

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА БОТАНИКИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Направление: 06.03.01 – Биология

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ
***HYPERICUM PERFORATUM* L. В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ**
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Работа завершена:

Группа 01-204

« ____ » _____ 2016г. _____ (Е.Ю. Шестерикова)

Работа допущена к защите:

Научный руководитель

к.б.н., доцент

« ____ » _____ 2016г. _____ (Л.З. Хуснетдинова)

Заведующий кафедрой

д.б.н., профессор

« ____ » _____ 2016г. _____ (О.А. Тимофеева)

Казань – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7
1.1 Ботаническое описание Зверобоя продырявленного (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	7
1.2 Фенольные соединения	10
1.2.1 Флавоноиды	11
1.2.2 Антраценпроизводные	25
1.3 Биосинтез фенольных соединений	28
1.4 Экологические механизмы регуляции накопления фенольных соединений	30
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	33
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	33
2.1 Объекты исследований	33
2.2 Методы исследований	35
2.2.1 Приготовление экстракта из лекарственного растительного сырья	35
2.2.2 Методика качественного анализа травы <i>Hypericum perforatum</i> L.	36
2.2.3 Методика количественного определения суммы флавоноидов	36
2.2.4 Методика количественного определения суммы антраценпроизводных	38
2.2.5 Исследование флавоноидов травы <i>Hypericum perforatum</i> L. методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)	39
2.3 Статистическая обработка результатов	40
3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	41
3.1 Описание местообитаний Зверобоя продырявленного	41
3.2 Оценка качественного содержания флавоноидов и антраценпроизводных в растительном сырье	44
3.3 Оценка количественного содержания фенольных соединений в растительном сырье	46
3.4 Анализ флавоноидного состава травы <i>Hypericum perforatum</i> L. методом ВЭЖХ	53
ВЫВОДЫ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БАВ – биологически активные вещества

ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография

ГСО – государственный стандартный образец

РТ – Республика Татарстан

РФ – Российская Федерация

СНГ – содружество независимых государств

ТСХ – тонкослойная хроматография

УФ-излучение – ультрафиолетовое излучение

ЯМР – ядерный магнитный резонанс

H. perforatum L. – *Hypericum perforatum* L.

ВВЕДЕНИЕ

Уникальной особенностью растительных организмов является способность к синтезу веществ «вторичного» обмена.

Вторичные метаболиты обладают многообразными полезными свойствами: нейротропные, противовирусные, иммуномодулирующие, антимикробные, антиоксидантные, противовоспалительные, желчегонные и другие [Муравьева с соавт., 2002; Куркин, 2007; Корулькин с соавт., 2007]. Благодаря отсутствию побочных эффектов и мягкости лечебного действия, лекарственные препараты растительного происхождения имеют в наше время большое значение [Муравьева с соавт., 2002; Куркин, 2007].

К наиболее распространенным представителям вторичных метаболитов относятся фенольные соединения, в том числе их низкомолекулярные многоатомные формы, производные халконов – флавоноиды, синтезирующиеся практически во всех клетках растений и антраценпроизводные [Falcone Ferreyra *et al.*, 2012; Рахманкулова с соавт., 2015].

Содержание и состав могут значительно отличаться у различных видов и даже в отдельных органах растения [Kutchan, 2001]. До сих пор не ясно, какие механизмы способствуют накоплению этих веществ в растениях и какие факторы активируют их биосинтез [Falcone Ferreyra *et al.*, 2012]. Существует мнение, что вторичные метаболиты, в том числе и фенольной природы, представляют собой своеобразную «расплату» за устойчивость растений [Носов, 1994; Kutchan, 2001; Рахманкулова с соавт., 2015].

За последние годы накоплен большой материал, свидетельствующий о том, что флавоноиды участвуют в выполнении разнообразных биологических функций. Показано их участие в процессах развития растений, фотосинтеза и дыхания, передачи сигналов, мужской фертильности, транспорта ауксина, в привлечении опылителей, а также в защите от фитопатогенов, ультрафиолетового излучения и других экологических факторов [Kutchan,

2001; Winkel-Shirley, 2002; Bradshaw *et al.*, 2003; Рахманкулова с соавт., 2015].

Изучение динамики накопления фенольных соединений имеет как практическое, так и теоретическое значение. С теоретической точки зрения изучение динамики важно для выяснения биохимической роли представителей фенольных соединений в жизни растения. С практической стороны, в целях рационального использования ресурсов лекарственного растения важно изучить влияние эколого-ценотического окружения на образование и накопление биологически активных соединений в сырьевой фитомассе [Ломбоева с соавт., 2008].

Географическое расположение района произрастания, эколого-ценотические условия, сказываются на обменных процессах, биосинтезе и накоплении биологически активных веществ, что, в конечном счете, определяет лекарственные свойства растений.

В качестве объекта исследования была выбрана трава зверобоя продырявленного, в составе которой, согласно литературным данным [Турова с соавт., 1984; Государственная ..., 1990; Муравьева с соавт., 2002], входит значительное количество флавоноидов и антраценпроизводных.

Высокое содержание флавоноидов и антраценпроизводных в зверобое продырявленном (*Hypericum perforatum* L.) определяет его применение в народной и научной медицине – нейротропные, капилляроукрепляющее, противовоспалительное, диуретическое и желчегонное действие.

Цель настоящей работы – оценка влияния эколого-ценотических и климатических условий на накопление фенольных соединений *Hypericum perforatum* L. в растительных сообществах лесостепной зоны Республики Татарстан.

Задачи:

1. выявить наличие различных групп фенольных соединений в надземной части *Hypericum perforatum* L.;

2. определить количественное содержание суммы флавоноидов и антраценпроизводных в растительном сырье *Hypericum perforatum* L.;

3. идентифицировать флавоноидный состав надземной части зверобоя продырявленного методом высокоэффективной жидкостной хроматографии;

4. оценить накопление фенольных соединений в лекарственном растительном сырье в растительных сообществах лесостепной зоны Республики Татарстан в зависимости от эколого-ценотических и климатических условий.

ВЫВОДЫ

1. Качественный анализ сырья *Hypericum perforatum* L., заготовленного в разных растительных сообществах лесостепной зоны Республики Татарстан показал, что в исследуемом объекте присутствуют 2 группы фенольных соединений: флавоноиды и антраценпроизводные.

2. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в растительном сырье зверобоя продырявленного превышает в 12 раз антраценпроизводных в пересчете на гиперидин.

3. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии было идентифицировано три соединения, относящихся к флавоноидам – рутин, кверцетин, бисапигенин.

4. Наибольшее количество биологически активных соединений содержится в траве зверобоя продырявленного, произрастающего в луговых сообществах различных регионах РТ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Алявина, А.К.** Изменения в локализации фенольных соединений при действии абиотических стрессовых факторов на каллусные культуры чайного растения [Текст] / А.К. Алявина, Н.В. Загоскина // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 15-16.
2. **Баяндина, И.И.** Влияние сернокислого цинка на содержание гиперидинов и флавоноидов зверобоя продырявленного [Текст] / И.И. Баяндина // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 30-31.
3. **Баяндина, И.И.** Экологические условия и накопление фенольных соединений в лекарственных растениях [Текст] / И.И. Баяндина, Ю.В. Загурская // Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы: материалы I Международной научной конференции, Новосибирск, 21-22 мая 2013 г. – С. 130-136.
4. **Бекузарова, С.А.** Изменение качественных показателей клевера лугового в естественном фитоценозе с учетом вертикальной зональности [Текст] / С.А. Бекузарова, В.А. Беляева // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 51-52.
5. **Боярских, И.Г.** Изменчивость содержания биологически активных фенольных соединений *Lonicera caerulea* в связи с условиями произрастания [Текст] / И.Г. Боярских, В.Г. Васильев, Т.А. Кукушкина // Материалы VIII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 244 - 250.
6. **Будкевич, Т.А.** Фенольный статус и аллелопатическая активность почвы в ризосфере агроценозов многолетних трав различного видового состава и режима использования [Текст] / Т.А. Будкевич //

Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 38-39.

7. **Вагабова, Ф.А.** Изучение содержания суммы флавоноидов и дубильных веществ в дагестанских популяциях *Menta longifolia* L. [Текст] / Ф.А. Вагабова, Ш.Г. Ибрагимова // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 51-52.

8. **Валуева, М.И.** Радиопротекторная активность металлокомплексов фенольных соединений в присутствии альгитана натрия [Текст] / М.И. Валуева, А.В. Фёдорова, А.А. Фенин, Н.Д. Олтаржевская // Материалы VIII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 35.

9. **Высочина, Г.И.** Проблемы изменчивости в хемотаксономических [Текст] / Г.И. Высочина // Сибирский ботанический вестник. – 2007. – Т.2. – С. 101-110.

10. **Высочина, Г.И.** Фенольные соединения в систематика и филогении семейства гречишных [Текст] / Г.И. Высочина. – Новосибирск: Наука, 2004. – 240 с.

11. **Гарифзянов, А.Р.** Фенольные соединения и устойчивость древесных растений к промышленному загрязнению [Текст] / А.Р. Гарифзянов // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 67-68.

12. **Гончарук, Е.А.** Изучение действия кадмия на каллусные культуры льна-долгунца и образование в них фенольных соединений [Текст] / Е.А. Гончарук, Н.В. Загоскина // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 74-75.

13. **Гончарук, Е.А.** Изучение изменений в содержании фенольных соединений у каллусных культур диких и культурных видов растений льна

при воздействии кадмия [Текст] / Е.А. Гончарук, А.К. Алявина // Тезисы VI симпозиума по фенольным соединениям. – М.: Научный мир, 2004. – С. 25.

14. Государственная фармакопея Российской Федерации [Текст]. – М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2010. – 600 с. – ISBN: 978-5-9901447-1-2.

15. Государственная фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье [Текст]. – М.: Медицина, 1990. – 573 с. – ISBN 5-225-00382-6.

16. **Губанов, И.А.** Дикорастущие полезные растения СССР [Текст] / И.А. Губанов, И.Л. Крылова, В.Л. Тихонова. – М.: Мысль, 1976. – 360 с. – ISBN отсутствует.

17. **Гужва, Н.Н.** Биологически активные вещества астрагала эспарцетного, произрастающего в Предкавказье [Текст] / Н.Н. Гужва // Химия растительного сырья. – 2009. – №3. – С. 123-132.

18. **Демидчик, В.В.** Токсичность избытка меди и толерантность к нему растений [Текст] / В.В. Демидчик, А.И. Соколик, В.М. Юрин // Успехи современной биологии. – 2001. – Т.1. – №5. – С. 511-525.

19. **Еленевский, А.Г.** Ботаника. Систематика высших, или наземных, растений [Текст] / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров. – М.: Академия, 2004. – 432 с. – ISBN 5-7695-1712-3.

20. **Загоскина, Н.В.** Влияние ультрафиолетовой радиации (УФ-Б) на образование и локализацию фенольных соединений в каллусных культурах чайного растения [Текст] / Н.В. Загоскина, Г.А. Дубравина, А.К. Алявина, Е.А. Гончарук // Физиология растений. – 2003. – Т.50. – №2. – С. 302-308.

21. **Запрометов, М.Н.** Основы биохимии фенольных соединений [Текст] / М.Н. Запрометов. – М.: Высшая школа, 1974. – 275 с. – ISBN отсутствует.

22. **Запрометов, М.Н.** Фенольные соединения и их роль в жизни растения. 56-е Тимирязевское чтение [Текст] / М.Н. Запрометов. – М.: Наука, 1996. – 45 с. – ISBN: 5-02-004519-5.

23. **Запрометов, М.Н.** Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях [Текст] / М.Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 272 с. – ISBN отсутствует.

24. **Захожий, И.Г.** Сезонная динамика накопления веществ фенольной природы в листьях *Rubus chamaemorus* L. [Текст] / И.Г. Захожий, Г.Н. Табаленкова, О.В. Дымова // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы докладов VIII Международного симпозиума, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 278-281.

25. **Зими́на, Л.Н.** Фармакогностическое исследование по обоснованию создания антидепрессантных препаратов на основе травы зверобоя [Текст]: автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02 / Л.Н. Зими́на; СамГМУ. – Самара, 2011. – 26 с.

26. **Кавеленова, Л.М.** Особенности сезонной динамики водорастворимых фенольных соединений в листьях березы повислой в условиях урбосреды в лесостепи (на примере Самары) [Текст] / Л.М. Кавеленова, С.Н. Лищинская, Л.Н. Карандаева // Химия растительного сырья. – 2001. – №3. – С. 91–96.

27. **Каневский, М.В.** Участие флавоновых соединений в адаптации бактерий *Azospirillum lipoferum* Sp59b к существованию в ассоциации с растениями [Текст] / М.В. Каневский // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы докладов VIII Международного симпозиума, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 301-303.

28. **Касенова, Ш.Б.** Оценка термодинамических свойств ряда полифенольных соединений – флавоноидов [Текст] / Ш.Б. Касенова, А.Ж. Абильдаева, Б.К. Касенов, Б.Б. Рахимова, Ж.И. Сагинтаева, С.Ж. Давренбеков, С.М. Адекенов // Материалы VIII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 78.

29. **Колтунов, Е.В.** Влияние абиотического стресса (засухи) на содержание фенольных соединений в листьях березы повислой (*Betula Pendula* Roth.) Из очагов непарного шелкопряда (*Lymantria Dispar* L.) [Текст]

/ Е.В. Колтунов, М.И. Хамидуллина // Научное обозрение. Биологические науки. – 2015. – №1. – С. 88-89.

30. **Коренская, И.М.** Лекарственные растения и лекарственное растительное сырье, содержащие флавоноиды, кумарины, хромоны: учебно-методическое пособие [Текст] / И.М. Коренская, Н.П. Ивановская, И.Е. Измалкова. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2007. – 80 с. – ISBN отсутствует.

31. **Корулькин, Д.Ю.** Природные флавоноиды [Текст] / Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов, Р.А. Музычкина, Г.А. Толстиков. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2007. – 232 с. – ISBN 978-5-9747-0119-1.

32. **Костикова, В.А.** Хемотаксономический анализ состава фенольных соединений дальневосточных представителей рода *Spiraea* L. [Текст] / В.А. Костикова, Г.И. Высочина // Материалы VIII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 341-347.

33. **Кулагин, А.Ю.** Характеристика и адаптивное значение флавоноидного комплекса растений (на примере видов рода *Salix* L.) [Текст] / А.Ю. Кулагин, О.Э. Оразов // Вестник Башкирского университета. – 2001. – №2. – С. 87.

34. **Куркин, В.А.** Фармакогнозия [Текст] / В.А. Куркин. – Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. – 1239 с. – ISBN 966-8032-03- 9.

35. **Куркина, А.В.** Новые подходы к стандартизации цветков боярышника [Текст] / А.В. Куркина // Химия растительного сырья. – 2013. – №2. – С. 171-176.

36. **Куркина, А.В.** Флавоноиды фармакопейных растений: монография [Текст] / А.В. Куркина. – Самара: ООО «Офорт»; ГБОУ ВПО СамГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. – 290 с. – ISBN отсутствует.

37. **Лобанова, А.А.** Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья [Текст] / А.А. Лобанова,

В.В. Будаева, Г.В. Сакович // Химия растительного сырья. – 2004. – №1. – С. 47-52.

38. **Ломбоева, С.С.** Динамика накопления флавоноидов в надземной части Ортилии однобокой (*Orthilia secunda* L.) [Текст] / С.С. Ломбоева, Л.М. Танхаева, Д.Н. Оленников // Химия растительного сырья. – 2008. – №3. – С. 83-88.

39. **Лукнер, М.** Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных [Текст] / М. Лукнер. – М.: Мир, 1979. – 748 с. – ISBN отсутствует.

40. **Макарова, Л.Е.** Физиологическое значение фенольных соединений при формировании бобово-ризобияльного симбиоза в неблагоприятных условиях [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Л.Е. Макарова; Сиб. ин-т физиологии и биохимии растений СО РАН. – Иркутск. – 2010. – 38 с.

41. **Мечикова, Г.Я.** Содержание фенольных соединений в побегах некоторых видов рода *Vaccinium* L. флоры Дальнего Востока [Текст] / Г.Я. Мечикова, Т.А. Степанова // Материалы VIII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 389-393.

42. **Минаева, В.Г.** Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование [Текст] / В.Г. Минаева. – Новосибирск: Наука, 1978. – 252 с. – ISBN отсутствует.

43. **Муравьева, Д.А.** Фармакогнозия [Текст] / Д.А. Муравьева, И.А. Самылина, Г.П. Яковлев. – М.: Медицина, 2002. – 656 с. – ISBN 966-8032-77-2.

44. **Новосельцев, В. Н.** Теория управления и биосистемы [Текст] / В.Н. Новосельцев. – М.: Наука, 1978. – 319 с. – ISBN 978-5-8125-0941-5.

45. **Носов, А.М.** Функции вторичных метаболитов растений *in vivo* и *in vitro* [Текст] / А.М. Носов // Физиология растений. – 1994. – Т.41. – С. 873–878.

46. **Олениченко, Н.А.** Фенольный комплекс листьев озимой пшеницы и его изменение в процессе низкотемпературной адаптации растений [Текст] / Н.А. Олениченко, В.И. Осипов, Н.В. Загоскина // Физиология растений. – 2006. – Т.53. – №4. – С. 554-559.

47. **Перова, Л.И.** Задернение междурядий виноградников, как прием содержания почвы на склонах [Текст] / Л.И. Перова, А.А. Лукьянов, Т.А. Денисова // Материалы международной дистанционной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня образования ГНУ "Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия" СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии и 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, Лауреата государственной премии России Н.Н. Перова, Анапа, 10-11 мая 2013 г. – С. 166-169.

48. **Полякова, Л.В.** Изменчивость фенольных соединений у некоторых травянистых и древесных растений от межпопуляционного до внутрииндивидуального (эндогенного) уровня [Текст] / Л.В. Полякова, Э.А. Ершова // Химия растительного сырья. – 2000. – №1. – С. 121-129.

49. **Правдивцева, О.Е.** Исследование химического состава надземной части *Hypericum perforatum* L. [Текст] / О.Е. Правдивцева, В.А. Куркин // Медицинский Альманах. – 2012. – №5 – С. 203-206.

50. **Правдивцева, О.Е.** Исследования по обоснованию новых подходов к стандартизации сырья и препаратов зверобоя продырявленного [Текст] / О.Е. Правдивцева, В.А. Куркин // Химия растительного сырья. – 2008. – №1. – С. 81-86.

51. **Правдивцева, О.Е.** Новые подходы к созданию и стандартизации лекарственных средств на основе видов рода *Hypericum* [Текст]: автореф. дис. ... д-ра фарм. наук / О.Е. Правдивцева; Самарский государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию. – Самара. – 2011. – 50 с.

52. **Правдивцева, О.Е.** Сравнительное исследование химического состава надземной части некоторых видов рода *Hypericum* L. [Текст] / О.Е.

Правдивцева, В.А. Куркин // Химия растительного сырья. – 2009. – №1. – С. 79-82.

53. **Работнов, Т.А.** История фитоценологии: Учебное пособие [Текст] / Т.А. Работнов / Под ред. В.Н. Павлова. – М.: Аргус, 1995. – 158 с. – ISBN 5-85549-074-2.

54. **Радюкина, Н.Л.** Влияние последовательного действия UV-B облучения и засоления на динамику содержания фенольных соединений в растениях различных экофизиологических групп [Текст] / Н.Л. Радюкина // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы докладов VIII Международного симпозиума, Москва, 2-5 октября 2012 г. – С. 434-438.

55. **Рахманкулова, З.Ф.** Содержание пролина и флавоноидов в побегах галофитов, произрастающих на территории Южного Урала [Текст] / З.Ф. Рахманкулова, Е.В. Шуйская, А.В. Щербаков, В.В. Федяев, Г.Я. Биктимерова, Р.Р. Хафизова, И.Ю. Усманов // Физиология растений. – 2015. – Т.62. – №1. – С. 79-88.

56. **Рудиковская, Е.Г.** Динамика накопления фенольных соединений в корнях гороха взаимодействия с симбиотическими бактериями *Rhizobium leguminosarum* [Текст] / Е.Г. Рудиковская, Г.П. Акимова, Г.А. Фёдорова // Физиология растений. – 2010. – Т.57. – №2. – С. 266-272.

57. **Самылина, И.А.** Руководство к практическим занятиям по фармакогнозии [Текст] / И.А. Самылина. – М.: МИА, 2007. – 672 с. – ISBN 978-5-89481-12-6.

58. **Самылина, И.А.** Фармакогнозия. Учебная практика [Текст] / Под ред. И.А. Самылиной, А.А. Сорокиной. – М.: Медицинское информационное агентство, 2011. – 432 с. – ISBN 978-5-9986-0044-9.

59. **Серегин, И.В.** Физиологические аспекты токсического действия кадмия и свинца на высшие растения [Текст] / И.В. Серегин, В.Б. Иванов // Физиология растений. – 2006. – Т.53. – С. 285-308.

60. **Сукачев, В.Н.** Основы лесной типологии и биогеоценологии [Текст] / В.Н. Сукачев. – Ленинград: Наука, 1972. – 418 с. – ISBN отсутствует.

61. **Тараховский, Ю.С.** Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина [Текст] / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров. – Пушино: Synchronobook, 2013. – 310 с. – ISBN 978-5-91874-043-9.

62. **Турова, А.Д.** Лекарственные растения СССР и их применение [Текст] / А.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова. – М.: Медицина, 1984. – 304 с. – ISBN отсутствует.

63. **Усманов, И.Ю.** Экологическая физиология растений [Текст] / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. – М.: Логос, 2001. – 224 с. – ISBN 5-94010-082-1.

64. **Филипцова, Г.Г.** Основы биохимии растений [Текст] / Г.Г. Филипцова, И.И. Смолич. – Минск: БГУ, 2004. – 136 с. – ISBN 985-485-203-2.

65. **Харборн, Дж.** Биохимия фенольных соединений: монография [Текст] / Дж. Харборн. – М.: Мир, 1968. – 448 с. – ISBN отсутствует.

66. Химический анализ лекарственных растений [Текст] / Под редакцией проф. Н.И. Гриякевич, доц. Л.Н. Сафронич. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с. – ISBN отсутствует.

67. **Храмова, Е.П.** Флавоноиды в адаптации растений к условиям среды (на примере *Potentilla fruticosa*) (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск) [Текст] / Е.П. Храмова // Материалы VII международного симпозиума по фенольным соединениям, Москва, 19-23 октября 2009 г. – С. 276-277.

68. **Цицин, Н.В.** Атлас лекарственных растений СССР [Текст] / Н.В. Цицин. – М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1962. – 710 с. – ISBN отсутствует.

69. **Шелюто, Б.В.** Применение препаратов микрорастительного взаимодействия и регуляторов роста при возделывании многолетних трав: монография [Текст] / Б.В. Шелюто, С.И. Станкевич, А.С. Кукреш, С.И.

Холдеев. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 144 с. – ISBN отсутствует.

70. **Щербаков, А.В.** Особенности состава флавоноидов популяций растений как проявление адаптаций в геохимических условиях южного Зауралья [Текст]: дис. ... д-ра биол. наук 25.09.14 / А.В. Щербаков; Оренбургский государственный педагогический университет. – Оренбург. – 2014. – 288 л.

71. **Яковлев, Г.П.** Ботаника: учебник для вузов [Текст] / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько, В.И. Дорофеев / Под ред. Р.В. Камелина. – СПб.: СпецЛит, 2008. – 687 с. – ISBN 978-5-299-00385-7.

72. **Andersen, O.M.** Flavonoids: Chemistry, Biochemistry, and Applications [Text] / O.M. Andersen, K.R. Markham. – New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2006. – P. 1197.

73. **Bradshaw, H.D.** Allele substitution at a flower colour locus produces a pollinator shift in monkey flowers [Text] / H.D. Bradshaw, D.W. Schemske // Nature. – 2003. – Vol.426. – P. 176-178.

74. **Calzuola, I.** Synthesis of antioxidants in wheat sprouts [Text] / I. Calzuola, V. Marsili, G.L. Gianfranceschi // Agricultural and Food Chemistry. – 2004. – Vol.52. – P. 5201-5206.

75. **Cooper, J.E.** Localized Changes in Flavonoid Biosynthesis in Roots of *Lotus pedunculatus* after Infection by *Rhizobium loti* [Text] / J.E. Cooper, J.R. Raghavendra // Plant Physiology. – 1992. – Vol.100. – P. 444-450.

76. **Dangle, J.L.** Plant pathogens and integrated defence responses to infection [Text] / J.L. Dangle, J.D.G. Jones // Nature. – 2001. – Vol.411. – P. 826-833.

77. **Dixon, R.A.** Flavonoids and Isoflavonoids: From Plant Biology to Agriculture and Neuroscience [Text] / R.A. Dixon, G.M. Pasinetti // Plant Physiology. – 2010. – Vol.154. – P. 453-457.

78. **Falcone Ferreyra, M.L.** Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications [Text] / M.L. Falcone Ferreyra, S.P. Rius, P. Casati // Front Plant Sci. – 2012. – Vol.3. – P. 222.
79. **Gouyon, P.H.** Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L.) [Text] / P.H. Gouyon // Heredity. – 1986. – Vol.57. – Part 1. – P. 59-66.
80. **Grotewold, E.** The science of flavonoids [Text] / E. Grotewold. – USA, Springer Science+Business Media, 2006. – 274 p.
81. **Harborne, J.B.** Advances in flavonoid research since 1992 [Text] / J.B. Harborne, C.A. Williams // Phytochemistry. – 2000. – Vol.55. – P. 481-504.
82. **Holopainen, J.K.** Gershenzon J. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs [Text] / J. K. Holopainen // Trends in Plant Science. – 2010. – Vol.15. – P. 176-184.
83. **Kutchan, T.M.** Ecological arsenal and developmental dispatcher. The paradigm of secondary metabolism [Text] / T.M. Kutchan // Plant Physiology. – 2001. – Vol.125. – P. 58-60.
84. **Lavola, A.** Accumulation of flavonoids and related compounds in birch induced by UV-B irradiance [Text] / A. Lavola // Tree Physiology. – 1998. – Vol.18. – P. 53-58.
85. **Loreto, F.** Abiotic stresses and induced biogenic volatile organic compounds [Text] / F. Loreto, J.-P. Schnitzler // Trends in Plant Science. – 2010. – Vol.15. – P. 154-166.
86. **Matus, C.** Phenolic compounds contribute to dark bran pigmentation in hard white wheat [Text] / C. Matus // Agricultural and Food Chemistry. – 2008. – Vol.56. – P. 1644-1653.
87. **McClure, J.** Photocontrol of Spirodela intermedia flavonoids [Text] / J. McClure // Plant Physiology. – 1968. – Vol.43. – P. 193-200.
88. **Novak, K.** Effect of exogenous flavonoids on nodulation of pea (*Pisum sativum*) [Text] / K. Novak // Journal of Experimental Botany. – 2002. – Vol.53. – №375. – P. 1735-1745.

89. **Osbourn, A.E.** Dissecting plant secondary metabolism – constitutive chemical defences in cereals [Text] / A.E. Osbourn, X. Qi, B. Townsend, B. Qin // *New Phytologist*. – 2003. – Vol.159. – P. 101-108.
90. **Stafford, H.** Flavonoid evolution: an enzymic approach [Text] / H. Stafford // *Plant Physiology*. – 1991. – Vol.96. – P. 680-685.
91. **Szathmary, E.** Can genes explain biological complexity? [Text] / E. Szathmary, F. Jordan, C. Pal // *Science*. – 2001. – Vol.292. – P. 1315-1316.
92. **Wink, M.** Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective [Text] / M. Wink // *Phytochemistry*. – 2003. – Vol. 64. – P. 3-19.
93. **Winkel-Shirley, B.** Flavonoid Biosynthesis. A Colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology) [Text] / B. Winkel-Shirley // *Plant Physiology*. – 2001. – Vol.126. – P. 485-493.
94. **Winkel-Shirley, B.** Biosynthesis of flavonoids and effects of stress [Text] / B. Winkel-Shirley // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2002. – Vol.5. – P. 218-223.