотипы и биологическая активность. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2015; 141: 131-147.
  4. Мащенко З.Е. Фитохимическое исследование и стандартизация тимолсодержащих растений семейства Яснотковых: дис. канд. фармац. наук. Пермь, 2004.
  5. Красюк Е.В., Пупыкина К.А. Качественный анализ и разработка методики количественного определения флавоноидов в видах монарды, интродуцируемых в Республике Башкортостан. Медицинский вестник Башкортостана. – 2016; 5: 70-77.

## COMPARATIVE STUDY OF THE ON THE BASIS OF THE MONARDA FISTULOSA L. HERBS USING THE METHOD OF SPECTROPHOTOMETRY

### **A.S. Lapina**

postgraduate Department of pharmacognosy with botany and the basics of phytotherapy, Samara State Medical University (Samara), E-mail: [nstjlapina@rambler.ru](mailto:nstjlapina@rambler.ru)

### **V.A. Kurkin**

Dr. Sci. of Pharmacy, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy, Samara State Medical University (Samara)

Summary: In the course of the study the tinctures based on *Monarda fistulosa* herbs were obtained on 40%, 70% and 96% alcohol. The quantitative content of total flavonoids in preparations calculated on cynaroside was determined.

*Keywords: Monarda fistulosa L., herb, tincture, spectrophotometry, flavonoids, cynaroside.*

# НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ В ФАРМАКОПЕЙНОМ АНАЛИЗЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ПРЕПАРАТОВ

**В.А. Куркин**

д. фарм. н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [Kurkinvladimir@yandex.ru](mailto:Kurkinvladimir@yandex.ru)

В работе обсуждаются современные тенденции фармакопейного анализа лекарственного растительного сырья (ЛРС) и лекарственных растительных препаратов (ЛРП), нашедшие отражение в Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания. Обосновано, что химическая природа, спектральные характеристики и фармакологические свойства биологически активных соединений (БАС) должны рассматриваться как методологическая основа выбора стандартного образца, а также разработки подходов к стандартизации ЛРС и ЛРП.

В статье обоснованы новые методические и методологические подходы к стандартизации ЛРС и ЛРП, заключающиеся в использовании диагностически значимых стандартных образцов (розавин, сиригин, силибин, глицирам, гамма-схизандрин, изосалипурпозид, ликуразид, пиностробин, нарциссин, франгулин А, неореин, арбутин, коптисин) в сочетании с тонкослойной хроматографией, высокоэффективной жидкостной хроматографией и спектрофотометрией.

**Ключевые слова:** лекарственное растительное сырье, стандартные образцы, фенилпропаноиды, флавоноиды, антраценпроизводные, простые фенолы, алкалоиды, стандартизация, ТСХ, ВЭЖХ, спектрофотометрия.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особую значимость приобретают лекарственные растительные препараты, применяемые для профилактики и лечения различных заболеваний [1, 2, 6]. За последние 15-20 лет в медицинскую практику внедрены более 30 новых лекарственных растительного сырья, среди которых наибольший удельный вес представляют растения, содержащие флавоноиды. При этом число фармакопейных видов сырья, отнесенных к флавоноидам, увеличилось с 11 до 30 наименований [2, 5]. Наряду с этим, флавоноиды имеют статус второй группы биологически активных соединений (БАС) в 35 видах лекарственных растений [5], что нашло отражение в учебнике «Фармакогнозия» [2, 6]. Кроме того, многочисленные результаты современных исследований в области метаболизма лекарственных растений демонстрирует открытие новых БАС, а также богатое их разнообразие в ЛРС.

---

---

В этой связи актуальным является совершенствование методик качественного и количественного анализа биологически активных соединений в лекарственном растительном сырье (ЛРС) и лекарственных растительных препаратах (ЛРП), а также разработка на этой основе новой нормативной документации. Внедрение методов тонкослойной хроматографии (ТСХ), газо-жидкостной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) открыло новые возможности для целей стандартизации ЛРС и ЛРП, что нашло отражение в вышедшей в свет Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания [1].

Цель исследования – научное обоснование использования стандартных образцов, имеющих диагностическое значение, в фармакопейном анализе ЛРС и ЛРП.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов использованы корневища и корни родиолы розовой (*Rhodiola rosea* L.), корневища и корни элеутерококка колючего [*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.], кора сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), семена и плоды лимонника китайского (*Schizandra chinensis* Baill.), трава Melissa лекарственной (*Melissa officinalis* L.), трава эхинацеи пурпурной [*Echinacea purpurea* (L.) Moench.], плоды расторопши пятнистой [*Silybum marianum* (L.) Gaertn.], цветки пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), цветки бессмертника песчаного [*Helichrysum arenarium* (L.) Moench.], почки тополя черного (*Populus nigra* L.), цветки календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.), кора ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.), листья березы бородавчатой (*Betula verrucosa* Ehrh.), плоды черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), корни солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.), плоды жостера слабительного (*Rhamnus cathartica* L.), кора крушины ломкой (*Frangula alnus* Mill.), листья кассии остролистной (*Cassia acutifolia* Del.), корни щавеля конского (*Rumex confertus* Willd.), листья толокнянки обыкновенной [*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.], листья брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.), трава чистотела большого (*Chelidonium majus* L.), а также фенолы, флавоноиды, антраценпроизводные, простые фенолы, антраценпроизводные и алкалоиды, выделенные из исследуемого ЛРС.

В работе использованы тонкослойная хроматография (ТСХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), спектрофотометрия, <sup>1</sup>H-ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия, различные химические превращения. <sup>1</sup>H-ЯМР-спектры получали на приборах «Bruker AM 300» (300 МГц), масс-спектры снимали на масс-спектрометре «Kratos MS-30», регистрацию УФ-спектров проводили с помощью спектрофотометра «Specord 40» (Analytik Jena). Контроль за разделением веществ с использованием колоночной хроматографии осуществляли с помощью ТСХ-анализа на пластинках «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ» в различных системах растворителей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований, а также систематизация литературных свидетельствуют о том, что независимо от химической природы БАС, при разработке методик анализа ЛРС, необходимо научное обоснование следующих параметров:

1. Метод.
2. Экстрагент.
3. Соотношение «сырье – экстрагент».



4. Температурные условия экстракции.
5. Число экстракций.
6. Продолжительность стадии экстракции.
7. Наличие или отсутствие пробоподготовки (очистка, химическая модификация и др.)
8. Стандартный образец.
9. Аналитическая длина волны.

Ключевое значение имеет выбор стандартного образца, который должен базироваться на данных компонентного состава ЛРС, физически, химических, спектральных свойств БАС, имеющих диагностическое значение.

В результате изучения химического состава целого ряда лекарственных растений выделены и охарактеризованы с использованием УФ-, ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии, ТСХ и ВЭЖХ, различных химических превращений фенолпропаноиды (розавин, сиригин, или элеутерозид В, силибин, розмариновая кислота, цикориевая кислота, гамма-схизандрин), флавоноиды (нарциссин, тилианин, изосалипурпоозид, пиностробин, ликуразид, цинарозид, рутин, цианидин-3-О-глюкозида), антраценпроизводные (франгулина А, 8-О-β-D-глюкопиранозида эмодин, сеннозид В, неореин), простые фенолы (салидрозид, арбутин, этиловый эфир *n*-дигалловой кислоты, 1,3,6-тригаллоилглюкоза, салицин) и алкалоиды (коптизин), представляющие интерес с точки зрения химической стандартизации сырья и препаратов соответствующих лекарственных растений. На основе изучения химического состава целого ряда видов ЛРС сформулированы подходы к стандартизации сырья и фитопрепаратов, заключающиеся в использовании в методиках анализа стандартных образцов розавина (родиола розовая), сиригина (элеутерококк колючий, сирень обыкновенная), силибина (расторопша пятнистая), розмариновой кислоты (мелисса лекарственная), цикориевой кислоты (эхинацея пурпурная), гамма-схизандрина (лимонник китайский), тилианина (пижма обыкновенная), цинарозида (пижма обыкновенная), гиперозида (береза бородавчатая), нарциссина (календула лекарственная), изосалипурпозида (бессмертник песчаный, ива остролистная), ликуразид и глицирама (солодка голая), пиностробина (тополь черный), цианидин-3-О-глюкозида (черника обыкновенная, арония черноплодная), франгулина А (крушина ломкая, жостер слабительный), сеннозида В (кассия остролистная), 1,7-дигидрокси-3-карбоксихантрахинона, или неореина (кассия остролистная), 8-О-β-D-глюкопиранозида эмодин (щавель конский), арбутина (толокнянка обыкновенная и брусника обыкновенная), салицина (виды рода Ива), коптизина (чистотел большой).

В ходе настоящих исследований нами разработаны проекты фармакопейных статей (ФС) на виды сырья, содержащие фенолпропаноиды, которые вошли в Государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания, однако не в полном виде: ФС 2.5.0036.15 «Родиолы розовой корневища и корни», ФС 2.5.0035.15 «Расторопши пятнистой плоды» и ФС 2.5.0055.15 «Эхинацеи пурпурной трава». Так, например, раздел «Количественное определение» в ФС 2.5.0036.15 предусматривает определение содержания гликозидов коричневого спирта (розавин, розарин, розин) и салидрозид в корневищах родиолы розовой методом ВЭЖХ. На наш взгляд, не совсем удачным является подход, предусматривающий определение не только гликозидов коричневого спирта, но и салидрозид. Ранее нами было обосновано [3], что целесообразным является определение розавина - доминирующего БАС, имеющего диагностическое значение. Что касается салидрозид, представляющего собой гликозид *n*-тирозола, то это вещество содержится практически во всех видах рода Родиола, поэтому в



---

---

настоящее большинство ученых, в том числе за рубежом, придерживается взгляда осуществлять стандартизацию сырья данного растения по содержанию розавина. Важным является то обстоятельство, что нами обосновано использование для целей стандартизации сырья родиолы розовой розавина (ФС 42-0071-01), расторопши пятнистой – силибина (ФС 42-0072-01), а в случае эхинацеи пурпурной – цикориевой кислоты.

Кроме того, ФС 2.5.0052.15 «Элеутерококка колючего корневища и корни» в методиках анализа используется разработанный нами стандартный образец сиригина (элеутерозид В). Обосновано также использование стандартных образцов розмариновой кислоты и гамма-схизандрина для стандартизации сырья Melissa лекарственной и лимонника китайского соответственно.

Важно подчеркнуть, что среди 107 видов ЛРС, включенных в Государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания [1], значительный удельный вес занимают лекарственные растения, содержащие флавоноиды, причем в нее впервые включены разработанные нами ФС на такие виды сырья, как листья гинкго двулопастного ФС 2.5.0010.15 (*Ginkgo biloba* L.), почки тополя черного ФС 2.5.0042.15 (*Populus nigra* L.), плоды свежие аронии черноплодной ФС 2.5.0002.15 – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott.,

Весьма противоречивой складывается ситуация со стандартизацией цветков календулы лекарственной, содержащих наряду с каротиноидами и сапонинами флавоноиды. На наш взгляд, требуют критического пересмотра подходы к стандартизации, в которых предусматривается определение подлинности сырья данного растения по содержанию рутина. Определено, что для сырья и препаратов календулы лекарственной доминирующим и диагностически значимым флавоноидом является нарциссин (3-О-рутинозид изорамнетина), а не рутин, как считалось ранее.

Перспективным источником противомикробных и противогрибковых препаратов являются почки тополя, которые включены в Государственную фармакопею РФ XIV издания (ФС 2.5.0042.15). На основе почек тополя разработано лекарственное средство «Тополя настойка», а также государственный стандартный образец пиностробина (ФС 42-0073-01), который рекомендован нами также для целей стандартизации прополиса и препаратов на его основе [2].

По нашим данным, доминирующим флавоноидом цветков пижмы обыкновенной является тилианин (7-О-глюкозид акацетина), поэтому методический подход, используемый в ФС.2.5.0031.15, является, на наш взгляд, неудачным решением. Кроме того, громоздкую и многостадийную методику количественного определения суммы флавоноидов и фенолкарбоновых кислот, взятую без изменений из ГФ СССР XI издания, целесообразно было бы заменить на более простую, но объективную методику количественного определения суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозид.

В соответствии с ГФ РФ XIV издания (ФС.2.5.0007.15) «Бессмертника песчаного цветки» раздел «Подлинность» включает определение основных групп биологически активных веществ (флавоноиды) с использованием ТСХ и стандартного образца лютеолин-7-О-глюкозида (цинарозид). На наш взгляд, данный подход нельзя признать корректным, так как, во-первых, используется стандартное вещество (цинарозид), не содержащееся в цветках бессмертника песчаного, а, во-вторых, интерпретация результатов ТСХ-анализа испытуемого раствора носит абстрактный характер без указания, что доминирующим флавоноидом сырья данного растения является изосалипурпозид, имеющий диагностическое значение. Было бы логичным использование в данной методике, как и в разделе «Количественное определение», стандартного образца изосалипурпозид.

Обосновано, что в корнях солодки, используемых для производства флавоноидных и экстракционных препаратов, целесообразно определять содержание не только глицирризиновой кислоты, но и суммы флавоноидов в пересчете на ликуразид.

Одной из противоречивых проблем с точки зрения фармакопейного анализа является стандартизация ЛРС, содержащего антрагликозиды, в том числе листьев кассии остролистной. Так, методика количественного определения суммы антраценпроизводных, включенная в ФС.2.5.0038.15 «Сенны листья» (ГФ РФ XIV издания), на наш взгляд, имеет ряд недостатков: является многостадийной и небезопасной, включающей такие стадии, как кислотный гидролиз, многократную экстракцию сырья, обработку диэтиловым эфиром и др. Кроме того, в методике предусмотрено построение громоздкого калибровочного графика раствора кобальта хлорида в пересчете на хризофановую кислоту. Методика количественного определения антраценпроизводных, включенная в Европейскую фармакопею [7], с точки зрения пробоподготовки, сопоставима с ГФ РФ XIV издания (ФС.2.5.0038.15 «Сенны листья») и отличаются только значением используемой аналитической длины волны (515 нм вместо 523 нм), а также подходом, предусматривающим расчет содержания на сеннозид В [7]. С целью разработки методики количественного определения суммы антраценпроизводных определены оптимальные условия экстракции антраценпроизводных из листьев кассии: экстрагент - 70% этиловый спирт; соотношение «сырье-экстрагент» – 1:30; время экстракции – извлечение на кипящей водяной бане в течение 60 мин. В качестве аналитической длины волны рекомендовано значение 530 нм [4].

Аналогичные проблемы нами решены и при разработке методик качественного и количественного анализа плодов жостера слабительного, коры крушины ломкой и корней щавеля конского [4], в случае которых обосновано использование стандартных образцов франгулина А и 8-О-β-D-глюкопиранозида эмодаина. В результате проведенных исследований нами разработаны ФС 2.5.0014.15 «Жостера слабительного плоды» и 2.5.0052.15 «Щавеля конского корни». Что касается методик анализа, включенных в 2.5.0021.15 «Крушины ломкой кора», то они требуют дальнейшего совершенствования.

В качестве стандартных веществ, относящихся к простым фенолам, целесообразно использовать для целей стандартизации арбутин, 1,3,6-тригаллоилглюкозу (толокнянка обыкновенная), арбутин (брусника обыкновенная), салицин (виды рода Ива), а среди методов предпочтительной является ВЭЖХ.

Среди алкалоидных растений, с точки зрения стандартизации, особый интерес представляет трава чистотела большого. В ГФ РФ XIV издания включена новая методика количественного определения суммы алкалоидов, однако, на наш взгляд, она является громоздкой и в ней не отражено то обстоятельство, что наряду с хелидонином доминирующим и диагностически значимым алкалоидом травы чистотела большого является коптисин, который обуславливает окраску млечного сока данного растения.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований обоснованы новые методические и методологические подходы к стандартизации лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов, содержащих фенилпропаноиды, флавоноиды, антраценпроизводные, простые фенолы и алкалоиды, с использованием ТСХ, ВЭЖХ, спектрофотометрии и соответствующих стандартных образцов, что будет способствовать совершенствованию нормативной документации на ЛРС и ЛРП.

Актуальной является разработка отечественных стандартных образцов салидрозиды,

---

---

салицина, гамма-схизандрина, нарциссина, изосалипурпозид, ликуразида, неореина и коп-  
тиина.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. В 4-х томах. - М., 2018. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
2. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для фармацевтических вузов (факультетов). 3-е изд., перераб. и доп. - Самара: ООО «Офорт», ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, 2016. - 1279 с.
3. Куркин В.А. Родиола розовая (золотой корень): стандартизация и создание лекарственных препаратов: монография. - Самара: ООО «Офорт»; ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России, 2015. – 240 с.
4. Куркин В.А., Шмыгарева А.А., Саньков А.Н. Антраценпроизводные фармакопейных растений: Монография. – Самара: ООО «Офорт», ГБОУ ВПО СамГМУ Минздрава России, 2016. — 210 с.
5. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: Монография. - Самара: ООО «Офорт»; ГБОУ ВПО СамГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. - 290 с.
6. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия: Учебник. - М.: Медицина, 2007. - 656 с.
7. European Pharmacopoeia. - 8-th Ed.. – Vol. 1. – Strasbourg: Council of Europe, 2014. - 1456 p.

---

---

# THE SCIENTIFIC SUBSTANTIATION OF THE USING OF STANDARD SAMPLES IN PHARMACEUTICAL ANALYSIS OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIAL AND PREPARATIONS

**V.A. Kurkin**

Dr. Sci. of Pharmacy, head of Chair of Pharmacognosy with Botany and Bases of Phytotherapy Samara State Medical University (Samara), Professor

e-mail: [Kurkinvladimir@yandex.ru](mailto:Kurkinvladimir@yandex.ru)

Summary: In the paper there are discusses the current trends in pharmacopoeia analysis of medicinal plant raw materials and herbal preparations, which are reflected in the State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition. It was substantiated that the chemical nature, spectral characteristics and pharmacological properties of biologically active compounds should be considered as the methodological basis for the choice of the standard sample, as well as the development of approaches to the standardization of plant raw materials and herbal preparations.

In the article there were substantiated the new methodological approaches to the standardization of plant raw materials and herbal preparations, which are consisted in the use of diagnostically significant standard samples (rosavin, syringin, silybin, glycyram, gamma-schizandrin, isosalipurposide, licuraside, pinostrobin, narcissin, neorhein, arbutin, coptisine) combined with thin-layer chromatography, high performance liquid chromatography and spectrophotometry.

**Key words:** *medicinal plant materials, phytopharmaceuticals, phenylpropanoids, flavonoids, anthracenderivatives, simple phenols, alkaloids, standardization TLC, HPLC, spectrophotometry.*



## КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ЦВЕТКИ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ В СТАНДАРТИЗАЦИИ

### П.В.Афанасьева

к.фарм.н., ассистент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии  
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [polina270491@gmail.com](mailto:polina270491@gmail.com)

### А.В.Куркина

д.фарм.н., доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

### О.В.Шарова

к.фарм.н., ассистент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии  
ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Данная работа посвящена разработке новых подходов в стандартизации цветков календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) по содержанию доминирующего флавоноида – нарциссина (3-О-рутинозид изорамнетина) с использованием тонкослойной хроматографии (ТСХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Определено, что содержание нарциссина в сырье данного растения варьирует от  $0,68 \pm 0,02$  % до  $0,87 \pm 0,03$  %.

Ключевые слова: календула лекарственная, *Calendula officinalis* L., цветки, флавоноиды, нарциссин, ВЭЖХ, ТСХ, стандартизация.

## ВВЕДЕНИЕ

**Календула лекарственная** (*Calendula officinalis* L.) – это известное лекарственное и декоративное растение, которое широко культивируется в Российской Федерации и используется для производства целого ряда лекарственных форм (настой цветков календулы, настойка, суппозитории, экстракт жидкий, желчегонный сбор № 3, грудной сбор № 4 и др.).

Фармакологические свойства лекарственных препаратов цветков календулы обусловлены флавоноидами, каротиноидами и сапонинами, однако, несмотря на достаточно хорошую степень изученности химического состава сырья данного растения, до сих пор в полной мере не решены проблемы стандартизации, непосредственно в плане качественного и количественного анализа биологически активных соединений [1-3, 10]. Так, в фармакопейной статье на цветки ноготков лекарственных, включенной в Государственную фармакопею СССР XI издания, было предусмотрено определение лишь содержания экстрактивных веществ [1], а в ГФ XIV издания – флавоноидов, однако при этом определение подлинности осуществляется по наличию рутина, который не является специфичным для сырья данного растения.

В соответствии с Европейской фармакопеей [10] количественное определение содержания суммы флавоноидов проводят с использованием спектрофотометрии при длине волны 425 нм в пересчете на гиперозид, однако данный флавоноид не содержится в цветках ка-



лендулы лекарственной. Еще в большей мере противоречивость в подходах к стандартизации обнаруживается при определении подлинности цветков и препаратов календулы лекарственной, которое осуществляется, как правило, путем обнаружения рутина, кофейной кислоты и хлорогеновой кислоты [10], широко встречающихся в лекарственных растениях и, следовательно, не являющихся, на наш взгляд, диагностически значимыми веществами для сырья данного растения.

Ранее нами было установлено, что доминирующим и диагностически значимым компонентом цветков календулы лекарственной является флавоноид нарциссин (3-рутинозид-изорамнетина) [9], что свидетельствует о целесообразности определения данного компонента, используя ТСХ и ВЭЖХ для целей стандартизации.

Цель нашего исследования: разработка методик качественного и количественного определения содержания нарциссина в цветках календулы лекарственной с использованием тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования нами были выбраны промышленные образцы цветков календулы лекарственной следующих производителей: ОАО «Красногорсклексредства», ЗАО «Самаралектравы» и Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР.

В работе были использованы тонкослойная хроматография, спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография. Регистрацию УФ-спектров проводили с использованием спектрофотометра «Specord 40» (Analytik Jena). Воздушно-сухое растительное сырье подвергали исчерпывающему экстрагированию спиртом этиловым 70 % в соотношении «сырье – экстрагент» - 1:30. Анализ полученных водно-спиртовых извлечений осуществляли с помощью ТСХ на пластинках «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ» в системе хлороформ-этанол-вода (26:16:3). Использовались стандартные образцы нарциссина (3-О-рутинозид **изорамнетина**), рутина (3-О-рутинозид **кверцетина**), изокверцитрина (3-О-β-D-глюкопиранозид **кверцетина**) и кверцетина. ВЭЖХ-анализ проводили на жидкостном хроматографе «Biotronic»; хроматографическая колонка Phenomenex Luna C18(2) (250 мм x 4,6 мм, 5 мкм), элюент А – метанол; элюент В - 0,01 М  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , подкисленный  $\text{H}_3\text{PO}_4$  до pH 3,00±0,01, расход подвижной фазы - 0,6 мл/мин, объем инжестируемой пробы 20 мкл. Режим элюирования – градиентный, трехступенчатый: элюент А 10% - 9 мин; подъем до 50% за 1 мин, 30 мин - 70% А. Рабочая длина волны - 254 нм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительное исследование, проведенное методом ТСХ, показало, что на хроматограммах водно-спиртовых извлечений цветков календулы доминирующим компонентом является нарциссин (**изорамнетина-3-О-рутинозид**). При проявлении хроматограмм свежеприготовленным щелочным раствором диазобензолсульфокислоты, данный флавоноид обнаруживается в виде доминирующего пятна желто-оранжевого цвета с показателем  $R_f$  около 0,45. Это соединение было впервые выделено из цветков ноготков лекарственных методом колоночной хроматографии [5, 8], строение которого установлено с помощью  $^1\text{H}$ -ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии [5, 8]. Сравнение выделенного нами нарциссина с ГСО рутина методом ТСХ ( $R_f$  около 0,4) по хроматографической подвижности показало, что доминирующее соединение имеет значение  $R_f$  около 0,45. Нарциссин по отношению к пятну ГСО рутина имеет значение  $R_s$  около 1,1. Ввиду сопоставимой хроматографической подвижности

и близких значений  $R_f$ , спектральных характеристик, а также химической структуры (рис. 1) зарубежные ученые ошибочно принимают пятно нарциссина за рутин, что находит отражение в методиках анализа, включенных в Европейскую фармакопею [10]. Расчет величины  $R_s$  для нарциссина, являющегося доминирующим и диагностически значимым флавоноидом цветков календулы лекарственной, позволит повысить объективность методики.

Метод ВЭЖХ имеет высокую значимость в методиках стандартизации лекарственного растительного сырья (ЛРС) и препаратов на его основе. Он позволяет одновременно осуществлять качественный и количественный анализ ЛРС. На наш взгляд, в условиях ВЭЖХ в качестве маркера может выступать доминирующий флавоноид нарциссин. Результаты ВЭЖХ-анализа свидетельствуют о том, что в исследуемых условиях хроматографирования нарциссин с величиной времени удерживания около 37 хорошо отделяется от других компонентов цветков календулы лекарственной, что позволяет данный метод рекомендовать, как для целей идентификации сырья ноготков, так и для целей стандартизации препаратов на основе сырья данного растения.

Принимая во внимание схожие физико-химические и спектральные характеристики соединений представленных на рисунке 1: нарциссина (1) и рутина (2), а также доступность и широкое применение рутина как стандартного образца в фармакопейном анализе ЛРС, считаем целесообразным использовать данный флавоноид в методике ВЭЖХ-анализа в качестве внешнего стандарта.

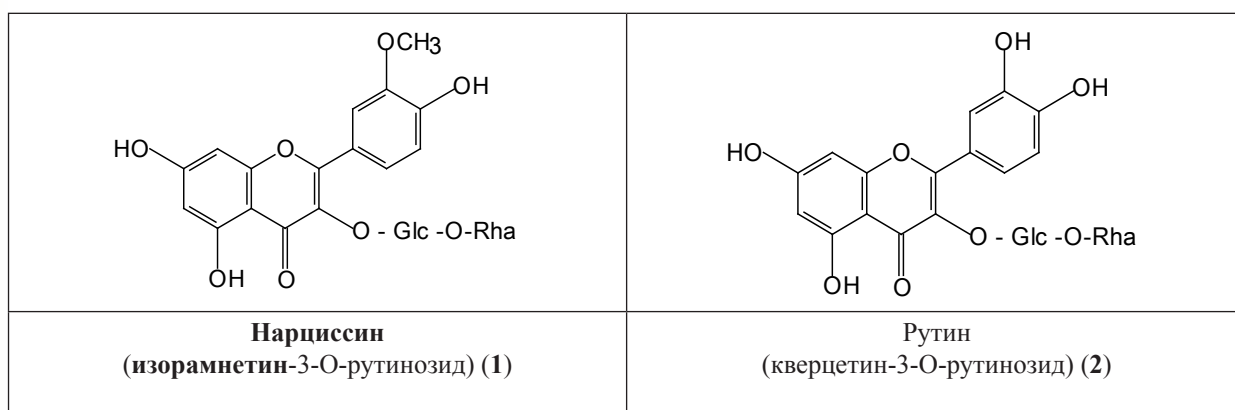


Рисунок 1 – Химические формулы нарциссина (1) и рутина (2).

Содержание доминирующего соединения (нарциссина) в цветках календулы лекарственной, установленное методом ВЭЖХ, варьирует от  $0,68 \pm 0,02\%$  до  $0,97 \pm 0,03\%$ . Время удерживания нарциссина (1) составило  $37,42 \pm 0,10$  мин. При хроматографировании пробы рабочего стандартного образца нарциссина методом ВЭЖХ время удерживания анализируемого вещества составило  $37,83 \pm 0,10$  мин, что подтверждает корректность разделения компонентов в водно-спиртовом извлечении цветков календулы лекарственной. В данных условиях в анализируемом извлечении также отмечается наличие флавоноида рутина (2), содержание которого составляет  $0,28\% \pm 0,01\%$ . Время удерживания рутина составило  $32,64 \pm 0,12$  мин. Кроме того, в минорных количествах обнаруживается изокверцитрин ( $0,06\% \pm 0,02\%$ ) и кверцетин ( $0,04\% \pm 0,04\%$ ).

Учитывая специфичность нарциссина для цветков календулы лекарственной, считаем целесообразным использование метода ВЭЖХ для определения подлинности сырья и препаратов данного растения по обнаружению данного флавоноида, имеющего диагностическое значение.

---

---

## ВЫВОДЫ

1. Предложены новые подходы к стандартизации сырья «Календулы лекарственной цветки», заключающиеся в определении методами ТСХ и ВЭЖХ содержания нарциссина – доминирующего флавоноида, имеющего диагностическое значение.

2. Количественное содержание данного флавоноида варьирует в пределах от  $0,68 \pm 0,02\%$  до  $0,87 \pm 0,03\%$ . Ошибка единичного определения разработанной методики с доверительной вероятностью 95 % составляет  $\pm 4,97\%$ .

3. Разработанные методические и метрологические подходы целесообразно использовать для целей стандартизации сырья и препаратов на основе календулы лекарственной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. 11-е изд., доп. – М.: Медицина, 1990. – С. 237-238.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издание / МЗ РФ. – Москва, 2018. – Том 2. – С. 6106-6117.
3. Кашенко Н.И. Фитохимическое исследование и совершенствование методов стандартизации цветков и травы календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.): дис.... канд. фармацевт. наук. – Улан-Удэ, 2014. – 223 с.
4. Куркин В.А. Фармакогнозия. Учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). - 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. – 1239 с.
5. Куркин В.А., Шарова О.В. Флавоноиды цветков *Calendula officinalis* // Химия природных соединений. – 2007. - № 2. - С. 179-180.
6. Куркин В.А., Шарова О.В. Разработка методик стандартизации цветков ноготков // Фармация. – 2007. - № 8. – С. 11-13.
7. Сампиев А.М., Хочава М.Р. Календула лекарственная. – Краснодар: Советская Кубань, 2010. – 144 с.
8. Самылина И.А., Баландина И.А. Пути использования лекарственного растительного сырья и его стандартизация // Фармация. – 2004. – № 2. – С. 39-41.
9. Шарова О.В., Куркин В.А. Флавоноиды цветков календулы лекарственной // Химия растительного сырья. - 2007. - № 1. - С. 65-68.
10. European Pharmacopoeia. - 8-th Ed. – Vol. 1. – Strasbourg: Council of Europe, 2014. - 1456 p.

---

---

# CALENDULAE OFFICINALIS FLORES: NEW APPROACHES IN THE STANDARTIZATION

## **Afanaseva P.V.**

Ph.D., assistant of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy (SamSMU)

E-mail: polina270491@gmail.com

## **Kurkina A.V.**

Dr.Sci. of Pharmacognosy, associate Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy (SamSMU)

## **Sharova O.V.**

Ph.D., assistant of the Department of Pharmacognosy with Botany and Basics of Phytotherapy (SamSMU)

Summary: this article is concerned with the development of the new approaches in the standardization of pot marigold flowers (*Calendula officinalis* L.) on the content of the dominant flavonoid - narcissin (3-O-rutinoside of isorhamnetin) using thin-layer chromatography (TLC) and high-performance liquid chromatography (HPLC). It was determined that the content of narcissin in the raw material of this plant varies from  $0.68 \pm 0.02\%$  to  $0.87 \pm 0.03\%$ .

Key words: Pot marigold, *Calendula officinalis* L., flowers, flavonoids, narcissin, HPLC, TLC, standardization.

# ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРАХИНО- НОВ МАРЕНЫ КРАСИЛЬНОЙ КОРНЕВИЩ И КОР- НЕЙ

## **А.А. Романюк**

к.фарм.н., аспирант кафедры стандартизации лекарственных средств УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (Витебск)  
e-mail: [annarkdy@gmail.com](mailto:annarkdy@gmail.com)

## **Д.В. Моисеев**

д.фарм.н., заведующий кафедрой стандартизации лекарственных средств УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (Витебск); доцент кафедры фармацевтического естествознания ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (Москва)

В ходе исследования подтверждено наличие антрахинонов в марены красильной корневищах и корнях. Полученные результаты могут быть использованы при стандартизации данного вида лекарственного растительного сырья методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Ключевые слова: марена красильная, антраценпроизводные, ВЭЖХ.

## ВВЕДЕНИЕ

Марена красильная (*Rubia tinctorum* L.) является многолетним травянистым растением семейства мареновые (*Rubiaceae*), произрастающим на Кавказе, юге Европейской части Российской Федерации и в Средней Азии. Основной группой действующих веществ марены красильной корневищ и корней являются антраценпроизводные. Помимо этого, в растении содержатся органические кислоты, флавоноиды, иридоиды, белки, сахара и пектины [1].

Лекарственное растительное сырье марены красильной оказывает спазмолитический и диуретический фармакологические эффекты, также применяется в качестве литолитического средства, способствуя разрыхлению оксалатных и фосфатных почечных камней и прохождению их из почек и мочевыводящих путей за счет повышения тонуса и усиления перистальтических сокращений мускулатуры почечных лоханок и мочеточников [2].

Таким образом, марены красильной корневища и корни представляют несомненный интерес для использования в медицинской практике. Однако, в области их стандартизации имеется ряд нерешенных проблем: в нормативной документации [3] для анализа используется спектрофотометрический метод, который имеет ряд недостатков (многостадийность, трудоемкость пробоподготовки, использование токсичного растворителя, невысокая специфичность и точность). Поэтому изучение вопроса стандартизации марены красильной с использованием методов, лишенных данных недостатков, например, ВЭЖХ, остается актуальным.

Цель настоящего исследования – качественное определение компонентного состава ан-



траценпроизводных марены красильной корневищ и корней методом ВЭЖХ.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовали фасованное растительное сырье марены красильной производства ООО «Компания Хорст» (Российская Федерация).

Антраценпроизводные экстрагировали из измельченных корневищ и корней спиртом 80% при соотношении сырья и экстрагента 1 : 30 в течение 90 мин на кипящей водяной бане [4]. Перед инъектированием в хроматограф пробы центрифугировали при 5000g и отбирали 0,5 мл надосадочной жидкости.

Исследование выполняли на жидкостном хроматографе фирмы Agilent HP 1100, в комплекте с системой подачи и дегазации на четыре растворителя G1311A, диодно-матричным детектором G1315B, термостатом колонок G1316A, устройством для автоматического ввода образцов (автосэмплер) G1313A. Сбор данных, обработку хроматограмм и спектров поглощения проводили с помощью программы Agilent ChemStation for LC 3D. Полученное извлечение хроматографировали на колонке Zorbax SB C-18 (250×4,6 мм, 5 мкм) в изократическом режиме, используя подвижную фазу, состоящую из ацетонитрила и 0,01 М раствора калия дигидрофосфата, доведенного кислотой фосфорной до pH 3,0 (60:40, об/об). Температура колонки составляла 30°C, скорость подвижной фазы – 1,0 мл/мин. Детектирование осуществляли при длине волны 435 нм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования была получена хроматограмма извлечения из марены красильной корневищ и корней, представленная на рисунке 1.

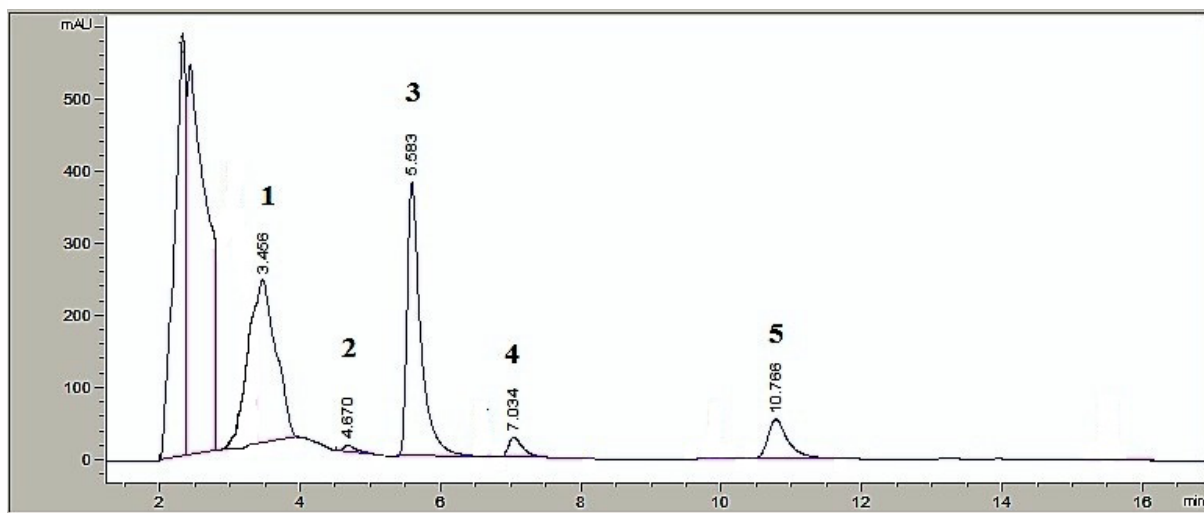


Рисунок 1 – Хроматограмма извлечения из марены красильной корневищ и корней

На рисунке 2 приведены спектры поглощения в УФ-области веществ со временами удерживания 3,45; 4,67; 5,58, 7,03 и 10,76 минут.

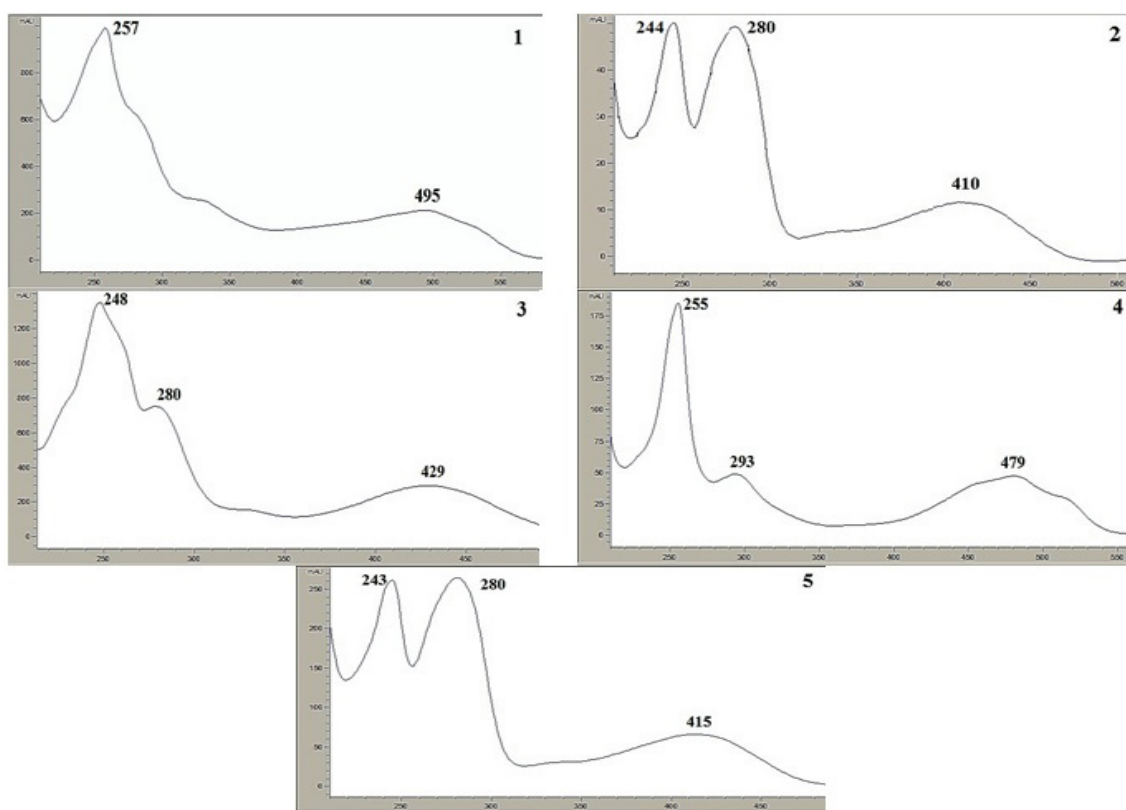


Рисунок 2 – Спектры поглощения веществ со временем удерживания 3,45 (1); 4,67 (2); 5,58 (3), 7,03 (4) и 10,76 (5) минут

По спектру поглощения в УФ-области и данным литературы вещество на хроматограмме со временем удерживания 3,45 минут было идентифицировано как псевдопурпурин (пурпурин-1-карбоновая кислота), 4,67 минут – люцидин (1,3-дигидрокси-2-гидроксиметилантрахинон), 5,58 минут – ализарин (1,2-дигидроксиантрахинон), 7,03 минут – пурпурин (1,2,4-тригидроксиантрахинон), а со временем удерживания 10,76 минут – производное люцидина [5, 6, 7].

## ВЫВОДЫ

Таким образом, методом ВЭЖХ подтверждено наличие антраценпроизводных в спиртовом извлечении марены красильной корневищ и корней. Идентифицированы пурин, псевдопурин, ализарин, люцидин и его производное.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке методик количественного определения антраценпроизводных в данном виде лекарственного растительного сырья с использованием метода ВЭЖХ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьева, Д.А. Фармакогнозия : учеб. пособие / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М. : Медицина, 2002. – 656 с.
2. Сравнительное анатомо-гистологическое исследование корневищ и корней марены

- 
- 
- красильной и марены сердцелистной / М.В. Рыбалко [и др.] // Фармация. – 2018. – № 6. – С. 171–174.
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь: 2-ое издание, II том. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / под общ. ред. С.И. Марченко. – Молодечно: Победа, 2016. – 1368 с.
  4. Шмыгарева, А.А. Экспериментально-теоретическое обоснование подходов к стандартизации сырья и лекарственных препаратов фармакопейных растений, содержащих антрагликозиды : дис. ... д-ра фарм. наук: 14.04.02 / А.А. Шмыгарева. – Самара, 2017. – 354 с.
  5. Identification and quantification of the constituents of madder root by gas chromatography and high-performance liquid chromatography / I. Boldizar [et al.] // Journal of Chromatography A. – 2006. – Vol. 1133. – P. 259–274.
  6. Formation and HPLC analysis of the natural lake pigment obtained from madder (*Rubia tinctorum* L.) / R. Karadag [et al.] // Reviews in Analytical Chemistry. – 2010. – Vol. 29. – P. 1–12.
  7. Chemical and Enzymatic Hydrolysis of Anthraquinone Glycosides from Madder Roots / Goverdina C. [et al.] // Phytochemical Analysis. – 2003. – Vol. 14. – P. 137–144.

## CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF THE ANTRAKHINONES OF MADDER DYEING RHIZOMES AND ROOTS

### **A.A. Romanyuk**

Mst. of Pharmacy, postgraduate of the Department of standardization of medicinal preparations, Vitebsk State Medical University, Vitebsk  
e-mail: annarkdy@gmail.com

### **D.V. Moiseev**

D.Sc, Head of the Department of standardization of medicinal preparations, Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Natural Science, First Moscow State Medical University after Sechenov, Moscow

Summary: The study confirmed the presence of anthraquinones in madder dyeing rhizomes and roots. The results obtained can be used to standardize this type of medicinal plant material by high performance liquid chromatography (HPLC).

Key words: madder dyeing, anthracene derivatives, HPLC.

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТОЕК ПОЧЕК КАШТАНА КОНСКОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.) МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

**П.В. Белов**

аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

e-mail: [almelion@ya.ru](mailto:almelion@ya.ru)

**В.А. Куркин**

д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России (Самара)

Были получены настойки почек каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) на 40 %, 70 % и 96 % спирте. Определено содержание флавоноидов в препаратах в пересчете на рамноцитрин. Доказана оптимальность использования 70% спирта для получения настойки почек.

Ключевые слова: каштан конский обыкновенный; *Aesculus hippocastanum*; почки; настойка; флавоноиды; рамноцитрин.

## ВВЕДЕНИЕ

Каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.) – многолетнее лиственное растение, нашедшее применение как в народной, так и официальной медицине в качестве веноотонизирующего, ангиопротекторного и антиоксидантного средства [4]. Для получения лекарственных препаратов в настоящее время используются в основном семена растения, реже – листья [5, 6, 7, 8]. Фармакологический эффект средств на основе каштана обусловлен такими группами биологически активных соединений (БАС), как сапонины и кумарины, содержащимися в основном в семенах и обеспечивающими веноотонизирующее и противовоспалительное действие, а также флавоноидами, преобладающими в листьях и оказывающими капилляроукрепляющий эффект [6]. Одним из перспективных источников БАС являются также почки растения, содержащие флавоноиды [1, 3].

Одной из эффективных и при этом простых в изготовлении лекарственных форм является настойка. Ранее нами были исследованы водно-спиртовые извлечения из почек и цветков каштана и показана оптимальность использования 70% этанола в качестве экстрагента для суммы флавоноидов [1], что может применяться и в случае получения настойки почек.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами для получения настоек служили почки каштана конского (апикальные и латеральные), собранные в марте 2018 г. в Ботаническом саду Самарского университета. В качестве экстрагента использовался этиловый спирт в концентрациях 40 %, 70 % и 96 %.

Количественное определение суммы флавоноидов в образцах настоек почек пересчете на рамноцитрин проводилось методом дифференциальной спектрофотометрии на спектрофотометре Specord 40 (Analytik Jena) при аналитической длине волны 422 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе работы нами были приготовлены настойки почек каштана конского методом модифицированной дробной мацерации при стандартном соотношении сырья:экстрагент 1:5 на трех концентрациях спирта. Полученные продукты представляют собой жидкости от коричневого до темно-коричневого цвета, со сладковатым вкусом и слабым запахом.

Одним из доминирующих компонентов в спиртовых извлечениях из почек является флавоноид рамноцитрин, или 7-О-метилкемпферол (Рисунок 1) [2]. Раствор рамноцитрина имеет максимум поглощения 422 нм в присутствии алюминия хлорида и в дифференциальном варианте (Рисунки 2, 3).

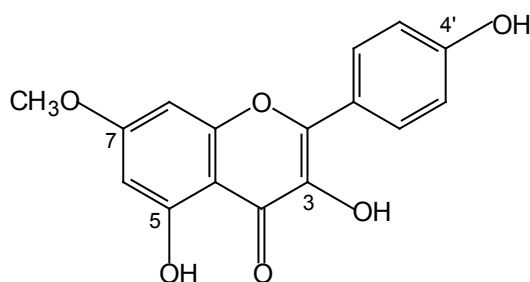


Рисунок 1 - Структурная формула рамноцитрина

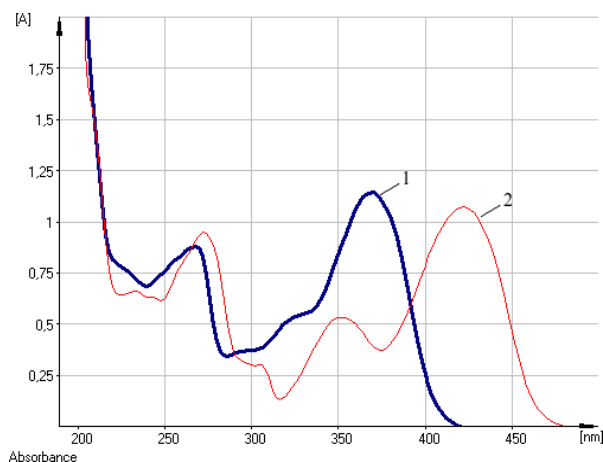


Рисунок 2 – Спектры поглощения спиртовых растворов рамноцитрина. 1- исходный раствор, 2 – раствор с добавлением алюминия хлорида

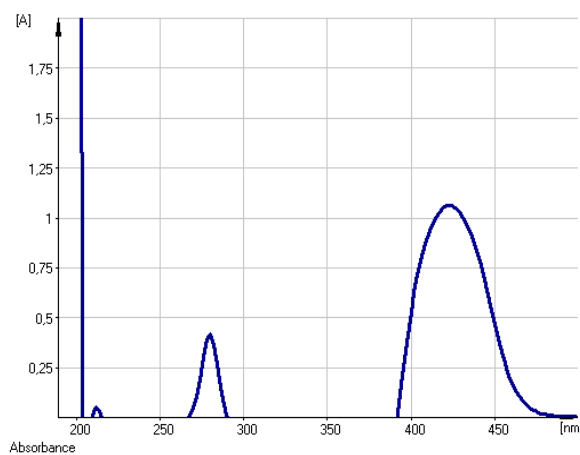


Рисунок 3 – Спектр поглощения спиртового раствора рамноцитрина, дифференциальный вариант

В сравнительном плане были изучены электронные спектры растворов образцов настоек почек каштана конского в условиях прямой и дифференциальной спектрофотометрии (Рисунки 4-9).

На электронных спектрах растворов настоек почек при добавлении комплексообразователя  $AlCl_3$  наблюдается bathochromic shift длинноволновой полосы поглощения (Рисунки 4, 6, 8), что свидетельствует о наличии веществ флавоноидной природы в препаратах. Изучение характера кривых позволило определить, что кривые поглощения настоек во многом сходны с кривой поглощения раствора рамноцитрина, что подтверждает диагностическую



значимость данного соединения. Учитывая совпадающие в дифференциальном варианте максимумы поглощения настоек (Рисунки 5, 7, 9) и раствора рамноцитрина (422 нм), является целесообразным проводить определение содержания суммы флавоноидов в препарате в пересчете на рамноцитрин при длине волны 422 нм.

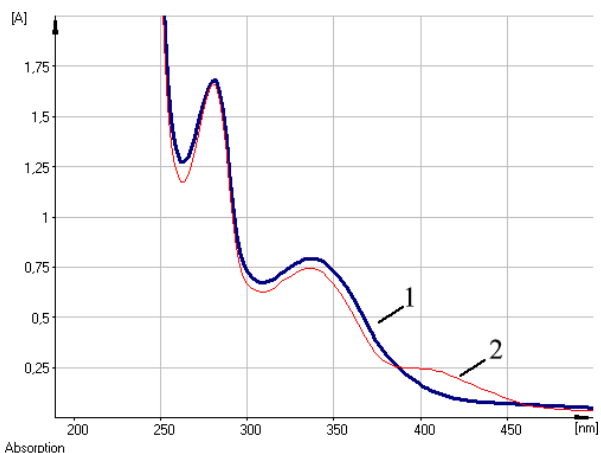


Рисунок 4 - Спектры поглощения настойки почек на 40% спирте. 1- исходный раствор, 2 – раствор с добавлением алюминия хлорида

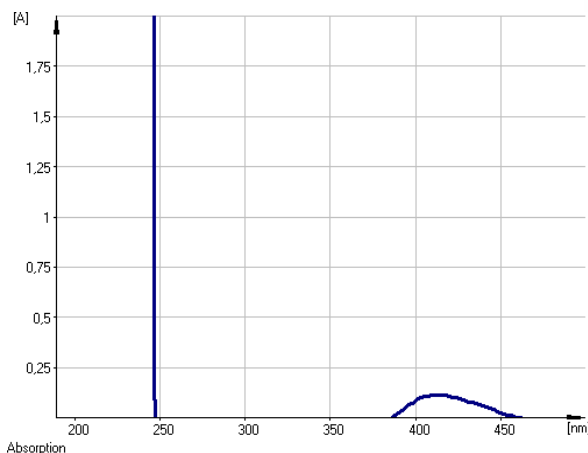


Рисунок 5 - Спектр поглощения настойки почек на 40% спирте, дифференциальный вариант

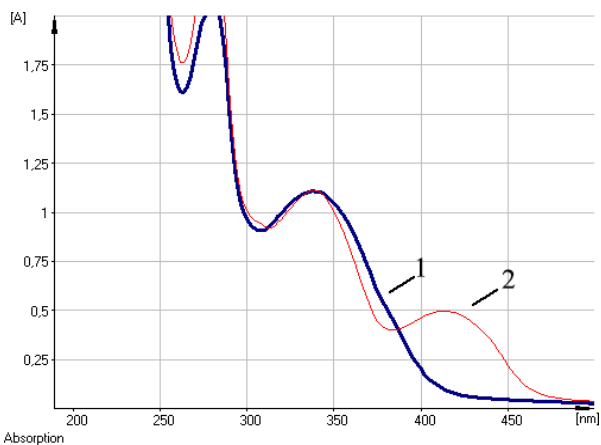


Рисунок 6 - Спектры поглощения настойки почек на 70% спирте. 1- исходный раствор, 2 – раствор с добавлением алюминия хлорида

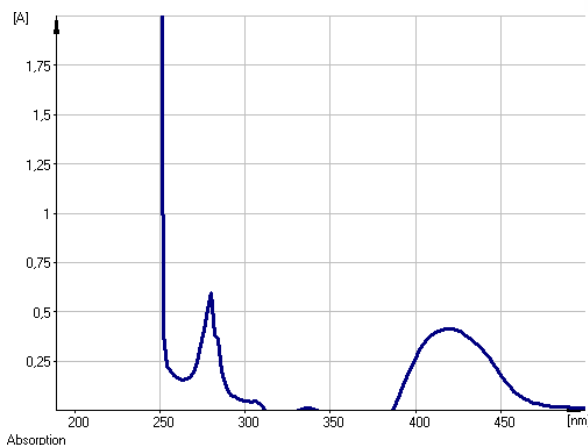


Рисунок 7 - Спектр поглощения настойки почек на 70% спирте, дифференциальный вариант

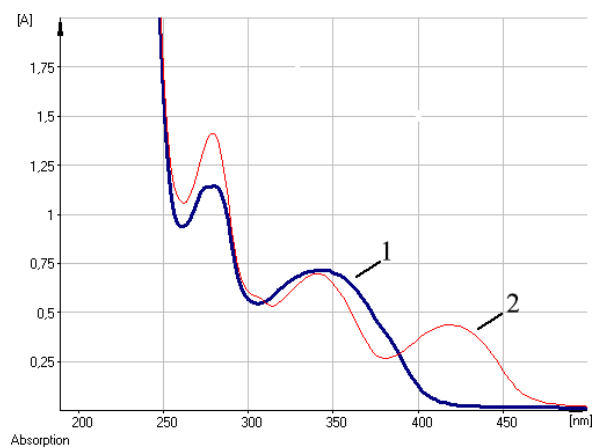


Рисунок 8 - Спектры поглощения настойки почек на 96% спирте. 1- исходный раствор, 2 – раствор с добавлением алюминия хлорида

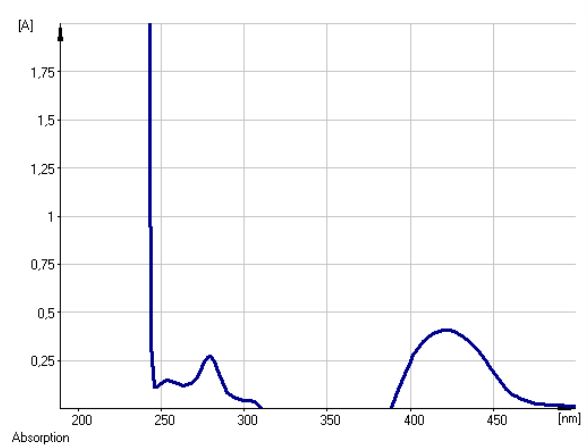


Рисунок 9 - Спектр поглощения настойки почек на 96% спирте, дифференциальный вариант

Определение содержания суммы флавоноидов в препаратах по итогам спектрофотометрического анализа проводилось по формуле:

$$X = \frac{D \cdot 25 \cdot 25}{260 \cdot 1 \cdot 5}$$

где  $X$  – содержание флавоноидов в настойке, %;  $D$  – оптическая плотность исследуемого раствора; 260 – удельный показатель поглощения рамноцитрина при аналитической длине волны 422 нм.

Результаты количественного определения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты количественного определения содержания суммы флавоноидов в настойках почек каштана конского

Экстрагент	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рамноцитрин, %
40% этиловый спирт	0,04±0,02
70% этиловый спирт	0,17±0,01
96% этиловый спирт	0,16±0,01

Опираясь на данные количественного определения, можно сделать вывод об оптимальности использования 70% этилового спирта в качестве экстрагента для получения настойки почек каштана конского обыкновенного.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, в ходе работы было показано наличие флавоноидов в настойках почек каштана конского обыкновенного, среди которых доминирующим является флавоноид рамноцитрин, который может применяться в качестве стандартного вещества при стандартизации настоек. Определен оптимальный экстрагент – 70% этиловый спирт. Выявлено, что содержание суммы флавоноидов образцах настоек, полученных с использованием 70% спирта, варьирует от 0,15±0,02% до 0,19±0,01%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов П.В. Определение содержания суммы флавоноидов в водно-спиртовых извлечениях из почек и цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) // Аспирантские чтения - 2018: Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Исследования молодых ученых в решении актуальных проблем медицинской науки и практики» / Ред. колл.: Г.П. Котельников, Ю.В. Щукин, И.Л. Давыдкин и др. – Самара: ООО «Офорт»: ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава РФ, 2018. – С. 122.
2. Белов П.В. Структурный анализ флавоноидов почек каштана конского физико-химическими методами // «Физика и медицина: создавая будущее». II научно-практическая конференция студентов и молодых ученых научно-образовательного медицинского кластера «Нижневолжский», приуроченная к 100-летию Самарского государственного

---

---

медицинского университета и 100-летию кафедры медицинской физики: сборник материалов / Под редакцией академика РАН, профессора Г.П. Котельникова, профессора А.Н. Волобуева, доцента Е.Л. Овчинникова, профессора В.А. Калинина. – Самара: Изд. НИЦ LJournal, 2018. – С. 191-194.

3. Белов П.В., Шушкевич О.В., Рыжов В.М., Павленко К.С. Фармакогностическое исследование надземной части каштана конского // Тезисы докладов XL Самарской областной студенческой научной конференции – Самара: ООО «ИПК «Право», 2014. - С.261.
4. Вандышев В.В. Старинное лекарственное растение – конский каштан обыкновенный – источник современных эффективных лекарственных средств // Медицинская помощь. – 2002. - №5. – С. 36-38.
5. Жарова О.Г. Стандартизация конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) семян и экстракта сухого на их основе: автореф. дис. ... канд. фармац. наук: 15.00.02 / Жарова Олеся Глебовна. – М., 2009. – 27 с.
6. Куркин В.А. Фармакогнозия: Учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов) / Самара: ООО «Офорт», 2016.- С. 594-598.
7. Постоюк Н.А., Маркарян А.А., Сокольская Т.А., Даргаева Т.Д. Методика количественного определения суммы флавоноидов в листе каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. - 2012. - № 1. – С. 135-138.
8. Постоюк Н.А. Фармакогностическое изучение и стандартизация каштана конского обыкновенного листьев (*Aesculus hippocastanum* L.) и экстракта сухого на его основе: автореф. дис. ... канд. фармац. наук: 15.00.02 / Постоюк Наталья Александровна. – М., 2013. – 24 с.

---

---

# COMPARATIVE STUDY OF THE TINCTURES OF *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. BUDS BY THE METHOD OF SPECTROPHOTOMETRY

## **P.V. Belov**

Postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basis of Phytotherapy at the SamSMU (Samara)

e-mail: [almelion@ya.ru](mailto:almelion@ya.ru)

## **V.A. Kurkin**

Dr. Sci. of Pharmacy, professor, head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basis of Phytotherapy at the SamSMU (Samara)

Summary: during the study, tinctures of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) buds were obtained for 40%, 70% and 96% alcohol. The quantitative content of total flavonoids in the studied preparations calculated on rhamnocitrin was determined. The optimality of the using 70% alcohol for obtain of *Aesculus hippocastanum* tincture was confirmed.

Keywords: horse chestnut; *Aesculus hippocastanum*; buds; tincture; flavonoids; rhamnocitrin.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ОСНОВЫ ДЛЯ ГЕЛЯ НА ОСНОВЕ СУХОГО ЭКСТРАКТА ДОННИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО

**М.В. Ароян**

ассистент кафедры промышленной технологии лекарственных препаратов ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России (Санкт-Петербург)

e-mail: [mariya.aroyan@pharminnotech.com](mailto:mariya.aroyan@pharminnotech.com)

**А.О. Иртегова**

студент 4-го курса ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России (Санкт-Петербург)

**И.Е. Каухова**

д.фарм.н., профессор ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России (Санкт-Петербург)

Проведены исследования по выбору основы для геля на основе сухого экстракта донника лекарственного. В качестве гелеобразователей были изучены метилцеллюлоза и карбопол-940. Критериями оценки композиций являлись результаты оценки их органолептических свойств, степени высвобождения активной фармацевтической субстанции (АФС) в агар и pH. На основании полученных результатов в качестве основы был выбран карбопол – 940.

Ключевые слова: *гель, карбопол, метилцеллюлоза, донник лекарственный, сухой экстракт.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время фармацевтический рынок представлен широким спектром лекарственных средств, содержащих в своём составе БАВ растительного происхождения. Постоянное повышение спроса на фитопрепараты объясняется тем, что весь спектр соединений, содержащийся в растениях, оказывает комплексное воздействие на организм человека. Донник лекарственный может использоваться для лечения и профилактики многих видов заболеваний. При фитохимическом исследовании донника лекарственного (*Melilotus officinalis* L.) были выявлены кумарины, флавоноиды, сапонины, дубильные вещества [1,2]

Основными действующими веществами препаратов донника лекарственного считаются кумарины и флавоноиды, которые обладают антибактериальным, противовоспалительным, ранозаживляющим, антиоксидантным и успокаивающим действием [3].

Целью настоящего исследования являлось обоснование выбора основы геля на основе донника лекарственного травы.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ



Объектом исследования являлись три партии воздушно-сухого сырья (трава) донника лекарственного. Показатели качества устанавливали в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания (ГФ РФ XIV изд.) [1,4]. Сухой экстракт получали по типовой схеме и были определены показатели качества согласно требованиям ГФ РФ XIV изд. [4,5]. Нами была выбрана лекарственная форма - гель для наружного применения. В ходе исследования было разработано несколько вариантов составов. В качестве АФС вводился сухой экстракт донника лекарственного. Степень высвобождения активного компонента оценивали по диаметру окрашенной зоны после диффузии в агар.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования было разработано несколько вариантов составов, представленных в таблице 1. В качестве основы были выбраны метилцеллюлоза и карбопол-940, так как они являются гидрофильными и обеспечивают растворение экстракта. Также гидрофильные основы легко высвобождают действующее вещество, обеспечивая высокую биологическую доступность и легко удаляются с места нанесения и смываются водой. В качестве консервантов были использованы нипагин, бензойная кислота и сорбиновая кислота. В качестве пластификатора использовали пропиленгликоль и глицерин, однако их добавление привело к созданию слишком жидких составов. Для поддержания значения рН был использован триэтаноламин. Также в составе были введены жирные и эфирные масла для дополнительного увлажняющего эффекта и придания приятного запаха.

Было изучено 8 композиций. Критериями оценки композиций на первом этапе являлись результаты оценки их органолептических свойств: однородность, отсутствие пузырьков, равномерность нанесения, легкость удаления с кожного покрова. Также в полученных композициях определяли рН и степень высвобождения АФС. На основании анализа результатов эксперимента установлено, что состав № 1 (Таблица 2) имеет наиболее положительные органолептические показатели и рН, а также обеспечивает максимальную степень высвобождения активного компонента.

Таблица 1 – Композиции исследуемых основ и вспомогательных веществ для геля с экстрактом донника лекарственного

№ состава	Содержание компонентов, %											
	Карбопол-40	Метилцеллюлоза	Нипагин	Сорбиновая кислота	Бензойная кислота	Сухой экстракт	Пропиленгликоль	Глицерин	Триэтаноламин	Эфирные масла	Жирные масла	Вода
1	2	-	0,5	0,5	-	5	-	-	1	0,2	0,2	до 100,0
2	2	-	0,5	0,5	-	5	3	-	1	0,2	0,4	до 100,0
3	1	-	0,5	0,5	-	5	8	-	1	0,2	0,2	до 100,0
4	1	-	0,5	0,5	-	5	-	8	1	0,2	0,2	до 100,0
5	-	6	-	0,5	0,5	5	8	-	-	0,2	0,5	до 100,0

6	-	6	-	0,5	0,5	5	-	5	-	0,2	0,4	до 100,0
7	-	8	-	0,5	0,5	5	8	-	-	0,5	0,4	до 100,0
8	-	8	-	0,5	0,5	5	-	8	-	0,2	0,4	до 100,0

Таблица 2 – Предложенная композиция геля на основе сухого экстракта донника лекарственного травы

Наименование компонента	Содержание компонента, %
<b>Действующие вещества:</b>	
Сухой экстракт донника лекарственного травы	5
<b>Вспомогательные вещества:</b>	
Карбопол-940	2
Нипагин	0,5
Сорбиновая кислота	0,5
Триэтаноламин	1
Эфирное масло грейпфрута	0,2
Миндальное масло	0,2
Вода	90,6

## ВЫВОДЫ

В ходе исследования были проведены технологические исследования карбопола - 940 и метилцеллюлозы в качестве основ, определены органолептические свойства полученных композиций, проведены биофармацевтические исследования полученной лекарственной формы методом диффузии в агаровый гель. Таким образом, по результатам эксперимента выбран оптимальный состав основы геля с сухим экстрактом донника лекарственного травы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aroyan M.V., I. E. Kaukhova, K. A. Gor'ykaya, A. A. Kurmanova. Determination of merchandising parameters of melilotus officinalis crude sample// Reviews of clinical pharmacology and drug therapy. — 2018;16:12–12.
2. Ароян М.В., Иртегова А.О., Каухова И.Е. Фитохимический анализ донника лекарственного травы при разработке фитопрепаратов// Сборник тезисов Международной научно-практической конференции “Гармонизация подходов к фармацевтической разработке”;2018: 51-53.
3. Ароян М.В., Каухова И.Е., Гончарова С.Б. Перспектива использование травы донника лекарственного и касатика молочно-белого в коррекции углеводного и липидного обмена// Гаммермановские чтения;2017:48-51.
4. Государственная фармакопея РФ XIV изд. [Электронное издание]. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
5. Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов/ М.: Гэотар-Медиа,

## **RESEARCH INTO THE BASIS FOR GEL-BASED DRY EXTRACT OF MELILOTUS OFFICINALIS**

### **M. V. Aroyan**

assistant of the Department of industrial technology of drugs of the Saint-Petersburg  
Chemical-Pharmaceutical Academy  
e-mail: mariya.aroyan@pharminnotech.com

### **A. O. Irtegova**

student of the 4th course of the of the Saint-Petersburg Chemical-Pharmaceutical Academy

### **I. E. Kauhava**

PharmDr, professor of of the Saint-Petersburg Chemical-Pharmaceutical Academy

Summary. studies have been carried out on the choice of a base for a gel based on a dry extract of medicinal melilot. Methylcellulose and carbopol-940 were studied as gelling agents. The evaluation criteria of the compositions were the results of the evaluation of their organoleptic properties, the degree of release of the active pharmaceutical substance (AFS) in agar and pH. based on the results obtained, carbopol – 940 was chosen as the carrier base.

Key words: gel, carbopol, methylcellulose, Melilotus Officinalis, dry extract.

Эстетическо-аромо- и фитонцидные способности растений в средообразующих технологиях, улучшающих качество жизни.

5



## ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ У ВИДОВ РОДА *ROSA* L В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

**А.С. Соломенцева**

младший научный сотрудник ФГБНУ ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (Волгоград)  
e-mail: alexis2425@mail.ru

В статье приведена оценка перспективности интродуцированных видов рода шиповников, имеющих различное географическое происхождение, для озеленения городских территорий. Определены их декоративные признаки для обогащения озеленительных посадок в сухостепных условиях.

*Ключевые слова:* шиповник, декоративность, Нижнее Поволжье, рост, развитие, кустарники, агролесомелиорация, озеленение

### ВВЕДЕНИЕ

Из-за возросшей в последние годы экологической роли лесонасаждений используемый ассортимент древесных растений требует пересмотра и расширения. В связи с этим, введение в состав лесных и озеленительных насаждений интродуцированных и адаптированных к засушливым условиям хозяйственно ценных кустарников будет способствовать стабилизации сельскохозяйственных земель в условиях опустынивания и деградации ландшафтов [5]. Поиск перспективных видов для декоративных и озеленительных насаждений осуществлялся в родовом комплексе шиповник, богатом в видовом отношении и обширным по ареалу. Шиповники издревне ценятся как высоко декоративные кустарники [10]. Форма их кроны, листьев, плодов, а также цветки весьма разнообразны. Биометрические характеристики, экологическая и средообразующая роль, принципы размещения шиповников при формировании необходимых принципов пространственной структуры позволяют найти им эффективное применение в озеленении [8].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При изучении роста и развития использовались методики Главного ботанического сада РАН им. Цицина. Для биологической оценки использовались принятые оценки (в баллах) цветения и плодоношения растений, взятые из единой системы учета растений.

Чтобы судить об успешности интродукции в новых условиях необходимо изучение индивидуальной изменчивости морфологических признаков по абсолютным величинам [9].

Для анализа выбирались 5 растений каждого вида, приблизительно одинаковые по возрасту, высоте и диаметру. С каждого растения отбирались три побега с южной стороны кроны из верхней, средней и нижней ее части, на которых и проводятся измерения морфологических признаков.





---

---

Статистикой определяется: среднее значение каждого признака ( $\bar{\delta}$ ) и его ошибка ( $m_x$ ), коэффициент вариации (С, %), а также коэффициенты линейной корреляции между признаками ( $R_x$ ).

Определялось жизненное состояние, декоративные качества, биометрические характеристики и экологические свойства шиповников.

Состояние отдельного экземпляра оценивалось по данным визуальных наблюдений при этом особое внимание обращалось на жизненную форму растений. Часто растения испытывающее повреждение воздействию неблагоприятных факторов в новых условиях отстают в росте, а иногда изменяют свой габитус.

Сохранение габитуса определялось по следующей шкале:

1 – растения сохраняют присущую им в природе жизненную форму – 10 баллов.

2 – растения ежегодно обмерзают, но благодаря сохранившейся корневой системе, быстрому росту и высокой побегообразовательной способности восстанавливать надземную часть в следующий вегетационный период до прежней высоты и габитуса – 5 баллов.

3 – растения не сохраняют присущую им в природе жизненную форму, ежегодно обмерзая до уровня снегового покрова или корневой шейки – 1 балл.

К основным факторам среды, определяющим ценность интродуцентов, относят форму или силуэт кроны, которая кроме видовой обусловленности и возраста растения, зависит от условий произрастания.

При переносе в культуру растения могут сохранить усилить или снизить свойственную им в природе побегообразования. Визуально этот показатель определялся по следующей шкале:

1 – высокая. У зимостойких растений этой группы новые побеги развиваются на большей части прошлогоднего побега. Растения способны давать побеги из спящих почек на стволиках, или дают поросль от корней. После сильных обмерзаний и других повреждениях растения этой группы дают обильные побеги на сохранившихся частях кроны, а при повреждениях всей надземной части образуют поросль от корневой шейки или отпрыски от корней.

2 – средняя. Побеги образуются в меньшем количестве для сохранения и образования типичной жизненной формы и габитуса, у растений обмерзающих или поврежденных по другим причинам, восстановление надземной части происходит за счет менее обильного числа побегов. Возможна временная утрата типичного для растения габитуса.

3 – низкая. У сильно обмерзающих растений этой группы часто наблюдается утрата типичной формы роста и габитуса.

Степень ежегодного вызревания побегов определяет их более или менее успешную перезимовку, визуально вызревание побегов определялось по одревеснению, окраске и развитию наружных покровов, по заложению степени сформированности и защищенности почек; по времени окончания ростов побегов и окончанию листопада.

Степень вызревания побегов:

1-однолетние побеги вызревают полностью на 100 % длины – 20 баллов;

2 – однолетние побеги вызревают на 75 % - 15 баллов

3 - однолетние побеги вызревают на 50 % - 10 баллов

4 - однолетние побеги вызревают на 25 % - 5 баллов

5 - однолетние побеги не вызревают - 1 балл

Эстетическая оценка проводилась при визуальных обследованиях по трехбалльной системе:

1 – растение имеет высокие декоративные качества; проведения санитарных мероприятий не требуется;

2 – растение средней декоративности, требуются небольшие работы по лечению ран, обрезке сухих ветвей и сучьев с последующей заделкой и декорированием мест повреждения;

3 – растение имеет низкие декоративные качества, с засохшими или поломанными стволами и отводится в обрезку/рубку (класс жизненной устойчивости обычно V)

Обобщённая оценка по ряду декоративных качеств с учётом длительности их проявления в течение сезона позволила ранжировать виды шиповников и выявить наиболее привлекательные для озеленительных целей.

### ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Для климата Волгоградской области характерна четкая смена сезонов года с типичными для них погодными особенностями, условиями увлажнения и атмосферными явлениями. Континентальность климата выражается в суточных и годовых амплитудах температуры, количестве осадков и их годовом ходе, запыленности воздуха и режимах других метеорологических величин [4].

На основе среднеголетних данных по осадкам можно судить о подверженности температурных и гидротермических условий временным флуктуациям (рисунок 1, рисунок 2, рисунок 3, рисунок 4).

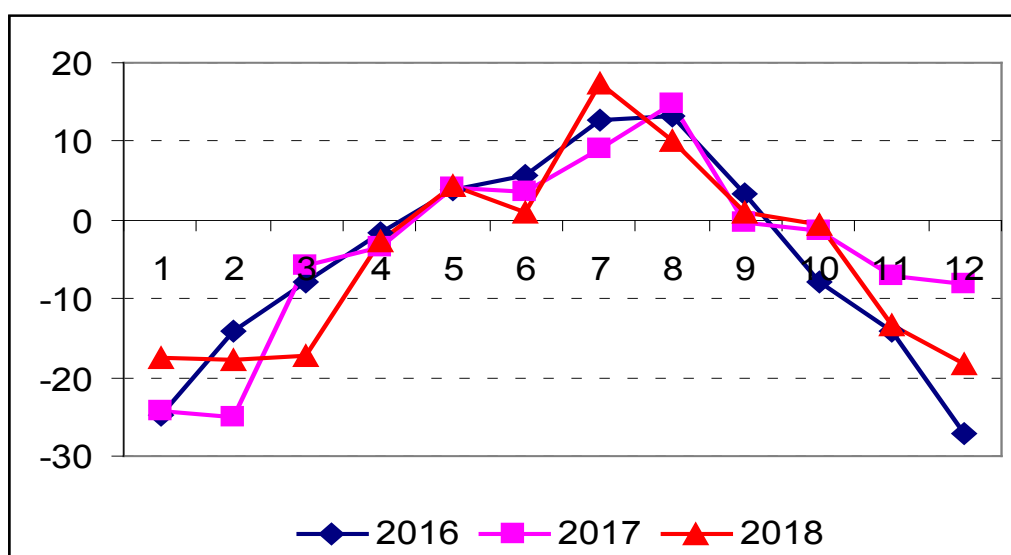


Рисунок 1 – Минимальные температуры г. Волгограда по годам

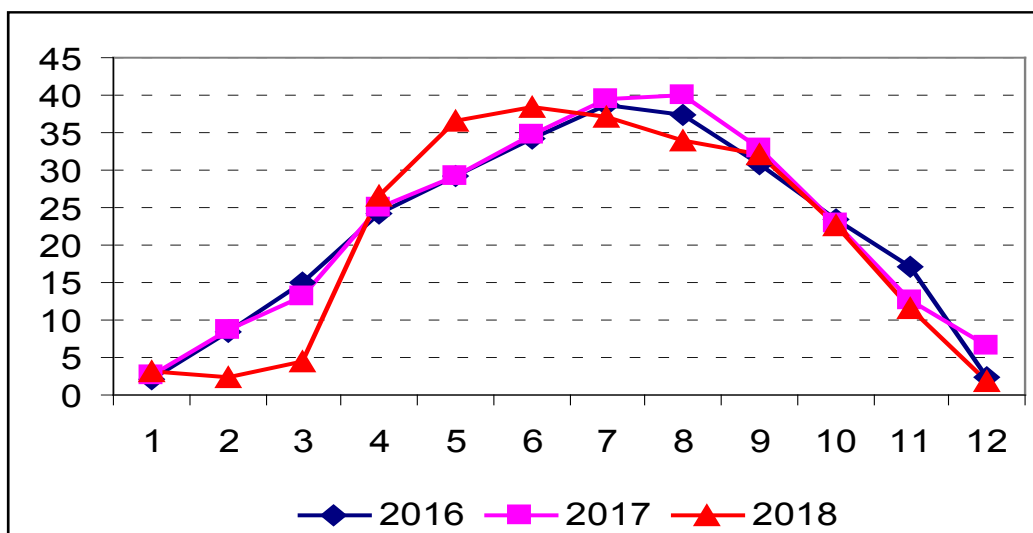


Рисунок 2 – Максимальные температуры г. Волгограда

Природно-климатические условия Волгоградской области являются малоблагоприятными для лесоразведения и озеленения, что требует более тщательного подхода к подбору ассортимента для различных типов насаждений агро- и урболандшафтов. Суммы температур с величиной +10 °С носят название активных, таким температурным условиям в Волгоградской области приходит время устанавливаться по средним многолетним данным с апреля. Самым жарким месяцем в Волгоградской области является июль, средняя температура воздуха в этом месяце повышается от северо-запада к юго-востоку и югу, где в летнее время преоб

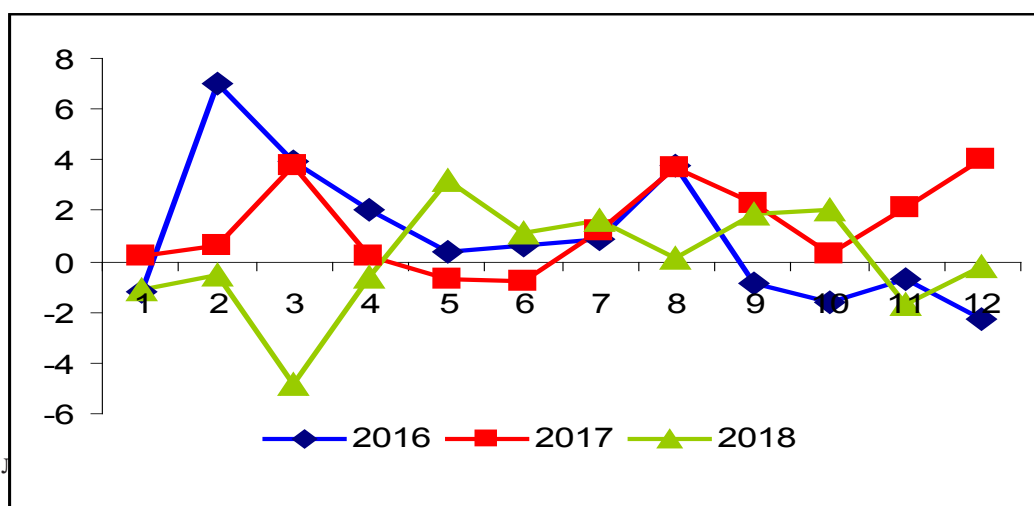


Рисунок 3 – Отклонение температур от нормы по годам

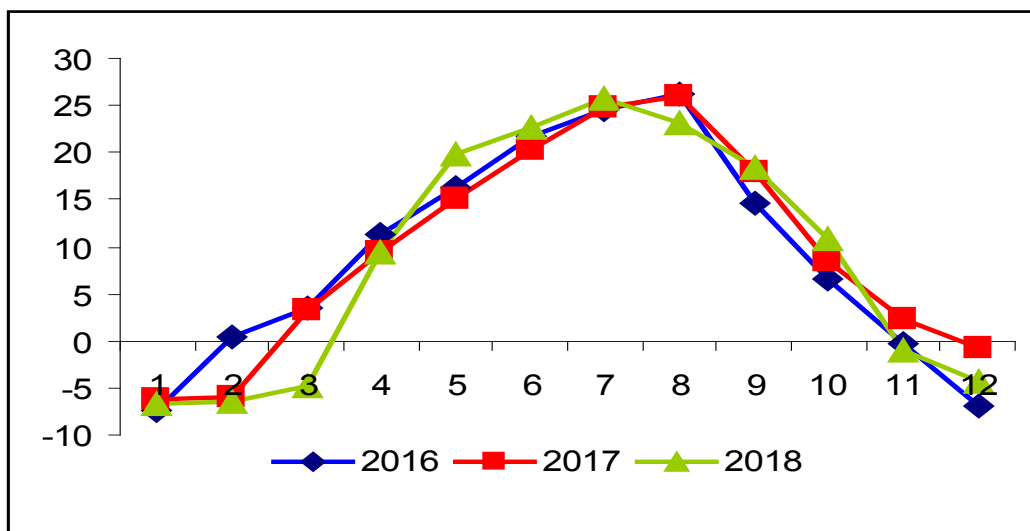


Рисунок 4 – Фактическая температура в г. Волгограде по годам

Информация о погоде получена с метеорологической станции г. Волгограда, современное местоположение метеостанции: широта 48,78, долгота 44,37. Высота над уровнем моря 134 м (рисунок 5).

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха к отрицательным значениям и установление снежного покрова дает начало зимнему периоду на территории области.

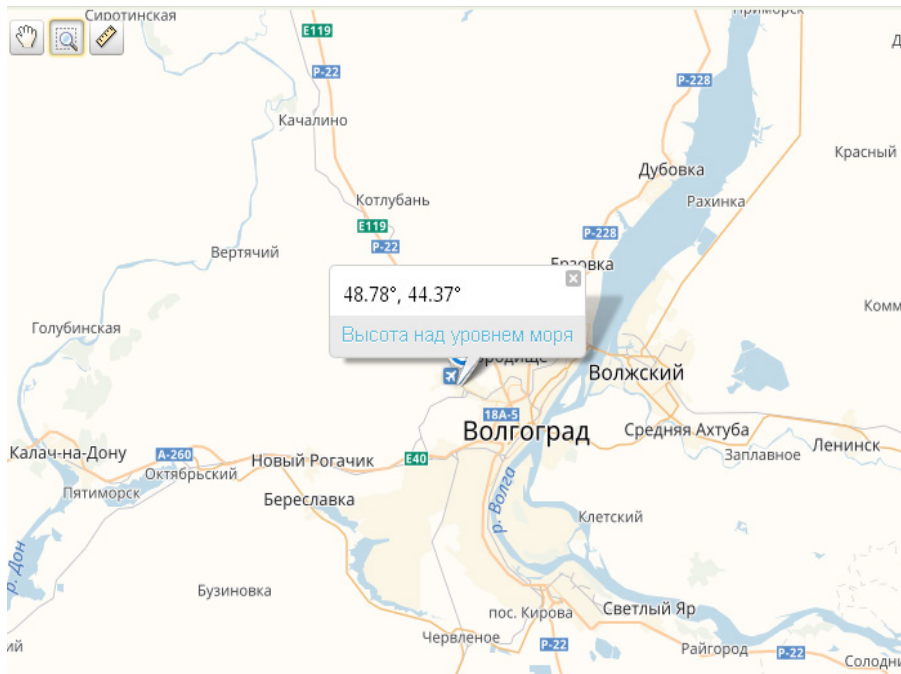


Рисунок 5 – Местоположение метеостанции

Развитие атмосферных процессов и режимов температуры и осадков носит зональный характер и влияет на природно-климатические условия. Засушливая зона относится к зоне рискованного земледелия. Растения часто страдают от засух, пыльных бурь и засух.

Успешное выращивание растений возможно за счет дополнительного накопления влаги в почве путем снегозадержания, оптимально подобранных агротехнических мероприятий, орошения. Засушливый климат является одной из причин безлесия степей и преобладания в них травяной растительности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Шиповники, из-за своего быстрого роста и развития, легкой агротехнике выращивания, возможности пересадки в любую почву и зону произрастания, относятся к растениям, пригодным для различных типов озеленительных посадок – солитеров, групп, уличных и аллеиных посадок, живых изгородей, опушек [7].

Объектами исследований являлись виды шиповников, произрастающие в опытных коллекциях Волгоградского и Камышинского дендрариев (рисунок 6).



Рисунок 6 – Местоположение объектов исследований

Декоративные достоинства и сочетание видов шиповников с другими видами растений определяют их пригодность для хозяйственно-потребительских, декоративных и лесомелиоративных нужд в засушливых условиях Волгоградской области (Таблица 1).

Таблица 1– Сочетание шиповников с другими видами в декоративных древесных группах

Состав декоративных древесных групп	Рекомендуемые виды шиповника	Расстояние между растениями, м
<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Ulmus carpinifolia</i> , <i>Caragana arborescens</i> , <i>Cotinus coggygria</i> , <i>Sambricus nigra</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Cotoneaster</i> , <i>Amelanchier</i> , <i>Chaenomeles</i>	<i>R. ecae</i> , <i>R. rugosa</i> , <i>R. spinosissima</i>	0,3-0,4
<i>Gleditsia triacanthos</i> , <i>Ulmus pumila</i> , <i>Amelanchier</i> , <i>Caragana</i> , <i>Cotinus coggygria</i> ,	<i>R. pomifera</i> , <i>R. acicularis</i>	0,3-0,4



<i>Cotoneaster, Ribes, Colutea, Crataegus</i> <i>Pyrus communis, Quercus, Ulmus laevis,</i> <i>Cotoneaster, Colutea, Ribes,</i> <i>Chaenomeles, Viburnum lantana, Cornus</i>	<i>R. pomifera,</i> <i>R. acicularis</i>	0,3-0,4
<i>Malus baccata, Ribes, Fraxinus, Quercus, Acer,</i> <i>Chaenomeles</i>	<i>R. canina,</i> <i>R. beggeriana</i>	0,2-0,3
<i>Sorbus intermedia, Betula, Tilia,</i> <i>Chaenomeles</i>	<i>R. canina,</i> <i>R. beggeriana</i>	0,2-0,3

Сезонная окраска ветвей, листьев, цветов, плодов, окраска лепестков и форма плодов, проекция кроны определяют декоративность шиповников в течение периода вегетации. Декоративность можно регулировать приемами обрезки побегов, которая проводится с учетом биологических особенностей видов шиповников (таблица 2) [6].

Таблица 2 – Длительность проявления декоративности шиповников

Виды шиповников	Оценка декоративности (баллы) и длительность эстетического воздействия (в месяцах)						Обобщенная оценка (рейтинг)
	цветки	плоды	листья		ствол и ветви	крона	
			форма	окраска			
Rosa: acicularis	5 x 1	5 x 3	4x 4	3x 2	2 x12	4x 12	114 (6)
spinosissima	5 x 1	5 x 5	4x 4	3x 2	2 x12	4 x12	124 (2)
pomifera	5 x 1	5 x 3	5x 4	3x 2	2 x12	4 x12	118 (4)
rugosa	6 x 3	6 x 3	5 x 4	4 x 4	2 x12	4 x12	144 (1)
canina	5 x 1	5 x 4	5 x 4	3x 2	2 x12	4 x12	123 (3)
ecae	6 x 1	4 x 2	4x 4	3x 2	2 x12	4x12	108 (8)
beggeriana	6 x 1	5 x 3	4x 4	3x 2	2 x12	4 x12	115 (5)
cinnamomea	5 x 1	4 x 3	4x 4	3x 2	2 x12	4x 12	111 (7)

Распределение видов по декоративным качествам, а также длительности их проявления в течение сезона позволила выделить наиболее привлекательные шиповники для целей озеленения (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение шиповников по проявлению декоративных признаков в условиях Волгоградской области

Виды Rosa:	Декоративные признаки							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
beggeriana	3	5	0	1,2	1	1	4	1
spinosissima (ф. низкорослая)	4	5	0	1,2	1	1	1	1
cinnamomea	3	2	0	2	1	3	3,4	1
rugosa (ф. низкорослая)	4	5	0	2,3,4	4,5	3	3,4	1
canina	3	5	0	2	1	3	4	1
ecae	4	7	0	1,2	1	2	1	1
pomifera	3	7	0	2	1	3	3,4	1
acicularis	3	5	0	2	1	3,4	4	1
tomentosa	3	5	1	1	1	1,3	3,4	1

glabrifolia	3	5	1	3	1	3,4	4	1
oxyacantha	2	7	0	4	1	3	4	1,2
laxa	3	1	1	3	1	3	3	1
caesia	2	1	1	2	1	3	4	1
ussurinensis	3	7	0	4	1	3	4	1,2
webbiana	3	1	0	4	1	1,3	4	1
fedtschenkoana	3	7	1	4	1	1,3	3	1
corymbifera	3	7	1	3	1	3	3,4	1
davurica	3	5	0	4	1	3	4	1
gallica	3	5	0	4	1	4	4	1
tuschetica	3	1	0	3	1	3,5	3	1
chinensins	3	5	0	4	1	3,4	1	1
jacutica	3	5	0	4	1	3	4	1

**I.** Жизненная форма, размеры: 2 – высокорослый кустарник, от 2 до 3 м, 3– среднерослый кустарник от 1 до 2 м, 4 – низкорослый кустарник, до 1 м

**II.** Форма кроны: 1 – раскидистая, 2 – яйцевидная, 5 – шаровидная, 7– распростертая

**III.** Окраска листвы в течение вегетационного периода: 0 – зеленая, обычная, 1 – сизо-зеленая

**VI.** Цветение, (сроки): 1 – ранневесеннее (апрель-начало мая), 2 – весеннее (май), 3 – весенне-

летнее (конец мая-июнь), 4 – летнее (конец июня-июль-август)

**V.** Цветение (продолжительность): 1 – до 10 дней, 5 – более 70 дней

**VI.** Цветение (окраска цветков): 1 – белая, 2 – желтая, бледно-желтая, 3 – розовая, интенсивно-розовая, 4 – красная, лососевая, оранжевая, 5 – сиреневая, фиолетовая, синяя

**VII.** Плодоношение (окраска плодов): 1 – черная, 3 – соломенно-желтая, желтая, оранжевая, 4 – красная, розовая

**VIII.** Осенняя окраска листьев: 1 – преобладают желтые и оранжевые тона, 2 – преобладают красные тона

Наиболее привлекательны шиповники в осенний период, т.к. различаются по цвету кроны и ее форме: шаровидная (*beggeriana*, *spinosissima*, *rugosa*, *canina*), распростертая (*ecae*, *pomifera*), яйцевидная (*cinnatomea*) [3]. Изучаемые виды имеют различия в строении листовой пластинки. Так, у *R. rugosa* листочек округлый, иногда эллиптический, сильно морщинистый, толстый, сверху голый и лоснящийся, снизу – опушенный, серо – зеленого цвета с простыми короткими тупыми зубцами. *R. acicularis* имеет глубокозубчатый широко-эллиптический или узко – продолговатый листочек, сизый, голый, иногда снизу тонковолосистый, чаще только по жилкам. Листочек у *R. cinnatomea* продолговато - эллиптический, однозубчатый, без железок, обычно голый снизу, сверху – ярко или сизовато – зеленый. У *R. beggeriana* листочек продолговато – яйцевидный или эллиптической формы, просто – или почти двоякозубчатый, с 10-20 зубцами с каждой стороны. *R. ecae* имеет сизоватый листочек с 4 – 9 зубцами с каждой стороны, сверху голый, снизу иногда опушенный, с многочисленными железками. У *R. pomifera* листочек крупный, широкоэллиптический, продолговатый, с почти параллельными краями, клейкий, снизу железистый и войлочный, по краям сложнопильчатый. Листочек *R. canina* голый или редко опушенный по стержню, яйцевидной или округлой формы, заостренный, остро двоякопильчатый, с направленными

к верхушке железистыми зубчиками. *R. spinosissima* имеет листочек 1-2 см длиной, округло – яйцевидной формы, тупой, голый, с 5 – 15 зубцами с каждой стороны, темно-зеленый сверху и светло-зеленый снизу.

Шиповники ценятся как пищевые (*R. acicularis*, *R. rugosa*), парфюмерные (*R. ecae*, *R. acicularis*), медоносные (*R. canina*, *R. cinnamomea*), декоративные (*R. acicularis*, *R. rugosa*), почвоукрепляющие (*R. acicularis*, *R. rugosa*, *R. spinosissima*) растения [2]. Преимущество их широкого использования в сухой степи и полупустыне обусловлено их большой устойчивостью, долговечностью и адаптацией к экстремальным условиям по-сравнению с деревьями.

Наибольший декоративный эффект видов шиповников наблюдается за счёт разнообразия окраски цветов, плодов и листьев, они могут быть пригодны для оформления открытых пространств, специальных мест отдыха при создании пейзажных групп непрерывного цветения, в зависимости от требований к освещенности, содержанию влаги в почве и ее типа [1].

Шиповники могут являться частью планировочной структуры зеленых насаждений в населенных пунктах, выполняя декоративно-планировочные и санитарно-гигиенические функции, а также использоваться в посадках по откосам земляных плотин, которые предназначены для охраны от оползней и смыва грунта при волнобое, для защиты от разрушения при передвижении транспорта (Таблица 4).

Таблица 4 – Виды шиповников для ландшафтно-планировочной организации зеленых насаждений

Виды	на улицах	в парках, скверах, внутрикв. озеленении	приусловие л.л. на откосах	на пром. площадках	на откосах оврагов	в лесопарковой зоне
<i>R. rugosa</i>	++	+	+	+	+	+
<i>R. canina</i>	++	+	+	-	-	+
<i>R. spinosissima</i>	++	++	x	-	+	+
<i>R. cinnamomea</i>	++	+	+	-	-	+
<i>R. beggeriana</i>	++	+	-	-	-	+
<i>R. ecae</i>	++	++	-	-	+	+
<i>R. acicularis</i>	++	++	-	-	-	+
<i>R. pomifera</i>	++	+	-	-	-	+

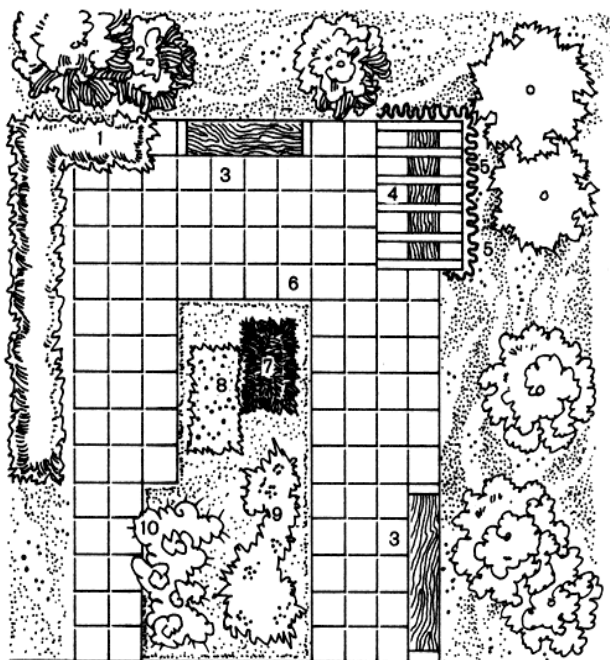
+ – виды, рекомендуемые в различные типы насаждений; – виды, не рекомендуемые для данного типа посадок; ++ – виды, рекомендуемые для живых изгородей; x – виды, рекомендуемые в порядке испытания

Расширение разнообразия кустарников путем применения их в различных типах посадок (массивов, групп, солитеров, аллей, живых изгородей) является главным приемом оздоровления и повышения декоративности элементов озеленения.

Биоэкологический потенциал шиповников, их декоративные достоинства и особенности роста позволили рекомендовать низкорослые виды шиповников (*R. ecae*, *R. rugosa*, *R. spinosissima*) в садово-парковые группы, миксбордеры, окаймление площадок, газонов, до-

рожек, цветников. Среднерослые виды шиповников (*R. pomifera*, *R. acicularis*) рекомендованы для групповых посадок, живых цветущих изгородей с целью выполнения декоративной и ограждающей функций, а также для ремизных насаждений.

Виды *R. canina* и *R. beggeriana* рекомендуются для солитеров, как акцент ландшафтной композиции, садово-парковых групп, массивов и живых изгородей, аллей (рисунок 7)



- 1 - живая изгородь из спиреи иволистной;
- 2 - липа мелколистная;
- 3 - скамья;
- 4 - пергола;
- 5 - виноград девичий пятилисточковый;
- 6 - цветник;
- 7 - петуния красная;
- 8 - бархатцы высокие;
- 9 - боярышник;
- 10 - шиповник морщинистый

Рисунок 7 – Использование шиповника морщинистого в озеленении площадки для отдыха

## ВЫВОДЫ

Все изученные виды рода *Rosa* обладают высокой декоративностью и могут быть использованы в различных типах озеленительных посадок. Их декоративность регулируется с помощью обрезки и определяется формой кроны и гипантиев, цветом листьев, плодов и цветов. Для целей озеленения высокорослые виды шиповников пригодны для создания живых изгородей (*R. virginiana*, *oxyacantha*, *caesia*).

Среднерослые шиповники (*R. beggeriana*, *pomifera*, *acicularis*, *webbiana*, *corymbifera*, *banksiae*, *cinnatomea*, *canina*, *fedtschenkoana*, *davurica*, *laxa*, *rubiginosa*, *gallica*, *glabrifolia*, *tomentosa*.) пригодны для создания цветущих живых изгородей (лент), а низкорослые виды (*R. ecae*, *rugosa*, *spinosissima*) – для цветущих бордюров. Все рекомендуемые виды отличаются декоративностью в течение вегетационного периода.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков // М.: Стройиздат, 1991; 340 с.
2. Клименко Э.К. Розы // М.: Фитон Плюс, 2001; 176 с.
3. Костюков С.М. К вопросу выращивания интродуцированных кустарников в условиях светло-каштановых почв // Экологическая оптимизация регионального хозяйства: мат.

- 
- 
- круглого стола. – Урюпинск: Урюпинский ф-л ГОУ ВПО ВолГУ, 2011; 104-105.
4. Сажин А.Н., Кулик К.Н., Васильев Ю.И. Погода и климат Волгоградской области: изд. 2-е, переработанное и доп. // Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017; 334 с.
  5. Семенютина А.В., Свинцов И.П., Костюков С.М. Генофонд кустарников для зеленого строительства // М.: Наука. Мысль, 2016; 238 с.
  6. Соломенцева А.С. Обогащение озеленительных посадок адаптированными видами шиповников // Проблемы сохранения лесов и увеличения лесистости территории, перспективы развития и содержания зеленых насаждений: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан, 22-23 сентября 2011. – Актобе.: ТОО «Центр оперативной печати», 2011; 184-188.
  7. Соломенцева А.С. Оценка цветения и плодоношения шиповников в условиях сухой степи и полупустыни // Современные проблемы географии, экологии и природопользования: Матер. науч.-практ. конф., Волгоград, 25-26 апреля 2012. – Волгоград, 2012; 683-686.
  8. Соломенцева А.С. Биоэкологическая эффективность использования шиповников в озеленении и защитном лесоразведении с учетом математических моделей проективного покрытия. // Агролесомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы: Матер. междунар. науч.-практ. конф. аспирантов и мол. ученых, Волгоград, 26-28 октября 2015 г. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015; 271-275.
  9. Семенютина А.В., Свинцов И.П., Кулик Д.К., Хужахметова А.Ш., Семенютина В.А., Климов А.Д., Дрепина О.И., Костюков С.М. Справочник-путеводитель: питомник древесных растений как объект научно-исследовательского, экологического и культурно-просветительского профиля // Волгоград, 2015; 64 с.
  10. Bruun H.H., Kelager A., Pedersen J.S. Multiple introductions and no loss of genetic diversity: invasion history of Japanese Rose, *Rosa rugosa*, in Europe // Biological Invasions, 2013;15: 1125-1141.



---

---

# EVALUATION OF THE DECORATIVE CHARACTERS IN SPECIES OF THE GENUS *ROSA* L IN THE LOWER VOLGA REGION

**A. S. Solomentseva**

junior researcher of the Federal scientific center for agroecology, forest reclamation and protective afforestation, Russian Academy of Sciences (Volgograd), E-mail:alexis2425@mail.ru

Summary. The article presents the assessment of introduced species of wild roses, which have different geographical origin for oz-lenane urban areas. Identified by their decorative signs for enrichment planting planting in dry conditions.

*Key words: rosehip, decorative, Lower Volga region, growth, development, shrubs, agroforestry, landscaping*



# ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ КОРНЕЙ И ЛИСТЬЕВ *RHEUM RHAPONTICUM* В КАЧЕСТВЕ РЕГУЛЯТО- РОВ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СОИ И КУКУРУЗЫ

**Гладкая А.А.**

научный сотрудник, e-mail: [allagladcaia@mail.ru](mailto:allagladcaia@mail.ru)

**Волощук Л.Ф.**

доктор хабилитат биологических наук

**Тодираш В.А.**

доктор хабилитат биологических наук

**Настас Т.Н.**

доктор хабилитат биологических наук

Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинев, Республика Молдова

С целью более полного раскрытия потенциала биоактивных веществ корня и листьев ревеня были созданы и испытаны композиции на основе экстрактов, проявляющие, в зависимости от концентрации, стимулирующую и ингибирующую типы биологической активности. Было установлено, что в климатических условиях Республики Молдова выращивание ревеня отличается простой агротехникой, не нуждается в системе защиты от вредителей и болезней и может обеспечить достаточное количество растительного сырья. Было доказано, что действие экстракта листьев ревеня в концентрации 0,5% на семена кукурузы и сои является стабильно активирующим их прорастание, в то время, как в концентрации 10% ингибирует прорастание тех же семян.

**Ключевые слова:** экстракты *Rheum rhaponticum*; регулятор прорастания семян

## ВВЕДЕНИЕ

Ревень является универсальной, неприхотливой, перспективной культурой и находит практическое применение в различных отраслях промышленности и повседневной жизни человека. Все способы хозяйственного применения ревеня и простота агротехники выращивания являются предпосылкой для его дополнительного исследования и создания безотходной технологии его переработки совместными усилиями медиков, химиков, ботаников и технологов пищевых производств [1]. Род ревеня относится к семейству Гречишных (*Polygonaceae*). Род насчитывает около 50 видов, распространенных в умеренной и субтропической зоне Азии и на крайнем юго-востоке Европы. Дикорастущие, экономические значимые виды ревеня делятся на три основные группы (Рисунки 1-3): 1. Гималаи, Индия (*Rheum emodi*) - медицинский [2]; 2. Южный и западный Китай (*Rheum palmatum var. tanguticum*) – медицинский [3]; 3. Европа (*Rheum rhaponticum*), давшие начало всем овощным сортам [4].



1)



2)



3)

Рисунок 1, 2, 3. Дикорастущие, экономические значимые виды ревеня

Фенольные соединения являются ценными хемотаксономическими маркерами всего семейства *Polygonaceae* и синтез этих разнообразных низкомолекулярных веществ является характерной особенностью их метаболизма [2-4]. *Кацериковой Н. В.* (2003) дана комплексная оценка показателей качества и безопасности доступного растительного сырья «корней ревеня сушеных» для получения красящих экстрактов для нужд пищевой промышленности и общественного питания. Красящий экстракт корня ревеня обладает бактериостатическими, антиоксидантными и антисептическими свойствами, позволяющими увеличить срок хранения продуктов и улучшить их качество по сравнению с традиционными [5]. Черешки ревеня являются фитнес продуктом по своему составу, в котором практически нет жиров. В 100 г ревеня в среднем содержится около 21 ккал. Гликемический индекс ревеня - 15 единиц.

В декоративном садоводстве ремень применяется как декоративный солитер, украшающий сад на газоне, в миксбордере на заднем плане, при входе на участок. Взрослый ремень нетребователен к свету и под ним не растут сорняки. Теневыносливость листьев ревеня позволяет его использовать, в качестве «живой мульчи» под многолетними культурами (фруктовыми деревьями) и мульчировать его листьями культурные растения (рододендроны, голубика, брусника, клюква), для которых благоприятны кисловатые почвы [6]. Корни и листья ревеня содержат значительное количество биологически активных веществ (фенолы, флавоноиды, органические кислоты, танины), что защищает их от фитопатогенов и вредителей [7]. Исходя из нашего опыта выращивания ревеня в условиях Молдовы, растения не нуждались в средствах защиты, так как поражение болезнями и вредителями было незначительным.

С целью более полного раскрытия потенциала биоактивных веществ корня и листьев ревеня были созданы и испытаны композиции на основе экстрактов, проявляющие, в зависимости от концентрации, стимулирующую и ингибирующую типы биологической активности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование регулирующего влияния предпосевной обработки семян экстрактами *Rheum rhaponticum* на показатели прорастания проводилось в лабораторных условиях. Семена сои и кукурузы обрабатывали рабочими растворами, на основе экстракта корня и листьев *R. rhaponticum* в течение 15 минут и, затем, раскладывали на двух-трех слоях увлажненной фильтровальной бумаги по 25 семян в каждую чашку Петри. Чашки с семенами выставляли в термостат (22°C). Определяли энергию прорастания семян через 4 суток, всхожесть – через 9 суток. Измеряли размеры корешка и стебелька проростков. Состав ва-

риантов для сои, сорт «Надежда»: Контроль – обработка водой; эталон (Royal FLO 42 SL); V1 - 0,5% L; V2 – 1% L; V3 – 1% R; V4 – 3% R; V5 - 0,5% L + 0,5% R. Состав вариантов для кукурузы, гибрид «Porumbeni 280»: Контроль– обработка водой; эталон (Royal FLO 42 SL); V1 –0,5% L; V2 –1% L; V3 –1% R; V4 –3% R; V5 –1%L+1%R.

Анализ ингибирующих свойств экстрактов корня и листьев *R.rhaponticum* и их композиций были проведены для семян сои и кукурузы по той же методике. Состав вариантов для предпосевной обработки семян, в 4-х кратной повторности: контроль – обработка водой; V1 – 5 % L; V2 – 10 % L.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что влияние предпосевной обработки экстрактом из корня ревеня в концентрации 1 %, экстрактом листьев ревеня в концентрации 0,5%, и композиции экстрактов (0,5 % L + 0,5 % R) на всхожесть и размеры проростков семян является достоверно стимулирующим для семян сои сорта «Надежда».

Влияние предпосевной обработки семян кукурузы сахарной (гибрид «Porumbeni 280») экстрактом листьев ревеня в концентрации 0,5 % и экстрактов корня ревеня в концентрации 3 %, состояло в увеличении всхожести, которая составила соответственно 100 % и 97,7 %, что выше эталонных и контрольных значений. Однако, биометрические показатели проростков (размер корешка и стебелька) остались в пределах контрольных значений. Наиболее стабильно стимулирующей все показатели прорастания стала обработка семян композицией экстрактов корня и листьев ревеня: 1 % L + 1 % R – для кукурузы и 0,5 % L + 0,5 % R – для сои (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнительные данные влияния экстрактов из корня и листьев *Rheum rhaponticum* на всхожесть семян и размеры проростков кукурузы сахарной и сои

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Размеры корешка, см	Размеры стебелька, см
соя сорт «Надежда»				
контроль	38,3	48,3	1,7	0,4
эталон (Royal FLO 42 SL)	55	73,3	2,1	1,3
V1 - 0,5% L	63,3	80	1,6	1,2
V2 – 1% L	43,3	68,3	1,1	1,2
V3 – 1% R	61,7	83,3	1,8	2,0
V4 – 3% R	43,3	78,3	1,8	1,9
V5 - 0,5% L + 0,5% R	56,7	90	1,9	2,1
<b>НСР</b> <sub>0,05</sub>	12,4	13,6	0,6	0,3
кукуруза сахарная, «Porumbeni 280»				
контроль	80	86,7	9,1	6,1
эталон (Royal FLO 42 SL)	70	93,3	9,6	8,1
V1 –0,5% L	86,7	100	10,3	7,4
V2 –1% L	70	80	5,6	6,3
V3 –1% R	80,7	86,7	14,8	9,1
V4 –3% R	83,3	97,7	9,3	6,6



V5 – 1%L+1%R	90	93,3	13,1	8,4
HCP <sub>0,05</sub>	11,4	12,3	1,1	0,7

Обозначения: R – экстракт корня *R. rhaponticum*; L - экстракт листьев *R. rhaponticum*

Результаты опыта определили наличие фитостимулирующих свойств экстракта листьев (0,5%), содержащего органические кислоты и кверцетин, а также экстракта корня ревеня (1%), содержащий эмодин и кверцетин. Эти экстракты проявили стимулирующее действие на энергию прорастания, всхожесть и биометрические параметры проростков исследуемых культур, относящихся к различным ботаническим группам (однодольные и двудольные). Фитостимулирующее действие сочетания экстрактов корня и листьев ревеня (0,5 % L + 0,5 % R) для семян сои, и композиции (1 % L + 1 % R) – для семян кукурузы проявилось наиболее гармонично по всем биометрическим показателям в пределах погрешности эталона.

Для продолжения исследований был использован экстракт листьев ревеня в концентрациях 5 и 10%. В результате было установлено, что действие высоких концентраций экстракта листьев (5-10%) является ингибирующим всхожесть семян кукурузы (однодольные) и сои (двудольные) на 0,7-26,7 % в сравнении с контролем (Таблица 2).

Таблица 2. Влияние экстракта листьев *Rheum rhaponticum* на всхожесть, энергию прорастания и биометрические показатели проростков сои и кукурузы

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Размеры корешка, %	Размеры стебелька, %
соя сорт «Надежда»				
Контроль	68,8	56,6	2,5	6,4
V1 – 5%L	63,3	52,2	2,5	4,9
V2 – 10%L	61,1	55,9	2,2	5,1
HCP <sub>0,05</sub>	6,4	14,9	0,7	1,1
кукуруза сахарная «Pogumbeni 280»				
Контроль	48,9	56,7	2,5	6,4
V1 – 5%L	47,8	35,6	2,5	4,9
V2 – 10%L	38,9	30,0	2,2	5,1
HCP <sub>0,05</sub>	13,4	13	0,7	1,1

Обозначения: L - экстракт листьев *R. rhaponticum*

Полученные результаты соотносятся с исследованиями, утверждающими, что механизм формирования покоя семян, заключающийся в том, что антиоксиданты (кверцетин) в высоких концентрациях, понижая активность пероксидазы, могут способствовать переключению аэробных метаболических процессов на анаэробные, что будет проявляться в углублении покоя семян и понижении всхожести. Тогда как низкие концентрации субстратов пероксидазы (кверцетин) при их совместном присутствии способны активировать фермент, увеличивая скорость протекания аэробных метаболических процессов, обеспечивая переход семян из покоя в активное состояние, увеличивая их энергию прорастания и всхожесть [8]. Вторичные метаболиты растений, при низких концентрациях, помогают вызвать прорастание, нарушая покой семян, способствуют росту корней за счет повышения доступности влаги и регулирования температуры, увеличивают минерализацию питательных веществ и улучшение их поглощения [9]. Эти соединения имеют положительную роль в физиологических процессах, таких как прорастание семян, рост корней, накопление



---

---

хлорофилла, фотосинтез, транспирация, расширение листа, транслокация и генетические кодировки [10].

Нами было доказано, что экстракты **корня и** листьев ревеня в различных концентрациях проявили стимулирующие или ингибирующие свойства для семян различных с/хозяйственных культур.

Ревень, по результатам наших исследований его биологических свойств, мы относим к аллелопатически активным растениям. Разведение культурных сортов, таких как *R. rhabarbaricum*, с большим аллелопатическим потенциалом, может способствовать лучшей устойчивости агроценоза к биотическим и абиотическим стрессам в период изменений климата. Многочисленные способы применения биоактивных веществ *Rheum (Polygonaceae)* в медицине и пищевой промышленности создают огромные перспективы для дополнительного исследования и использования для регуляции насыщенности агроценоза сорняками, повышения антифитопатогенного потенциала почвы и снижения вирулентности возбудителей болезней.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в климатических условиях Республики Молдова выращивание ревеня отличается простой агротехникой, не нуждается в системе защиты от вредителей и болезней и может обеспечить достаточное количество сырья для приготовления необходимого количества экстрактов.

2. Доказано, что действие экстракта листьев ревеня в концентрации 0,5% на семена однопольных (кукуруза) и двудольных (соя) растений является стабильно активирующим их прорастание, в то время, как действие экстракта листьев в концентрации 10% является ингибирующим для тех же семян.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов, И. В., Попова, О. И. Современное состояние проблемы использования лекарственного растительного сырья в СевероКавказском Федеральном округе // Научно-практическая конференция, посвященная 65-летию факультета промышленной технологии лекарств: сб. науч. тр. Ч. 1. СПб: Изд-во СПХФА. — 2010: 212 с.
2. Hina Rehman, Wajeeha Begum, Farzana Anjum, Humyга Tabasum. *Rheum emodi* (Rhubarb): A Fascinating Herb // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. — 2014; 3 (2): 89-94 ISSN 2278-4136
3. Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных: *Polygonaceae* Juss // Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск. — 2002: 31.
4. Püssa T., Raudsepp P., Kuzina K., Raa A. Polyphenolic composition of roots and petioles of *Rheum rhabarbaricum* L // Phytochem. Anal. — 2009; 20: 98–103.
5. Костикова В. А., Высочина Г. И., Петрук А. А. Особенности накопления флавоноидов в органах надземной части *Rheum compactum* // Химия растительного сырья. — 2015; №4: 147-150.

- 
- 
6. Кацерикова, Н. В. Научные и практические основы технологии натуральных продуктов питания с использованием красящих экстрактов из растительного сырья // автореферат диссертации, Москва. — 2003: 403.
  7. Ландшафтный дизайн и природное земледелие Мульчирование почвы — что это такое? // <http://landbuilding.ru/mulchirovanie-pochvy-chto-eto-takoe/> (просмотрено 21.08.2017)
  8. Богданов - Катьков Л. И., Вредители овощных культур и меры борьбы с ними // М. Агропромиздат. — 1945: 482.
  9. Рогожин В. В., Верхотуров В. В. Влияние антиоксидантов (дигоксина, кверцетина и аскорбиновой кислоты) на каталитические свойства пероксидазы хрена // Биохимия. — 1998; т. 63; № 6: 63-68.
  10. Nickell L. G. Plant Growth Regulators. Agricultural Uses // Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York. Journal of plant nutrition and soil science. — 1982; vol. 146; 1: 128.
  11. Gamalero E., Glick B. R. Mechanisms used by plant growth-promoting bacteria // Bacteria in Agrobiolology, Plant Nutrient Management. — 2011: 17-46.

## **RHEUM RHAPONTICUM ROOTS AND LEAVES SECONDARY METABOLITES AS GROWTH REGULATORS OF SOY AND CORN SEEDS**

**Gladcaia A.A**

researcher, e-mail: [allagladcaia@mail.ru](mailto:allagladcaia@mail.ru)

**Voloshchuk L.F**

doctor habilitat of biological sciences

**Todirash V.A**

doctor habilitat of biological sciences

**Nastas T.N**

doctor habilitat of biological sciences

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Chisinau, Republic of Moldova

For a more complete disclosure of rhubarb root and leaves bioactive substances potential were created and tested extracts based compositions manifesting a concentration-dependent stimulating and inhibiting types of biological activity. It was found that in the climatic conditions of the Republic of Moldova, rhubarb cultivation is characterized by simple farming techniques, does not need a system of protection against pests and diseases, and can provide a sufficient amount of plant raw materials. It has been proven that the effect of rhubarb leaves extract in a concentration of 0.5% on corn seeds and soybeans stably activates their germination, while at a concentration of 10% inhibits the germination of the same seeds.

**Keywords:** *Rheum rhaponticum* extracts; seed germination regulator

---

---

СБОРНИК ТРУДОВ II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«РОЛЬ МЕТАБОЛОМИКИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ БИО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА»

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ВИДОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ РОДА *PHLOMIS* L. ВО ФЛОРЕ НАХЧЫВАНСКОЙ АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

## **Т.Г. Талыбов**

академик, директор Института Биоресурсов Нахчыванского отделения НАН Азербайджана

e-mail: t\_talibov@mail.ru

## **Р.А. Алекперов**

к.б.н., доцент, заведующий лабораторией «Биохимические исследования» Института Биоресурсов Нахчыванского отделения *НАН Азербайджана*.

## **С.Г. Марданлы**

д.м.н., профессор кафедры фармакологии и фармацевтических дисциплин ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет», г. Орехово-Зуево.

## **Е.А. Ситникова**

магистр химии, заместитель директора научно производственного отдела готовых лекарственных средств ЗАО «ЭКОлаб», г. Электрогорск.

В статье изложены экологические особенности, зоны распространения, типы ареалов, способы сбора, химический состав, фармакологические действия, лечебные свойства зопников входящих в состав рода *Phlomis* L., произрастающих на территории Нахчыванской Автономной Республики. В результате географических исследований во флоре Нахчыванской Автономной Республики обнаружено 129 видов Яснотковых, входящих в состав 30 родов семейства.

*Ключевые слова:* заостренные верхушки, линейно-шиловидные листья, серповидные листья, травянистые растения

## ВВЕДЕНИЕ

На карте физико-географического районирования Азербайджана территория Нахчыванской Автономной Республики состоит из 3 (низменная зона, средние и высокогорные пояса) зон [1]. Территория автономной республики (5,5 тыс. км<sup>2</sup>) расположена в юго-западной части Малого Кавказа и делится на 7 административных районов. Климат автономной республики относится к типу резко континентальному с жарким летом и суровой зимой. Общая длина государственной границы составляет 398 км. На юге и западе по реке Араз государственная граница пролегает с Иранской ИР (163 км) и Турцией (11км). На северо-востоке, северо-западе по Зангезурскому и Даралагезскому хребтам автономная республика

---

---

граничит с Республикой Армения. Самая низкая точка автономной республики находится на левом берегу Араз (600 м над уровнем моря) у подножия крутого склона хребта Союгдага. Основная цель наших исследований заключалась в изучении биоморфологической и экологических особенностей 4 видов семейства Яснотковые, определении географических закономерностей распространения этих видов на территории автономной республики, срока и способов сбора, сушки сырья, а также в выявлении полезных свойств [2].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовательская работа выполнена в летные сезоны 2016-2017 годов маршрутно-экспедиционными методами. Собрано свыше 200 гербарных образцов Яснотковых. Материалы обработаны камеральными методами. Использовались бинокулярная лупа МБС-2 и микроскопы МКИ-2 и МКИ-5. Уточнение видовой принадлежности растений проводилось по А.А. Гроссгейму [3], Л.И. Прилипко [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Видовой состав растительности территории закономерно изменяется по высотным поясам. Так как, в соответствии с вертикальной зональностью климатические, почвенные условия и местообитания видов последовательно сменяются. Распространение видов по геоботаническим районам находится в прямой зависимости от сложного характера рельефа, различий экспозиций и крутизны горных склонов. [5].

Биоморфологические особенности *Phlomis L.*

*Phlomis cancellata Bunge* – Зопник решетчатый

Многолетнее растение. Стебли прямые, в верхней части ветвистые, с высотой 15-35 см. Листья продолговатые, на конце притуплено заостренные, по краю крупнозубчатые, самые верхние части цельно-крайние, сверху зеленые, морщинистые, рассеянно звездчато-волосистые, снизу беловатые от густых звездчатых волосков. Мутовки состоит из 6 цветков, составленных на ножках. Чашечка трубчатая с 8 жилками, часто бороздчатая, с 5 выемчатыми на верхушке зубцами и длинным острием в выемке или округлыми и заостренными зубцами. Тычинок 4, расположенных под верхней губой, верхние тычинки обычно при основании с придатками. Верхняя губа внутри по краю коротко и густо волосистая. Нижняя губа с удлинённой широкояйцевидной средней лопастью. Трубка венчика под зевом звездчато-волосистая. Орешки трехгранные, на верхушке голые или с густой бородкой волосков. Многолетние травянистые растения или полукустарники с цельными листьями и колосовидными соцветиями [3;4]. Цветет и плодоносит V-VI месяцах [6].

Распространяется в среднегорном поясе, во влажных местах и по берегам рек. В Азербайджане распространяется на территории Арафса Джульфинского, Келеки, Пезмери Ордубадского, Кулис Шахбузского районов.

*Phlomis orientalis Mill* – Зопник восточный (Кавказский)

Многолетнее растение. Стебли одиночные или по несколько, голые или рассеянно опушенные, с высотой 20-60 см. Листья розеток и нижние стеблевые листья удлинённо продолговатые, тупые, мелко городчатые, при основании слегка сердцевидные, с обеих сторон густобело-шерстистые от крупных звездчатых волосков. На более длинных таких же белошерстистых черешках, среднее на коротких черешках, сверху от рассеянных ланцетных, серовато-зеленоватых ветвистых волосков. Цветки в 6-цветковых прерывистых ложных му-



товках, собранных в длинное колосовидное соцветие. Прицветники нитевидные, опушенные ветвистыми волосками, короче, реже равные чашечке. Чашечка трубчатая, с длиной 10-20 мм, с 5 короткими ланцетными зубцами, густо, желто- или беловато-войлочная. Верхняя губа немного короче нижней, серповидно изогнутая, с боков сжатая, по краю и внутри без густых волосков. Нижняя губа с крупной средней широко-обратносердцевидной лопастью. Внутренняя лопасть полукруглая, а нижняя треугольная. Орешки черно-бурые, гравистые, на верхушке с белой густой бородкой из длинных волосков. Цветет VI (VIII), плодоносит VIII-IX месяцах [7,8].

Распространяется на сухих скалистых и каменистых склонах, в фриганоидных группировках, до верхнего горного пояса (до 2000 м). В Азербайджане распространяется на территории Кура-Араз, низменность Мугарь, Нахчыван горный и Диабар.

#### *Phlomis pungens Willd* – Зопник колючий

Многолетнее, прижато звездчато-волосистое растение, высотой 30-55 см. Стебли больше или меньше густо опушенные звездчатыми и многочленистыми простыми волосками. Листья черешковые, нижние продолговато-ланцетные, городчатые, стеблевые узколанцетные. Цветок состоит из 4-6-цветковых прерывистых мутовок, собранных по 2-5 в колосовидных соцветиях. Прицветники свободные, волосистые, линейно-шиловидные, острые, длиннее или почти равные чашечке. Чашечка трубчатая, с длинно отклоненными зубцами. Венчик с длиной 15-20 мм, лиловый или розовый, снаружи опушенный. Верхняя губа шлемовидная, цельно крайняя, нижняя губа широко трехлопастная, с широкой средней лопастью и боковыми короткими зубцами. Цветет VI-VIII, плодоносит VII-IX [3,4] месяцах.

Распространяется на сухих каменистых и глинистых склонах, на скалах, осыпях, среди ксерофильных кустарников, по сухим руслам рек. В Азербайджане распространяется на территории с. Кечили, Кулис Шахбузского, Милах, Газанчи Джульфинского, Пезмери, Келеки, Ордубадского, Хок Кенгерлинского, Нагаджир, Бабекского районов.

#### *Phlomis salicifoliya Regel* – Зопник волистый

Многолетнее растение с длинными шнуровидными корнями, снабженными клубневидными утолщениями. Стебель голый, часто, особенно в соцветии, фиолетово-пурпурный, простой или ветвистый, длиной 60-145 см. Верхние стеблевые листья яйцевидно-ланцетные или узко продолговато-ланцетные, при основании неглубоко сердцевидные. Все листья сверху зеленые, почти голые, снизу серые, больше или меньше волосистые. Чашечка, обычно, голая с 5 зубцами с шиловидно-остроконечными. Венчик в 2 раза длиннее чашечки, розовый или лиловый, снаружи густо волосистый. Верхняя губа шлемовидная, на верхушке зубчатая, по внутреннему краю густо и шелковисто волосистая, нижняя губа со средней яйцевидной и слегка выемчатой и яйцевидной лопастью. Орешки удлинённые, на верхушке коротко волосистые. Цветет V-VI (VII), плодоносит VI-VII (VIII) месяцах [9;6].

Распространяется в нижнем и среднем горных поясах. На сухих глинистых и каменистых склонах, среди ксерофильных кустарников, в зарослях держидерева, в садах, изредка с краю посевов. Распространяется почти по всему Азербайджану: с. Кечили Шахбузского, Милах Джульфинского, Пезмери, Дырныс Ордубадского, Кывраг Кенгерлинского, Нагаджир, Диза Бабекского районов.

#### Применение

*Phlomis cancellata* Vunge является хорошим пряно-вкусовым растением. Корневые клубни едят жареными, печеными или варёными. В прежние времена их заготавливали использовали для изготовления кондитерских изделий и соусов, молочной каши. Ценный медонос,



---

---

даёт много нектара. Растение использовали в народной медицине при пневмонии, бронхите, желтухе, геморрое, как вяжущее, ранозаживляющее и тонизирующее средство.

Установлено, что настой надземной части *Phlomis pungens* Willd повышает свертываемость крови, оказывает гипотензивное действие. Хороший медонос, дает много нектара.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекперов Р.А., **Лечебные свойства видов, входящих в состав рода *Ziziphora* L. семейства Яснотковые (*Lamiaceae* Lindl.), распространенных во флоре Нахичеванской Автономной Республики** // Известия Нахчыванского Отделения НАН Азербайджана, серия естественных и технических наук, 2013, №4: 132-138.
2. Ибадуллаева С.Д., Алекперов Р.А., Гасымов Г.З., *Thymushyemalis* L. (*Lamiaceae* Lindl.) - Новый вид для флоры Азербайджана. // Ботанический журнал, 2014, т. 99, №7: 825-827.
3. Гроссгейм А.А. Краткий очерк растительного покрова Азербайджана /М.:Аз. ФАН СССР, 1938, т. VI, с. 268- 56 .
4. Прилипко Л.И. Растительные отношения в Нахичеванской АССР /М.:Аз ФАН СССР, 1939, т. VII, с. 198-34-48.
5. Талыбов Т.Г., Ибрагимов А.Ш., Исмаилов А.Г., Алекперов Р.А. Официальные лекарственные растения во флоре Нахчыванской Автономной Республики. Таксономический спектр растений. // **Известия Нахчыванского Отделения НАН Азербайджана**, 2012, т. 8. №2: 49-59.
6. Касумов Ф.Ю., Абдуллаев М.И., Исмаилов Н.М., Кязимов И.М. Изучение антивирусного и антибактериального действия некоторых эфирномасличных растений флоры Азербайджана. Симферополь: Всесоюзная симпозиум, 1990, 176-177с.
7. Ковалева Н.Г. Лечение растениями/М.: Медицина, 1978, с. 356-298.
8. Карягин И.И. Флора Азербайджана /М.:Аз. ФАН СССР 1957, т. VII, 580-36.
9. Алекперов Р.А. Лечебные свойства видов мяты входящих в состав рода *Mentha* L. семейства *Lamiaceae* Lindl., распространенных во флоре Нахчыванской Автономной Республики, Современное общество, образование и наука. Материалы Международной научно-практической конференции, 31 июля 2013 г, Часть 1, Тамбов, 2013 г. с. 12-17

---

---

# ECOLOGICAL FEATURES, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION AND USEFUL PROPERTIES OF SPECIES THAT ARE PART OF THE GENUS *PHLOMIS* L. IN THE FLORA OF THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS REPUBLIC

**T.H. Talibov**

Akademik Director Institute of Bioresources of ANAS Nakhchivan Department  
e-mail: t\_talibov@mail.ru

**R.A. Alakbarov**

Ph.D., Institute of Bioresources of ANAS Nakhchivan Department

**E.A. Sitnikova**

CJSC «Ekolab», Elektrogorsk city

**S. G. Mardanly**

State University of Humanities and Technology, Orekhovo-Zuevo city

The article describes the environmental features, distribution zones, types of areas, methods of collection, chemical composition, pharmacological actions, therapeutic properties of zopnik belonging to the *Phlomis* L. genus, growing on the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. As a result of geographic research in the flora of the Nakhchivan Autonomous Republic, 129 species of Laminae were found, which are part of 30 genera of the family.

*Keywords: pointed apex, linear-subulate leaves, sickle-shaped leaves, herbaceous plants*



## ДИЗАЙНО-ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДЕКОРАТИВНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА

**О.М. Борисенко,**

к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории генетики отдела подсолнечника ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (Краснодар), oks-bor@yandex.ru

**Т.М. Перетягина**

к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории генетики отдела подсолнечника ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

**Я.Н. Демури**

д.б.н., профессор, главный научный сотрудник, зав. отделом подсолнечника ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

В работе представлена краткая история использования подсолнечника в разные временные периоды. Указаны основные направления селекции декоративного подсолнечника. Приведены результаты создания сортов и гибридов орнаментального подсолнечника в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

*Ключевые слова: декоративный подсолнечник, селекция, сорт*

Подсолнечник (*Helianthus*) – род растений, относящихся к семейству астровые (*Asteraceae*), и насчитывающий около 71 вида [1, 2]. К данному роду относятся как многолетние, так и однолетние формы. Родиной солнечного цветка является Северная Америка, там же происходила и первая domestикация подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.). Многие столетия индейцы активно использовали растение и его плоды в повседневной жизни: семена измельчали и добавляли в блюда, делали шарики-полуфабрикаты, удобные для хранения в длительных походах. Листья, стебли и корни применялись в медицинских целях. Цветки (особенно бутоны или едва распустившиеся) использовали для украшений, в качестве подношений и в ритуальных обрядах. Из подсолнечника получали пурпурную и черную краски для окрашивания корзин [3].

В Европу подсолнечник попал благодаря конкистадорам, которые в XVI веке завезли его семена в Испанию из Новой Мексики. В 1510 году семена были высеяны в мадридском ботаническом саду [4]. Изначально подсолнечник возделывался в садах и на клумбах как декоративное растение. Яркие и крупные соцветия всегда привлекали внимание и простых горожан, и художников, и монарших особ. В качестве примера достаточно вспомнить голландских живописцев: Антониса Ван Дейка и Винсента Ван Гога (рис. 1-2). Работали они в разных художественных техниках, но во всех случаях мастера передавали не только красоту и разнообразие форм, но и эмоции, вызываемые созерцанием цветка [5, 6].





Рисунок 1 – Антонис Ван Дейк Автопортрет с подсолнечником, 1641 г.



Рисунок 2 – Винсент Ван Гог. Подсолнухи, 1889 г.  
Подсолнечник также был запечатлен на полотнах Поля Гогена, Клода Моне,



---

---

Гюстава Кайботта, Анри Матисса, Гюстава Климта, Федота Сычкова, Николая Фешина [7-9].

На территорию России подсолнечник попал благодаря Петру I, посещавшему Голландию. Царь был удивлен заморским цветком и распорядился послать семена на родину. Подсолнечник удачно акклиматизировался на Руси и долгое время использовался как декоративное растение. Позднее, после удачных опытов крестьянина Д. Бокарева из Воронежской губернии, связанных с получением масла из семян, начался новый этап в истории солнечного цветка [4]. Стихийная на первых порах, народная селекция переросла в начале XX века в научно-обоснованную. Случилось это событие благодаря деятельности В.С. Пустовойта в стенах Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур города Краснодара. Активная работа ученого и помощь соратников позволили в конечном итоге увеличить содержание масла в семенах практически в 2 раза, что способствовало стремительному росту посевных площадей под подсолнечником и превращением его в главную масличную культуру СССР. После подсолнечник не только вернулся на историческую родину, но и широко распространился по земному шару в качестве источника растительного масла. В современном мире селекция масличного подсолнечника успешно ведется во многих странах и базируется на работе с *H. annuus* [10]. Создание декоративных форм у подсолнечника происходит в значительно меньшем объеме, основные селекционные центры располагаются в Германии, Голландии, США, Украине и России [11].

На территории Российской Федерации в настоящее время интерес к подсолнечнику, как декоративной культуре, растет со стороны профессиональных флористов и ландшафтных дизайнеров, а также обычных садоводов-любителей.

В целом селекционную работу с декоративным подсолнечником можно подразделить на три больших направления, к каждому из которых предъявляются свои требования [2, 12].

1. для срезки (флористическое направление). Растения должны обладать длинными прочными цветоносами, интересными морфологическими характеристиками соцветия и окраски язычковых цветков, отсутствием пыльцы.

2. горшечное направление. Преимущественно карликовые формы до 50 см. высотой с компактным габитусом и длительным периодом декоративности.

3. ландшафтное направление. Включает в себя всё возможное многообразие форм, размеров и окрасок культуры, начиная от высоты и опушения стебля, окраски и формы листьев и заканчивая ветвлением всего растения, формой и окраской соцветия. Основная задача селекционеров заключается в гармоничном и умелом сочетании отдельных морфологических признаков в едином генотипе.

Российский реестр сортов декоративного подсолнечника к началу 2019 года насчитывает 14 образцов, допущенных к использованию [13]. В ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК работа по селекции декоративного подсолнечника ведется с 2008 года. Создана и активно пополняется коллекция декоративных линий подсолнечника. В результате работы с коллекцией выделены и переданы в Госсорткомиссию 4 образца: Аурелия, Физалия, **Жемчужный** (для ландшафтного использования) и гибрид Румянец (на срезку).

Сорт Аурелия получен в рамках создания и изучения генетической коллекции ВНИИМК при скрещивании низкорослого образца И5/303 с декоративным сортом «Плюшевый мишка», дальнейшем самоопылении и индивидуальном отборе по признакам морфотипа. Главными декоративными особенностями сорта Аурелия являются: низкорослость, компактный пирамидальный габитус, большое количество соцветий, общее ветвление, расположение центральной корзинки выше боковых соцветий, длительный вегетационный период



[14].



Рисунок 3 – Декоративный подсолнечник, сорт Аурелия

Сорт Физалия также получен в рамках создания и изучения генетической коллекции ВНИИМК при скрещивании низкорослого образца И5/303 с декоративным сортом «Плюшевый мишка», дальнейшем самоопылении и индивидуальном отборе по признакам морфотипа. Главными декоративными особенностями сорта Физалия являются: низкорослость, компактный цилиндрический габитус, большое количество соцветий, апикальное ветвление, расположение центральной корзинки на одном уровне с боковыми соцветиями, длительный вегетационный период [14].

Сорт Жемчужный был получен при скрещивании низкорослого образца ЛД4 с линией ВИР721, дальнейшем самоопылении и индивидуальном отборе по признакам морфотипа. Главными декоративными особенностями сорта Жемчужный являются: светло-желтая окраска язычковых цветков; крупный, пузырчатый, зубчатый по краю лист со светло-зеленой окраской с сизым оттенком; низкорослость; компактный однокорзиночный габитус; длительный вегетационный период [15].



Рисунок 4 – Сорт подсолнечника Жемчужный

Гибрид Румянец получен при скрещивании двух декоративных линий, обладающих набором маркерных морфологических признаков. Главными декоративными особенностями гибрида Румянец являются: длинные и прочные стебли различных порядков, общее ветвление, большое количество соцветий, малиновая окраска язычковых цветков, длительный период цветения [16].



Рисунок 5 – Внешний вид соцветия бокового побега первого порядка, гибрид Румянец

В рамках работы с имеющейся в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК коллекцией морфологических признаков подсолнечника будут продолжены исследования по изучению генетического кон-



---

---

троля некоторых морфологических признаков, их рекомбинации с уже известными генами, что в результате приведет к созданию новых эстетически привлекательных и дизайнерски интересных форм, востребованных у широких слоев потребителей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Helianthus. The Plant List [Электронный ресурс] URL: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Compositae/Helianthus/> (дата обращения 29.03.2019).
2. Гаврилова В.А., Анисимова И.Н. Подсолнечник – СПб, 2003.-209 с.
3. Дида С. Подсолнух как пища и ритуальный предмет в индейских культурах // URL: [https://www.indiansworld.org/Articles/podsolnuh-kak-pishcha-i-ritualnyy-predmet-v-indeyskih-kulturah.html#.XJc\\_Wyu3p0w](https://www.indiansworld.org/Articles/podsolnuh-kak-pishcha-i-ritualnyy-predmet-v-indeyskih-kulturah.html#.XJc_Wyu3p0w) (дата обращения 28.03.2019).
4. Терентьева, Е. Подсолнечники: немного истории // В мире растений, 2002. № 10. С. 28-35.
5. 10 самых известных автопортретов [Электронный ресурс] URL: <https://artrue.ru/articles/10-samyx-izvestnyx-avtoportretov.html> (дата обращения 29.03.2019).
6. Известные картины Ван Гога [Электронный ресурс] URL: <https://artrue.ru/style/postimpressionism/vangogh/izvestnye-kartiny-van-goga.html> (дата обращения 28.03.2019).
7. Государственный Эрмитаж. Образовательная музейная программа [Электронный ресурс] URL: <http://edu.hermitage.ru/catalogs> (дата обращения 01.03.2019).
8. Куляева Е. Ю. Художники российской провинции: И.С. Горюшкин-Сорокопудов и Ф.В. Сычков // Регионология. 2009. № 4. С. 261-269
9. Тулузакова Г. П. Николай Фешин. Натурный рисунок. - Казань: Информа, 2009. - 162 с.
10. Форпост масличной отрасли России: летопись к 100-летию Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта (1912-2012 гг.), 2012, 524 с.
11. Левински М., Першин А. Цветок по имени солнце // Цветы, 2003, 7, С. 38-45.
12. Першина И.М. Генетическая база селекции декоративного подсолнечника: дис. канд. ... с.-х. наук. Запорожье, 2000. 138 с.
13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1 «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 504 с.
14. Перетягина Т.М., Демури Я.Н., Борисенко О.М., Толмачева Н.Н., Левуцкая А.Н. Сорта декоративного подсолнечника Аурелия и Физалия селекции ВНИИМК // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. Вып. 4 (168). С. 121-123.
15. Перетягина Т.М., Борисенко О.М., Демури Я.Н. Сорт декоративного подсолнечника Жемчужный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского

---

---

научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 1 (173). С. 114-115.

16. Борисенко О.М., Перетягина Т.М., Демурин Я.Н. Гибрид декоративного подсолнечника Румянец // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. Вып. 1 (173). С. 119-120.

## **DESIGN AND AESTHETIC CHARACTERISTICS OF ORNAMENTAL SUNFLOWER**

**Borisenko O.M., Peretyagina T.M., Demurin Ya.N.**

The paper presents a brief history of the use of sunflower in different time periods. Main directions of breeding of ornamental sunflower are indicating. The results of the creation of varieties and hybrids of ornamental sunflower are shown in VNIIMK.

Key word: ornamental sunflower, selection, variety



# ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ, В КОЛЛЕКЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

**Н.В. Шпилевая**

м.н.с. отдела природной флоры и заповедного дела ГУ «Донецкий ботанический сад»  
e-mail: [shnv73@ukr.net](mailto:shnv73@ukr.net)

Ключевые слова: лекарственные растения, фитотерапия, интродукция, педиатрия.

Фитотерапия, как составная часть традиционной медицины, в педиатрической практике является популярным методом лечения как у населения, так и достаточно широко рекомендуется педиатрами, поскольку при многих заболеваниях у детей данный вид терапии имеет ряд преимуществ перед другими методами лечения [10]. При использовании лекарственных средств на основе растительного сырья в лечении заболеваний детского возраста предпочтительно использовать официальные лекарственные виды растений, чья эффективность клинически доказана и сырьё которых разрешено для производства лекарственных средств.

Ботанические сады, как научные центры интродукционных исследований, играют важную роль в изучении, интродукции и акклиматизации лекарственных растений. В ГУ «Донецкий ботанический сад» (ДБС) проводится интродукционное испытание и изучение некоторых лекарственных растений, коллекция которых представлена 174 видами и 177 образцами, относящимися к 140 родам и 55 семействам. Практически все виды применяются в народной медицине; фармакопейными являются 38 видов, 20 – используются в гомеопатии [2, 9].

ГУ «Донецкий ботанический сад», расположен в границах степной зоны центральной части Донецкой возвышенности, в условиях умеренно континентального климата с выраженными засушливо-суховейными явлениями, ранними осенними и поздними весенними заморозками, низкими температурами или оттепелями в зимний период при отсутствии снежного покрова, высокими температурами воздуха в сочетании дефицитом влаги и суховеями в весенне-летний период. Почва на участке лекарственных растений – обыкновенный чернозём на лесовидном суглинке [1], **полив растений производится только в период укоренения после посадки.**

Коллекция лекарственных растений ДБС имеет полифункциональное значение. С целью популяризации знаний о растениях природной флоры Донбасса среди населения в экспозиции «Лекарственные растения» нами выделены несколько групп растений, использующихся при лечении наиболее распространенных неинфекционных заболеваний человека, среди которых и заболевания детского возраста [11].

Цель данной работы – на основе результатов интродукционного испытания оценить целесообразность выращивания в Донбассе лекарственных растений, применение которых возможно в педиатрии. При выполнении данной работы использовались общепринятые





---

---

методики [6, 7, 8].

Круг показаний к применению фитотерапии в педиатрической практике достаточно широк: лечение и профилактика заболеваний органов дыхания и пищеварения, мочевыводящих путей, заболеваний кожи и др. Также в педиатрии в целях профилактики и поддерживающей терапии используют иммуномодулирующие и витаминоносные растения.

При лечении заболеваний органов дыхания у детей используют растения и лекарственные средства на их основе, фармакологическое действие которых определяется содержанием эфирных масел, полисахаридов, алкалоидов, флавоноидов, сапонинов [5]. Так, в коллекции лекарственных растений ГУ «ДБС» произрастают следующие виды, используемые при лечении заболеваний ЛОР-органов у детей: *Glycyrrhiza glabra* L., *Althaea officinalis* L., *Thymus vulgaris* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Foeniculum vulgare* Mill., *Anisum vulgare* Gaerth. Это растения, обладающие выраженным муколитическим и отхаркивающим действием. Важно отметить, что перечисленные виды наряду с отхаркивающим действием, обладают противовоспалительными, бронхолитическими, противовирусными свойствами. Тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris*) и тимьян Маршалла (*Th. marschallianus*) имеют сходное фармакологическое действие и выраженный терапевтический эффект [3]. Выращиваются в коллекциях и экспозициях ГУ «ДБС» с 1971 и 1976 г. г. соответственно [4], оба вида ежегодно цветут и плодоносят, успешно размножаются вегетативно и самосевом, зимо- и засухоустойчивы. Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*) проходит интродукционное испытание в ГУ «ДБС» с 1970 г., вид зимо- и засухоустойчив, ежегодно цветет и продуцирует полноценные семена, образует устойчивые культурные популяции на территории ботанического сада, вид перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного сырья. Алтей лекарственный (*Althaea officinalis*) в коллекции ботанического сада с 1972 г., вид зимо- и засухоустойчив, цветет и образует семена ежегодно, однако самосев не наблюдается. В природных условиях на территории Донбасса вид произрастает во влажных экотопах – на лугах, по берегам рек, тальвегам балок, в ДБС произрастает на неполивном участке, поэтому растения имеют угнетенный вид, однако при условии оптимального для вида увлажнения почвы перспективен для выращивания в культуре. Мягким отхаркивающим эффектом и муколитическим действием, что очень важно при лечении кашля у детей, как одного из симптомов заболевания органов дыхания, обладают полисахариды, содержащиеся в таких растениях, как алтей лекарственный, подорожник большой (*Plantago major* L.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.). Подорожник большой помимо коллекции лекарственных растений встречается на территории ДБС повсеместно. Мать-и-мачеха в природных условиях произрастает во влажных экотопах, поэтому на неполивном участке лекарственных растений имеет угнетенный вид, хотя цветет ежегодно. На территории ДБС произрастает природная популяция этого вида.

При заболеваниях органов дыхания у детей особенно эффективным методом лечения является применение ингаляций с настоями эфирномасличных растений, поскольку эфирные масла обладают бактерицидным действием на инфекционных возбудителей и хорошо возгоняются паром. В качестве лекарственного растительного сырья при данном способе лечения используют семена аниса обыкновенного (*Anisum vulgare* Gaerth.) и фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare* L.), листья шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), траву душицы пушистой (*Origanum puberulum* (G.Beck) Klokov). Все перечисленные виды лекарственных растений являются также эфирномасличными, поэтому выращиваются в ГУ «Донецкий ботанический сад» как в коллекции лекарственных, так и на экспозициях пищевых и пряно-вкусовых растений отдела культурной флоры. Условия региона позволяют культивировать анис и фенхель посевом семян в открытый грунт весной.

---

---

Оба вида цветут ежегодно, продуцируют полноценные семена и дают самосев. Шалфей обыкновенный выращивается в ДБС с 1983 г., зимо- и засухоустойчив, цветет ежегодно, продуцирует полноценные семена. Душица пушистая интродуцирована в ДБС в 1977 г., вид зимо- и засухоустойчив. Выращивается в коллекциях и экспозициях отдела цветоводства, культурной флоры, природной флоры и заповедного дела, произрастает на большей части территории Донбасса, но нечасто. В симптоматической терапии при заболеваниях органов дыхания популярностью пользуются цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), обладающие жаропонижающими и потогонными свойствами. В ДБС вид интродуцирован в 1966 г. и значительно представлен в коллекциях и экспозициях.

Применение фитотерапии в педиатрии при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта является важным этапом, способствующим быстрому выздоровлению и снижению числа осложнений. Преимуществом использования лекарственных средств на растительной основе в терапии заболеваний желудочно-кишечного тракта является комплексный спектр действия биологически активных веществ. Обволакивающим, смягчительным, вяжущим, противовоспалительным и восстановительным действием обладают фитопрепараты на основе ромашки аптечной (*Chamomilla recutita* Rauschert), алтея лекарственного, мать-и-мачехи, девясила высокого (*Inula helenium* L.), зверобоя пронзеннолистного (*Hypericum perforatum* L.), календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.). Ромашка аптечная является адвентивным видом для флоры Донбасса, культивируется как декоративное и лекарственное растение, в ДБС впервые интродуцирован в 1979 г., ежегодно цветет, успешно размножается самосевом. Девясил высокий выращивается в ДБС с 1977 г., вид природной флоры Донбасса, в условиях интродукции хорошо адаптировался, ежегодно цветет и плодоносит, распространен по территории ДБС как сорный. Зверобой пронзеннолистный широко распространен на территории Донбасса, в ДБС выращивается с 1978 г. Несмотря на то, что вид в природе произрастает в степи, на участке при отсутствии полива растения имеют ослабленный вид, цветение слабое и не обильное, без образования семян. Календула лекарственная является популярным и широко используемым лекарственным растением как в официальной, так и народной медицине. В педиатрии *C. officinalis* используется в различных областях благодаря широкому спектру действия. Для природной флоры Донбасса является адвентивным видом, широко распространён в регионе как лекарственная и декоративная культура. В состав коллекции лекарственных растений ДБС входит с 1976 г., ежегодно цветет, образует полноценные семена, размножается самосевом, засухо- и морозоустойчив.

Среди видов растений, обладающих регенеративным действием, следует выделить солодку голую, девясил высокий, окопник лекарственный (*Symphytum officinale* L.) календулу лекарственную, шалфей лекарственный. Окопник лекарственный выращивается в ДБС с 1980 г., засухо- и зимоустойчив. Однако при отсутствии полива растения имеют угнетенный вид, цветение слабое и неравномерное, семена не образуются.

В педиатрической гепатологии, при заболеваниях печени, а также в качестве поддерживающей терапии и для профилактики используют витаминоносные растения. Среди таких следует назвать виды рода шиповник (*Rosa* L.), земляника (*Fragaria* L.), калину обыкновенную (*Viburnum opulus* L.), ежевику сизую (*Rubus caesius* L.), которые выращиваются на участке лекарственных растений и представлены в экспозициях отдела природной флоры и заповедного дела ДБС. Все виды засухо- и морозоустойчивы, ежегодно цветут и плодоносят.

Традиционными и популярными как в официальной, так и народной медицине растениями, которые применяют в педиатрии при лечении и профилактики кожных заболеваний, явля-

---

---

ются виды, обладающие антисептическими, противобактериальными, регенерирующими и противовоспалительными свойствами. Среди них наиболее популярны календула лекарственная, ромашка аптечная, череда трехраздельная (*Bidens tripartita* L.). Последний вид встречается по всей территории Донбасса, приурочен к влажным местообитаниям, местам с близким залеганием грунтовых вод, в ДБС произрастает природная популяция.

Большое значение фитотерапии в педиатрии заболеваний мочеполовой системы заключается в широком спектре терапевтического действия фитопрепаратов. Помимо лекарственных растений, обладающих антибактериальными, противовирусными, дезинфицирующими, противовоспалительными и восстанавливающими свойствами, большое значение при лечении заболеваний мочеполовой системы у детей имеют растения, применение которых оказывает мочегонное, литолитическое и нефропротекторное действие. Среди таких видов следует назвать спорыш птичий (*Polygonum aviculare* L.), мяту перечную (*Mentha piperita* L.), зверобой пронзеннолистный, крапиву двудомную (*Urtica dioica* L.), Melissa лекарственную (*Melissa officinalis* L.), виды рода шиповник, марену красильную (*Rubia tinctorium* L.). Спорыш птичий и крапива двудомная – широко распространенные по всей территории Донбасса виды. На территории ДБС *P. aviculare* встречается как сорное, *U. dioica* интродуцирован с 1972 г., также имеется природная популяция. Мята перечная и Melissa лекарственная выращиваются в коллекции лекарственных растений и на участке пищевых и пряно-вкусовых растений отдела культурной флоры ДБС. Оба вида широко распространены в культуре как лекарственные и эфирномасличные растения. В условиях интродукции ДБС являются зимо- и засухоустойчивыми, цветут ежегодно, семена не образуют, при хорошем увлажнении наиболее урожайны декоративны, в дождливые годы после сбора растительного наступает вторичное цветение. Марена красильная в коллекции лекарственных растений ДБС с 1976 г., зимо- и засухоустойчива, ежегодно цветет и плодоносит.

Таким образом, все перечисленные виды лекарственных растений устойчивы в условиях культуры, большинство проходят полный цикл развития, при соблюдении определенных приемов агротехники практически все могут быть рекомендованы для выращивания в Донбассе с целью получения растительного сырья для лекарственных препаратов. Большинство из них имеют широкий спектр действия, позволяющий использовать их фитосырье в различных областях педиатрии. Возрастающая популярность фитотерапии в педиатрической практике свидетельствует о необходимости поиска новых лекарственных растений среди дикорастущих и расширении ассортимента культивируемых видов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глухов А.З., Горлачева З.С., Кустова О.К. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения (интродукция, адаптивная стратегия, оценка перспективности выращивания) / Донецк, 2013; 238 с.
2. Государственная Фармакопея Российской Федерации / XIV изд-е, Т. – 4, Москва, 2018; 1844 с.
3. Губергриц А.Я., Соломченко Н.И. Лекарственные растения Донбасса/ Донецк, «Донбасс», 1990; 275 с.
4. Каталог растений Донецкого ботанического сада: Справочное пособие / К.: Наук. думка, 1988; 528 с.

- 
- 
5. Колупаева Е.А. Войтова Е.В. Фитотерапия у детей с заболеваниями органов дыхания и желудочно-кишечного тракта (учебно-методическое пособие для врачей-слушателей) / Минск, 2002; 29 с.
  6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / М.: ГБС АН СССР, 1975; 27 с.
  7. Методические указания по семеноведению интродуцентов / М.: Наука, 1980; 64 с.
  8. Пашенко И.В., Глухов А.З., Джулай В.И., Кохан Т.П., Шевчук О.М., Купенко Н.П. **Рекомендации по выращиванию сортов кормовых и лекарственных растений селекции Донецкого ботанического сада НАН Украины** / Донецк, 2009; 23 с.
  9. Сборник фармакопейных статей по гомеопатии / Под ред. Хабриева Р.У., М., 2005; 80 с.
  10. Файзуллина Р.А., Самороднова Е.А., Шошина Н.К. Возможности фитотерапии в педиатрической практике // Практическая медицина. – 2009; 7 (39): С. 84 - 88.
  11. Шпилевая Н.В. Лекарственные растения, в коллекции Донецкого ботанического сада, применяемые при лечении самых распространенных неинфекционных заболеваний человека // Международная научная конференция «Современное состояние и перспективы сохранения биоразнообразия растительного мира». - Бишкек, Кыргызская Республика, 2017; стр. 196 - 200.

UDC: 615.03:633.8(477.62)

## **MEDICINAL PLANTS USED IN THE PEDIATRY FROM THE COLLECTION OF THE PUBLIC INSTITUTION «DONETSK BOTANICAL GARDEN»**

**Shpilevaya N.V.**

Junior researcher of the Natural Flora and Reserves Department of the PI «Donetsk Botanical Garden».

E-mail: [shnv73@ukr.net](mailto:shnv73@ukr.net)

The paper gives characteristics for medicinal plants, used for disease treatment in child care, grown in the collection of medicinal plants of the PI «Donetsk Botanical Garden». Their possible applications in pediatric practice, effects and prospects for their cultivation are shown.

Key words: medicinal plants, phytotherapy, introduction, pediatry.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИТОНЦИДНЫХ СВОЙСТВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

**Н.П. Широкова**

к.б.н., ассистент кафедры биохимии ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России (Омск)  
e-mail: [natalivita@mail.ru](mailto:natalivita@mail.ru)

Рассмотрен аспект жизнедеятельности растений, связанный с выделениями ими летучих биологически активных веществ в воздушную среду. Приводятся данные экспериментальных исследований об использовании комнатных растений для оздоровления помещений.

Ключевые слова: комнатные растения, фитонциды, интерьер помещений, микробное число

В современных условиях постоянного роста городов и промышленных центров, когда человек в течение многих часов находится в окружении компьютерной техники, предметов из стекла, железобетона и синтетических материалов, роль живых растений в интерьере особенно важна. Растения создают иллюзию контактов с природой; своей красотой, приятным запахом и спокойной зеленой окраской они благотворно влияют на глаза, центральную нервную систему, помогая справиться с плохим настроением или стрессовым состоянием. В последнее время все чаще можно встретить в интерьере офисов и жилых помещений красочные копии декоративных растений из синтетических материалов. Они действительно радуют глаз, не требуют внимательного и трепетного ухода, но они ни в коем случае не могут заменить живые комнатные декоративные растения. Только живые декоративные растения создают уникальный микроклимат помещений. Доказано, что растения поглощают пыль, различные вредные вещества, выделяемые мебелью, отделочными материалами помещений. Они очищают воздух помещений от углекислого газа, где его почти в 20 раз больше, чем под открытым небом, способствуют увлажнению и ионизации воздуха, но что особенно ценно – подавляют и уничтожают многие вредоносные микроорганизмы благодаря выделению особых летучих веществ – фитонцидов [1].

Воздушная среда содержит условно-патогенные микроорганизмы, такие как стафилококк, микроскопические плесневые грибы. Эти микроорганизмы, попадая в благоприятные условия на слизистые оболочки верхних дыхательных путей, могут вызывать острые респираторные или аллергические заболевания. Способность летучих биологически активных веществ растений убивать и подавлять рост и развитие микроорганизмов воздуха обусловлена химическим составом этих веществ. От него зависит во многом специфичность действия определенных видов растений на различные микроорганизмы [2].

В задачи нашего исследования входило изучить влияние летучих фитонцидов ряда растений на количество микроорганизмов в воздухе помещений. Важно было сравнить действие фитонцидов, которые растение выделяет при поранении с действием фитонцидов, которые растение выделяет в воздух в естественных условиях, без поранения. В нашем эксперименте изучались фитонцидные свойства растений: алоэ древовидного, каланхоэ Де-



---

---

гремона, базилика зеленого, апельсина сладкого, лимона и грейпфрута.

В ходе эксперимента для учета численности микроорганизмов (КОЕ) воздуха в помещениях использовался метод Коха - осаждение клеток микроорганизмов на плотных питательных средах. В стерильные чашки Петри в стерильных условиях разливали питательную среду - мясопептонный агар (МПА), который застывал в течение 15-20 минут. Во время эксперимента чашки Петри открывали в исследуемом помещении на 5 минут. При этом микроорганизмы и споры, содержащиеся в воздухе данного помещения, оседали на открытую поверхность МПА. Клетки микроорганизмов, попав в питательную среду, начинают размножаться и образуют видимые невооруженным глазом колонии. Каждая колония в чашке вырастает на питательной среде из одной колониеобразующей единицы (КОЭ). Через 6 дней после посева в чашках Петри подсчитывали количество выросших колоний микроорганизмов и определяли микробное число [3]. Микробное число – это количество микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха. Опыты проводились в двух разных модификациях, в трехкратной повторности.

В одном из опытов изучали влияние на микроорганизмы воздуха фитонцидов, которые выделяли из растения путем повреждения его тканей. В этом случае, строго соблюдая стерильные условия, в фарфоровой ступке растирали 5 граммов листьев исследуемых растений. После растирания кашицу листьев быстро переносили в крышку чашки Петри и равномерно распределяли по ее внутренней поверхности. Затем над крышкой с данной листовой массой помещали перевернутую чашку Петри с МПА, на который произвели посев микроорганизмов из воздуха. В закрытом и перевернутом виде чашки выдерживали 40 минут. После чего чашки Петри закрывали чистой стерильной крышкой и помещали в термостат на 6 дней при температуре 28 - 30°C. В термостате чашки находились крышками вниз, чтобы конденсирующаяся влага не смочила посев.

В другом опыте изучали влияние на количество организмов воздуха фитонцидов, выделяемых растениями без поранения. Также как и в первом опыте проводили посев микроорганизмов из воздуха в чашки Петри. Затем раскрытые чашки Петри и исследуемое растение помещали под стеклянный колпак. Контрольные закрытые чашки Петри помещали рядом с колпаком. В таком виде чашки Петри находились на свету в течение 3 дней, а затем переносились на 3 дня в термостат. В данном эксперименте учитывалась площадь листьев исследуемого растения. Для чего подсчитывали количество листьев у растения, находили среднюю площадь листа, и умножали её на количество листьев. Среднюю площадь листьев исследуемых растений из-за их различного анатомического строения определяли разными способами. Площадь листьев алоэ древовидного определяли по формуле [4]:

$$S = 2/3k * x, \text{ где}$$

S – площадь листьев, см

k – длина листа, см

x – ширина листа, см

Площадь листьев каланхоэ Дегремона, базилика обыкновенного определяли весовым методом. Для определения поверхности листьев на торсионных весах взвешивали квадрат определенной площади из миллиметровой бумаги. Затем накладывали на этот квадрат лист исследуемого растения и обводили его карандашом, бумажную фигурку вырезали и взвешивали. Площадь вычисляли по пропорции [5]:

$$a/b = c/s, \text{ где}$$

a – масса квадрата,

---

---

b – масса бумажной фигуры,

c – площадь квадрата,

s – площадь листа.

В качестве объектов исследования были взяты: алоэ древовидное, каланхоэ Дегремона, базилик зеленый, апельсин сладкий, лимон и грейпфрут.

Алоэ древовидное (*Aloe arborescens* Mill). Многолетнее растение – суккулент семейства лилейные (*Liliaceae*). Корневая система мочковатая, сильно разветвленная, расположенная в основном в поверхностном слое почвы. Стебли прямостоячие, мало ветвящиеся. Листья очередные, мечевидные, заостренные на конце, до 60 см длиной, сизовато-зеленые, суккулентные, с острыми загнутыми зубцами по краю [1]. Листья содержат антрагликозиды, смолистые вещества (до 20%) и следы эфирных масел.

Каланхоэ Дегремона (*Kalanche daigremontianum*, *Bryophyllum daigremontianum*), брифиллум – многолетнее суккулентное, травянистое вечнозеленое растение семейства толстяковых (*Crassulaceae*), высотой до 50-150 см. Корень короткий сильно разветвленный. Стебель прямой мощный, одревесневающий у основания. Листья супротивные, черешковые, сочные, светло-зеленые, эллиптические или яйцевидные [6].

Базилик зеленый (*Basilicum osimum*) – однолетнее растение семейства губоцветные (*Zabiatae*). Стебли ветвистые, высотой до 30-60 см. Листья цельнокрайние или зубчатые, продолговато-яйцевидные. Цветки белые или бледно-розовые собраны по 6-10 в пазухах листьев на концах стеблей. В надземной части содержится эфирное масло (0.03-1,00%), придающее всему растению аромат. В семенах содержится 11-19% жирного масла [7]. Как пряность, базилик широко используется в европейской, особенно во французской и греческой, а также в кавказской кухнях. Зелень имеет приятный запах и придает пище густой вкус перца. Свежие листья обладают тонизирующим действием, в частности, возбуждают нервную систему и улучшают настроение [8].

Апельсин сладкий (*Citrus sinensis* (L)) – многолетнее вечнозеленое растение семейства рутовые (*Rutaceae*). Листья темно-зеленые, эллиптические, заостренные, с крылатыми черешками. Цветки у **апельсина** белые, сильно душистые. Плоды шаровидные, десертного вкуса с плотной оранжевой кожурой и ароматной, сочной кисло-сладкой мякотью. В плодах апельсина содержатся лимонная кислота, витамины, пектиновые и азотистые вещества, фитонциды, минеральные вещества (калий, кальций, фосфор). Эфирные масла помогают справиться с депрессией, восстановить силы, улучшить настроение.

Лимон (*Citrus limon* (L)) – многолетнее вечнозеленое растение семейства рутовые (*Rutaceae*). Листья крупные, яйцевидно-овальные. Цветки среднего размера, одиночные или в небольших соцветиях. Наиболее типичная форма плодов овальная. Специфический лимонный аромат обусловлен наличием эфирных масел.

Грейпфрут (*Citrus paradisi* Macf.) – многолетнее вечнозеленое растение семейства рутовые (*Rutaceae*). Листья темно-зеленые, длинные и тонкие. Цветки белые. Плод около 10—15 см в диаметре с кисловатой мякотью, разделенной на дольки [9].

В ходе наших исследований были получены интересные данные. При проведении первого опыта, где исследовали влияние летучих соединений, выделенных из тканей растений (при поранивании растений), во всех опытных чашках Петри наблюдалось значительное снижение количества колоний микроорганизмов. Было установлено, что фитонциды алоэ древовидного снизили численность микроорганизмов на 78% по сравнению с контролем, фитонциды каланхоэ Дегремона на 70%, а базилика зеленого на 67%. Летучие фитонциды

---

---

листьев апельсина снизили количество колоний микроорганизмов в чашках Петри на 41%. Фитонциды лимона способствовали большему снижению численности микроорганизмов. Они уменьшили их количество в 2 раза. Незначительно выше была фитонцидная активность у листьев грейпфрута. Летучие вещества этого растения способствовали снижению численности микроорганизмов воздуха на 54%. Полученные результаты ещё раз подтвердили тот факт, что сок, каша из тканей исследуемых растений обладает мощным бактерицидным действием.

Однако во много раз интересней было исследовать действие фитонцидов, выделяемых интактными растениями, которые часто используются в интерьерах помещений, а базилик, как и многие зеленые культуры, выращиваются некоторыми хозяйками на подоконниках в помещении кухни.

Интенсивность выделения летучих фитонцидов растением зависит от многих факторов: возраста растения, температурного фактора, влажности воздуха, времени суток. Известно, что минимальное количество летучих фитонцидов наблюдается в утренние часы. Днем количество фитонцидов постепенно увеличивается и достигает максимума в предвечерние часы. В темноте растения практически полностью прекращают их выделять [10].

В связи с этим был проведен другой опыт, в котором исследуемые растения и чашки Петри с посевами из воздуха, помещали под стеклянный колпак и выдерживали под ним в течение трех суток, а затем ставили в термостат. Исследования показали, что интактные растения выделяют меньше летучих фитонцидов, чем поврежденные. Однако этих веществ было достаточно, чтобы значительно снизить число выросших в чашках Петри колоний микроорганизмов. В результате сделанных расчетов было установлено, что под действием летучих фитонцидов алоэ древовидного микробное число снижалось на 59%, а под влиянием фитонцидов базилика зеленого – на 55%.

Таким образом, в исследованиях было обнаружено, что под действием летучих фитонцидов интактных растений алоэ древовидного, базилика зеленого и каланхоэ Дегремона количество микроорганизмов снижалось более чем в 2 раза; показано, что летучие фитонциды, полученные из тканей растений, оказали более мощное воздействие на численность микроорганизмов воздуха, чем фитонциды интактных растений. Однако даже неповрежденные растения в зависимости от условий выращивания значительно подавляют рост бактерий и других микроорганизмов, поглощают многие токсичные вещества в помещениях. Все это позволяет рекомендовать более широко использовать комнатные растения в интерьерах наших домов, квартир, служебных офисов, в помещениях образовательных и оздоровительных учреждений для улучшения микроклимата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капранова Н.Н. Комнатные растения в интерьере / М.: Изд-во МГУ, 1989; 190 с.
2. Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д. Фитонцидные растения в интерьере (оздоровление воздуха с помощью растений) / Новосибирск: Новосибирское книжное издательство – 2000; 112 с.
3. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева; Под ред. В.К. Шильниковой / М.: Дрофа, 2004; 256 с.

- 
- 
4. Летние практические занятия по физиологии растений / М.: Просвещение, 1985; 208 с.
  5. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений / М.: Высшая школа, 1983; 135 с.
  6. Хессайон Д.Г. Все о комнатных растений. перевод. с англ. Романовой О.И. / М.: Кладезь-Букс, 2004; 255 с.
  7. Целебные растения / М.: Знание, 1983; 92 с.
  8. Машанов В.И., Покровский А.А. Пряно-ароматические растения / М.: Агропромиздат, 1991; 287 с.
  9. Мир культурных растений. Справочник. / В.Д. Баранов, Г.В. Устименко / М.: Мысль, 1994; 381с.
  10. Фитонциды, их роль в природе / Избр. Доклады II совещания по проблеме фитонцидов. Киев (4-7 июня 1956) / Л.: Изд-во ЛГУ, 1957; 224 с.

## USE OF FITONTSIDNY PROPERTIES OF PLANTS FOR IMPROVEMENT OF THE MICROCLIMATE OF ROOMS

**N. P. Shirokova**

к.б.н., assistant to department of biochemistry FGBOU to VO OMGM of the Russian Ministry of Health (Omsk)

*e-mail:* [natalivita@mail.ru](mailto:natalivita@mail.ru)

The aspect of activity of plants connected with releases of flying biologically active agents by them on air Wednesday is considered. Data of pilot studies on use of houseplants for improvement of rooms are provided.

*Keywords:* houseplants, phytoncides, interior of rooms, microbic number



# ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ РАСТЕНИЙ С ДУШИСТЫМИ ЦВЕТКАМИ, ЛИСТЬЯМИ, ПЛОДАМИ ВКЛЮЧЕННЫХ В ДЕЛЕКТУС ПАРКА «ДЕНДРАРИЯ» Г. СОЧИ

**И.С. Пастухова**

старший научный сотрудник ФГБУ «Сочинский национальный парк»

e-mail: [pastuhovairyna@yandex.ru](mailto:pastuhovairyna@yandex.ru)

Аннотация: изучение видового разнообразия коллекционных растений с душистыми цветками, листьями, плодами включенных в делектус парка «Дендрария». г. Сочи.

*Ключевые слова:* парк, коллекционные растения, аромат, цветы, листья плоды

Зеленым кладезем южной части России, несомненно, является Сочинский «Дендрарий». В нем насчитывается более полутора тысяч видов, сортов и форм разнообразной экзотической древесной флоры, редчайшие экземпляры которой завезены сюда со всех уголков планеты

Повышение продуктивности, устойчивости и средообразующей роли лесов, в том числе и путём введения экзотов, является главнейшей задачей лесного хозяйства. Но не менее важны экзоты для озеленения городов и сёл, особенно в курортной зоне. Здесь требуется принципиально иной подход, поскольку главнейшую роль играет не накопление массы, а иные полезности: декоративность, разнообразие, устойчивость, фитонцидность, кислородопроодуктивность, отсутствие аллергенов. Всё это вызывает необходимость всестороннего изучения экзотов [Солнцев, 2002].

Цель исследований: изучение видового разнообразия коллекционных растений с душистыми цветками, листьями, плодами включенных в делектус парка «Дендрария». г. Сочи.

При обследовании растений «Дендрария», территория которого разделена на куртины, использовался покуртинный метод. Виды и формы цветущих, плодоносящих растений уточнялись в соответствии с каталогами [Истратова, 1989; Карпун, 2009].

Изучали лиственные листопадные и вечнозеленые деревья, кустарники, пальмы, лианы, травы, произрастающие в парке «Дендрарий» При обследовании парка нами выделено 79 видов с душистыми цветками и листьями в том числе 12 видов обладают обоими свойствами, 31 вид с душистыми плодами.

Из них к наиболее ярко выраженным душистым ароматом цветков отнесены *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus indica* Hook., *Acacia dealbata* Link, *Acacia melanoxylon* R.Br., *Albizia julibrissin* Durazz., *Albizia kalkora* Prain, *Bauhinia faberi* Oliv, *Caesalpinia japonica* Siebold & Zucc., *Catalpa ovata* G.Don, *Catalpa speciosa* Engelm., *Catalpa x erubescens* Carr., *Tilia mandshurica* Rupr. & Maxim., *Tilia tuan* Szyszyl., *Acer buergerianum* Miq., *Acer davidii* Franch.,





---

---

*Acer ginnala* Maxim., *Acer laevigatum* Wall., *Acer palmatum* Thunb., *Acer palmatum* Thunb. cv. *Atropurpureum*, *Acer palmatum* Thunb. cv. *Shichigosan*, *Laurocerasus lusitanica* M.Roem., *Laurocerasus officinalis* M.Roem., *Viburnum tinus* L., *Nerium oleander* L., *Nerium oleander* L. cv. *Eduard Andre*, *Nerium oleander* L. cv. *Italia*, *Mahonia bealei* Carr., *Mahonia x media* Brickell, *Lonicera fragrantissima* Lindl. & Paxt, *Lonicera x amoena* Zab. f. *rosea* Zab. *Lavandula angustifolia* Mill., *Lavandula dentata* L., *Lavandula latifolia* Medik., *Lavandula stoechas* L., *Osmanthus heterohyllus* P.S.Green, *Osmanthus heterohyllus* P.S.Green cv. *Myrtifolius*, *Magnolia grandiflora* L., *Jasminum dispersum* Wall., *Philadelphus caucasicus* Koehne, *Philadelphus x falconeri* G.Nicholson, *Wisteria floribunda* DC., *Wisteria x hybrida* hort., *Wisteria sinensis* Sweet, *Wisteria venusta* Rehd. & Wils., с менее выраженным ароматом цветков *Rosa cymosa* Tratt., *Rosa kokanica* Regel & Juzep., *Rosa multiflora* Thunb., *Spiraea cantoniensis* Lour., *Spiraea japonica* L.fil., *Spiraea x bumalda* Burv, *Spiraea x bumalda* Burv. cv. *Alba*, *Stranvaesia davidiana* Decne, *Stranvaesia nussia* Decne., *Camellia sasanqua* Thunb. cv. *Rosea*, , *Gleditsia sinensis* Desf., *Spartium junceum* L., *Vitex agnus-castus* L., *Vitex cannabifolia* Siebold & Zucc., *Vitex negundo* L., *Pyracantha angustifolia* Schneid., *Pyracantha coccinea* M.Roem., *Pyracantha crenulata* M.Roem. cv. *Flava*, *Pyracantha koidzumii* Rehd., *Hedera helix* L., *Hedera colchica* C.Koch, *Gleditsia caspica* Desf., *Campsis radicans* Seem. var. *praecox* Jager, *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth., *Eucalyptus niphophila* Maiden & Blakely, *Eucalyptus x hybridus* hort., *Myrtus communis* L., *Myrtus communis* L. var. *baetica* L., *Myrtus communis* L. subsp. *tarentina* (L.) Nyman, *Cinnamomum glanduliferum* Meissn.

Наиболее выраженным ароматом листьев обладают растения *Eucalyptus niphophila* Maiden & Blakely, *Eucalyptus x hybridus* hort., *Myrtus communis* L., *Myrtus communis* L. var. *baetica* L., *Myrtus communis* L. subsp. *tarentina* (L.) Nyman, *Lavandula angustifolia* Mill., *Lavandula dentata* L., *Lavandula latifolia* Medik., *Lavandula stoechas* L., *Laurocerasus lusitanica* M.Roem., *Laurocerasus officinalis* M.Roem., *Cinnamomum glanduliferum* Meissn.

Фитонцидность плодов растений изучали с момента завязи до их опадения. Наиболее ярко выражена в фазе полного созревания. Максимальная активность отмечена у плодов *Zanthoxylum planispinum* Siebold & Zucc., *Zanthoxylum simulans* Hance, *Chaenomeles japonica* Spach, *Eucalyptus niphophila* Maiden & Blakely, *Eucalyptus x hybridus* hort., *Myrtus communis* L., *Myrtus communis* L. var. *baetica* L., *Myrtus communis* L. subsp. *tarentina* (L.) Nyman, *Lavandula angustifolia* Mill., *Lavandula dentata* L., *Lavandula latifolia* Medik., *Lavandula stoechas* L., *Ginkgo biloba* L., *Cinnamomum glanduliferum* Meissn, *Chaenomeles speciosa* Nakai cv. *Kermesina*, *Chaenomeles x vilmoriniana* Weber cv. *Vedrariensis*, *Pseudocycdonia sinensis* Schneid., *Poncirus trifoliata* Raf., *Feijoa sellowiana* O.Berg, слабая у плодов *Butia capitata* var. *nehrlingiana* (Abbott ex Nehrl.) L.H.Bailey, *Butia capitata* var. *pulposa* Becc., *Butia eriospatha* Becc., *Chamaerops humilis* L., *Chamaerops humilis* var. *arbuskula* Hezz., *Chamaerops humilis* f. *gracilis* hort., *Chamaerops humilis* var. *inermis* Regel, *Mallotus paniculata* Muell.-Arg., *Melia arguta* DC., *Melia azedarach* L., *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai, *Eriobotrya japonica* Lindl.

Зрелые плоды *Ginkgo biloba* L, *Chamaerops humilis* L., *Chamaerops humilis* var. *arbuskula* Hezz., *Chamaerops humilis* f. *gracilis* hort., *Chamaerops humilis* var. *inermis* Regel, обладали специфическим запахом.

По результатам исследований можно сделать следующий вывод.

Применение видов с различными сроками цветения и плодоношения обеспечит не только долговременную декоративность композиции, но и будет способствовать созданию определенного фитонцидного поля, улучшающего качество воздушной среды. Грамотное использование декоративных кустарников с учетом их ароматных свойств позволит решать в ландшафтной архитектуре и садово-парковом строительстве одновременно эстетические

---

---

и санитарно гигиенические задачи [Кочергина, 2002].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солнцев Г.К. Коллекционный фонд Сочинского «Дендрария» за 110 лет // 110 лет Сочинскому «Дендрарию»: матер. конф. Сочи, 2002. С.3-10.
2. Истратова О.Т. Аннотированный каталог растений коллекционных насаждений парка «Дендрарий» НИИГОРЛЕСЭКОЛ (на 1 января 1989 года) - Сочи: НИИГОРЛЕСЭКОЛ, 1992. - 136 с.
3. Карпун Ю.Н. Декоративная дендрология Северного Кавказа. - СПб, 2005. – 392 с.
4. Кочергина М.В. Фитонцидные свойства древесно-кустарниковых пород их роль в оздоровлении окружающей среды / М.В. Кочергина // Проблемы региональной экологии : материалы V региональной науч.-техн. конф. Тамбов, 2002. - С. 101-103.

## SPECIES DIVERSITY OF COLLECTION PLANTS WITH FRAGRANT FLOWERS, LEAVES, FRUITS INCLUDED IN THE DELECTUS OF THE PARK “ARBORETUM” SOCHI

**I. S. Pastukhova**

senior research fellow of FBGU “Sochi national Park»  
e-mail: pastuhovairyna@yandex.ru

Summary: the study of the species diversity of collection plants with fragrant flowers, leaves, fruits included in the delectus of the Park “Arboretum”. the city of Sochi.

Key words: Park, collection plants, aroma, flowers, fruit leaves



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ФАЦЕЛИИ ПИЖМОЛИСТНОЙ ДЛЯ СРЕДООБРАЗУ- ЮЩИХ ФИТОТЕХНОЛОГИЙ

## **В. И. Чернявских**

д.с.-х.н., главный научный сотрудник, профессор кафедры биологии НИУ «БелГУ» (Белгород)

e-mail: [chernyavskih@bsu.edu.ru](mailto:chernyavskih@bsu.edu.ru)

## **Е. В. Думачева**

д.б.н., заведующий кафедрой биологии НИУ «БелГУ» (Белгород)

## **В. В. Коноплев**

аспирант кафедры биологии НИУ «БелГУ» (Белгород)

Фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) рассматривается с точки зрения возможности ее использования в качестве перспективной культуры для использования в средообразующих фитотехнологиях. Высокая декоративность новых сортов фацелии Милица и Дана делает их перспективными не только для пчеловодов, но и для архитекторов и ландшафтных дизайнеров, расширяя ее использование в зеленом строительстве при формировании дизайна городской среды.

*Ключевые слова:* фацелия пижмолистная, *Phacelia tanacetifolia* Benth., селекция, средообразующие фитотехнологии, дизайн городской среды, Милица, Дана

## ВВЕДЕНИЕ

Улучшение качества жизни населения во многом связано с проникновением в наш быт новых взглядов на вопросы рационального питания, средоулучшающих технологий, расширением использования органического земледелия и т.д. Медоносные культуры – важный элемент каждого из направлений: они декоративны, эстетичны, необходимы для получения важнейшего функционального продукта – мёда, поэтому изучение их биоразнообразия, рационального использования и селекции не теряет свою актуальность на протяжении многих лет [1,2].

В результате многолетних исследований проведенных рядом авторов Центрально-Черноземном регионе, установлен флористический состав медоносных ресурсов, относящихся к 63-м семействам и 130-ти родам. С медоносными культурами в Белгородской области ведется активная и многоплановая селекционная работа, особенно с фацелией пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) [3,4].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Селекция фацелии пижмолистной ведется с использованием метода индивидуально-семейного отбора из местных одичавших популяций фацелии, произрастающих в Белгородской области с последующим возделыванием полученных сортопопуляций на провокации

---

---

онных фонах засушливых песчаных и карбонатных почв и рекуррентным отбором форм по признакам кормовой и семенной продуктивности [5,6]. Стандартом в опыте служит районированный сорт фацелии Рязанская. Изучение селекционных образцов проводится стандартными методами на базе природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ» [7]. Из каждой сортопопуляции методом половинок оставляется резерв семян для дальнейшего использования. Выделившиеся по морфо-биологическим признакам сортопопуляции размножаются на изолированных участках (из семян резерва) и изучаются в условиях полевого опыта методом расщеплённых делянок. Почва селекционного участка – чернозём типичный карбонатный среднеэродированный, содержание гумуса – 2,4 %. Среднегодовое количество выпавших осадков – 510-560 мм. Учёт урожайности зеленой массы и семян проводится поделяночно.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фацелия (*Ph. tanacetifolia* Benth) относится к трибе фацелиевых (*Phacelieae*), семейству водолистниковые (*Hydrophyllaceae*). Это красивоцветущее растение является медоносом припасечных участков, специально высевается на взяток. Преимуществом фацелии является широкая распространенность, низкая требовательность к почвенно-климатическим условиям, высокая нектаропродуктивность. Ее роль в пчеловодстве значительна благодаря продолжительному цветению, что дает возможность заполнить безвзяточные периоды и повысить медопродуктивность пасек [8,9].

Фацелия – культура однолетняя, способная к самосеву. Медопродуктивность фацелии колеблется от 80 кг/га (в июне или в засушливых условиях) до 500 кг в ЦЧР или более 600 кг на хорошо окультуренных почвах при внесении минеральных удобрений. Авторским коллективом с 2016 по 2018 гг. получены и включены в реестр селекционных достижений РФ два новых сорта фацелии: Милица и Дана. Они отличаются между собой по ряду признаков, в первую очередь – по окраске венчика: Милица имеет более темную окраску с фиолетовым оттенком, а у нового сорта Дана цветок в фазу бутонизации – начала цветения имеет окраску венчика от белой до светло-голубой, в фазу полного цветения приобретает сине-фиолетовую окраску. Растения обоих сортов зацветают в ранние сроки. По длительности периода цветения превосходят стандарт – сорт Рязанская – на 9-11 дней. Высокая декоративность новых сортов фацелии делает их перспективными не только для пчеловодов, но и для архитекторов и ландшафтных дизайнеров, расширяя ее использование в зеленом строительстве при формировании дизайна городской среды [10].

Новые сорта засухоустойчивы, устойчивы к заморозкам. Продуктивность зеленой массы в условиях Белгородской области у них выше районированного сорта Рязанская на 18,6-22,8 %, урожая семян – на 30,4-32,9 %. По длительности периода цветения они превосходят стандарт на 7-12 дней. Трудоемкость и затраты при возделывании новых сортов фацелии не превышают таковых на посевах районированных сортов.

## ВЫВОДЫ

Новые сорта фацелии Милица и Дана являются перспективными как для использования в качестве ценных медоносов для пчеловодства страны, так и для применения в ландшафтном строительстве, как элементы фитодизайна и средообразующих технологий. Рекомендуются существенно расширить спектр использования фацелии и рассматривать ее не только как ценную сельскохозяйственную, но и как декоративную культуру.



---

---

Исследование выполнено при поддержке гранта на проведение НИР по приоритетным направлениям развития агропромышленного комплекса Белгородской области (Соглашение № 2 от 12 ноября 2018 года) на тему: «Формирование селекционно-семеноводческой базы медоносных культур в условиях малых форм хозяйствования».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кулаков В.Н. Оценка медовых запасов субъектов Российской Федерации // Вестник РАСХН. – 2011; 6: 81-83.
2. Савин А.П. Медоносно-кормовое направление в создании высокопродуктивных агрофитоценозов // Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству. Рыбное: ФГБНУ «НИИ пчеловодства», 2015; с. 130-135.
3. Думачева Е.В., Чернявских В.И., Воробьева О.В., Горбачева А.А. Биологические ресурсы *Phacelia Tanacetifolia* Benth. юга Среднерусской возвышенности как исходный материал для селекции на устойчивость // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017; 54 (3): 188-192.
4. Cherniavskih V.I., Dumacheva E.V., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., Ermakova L.R. The use of morphobiological characteristics in the selection of *Phacelia Tanacetifolia* Benth // International Journal of Green Pharmacy. Apr.-Jun., 2018 (Suppl); 11 (2): 433-436. DOI: <http://dx.doi.org/10.22377/ijgp.v12i02.1903>
5. Чернявских В.И. Изучение морфо-биологических признаков *Phacelia Tanacetifolia* Benth. как критериев отличимости, однородности и стабильности /Чернявских В.И., Думачева Е.В., Бойко Е.С. // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018; 55 (2): 162-168.
6. Думачева Е.В., Рожанская О.А., Филатов С.В., Воробьева О.В., Горбачева А.А., Глубшева Т.Н. Селекция медоносных культур в Центральном Черноземье// Плодоводство и ягодоводство России. – 2018; 55: 17-23.
7. Методика оценки проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность Фацелия пижмолистная RTG/319/1 от 20.04.2018 г. № 12-06/03
8. О пчеловодстве: закон Белгородской области от 08.07.2011 № 46 // Белгородские известия. 2011. 12 июля.
9. Чернявских В.И., Думачева Е.В. К вопросу о зеленом строительстве в городе Белгороде // Управление городом: теория и практика. – 2017; 3 (26): 45-52.
10. Чернявских В.И., Думачева Е.В. Методические указания по использованию морфо-биологических признаков в селекции *Phacelia tanacetifolia* Benth. – Белгород: ИД «Белгород», 2018; 22 с.



---

---

# USE OF THE BIOLOGICAL RESOURCES OF THE FACELIUM PYTHMOLISTIC FACIAL FOR MEDICAL FORMING PHYTOTECHNOLOGIES

## **V. I. Cherniavskih**

Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Professor of the Department of Biology, National Research University «BelSU» (Belgorod); E-mail: [chernyavskih@bsu.edu.ru](mailto:chernyavskih@bsu.edu.ru)

## **E. V. Dumacheva**

Doctor of Biology, Head of the Department of Biology, National Research University «BelSU» (Belgorod)

## **V. V. Konoplev**

Postgraduate Student, Department of Biology, National Research University «BelSU» (Belgorod)

*Phacelia tanacetifolia* Benth. is considered from the point of view of the prospects of its use as a promising culture for use in the environment-forming phytothenology. The high decorativeness of the Militsa and Dana phacelia varieties makes them promising not only for beekeepers, but also for architects and landscape designers, expanding its use in green building in shaping the design of the urban environment.

*Key words:* *Phacelia tanacetifolia* Benth., Selection, environmental phytothenology, urban design, Milica, Dana



# ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

**Л.В. Анищенко**

научный сотрудник Ботанического сада Южного федерального университета (Ростов-на-Дону)

e-mail: [ivanishenko@sfedu.ru](mailto:ivanishenko@sfedu.ru)

В статье представлены результаты изучения биологических особенностей, динамика накопления эфирных масел в зависимости от фазы развития и возраста у перспективных видов эфирномасличных растений, которые могут быть использованы для оздоровления окружающей среды.

Ключевые слова: перспективные эфироносы, эфирные масла, интродукция, биологические особенности

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время особое внимание уделяется изучению ароматических и лекарственных растений. Расширение ассортимента таких растений позволит снизить объемы закупаемого импортного сырья, а также использовать их для оптимизации среды обитания.

В Ростовской области, расположенной в степной зоне, произрастает ограниченное количество эфирномасличных растений, поэтому поиск перспективных эфироносов становится актуальной проблемой. У большинства эфирномасличных растений эфирные масла обладают четко выраженными бактерицидными и фунгицидными свойствами и являются наиболее перспективными источниками антимикробных препаратов, что подчеркивает особую важность изучения таких растений, расширения их сырьевой базы.

В Ботаническом саду ЮФУ в коллекции лекарственных растений содержится около 70 видов ароматических растений, которые представляют интерес как ценное сырье для косметической, парфюмерной и фармацевтической промышленности, а также могут быть использованы в ландшафтном озеленении.

Цель работы: выявление перспективных видов растений – продуцентов эфирных масел, изучение биологических особенностей этих видов, определение содержания эфирных масел в зависимости от фазы развития, использование эфирномасличных растений для создания ароматерапевтических композиций.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов были выбраны 17 видов эфирномасличных растений, выращенных из семян, полученных в результате обмена с другими ботаническими садами. Наблюдения проводились в течение 5 лет. Для интродукционных испытаний использовали методику исследований при интродукции растений [1]. Эфирные масла получали методом

---

---

гидродистилляции [2]. Содержание эфирного масла рассчитывали в % на абсолютно сухой вес.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из перспективных видов эфирномасличных растений является многоколосник фенхельный (лофант анисовый) – *Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze. Произрастает от запада США до Канады. Встречается на Дальнем Востоке и в Средней Азии. Эфирное масло многоколосника используется для регулирования обмена веществ, обладает бактерицидными и противовоспалительными свойствами, применяется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности [3].

Семена лопанта были получены из Молдовы. Хорошо размножается семенным и вегетативным путем. В первый год жизни формируется 2-3 генеративных побега, в последующие – 4-7. Максимальное количество эфирного масла, содержащегося в траве растения, накапливается к началу цветения (1,62 %), а в фазу созревания семян его количество уменьшается до 0,43 %. Растение засухоустойчивое, но в отдельные годы частично выпадает после перезимовки.

В Ботаническом саду прошел интродукционные испытания и другой вид – многоколосник морщинистый – *Agastache rugosa* (Fish. C. A. Mey.) Kuntze. Родина – Северная Америка. В естественных условиях произрастает на территории стран Юго-Восточной Азии. Во флоре России встречается в Приморском, Хабаровском краях и на юге Амурской области. Эфирное масло многоколосника обладает бактерицидными и противовоспалительными свойствами, используется в пищевой и парфюмерно-косметической промышленности [3].

Семена многоколосника морщинистого были получены из Германии. Хорошо размножается семенами. На первом году жизни образуется 5-6 боковых побегов первого порядка, затем к началу цветения образуются побеги второго порядка. Наибольшее накопление эфирного масла отмечено в начале цветения – 0,93 %, к началу созревания семян его количество уменьшилось до 0,63 %. Засухоустойчив, но в отдельные годы вымерзает.

В коллекции лекарственных растений содержатся виды рода душивик. Наиболее перспективными эфирномасличными растениями являются душивик котовниковый – *Calamintha nepeta* (L.) Savi и душивик лесной – *Calamintha sylvatica* Bromf.

Душевик котовниковый встречается в Европейской части – Причерноморье, Молдова, Крым, Кавказ. Эфирное масло обладает антибактериальной активностью, его используют в парфюмерии [4].

Семена видов рода душивик получены из Молдовы. Душевик котовниковый размножается семенами и вегетативным путем. Растения зацветают на первом году жизни. Максимальное количество эфирного масла накапливается у растений в фазу цветения (0,73 %), к началу созревания семян – снижается до 0,26 %. Засухоустойчив и зимостоек.

Душевик лесной встречается на Кавказе. Эфирное масло обладает антибактериальной активностью, используется в парфюмерии. Размножается семенным и вегетативным путем. Растения зацветают на первом году жизни. Наибольшее количество эфирного масла отмечено в фазу цветения – 0,96 %, в фазу плодоношения его количество снижается до 0,41 %. Растения зимостойкие и засухоустойчивые.

Змееголовник молдавский – *Dracocephalum moldavica* L. – однолетнее эфирномасличное растение. Произрастает в Европейской части, на Кавказе, в Западной Сибири, на Дальнем

---

---

Востоке, в Средней Азии, Монголии, Китае. Эфирное масло используют как антисептическое, противовоспалительное, спазмолитическое средство и для ароматизации чая и напитков [5]. Семена змееголовника были получены из Молдовы. В условиях Ботанического сада хорошо размножается семенным путем, дает самосев. Максимальное количество эфирного масла накапливается в фазу цветения – 0,84 %, в фазу плодоношения его количество снижается до 0,31 %.

Ценным лекарственным и эфирномасличным растением является иссоп лекарственный – *Hyssopus officinalis* L. В диком виде встречается в Южной Европе, Средиземноморье, на юге Европейской части России, на Украине, в Средней Азии, Восточной Сибири. Эфирное масло оказывает антибактериальное действие, применяется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности [5]. Растения иссопа выращены из семян, собранных в Ростовской области ( Родионово-Несветайский р-н). В Ботаническом саду размножается семенами и вегетативным путем, дает самосев. Цветет в первый год вегетации. Содержание эфирного масла зависит от возраста и фазы развития растений. Максимальное количество эфирного масла отмечено у двух-трех летних растений в начале цветения – 1,22-1,27 % растения зимостойкие и засухоустойчивые.

Виды рода котовник, содержащиеся в коллекции Ботанического сада, также представляют интерес как ароматические растения. Котовник кошачий – *Nepeta cataria* L. встречается в Европейской части России, на Кавказе, в Западной Сибири. Эфирное масло применяется как антибактериальное и антифунгальное средство [5].

Семена котовника кошачьего получены из Крыма (Никитский ботанический сад). Котовник хорошо размножается семенным и вегетативным путем. Цветет в первый год жизни. Количество эфирного масла достигает максимума в период массового цветения растений (0,72 %), в фазу плодоношения его количество уменьшается до 0,28 %. Растения зимостойкие и засухоустойчивые.

Котовник крупноцветковый – *Nepeta grandiflora* Vieb. встречается в Европейской части, на Кавказе. Эфирное масло котовника обладает антимикробным, болеутоляющим и антивирусным действием [5].

Семенной материал был получен из Молдавии. Котовник размножается семенным и вегетативным путем. Засухоустойчив, но в отдельные годы выпадает после перезимовки. Растения зацветают в первый год жизни. Максимальное количество эфирного масла растения накапливают в фазу массового цветения (0,21 %), к фазе плодоношения содержание эфирного масла снижается до 0,07 %.

Котовник кистевидный – *Nepeta racemosa* Lam. распространен, в основном, на Кавказе. Эфирное масло обладает противомикробным действием [5].

Семенной материал был получен из Молдовы. Хорошо размножается семенным и вегетативным путем, дает самосев. Растения засухоустойчивые и зимостойкие. Цветение начинается на первом году жизни. Наибольшее накопление эфирного масла отмечено в начале цветения, причем в листьях – 0,45 %, в соцветиях – 0,32 %. В фазу плодоношения содержание эфирного масла уменьшается до 0,18 % - 0,16 %.

Перспективными эфирномасличными растениями являются виды рода монарда. В диком виде они произрастают в Северной Америке, Мексике, Канаде. В Европе встречаются только в культуре. Эфирные масла монарды обладают антимикробным, адаптогенным, антиоксидантным, антигельминтивным и фунгицидным действиями [6].

Семенной материал монарды дудчатой – *Monarda fistulosa* L. и монарды двойчатой



---

---

– *Monarda didyma* L. был получен из Молдовы, монарды лимонной – *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. – из Германии. Все виды монарды, находящиеся в коллекции, размножаются семенами и вегетативным путем. Засухоустойчивые и зимостойкие. Во влажные годы растения поражаются мучнистой росой.

Монарда дудчатая зацветает на второй год жизни. Растения синтезируют наибольшее количество масла в фазу цветения – 1,21 %, к началу созревания семян его количество составляет 0,53 %.

Монарда двойчатая зацветает на второй год жизни. Наибольшее количество масла отмечено в фазу цветения – 1,15 %, в фазе плодоношения – 0,56 %.

Генеративные побеги у монарды лимонной образуются на втором году жизни. Максимальное количество эфирного масла получено во время массового цветения – 1,35 %, к началу созревания семян его количество уменьшается до 0,53 %.

В Ботаническом саду культивируется шалфей лекарственный – *Salvia officinalis* L. Родина его – Средиземноморье, в диком виде распространен на Балканах, в Малой Азии. Эфирное масло применяют для ароматизации зубных паст [3].

Семена шалфея были получены из Молдовы. Растения зацветают на второй год жизни. Размножается семенами и вегетативным путем, дает самосев. Засухоустойчивый и зимостойкий. Самое высокое содержание эфирного масла отмечено в листьях во время цветения – 1,35 %, в соцветиях – 0,95 %, в фазу плодоношения количество эфирного масла в листьях снижается до 1,12 %. Максимальное количество эфирного масла синтезируется у шалфея на третий год жизни (в листьях – 2,01 %, в соцветиях – 1,21 %), затем происходит постепенное его снижение.

Шалфей мускатный – *Salvia sclarea* L. встречается в Европейской части, в Крыму, на Кавказе, в Средней Азии. Эфирное масло используют в фармацевтической промышленности, оно обладает противовоспалительными, тонизирующими, антибактериальными и антифунгальными свойствами [3].

В Ботаническом саду культивируется как двулетник. Семена были получены из Молдовы. Хорошо размножается семенами, дает самосев. Генеративные побеги образуются на втором году жизни. Растения засухоустойчивые и зимостойкие. Наибольшее содержание эфирного масла в соцветиях (0,32 %) в фазу массового цветения, к началу созревания семян его количество резко уменьшается (0,14 %).

Душица обыкновенная – *Origanum vulgare* L. встречается по всей Европейской части, на Кавказе, в западной и Восточной Сибири, в Средней Азии. Эфирное масло душицы проявляет антибактериальную активность [5]. Посадочный материал был получен из Ростовской области. Хорошо размножается семенами и вегетативным путем, дает самосев. Растения засухоустойчивые и зимостойкие. Максимальное накопление эфирного масла отмечено в фазу цветения на третьем – четвертом году жизни (0,71-0,82 %).

Мелисса лекарственная – *Melissa officinalis* L. широко распространена во флоре стран Средиземноморья. Встречается в Европейской части, на Кавказе, в Средней Азии. Эфирное масло проявляет антифунгальную и антибактериальную активность [3].

Семена были получены из Киева (Ботанический сад им. А.В. Фомина). Хорошо размножается семенным и вегетативным путем, дает самосев. Сравнивая разновозрастные растения мелиссы по содержанию эфирного масла, установлено, что максимальное его количество накапливается на третьем году жизни в фазу цветения (0,23 %).



---

---

Чабер горный – *Satureja montana* L. широко распространен в Средиземноморье. Эфирное масло обладает антисептическими свойствами, используется в пищевой промышленности [3].

Семена чабера были получены из Молдовы. Растения хорошо размножаются семенным и вегетативным путем, дают самосев. Засухоустойчивые и зимостойкие. Наибольшее количество эфирного масла отмечено в фазу цветения (2,4 %), к началу плодоношения его содержание снижается (1,1 %). Максимальное количество эфирного масла растения накапливают на третьем – четвертом году жизни (2,91-3,02 %).

Проведенные исследования показали, что содержание эфирных масел у перспективных видов эфирномасличных растений, культивируемых в Ботаническом саду, не уступает таковому в сырье эфирносов, выращиваемых в традиционных районах возделывания (Крым, Молдова) [6].

## ВЫВОДЫ

Интродукционные испытания эфирномасличных растений в Ботаническом саду позволили выделить перспективные эфирносы, которые являются продуцентами эфирных масел широкого спектра действия, обладают экологической пластичностью, регулярно цветут и плодоносят, устойчивы к неблагоприятным условиям среды. Анализируя динамику накопления эфирного масла в различные фазы вегетации, отмечено, что наибольшее его количество содержится в начале цветения или в фазу массового цветения растений. При исследовании разновозрастных растений некоторых видов установлено, что наибольшее количество эфирного масла растения накапливают на 3 - 4 году жизни, что важно при установлении оптимальных сроков сбора сырья. Эфирные масла большинства исследованных видов обладают противовоспалительными свойствами, антибактериальной и антифунгальной активностью, что позволяет их рекомендовать как средства для очищения воздуха. Кроме того, использование таких растений в ландшафтном дизайне будет положительно влиять на эмоциональное состояние человека и создавать благоприятные условия для его жизни и здоровья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Майсурадзе Н.И. Методика исследований при интродукции лекарственных растений / Н.И. Майсурадзе, В.П. Киселев, О.А. Черкасов и др. Лекарственное растениеводство / М., 1984; 3: 33.
2. Гинзберг А.С. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирносах // Журн. химико-фармацевтическая промышленность. – 1932; №8-9, с. 326–29.
3. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П. и соавт. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения: Научно-популярное издание /Херсон: Айлант, 2004; 272.
4. Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С. и соавт. Новые эфирномасличные культуры / Симферополь: Таврия, 1988; 160.
5. Бодруг М. В. Интродукция новых эфирномасличных растений в Молдове. Кишинев: Штиинца, 1993; 258 с.

- 
- 
6. Анищенко Л.В. Фирсова А.В. Особенности накопления эфирного масла у ароматических растений семейства губоцветные при интродукции в ботаническом саду ЮФУ // Ботанические сады в современном мире: Теоретические и прикладные исследования. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, 5-7 июля 2011. – Товарищество научных изданий «Клик» М., 2011; с. 20–21.

## THE PROSPECTS OF USE OF OIL PLANTS FROM THE COLLECTION OF BOTANICAL GARDEN OF SFU

**L.V. Anishenko**

Research Scientist of Botanical garden of SFU (Rostov-on-Don)

E-mail: [ivanishenko@sfedu.ru](mailto:ivanishenko@sfedu.ru)

The study's results of biological features, dynamics of accumulation of oil, depending on development phase and age of perspective oil plant species, which can be used for improvement of the environment are presented in article.

*Keywords: perspective oil plants, essential oils, introduction, biological features.*

