

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский педагогический государственный университет»



МАТЕРИАЛЫ X МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ,
ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ИВАНА ГРИГОРЬЕВИЧА
И ТАТЬЯНЫ ИВАНОВНЫ СЕРЕБРЯКОВЫХ

г. Москва 27–30 ноября 2019 г.



ТОМ 3

М П Г У

Москва 2019

УДК
ББК
С

Редакционная коллегия: д.б.н., проф. В.П. Викторов (отв. редактор),
д.б.н., проф. В.Н. Годин, к.б.н., доц. Н.Г. Куранова,
к.б.н., доц. С.К. Пятунина.

С Материалы X Международной конференции по экологической морфологии растений, посвященной памяти И. Г. и Т. И. Серебряковых, г.Москва, 27–30 ноября 2019 г. Том 3 / под общ. ред. В. П. Викторова. – Москва : МПГУ, 2019. – 215 с.

ISBN

Большая часть статей написана в рамках основных направлений школы Серебряковых. Кроме этого, отдельные материалы отражают новые тенденции в развитии анатомии и морфологии растений, применение биоморфологических признаков в систематике, популяционной биологии, а также посвящены вопросам школьного и вузовского ботанического образования.

УДК

ББК

ISBN

© МПГУ, 2019

© Коллектив авторов, 2019

УДК 582.936.2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНТОГЕНЕЗА И СТРУКТУРЫ
ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ РОДА *DASYSTEPHANA***

А.С. Ревушкин¹, Т.С. Боровик²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия, e-mail: ppu@mail.tsu.ru*

²*Томский базовый медицинский колледж, г. Томск, Россия,
e-mail: tamaraborovik11@mail.ru*

Аннотация: В работе обобщен материал, накопленный в популяционно-онтогенетических исследованиях растений, отмечены ведущие признаки онтогенетического развития растений, которые существенным образом определяют особенности структуры их популяций.

Ключевые слова: онтогенез, ценопопуляция, *Dasystephana*.

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF ONTOGENY AND STRUCTURE
COENOPOPULATION OF PLANTS OF THE GENUS *DASYSTEPHANA***

A. S. Revushkin¹, T. S. Borovik²

¹*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia,
e-mail: ppu@mail.tsu.ru*

²*Tomsk Basic Medical College, Tomsk, Russia,
e-mail: tamaraborovik11@mail.ru*

Summary: The paper summarizes the material accumulated in the population-ontogenetic studies of plants, marked the leading signs of the ontogenetic development of plants, which significantly determine the peculiarities of the structure of their populations.

Keywords: ontogeny, coenopopulation, *Dasystephana*.

Использование популяционно-онтогенетического подхода необходимо для оценки состояния видов в растительных сообществах. Именно поэтому тип онтогенеза рассматривается в качестве одного из признаков популяционной стратегии вида (Смирнова, 1980; Заугольнова, 1988, 1994). Т. И. Серебрякова (1979) изучала модели побегообразования некоторых видов рода *Dasystephana* Adanson.

Полевые наблюдения и сбор материала *D. macrophylla* (Pallas) Zuev, *D. algida* (Pallas) Borkh., *D. decumbens* (L. f.) Zuev проводили в 2014-2018 гг. на территории Горного Алтая, Хакасии и Западного Саяна. Онтогенетические состояния описывали, основываясь на классификации

Т.А. Работнова (1950), в дальнейшем дополненной А. А. Урановым (1967, 1975). Для оценки интенсивности самоподдержания популяции рассчитывали индексы возобновляемости, генеративности, старения и общей возрастности популяции по И. Н. Коваленко (2016). Изменчивость онтогенетического спектра ценопопуляции оценивали с помощью индекса возрастности (Δ) (Уранов, 1975). Индекс эффективности (ω) определяли по Л. А. Животовскому (2001).

Для выделения онтогенетических состояний использовали следующие признаки: наличие семядолей, строение листьев и их число, утолщение корня и образование каудекса, соотношение процессов нарастания и разрушения в каудексе, число вегетативных и генеративных побегов. В ценопопуляциях исследуемых видов выявлено четыре периода и десять онтогенетических состояний. Основные отличия между видами заметны в имматурном и виргинильном состоянии, когда появляются основные черты взрослого растения. Виды отличаются размерами и количеством листьев, так в имматурном состоянии *D. algida* имеет розеточный побег, достигающий высоты 1,5–2,5 см, на котором находятся 5–8 ланцетных листьев. Длина листовой пластинки достигает 2–7 см, 0,5–1,3 см шир. Корни шнуровидные многочисленные желто-коричневого цвета. У *D. macrophylla* розеточный побег, достигает высоты 3,2–4 см, на котором находится до 3 пар крупных листьев. Длина листовой пластинки – 15–18 см, ширина 1–2,5 см. Листья ланцетной формы с 3–4 жилками. Главный корень изогнутый. У *D. decumbens* розеточный побег, достигает высоты 2–2,5 см, на котором находятся 3–5 ланцетных листьев. Длина листовой пластинки достигает 6–9 см, 1–2,5 см ширины. Образуется эпигеогенное корневище диаметром до 0,5 см. Сохраняется система главного корня, он утолщается. У исследуемых видов растения в виргинильном состоянии приобретают взрослый вид, сохраняется моноподиально нарастающий розеточный побег.

Молодые генеративные растения имеют один хорошо развитый полурозеточный генеративный побег с супротивно расположенными редкими, ланцетными листьями. У *D. decumbens* генеративный побег заканчивается крупными, узковоронковидными, 2–3,5 см дл., часто сидячими пучками с темно синими, сине-фиолетовыми цветками в числе 4–6. У *D. algida* генеративный побег 10–15 см дл., на нем расположено по 2–3 пары листьев (длина 2,5–3 см, ширина – 0,5–0,8 см), на вершине в пазухах верхних листьев расположены от 2 до 4 бело-желтых с фиолетовыми вкраплениями цветка. У *D. macrophylla* генеративный побег один (длина 25–30 см), на нем расположено по 3–5 пар листьев (длина 5,4–11,8 см, ширина – 1,4–2,3 см), в пазухах верхних листьев формируется от 2 до 6 цветков,

расположенных симметрично и собранных в 1–3 мутовках, соцветия с ярко синими, сине-фиолетовыми цветками.

У трех видов средневозрастное генеративное растение характеризуется наибольшей мощностью. Генеративных побегов 2–3. Старое генеративное растение характеризуется уменьшением размеров. Основание стебля окутано множеством старых листьев. Количество генеративных побегов сокращается, наблюдаются усыхающие листья и генеративные побеги. Число листьев сокращается у *D. macrophylla* до 8–10 (длина листовой пластинки 16–22 см, ширина 2–3,5 см), у *D. algida* – до 6–8 (длина листовой пластинки 8–12 см, ширина 0,8–1,4 см) и *D. decumbens* – до 5–7 (длина листовой пластинки 8–12 см, ширина 1–2 см).

Субсенильное растение имеет сходство с ювенильным состоянием, отличаются разрушенным корневищем. Сенильное растение характеризуется отмиранием листьев. Корневище разрушенное.

Dasystephana macrophylla многолетний летнезеленый травянистый стержнекорневой моноподиально нарастающий поликарпик с розеточным полегающим побегом. Преимущественно южно-сибирский горный лесостепной вид, заходит в северные районы Монголии и в северо-западные районы Китая. Достаточно часто встречается в предгорьях и в прилегающих к горам равнинных территориях.

Изучено три ценопопуляции: ЦП-1 расположена на северо-западном пологом склоне на остепненном лугу на Семинском хребте.

ЦП-2 – находится в злаково-разнотравном парковом лиственничнике на северо-западном склоне Айгулакского хребта.

ЦП-3 – расположена на разнотравных полянах, в лиственнично-кедровом редколесье, южного мегасклона Курайского хребта.

Анализ возрастной структуры показал, что максимум растений в трех ценопопуляциях приходится на средневозрастное генеративное состояние в ЦП 1 – 29,9 %, ЦП 2 – 23,1 % и ЦП 3 – 15,2 % от общей численности популяции. Небольшое количество сенильных растений обусловлено значительной продолжительностью жизни растений в генеративном возрастном состоянии. Ценопопуляции можно отнести к полноценному типу. Возрастной спектр этого типа свойственен популяциям, способным к самоподдержанию и самовоспроизведению. По классификации «дельта-омега» три ЦП относятся к молодой, так как ее индексы входят в амплитуду значений $\Delta < 0,35$, $\omega < 0,60$. Индекс старения довольно низкий, что также указывает на то, что популяции молодые. Высокое значение индекса возобновляемости свидетельствует о том, что популяция хорошо возобновляется.

D. algida – многолетний летнезеленый травянистый стержнекорневой моноподиально нарастающий поликарпик с розеточным приподнимающимся побегом. Преимущественно южно-сибирский вид, заходящий в Монголию и на северо-восток Сибири.

Исследованные ценопопуляции расположены в высокогорных районах Западного Саяна (хребет Ергаки). ЦП-1 находится в лишайниково-кустарничковой тундре на южном склоне (1600 м над ур. моря).

ЦП-2 расположена в ивовой каменистой тундре, с преобладанием *Salix rectijulis* Ledeb. ex Trautv., *Salix nummularia* Anderss., *Dryas oxyodonta* Juz.

Ценопопуляции *D. algida* занимают на склоне мохово-лишайниковой тундры большую площадь (700-1000 м дл. и 200-300 м шир.), характеризуются высокой плотностью и низким проективным покрытием. В изучаемых ЦП *D. algida* отмечена неодинаковая экологическая плотность особей. Наименьшее значение особей в ЦП-1 составило 14 экз./м², а наиболее высокое количество особей в ЦП-2 – 51 экз./м². Доля виргинильных особей в двух ЦП составляет наибольший процент от общей численности для ЦП-1 – 47 %, ЦП-2 – 43 %, количество генеративных особей в изучаемых ЦП меньше чем ювенильных и имматурных, популяции молодые, на это указывает и классификация «дельта-омега», так как ее индексы входят в амплитуду значений $\Delta < 0,35$, $\omega < 0,60$. Индекс старения довольно низкий, что также подтверждает, то что популяции молодые. Высокое значение индекса возобновляемости свидетельствует о том, что популяция хорошо возобновляется.

D. decumbens южно-сибирско-центральноазиатский вид, проникающий на территорию европейской части России только в Южном Предуралье. Многолетний летнезеленый травянистый стержнекорневой моноподиально нарастающий поликарпик с розеточным приподнимающимся побегом.

Изучена одна ценопопуляция на Курайском хребте в низовье р.Куюктанар, на участке разнотравно-злаковой степи, рядом с лиственнично-кедровым редколесьем.

В ценопопуляции *D. decumbens* максимум растений приходится на средневозрастное генеративное состояние – 38,2 % от общей численности популяции. ЦП можно отнести к полноценному типу, так как встречаются все возрастные состояния от семян до сенильных растений. Популяция молодая, на это указывает и классификация «дельта-омега» и индекс возрастности.

Изученные виды представляют интерес как потенциальные лекарственные растения. Анализ их распространения и состояния ценопопуляций позволяет считать их перспективными ресурсными видами.

Литература

Животовский Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. С. 3–7.

Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1994. 70 с.

Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. 184 с.

Коваленко І.М. Структура популяцій вегетативно-рухомих рослин в лісових екосистемах // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Сер. 20. Біологія. 2016. Вип. 6. С. 97–104.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л., 1950. С.176.

Серебрякова Т.И. Модели побегообразования и некоторые пути эволюции в роде *Gentiana* L. // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84, вып. 6. С. 97–108.

Смирнова О.В. Поведение видов и функциональная организация травяного покрова широколиственных лесов европейской части СССР // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1980. Т. 85, вып. 5. С. 53–67.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

Уранов А.А. Онтогенез и возрастной состав популяций // Онтогенез и возрастной состав популяций цветковых растений. М., 1967. С. 3–8.

УДК 378.4 (581)

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БОТАНИКОВ В ТОМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А.С. Ревушкин, Н.В. Щёголева

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия, e-mail: ppu@mail.tsu.ru, schegoleva@outlook.com*

Аннотация: 130-летний опыт подготовки профессиональных ботаников в Томском университете сформировал традиции как особые условия, определяющие содержание, качество и эффективность образования. Подготовлено более 1400 ботаников, среди которых около 50 докторов наук и более 150 кандидатов наук. В настоящее время, в условиях участия Томского университета в программе повышения глобальной

конкурентоспособности, основные преобразования подготовки ботаников заключаются в разработке и внедрении непрерывных программ «бакалавриат – магистратура» и «магистратура – аспирантура», а также новых магистерских программ с ориентацией на практические навыки.

Ключевые слова: профессиональная ботаника, подготовка, кафедра.

FEATURES OF TRAINING OF PROFESSIONAL BOTANIST IN TOMSK UNIVERSITY

A.S. Revushkin, N.V. Shchegoleva

National Research Tomsk State University,

Tomsk, Russia, e-mail: ppu@mail.tsu.ru, schegoleva@outlook.com

Summary: 130 years of experience in training of professional botanists at Tomsk University have shaped traditions as special conditions that determine content, quality and effectiveness of education. More than 1400 botanists have been trained, including about 50 doctors of sciences and more than 150 candidates of science. Currently, with the participation of Tomsk University in the program for enhancing global competitiveness, the main transformations of the training of botanists are the development and implementation of continuous programs “undergraduate - graduate” and “master - postgraduate studies”, as well as new master's programs with a focus on practical skills.

Keywords: professional botany, training (forming), department.

Кафедра ботаники одна из старейших кафедр первого университета в Сибири – Императорского Томского университета была создана в 1888 году. До 1917 года в университете не было факультета естественно-научного профиля. Профессиональных ботаников готовил основатель научной ботанической школы П.Н. Крылов из студентов медиков, студентов инженерного профиля и слушательниц Сибирский высших женских курсов, активно привлекая к научной работе. Некоторые из них после окончания университета полностью посвятили себя ботанике. Подготовка ботаников в Томском университете официально началась в 1917 г., когда открылся Физико-математический факультет с отделением ботаники (Ревушкин, Гуреева, 2015; Ревушкин, 2017). Появляются свои студенты ботаники, и обязательными условиями подготовки становятся самостоятельное выполнение студентами научных исследований, а также их привлечение к выполнению ответственных научных работ. Для обсуждения результатов исследований и обмена информацией служило студенческое объединение «Кружок маленьких ботаников». Некоторые выпускники-ботаники

впоследствии стали крупными учеными – Б.К. Шишкин, В.В. Ревердатто, Л.П. Сергиевская.

В начале 20-х гг. XX в. в связи с тем, что поступающих на ботаническое отделение с каждым годом становилось все больше, из состава кафедры ботаники выделяются профильные ботанические кафедры. В 1924 г. организована кафедра физиологии растений, в 1925 г. – кафедры геоботаники, в 1928 г. – кафедра низших растений, в 1931 г. – кафедра селекции, цитологии и генетики растений. После создания профильных ботанических кафедр кафедра ботаники получает название кафедры морфологии и систематики высших растений (1925 г.). Таким образом, в это время в Томском университете подготовка ботаников осуществлялась на пяти кафедрах. Вовлечение студентов в научно-практическую работу идет преимущественно по направлению геоботанического обследования Сибири для развития сельского хозяйства, а производственная практика проводится в ведущих научных учреждениях Европейской части России, а также в Крыму и на Кавказе.

В послевоенные годы традиции в подготовке профессиональных ботаников сохраняются. В основе подготовки, по-прежнему, остается приобретение профессиональных навыков во время научных исследований. В качестве базовых учреждений для организации практик и последующего трудоустройства выпускников выступают Центральный Сибирский ботанический сад (г. Новосибирск), Институт леса СО АН СССР (г. Красноярск), гипроземы, а также научные лаборатории НИИ биологии и биофизики Томского университета, открывшегося в 1968 году.

После августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г. в Томском университете активная деятельность ботанических кафедр постепенно сворачивается. Кафедры объединяют. Поэтому с начала 50-х гг. XX в. в университете возрождается многопрофильная кафедра ботаники. Только в 1991 г. восстанавливается кафедра физиологии растений.

Серьезные изменения в подготовке профессиональных ботаников в Томском университете происходят в связи с переходом на многоуровневую систему высшего образования. Проявляется это, прежде всего, в снижении уровня профессиональной подготовки и биологов, и ботаников, в частности. Причины основных проблем определяются сокращением числа специализированных курсов и сроков производственной практики, жестким ориентированием образовательных программ на конкретные учреждения и предприятия, ослаблением фундаментальной подготовки, а также перерывом между бакалавриатом и магистратурой.

В настоящее время большая часть проблем подготовки в Томском университете, возникших в связи с трансформацией системы высшего образования, а также особыми требованиями и динамизмом федеральных государственных образовательных стандартов, решены (Майер и др., 2018). Найдены пути развития и преобразования фундаментальной подготовки профессиональных ботаников, ориентированной на исследовательскую деятельность, посредством разработки и внедрения непрерывных программ «бакалавриат – магистратура» и «магистратура – аспирантура», а также новых магистерских программ с ориентацией на диверсификацию навыков в прикладные области ботаники – фитохимию, интродукцию растений, экономическую ботанику, и применению этих навыков на практике. Однако решение вопросов ресурсного обеспечения подготовки профессиональных ботаников и поиск эффективных механизмов перевода результатов подготовки в возможности развития Томской ботанической научной школы продолжают.

За 130-летнюю историю в Томском университете подготовлено более 1400 ботаников, среди которых около 50 докторов наук и более 150 кандидатов наук (Ревушкин и др., 2017).

Литература

Ботаника и ботаники в Томске. К 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий / Ревушкин А.С. и др. Томск: ТГУ, 2017. 398 с.

Из XX в XXI век. Хроники Томского университета 1995-2013 гг. / Майер Г.В. и др. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. 468 с.

Ревушкин А.С., Гуреева И.И. Томское отделение Русского ботанического общества // История ботаники в России. К 100-летию юбилею РБО. Сборник статей Международной научной конференции. Тольятти, 2015. С. 149–151.

УДК 372.857

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ «БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» В ТОМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А.С. Ревушкин, Н.В. Щёголева, А.Л. Борисенко

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия, e-mail: ppu@mail.tsu.ru, schegoleva@outlook.com,
borisenko2004@mail.ru*

Аннотация: рассматриваются вопросы создания, успешной реализации и ресурсного обеспечения междисциплинарной образовательной программы

магистратуры по подготовке педагогов в рамках предметного направления Биология на базе кафедры ботаники, старейшей в Томском университете, ориентированном в настоящее время на глобальную конкурентоспособность. **Ключевые слова:** биология, образование, подготовка, педагог, школа, магистратура, кафедра, программа.

EXPERIENCE OF TRAINING OF TEACHERS WITHIN THE FRAMEWORK OF BIOLOGICAL EDUCATION MASTER PROGRAM IN TOMSK UNIVERSITY

A.S. Revushkin, N.V. Shchegoleva, A.L. Borisenko

National Research Tomsk State University,

*Tomsk, Russia, e-mail: ppu@mail.tsu.ru, schegoleva@outlook.com,
borisenko2004@mail.ru*

Summary: the paper considers issues of creation, successful implementation and resource support of an interdisciplinary educational master's degree program in teacher training in the subject area of Biology at the Department of Botany, the oldest one in Tomsk University, which is currently oriented towards global competitiveness.

Keywords: biology, education, training, teacher, school, master's program, department, program.

Проблема подготовки педагогов естественнонаучного профиля, и, в частности, учителей и преподавателей биологии, – это всегда сочетание предметной области знания, методик преподавания и общих педагогических компетенций. Ещё в дореволюционной России подготовка педагогов осуществлялась в учительских институтах, университетах, а также на высших женских курсах. В советское время педагогов готовили и в педагогических институтах, и в классических университетах. При этом исторический опыт проявил сильные и слабые стороны выпускников педагогических институтов и классических университетов. Сильные стороны выпускников педагогических вузов концентрировались преимущественно в сформированных педагогических компетенциях. Основой профессиональной подготовки учителя биологии в педвузе всегда считалась его методическая подготовка, состоящая в целенаправленном обучении студентов эффективным способам трансляции учебного материала (Орлова, 2005). Выпускники классических университетов всегда отличались обширными системными знаниями биологии, однако неглубоко

сформированными педагогическими компетенциями и слабым опытом в связи с малым объёмом практик (Ревушкин, 2017; Майер, 2018).

В настоящее время проблема подготовки учителей и преподавателей биологии в условиях интенсивно меняющейся системы образования является весьма острой (Орлова, 2012). Создание профильных классов и школ, внедрение инновационных подходов к организации учебной деятельности в учреждениях образования транслируют всё новые требования к профессиональной подготовке выпускников вузов. Оценка подготовки педагогов в системе современного многоуровневого образования проявляет слабую подготовку выпускников как в предметной области, так и в области педагогических компетенций. Но, напротив, показывает усиление менеджерских навыков. Учитывая роль биологического образования, определяемую в современном мире значением биологических знаний как элемента культуры современного человека, очевидна необходимость в новых целевых установках подготовки учителей биологии.

При этом в результате выполнения требований федеральных государственных образовательных стандартов с привязкой к стандартам профессиональным, классические университеты практически утратили возможность выпускать педагогов на уровне бакалавриата. Однако положительные демографические тенденции в сочетании с динамичными общественными, экономико-политическими и общекультурными изменениями в России последних лет показывают, что потребность в педагогах в некоторых регионах постоянно растёт. И особенно заметно повысился спрос на учителей, не только обладающих высоким уровнем предметных знаний, но и способных к быстрой адаптации в условиях постоянно меняющейся образовательной среды, свободно владеющих современными педагогическими технологиями, и что немаловажно, способных к самостоятельной исследовательской деятельности.

Для разрешения проблемы – удовлетворения дефицита педагогов и повышения компетентности выпускников – в 2012 году в Томском университете осуществлён проект по разработке образовательных программ магистратуры педагогического профиля – для подготовки учителей и преподавателей по направлениям: биология, география, история, филология. С 2013 года программы запущены в учебный процесс университета. Одна из таких программ магистратуры по направлению «Биология» – «Биологическое образование (преподавание биологических дисциплин в учреждениях общего и профессионального образования)», реализуется на базе кафедры ботаники Биологического института с привлечением научно-

педагогических сотрудников факультета психологии и активно практикующих педагогов ведущих школ г. Томска.

Основная концепция программы «Биологическое образование» заключается в синтезе фундаментального биологического образования и педагогических инноваций, что делает возможным подготовку высококлассных педагогов на базе классического исследовательского университета, традиционно служившего местом подготовки учителей.

Осуществление подготовки педагогов в рамках предметного направления на базе классического университета возможно только при условии тесного взаимодействия со школами и другими образовательными учреждениями, включая систему дополнительного образования. Благодаря сетевому принципу реализации настоящая программа успешна, а её выпускники востребованы не только в Томской области, но и далеко за её пределами. Работодателями выступают образовательные учреждения общего, среднего и высшего профессионального, а также дополнительного образования.

Базовая кафедра программы – кафедра ботаники Томского университета, однако реализация программы осуществляется совместно с другими подразделениями университета, обеспечивающими общеобразовательную подготовку (языковую, гуманитарную, естественно-научную, инновационную и др.). Методической основой программы являются оригинальные разработки, выполненные преподавателями Томского университета. В их числе дисциплины психолого-педагогического блока: «Современное образование: субъекты и контексты развития», «Современные практики и технологии в образовании», «Современный менеджмент в образовательном учреждении». Дисциплины, отвечающие за методическую подготовку: «История и методология биологии», «История и современные проблемы биологического образования в России», «Методологические проблемы школьного биологического образования», «Методика обучения биологии и экологии», «Система работы с одарёнными детьми при обучении биологии и экологии», «Методика внеклассной работы по биологии и экологии», «Биологический эксперимент в школе», «Информационные технологии в образовательном процессе». Дисциплины, обеспечивающие предметное погружение: «Полезные растения», «Животный мир Сибири», «Биологическое разнообразие» и другие. Важнейшим элементом в организации образовательного процесса выступает педагогическая практика, осуществляемая на базах образовательных учреждений инновационного типа – в профильных школах, гимназиях и лицеях г. Томска у известных педагогов-новаторов. Научно-

исследовательская практика проходит в профильных научных подразделениях и на кафедрах университета. В качестве материально-технической базы служат специализированные учебные лаборатории кафедр Биологического института, Гербарий им. П.Н. Крылова, лаборатории Сибирского ботанического сада, музейный комплекс Томского университета, а также биологические кабинеты и лаборатории школ и лицеев города. Таким образом программа «Биологическое образование» готовит выпускников к педагогическому и научно-исследовательскому видам профессиональной деятельности. Примерные тематические направления магистерских диссертаций следующие:

1. Применение инновационных образовательных технологий в преподавании биологии и экологии;
2. Разработка мультимедийных комплексов по биологии;
3. Технологии оценки знаний, разработка системы корректирующих мероприятий;
4. Разработка и конструирование дидактических материалов и их презентация;
5. Разработка и апробация сценариев проведения внеклассных мероприятий и других инновационных форм занятий;
6. Психолого-педагогические исследования личностных компетенций учащихся;
7. Разработка программ и содержания факультативных дисциплин биологического профиля;
8. Организация научно-исследовательской работы учащихся;
9. Организация работы с одаренными детьми;
10. Система профориентации школьников, оценка ее эффективности.

В результате полученного опыта по созданию и реализации междисциплинарной образовательной программы магистратуры по подготовке педагогов в рамках предметного направления Биология на базе кафедры ботаники Томского университета определены механизмы ресурсного обеспечения, имеющие сетевой принцип организации и включающие, прежде всего, в качестве обязательного компонента организацию педагогических практик на базе учреждений общего образования. Специфика подготовки включает не только формирование педагогических компетенций, выпускники программы «Биологическое образование» способны к научно-исследовательской, проектно-внедренческой и методической деятельности. Сама же программа органично вписалась в научно-образовательный процесс кафедры ботаники.

Литература

Ботаника и ботаники в Томске. К 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий / Ревушкин А.С. и др. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2017. 398 с.

Из XX в XXI век. Хроники Томского университета 1995-2013 гг. / Майер Г.В. и др. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. 468 с.

Орлова Л.Н. Система методической подготовки учителей биологии в педагогическом вузе: Дис. ... докт. пед. наук. Омск, 2005.

Орлова Л.Н. Основные проблемы и задачи подготовки современных учителей биологии//Научные проблемы образования третьего тысячелетия. По материалам Всероссийской научно-практической конференции. Самара: ЦДК «F1»; ООО «Издательство Ас Гард», 2012. С. 88–91.

УДК 581.45

ЛИСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ У ВИДОВ РОДА *VERONICA* L. В СВЯЗИ С ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТЬЮ

Д.А. Ронжина

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия,
Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия
e-mail: Dina.Ronzhina@botgard.uran.ru

Аннотация: Изучены листовые параметры у 7 видов рода *Veronica* L., относящихся к разным экологическим группам по отношению к фактору увлажнения. Показано, что форма и размеры листьев были связаны с экологическими характеристиками вида. Гидрогигрофиты (*V. anagallis-aquatica* и *V. beccabunga*) имели наиболее крупные листья (14-22 см²), длина которых в 2.3 раза в среднем превышала ширину. Листья ксерофитных видов (*V. spicata* и *V. incana*) были самыми маленькими (около 2 см²) и вытянутыми (отношение длины к ширине 3.6-4.6). Мезофиты (*V. chamaedrys* и *V. officinalis*) занимали промежуточное положение по площади листа и имели наиболее округлые и тонкие (117-126 мкм) листья. Площадь листа отрицательно коррелировала с содержанием сухого вещества в листе ($r=-0.94$, $p\leq 0.01$). Анализ других листовых параметров (толщина, плотность и сухой вес единицы площади листа) не выявил определенных тенденций их изменения вдоль экологического градиента.

Ключевые слова: Экологические группы, Площадь листа, Толщина листа, УППЛ, Плотность листа, Содержание сухого вещества.

LEAF TRAITS IN SPECIES OF THE GENUS *VERONICA* L. IN CONNECTION WITH THEIR ECOLOGICAL PROPERTIES

D.A. Ronzhina

*Institute Botanic Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia, Tyumen State University, Tyumen, Russia,
e-mail: Dina.Ronzhina@botgard.uran.ru*

Summary: Leaf traits were studied in 7 species of the genus *Veronica* L., belonging to different ecological groups with respect to the moisture factor. Hydrohygrophytes (*V. anagallis-aquatica* and *V. beccabunga*) had the largest leaves (14-22 cm²), which length was 2.3 times longer than width. The leaves of xerophytic species (*V. spicata* and *V. incana*) were the smallest (about 2 cm²) and elongated (length to width ratio 3.6–4.6). Mesophytes (*V. chamaedrys* and *V. officinalis*) were intermediate in leaf area and had the most rounded and thin (117-126 μm) leaves. The leaf area was negatively correlated with the leaf dry matter content ($r = -0.94, p \leq 0.01$). Analysis of other leaf traits (thickness, density, and leaf mass per unit area) did not reveal clear trends in their variation along the ecological gradient.

Keywords: Ecological groups, Leaf area, Leaf thickness, LMA, Leaf density, Leaf dry matter content.

Адаптации растений к условиям среды тесно связана с перестройкой фотосинтетического аппарата, которая внешне проявляется в изменении листовых параметров, таких как площадь, толщина, объемная и удельная поверхностная плотности листа (УППЛ) (Ронжина, Пьянков, 2001а, б; Ронжина и др., 2010; Иванова и др., 2012; Иванова, 2014; Ivanova et al., 2018; Wright et al., 2018). Для выявления направлений изменения черт листьев вдоль климатических и экологических градиентов чаще всего используют два подхода. Первый заключается в изучении листовых параметров у одних и тех же видов на градиенте какого-либо фактора (Юдина и др., 2017; Ронжина и др., 2019), второй – в сравнении наборов различных видов, произрастающих в разных точках выбранного градиента (Ронжина и др., 2010; Иванова и др., 2012; Ivanova et al., 2018; Wright et al., 2018). В данной работе применен более редкий подход, основанный на анализе изменения показателей у близкородственных видов. Целью исследования было изучить листовые параметры у видов рода *Veronica* L., относящихся к разным экологическим группам, и выявить связь листовых параметров с экологической приуроченностью видов.

Исследование листовых параметров было проведено на 7 видах рода *Veronica* L., относящихся к разным экологическим группам по отношению к фактору увлажнения (табл.). Растения были собраны в окрестностях г. Екатеринбург и г. Двуреченска. На свежесобранных листьях измеряли толщину листа с помощью цифрового микрометра РК-1012Е (Mitutoyo Corp., Япония). Затем листья фотографировали, высушивали и взвешивали. Длину, ширину и площадь отдельного листа определяли с помощью системы цифрового анализа изображений Simagis Mesoplant (ООО «СИАМС», Россия). Используя измеренные параметры (площадь, толщина и сухой вес листа), рассчитывали сухой вес единицы площади листа (или удельная поверхностная плотность листа, УППЛ) (LMA, leaf mass per area), плотность листа (LD, leaf density) и содержание сухого вещества в листе (LDMC, leaf dry matter content). В соответствии с общепринятыми представлениями показатели листьев определяли в 10 биологических повторностях.

Исследования показали, что у видов рода *Veronica* форма и размеры листьев были связаны с экологическими характеристиками вида. Так, гидрогигрофиты имели наиболее крупные листья (14-22 см²), длина которых в 2.3 раза в среднем превышала ширину (табл.). Листья ксерофитных видов (*V. spicata* и *V. incana*) были самыми маленькими (около 2 см²) и вытянутыми (отношение длины к ширине 3.6-4.6). Мезофиты (*V. chamaedrys* и *V. officinalis*) занимали промежуточное положение по площади листа и имели наиболее округлые и тонкие (117-126 мкм) листья. Площадь листа отрицательно коррелировала с содержанием сухого вещества в листе ($r=-0.94$, $p\leq 0.01$), которое также было связано с экологическими свойствами вида. У гидрогигрофитов этот показатель имел наименьшее значение (80-106 мг/г сыр. веса), у ксерофитных видов – наибольшее (252-264 мг/г сыр. веса), у мезофитных – промежуточное (220-230 мг/г сыр. веса).

Анализ других листовых параметров (толщина, плотность и сухой вес единицы площади листа) не выявил определенных тенденций их изменения вдоль экологического градиента. Так, самые тонкие листья (117-126 мкм) были обнаружены у мезофитов (*V. chamaedrys* и *V. officinalis*), а наиболее толстые – у представителей групп, находившихся на противоположных концах градиента: у мезоксерофита *V. incana* и гидрогигрофита *V. anagallis-aquatica* (табл.). Большая толщина листа у двух последних видов была вызвана разными причинами. Низкая плотность листа (0.075 г/см³) и небольшое содержание сухого вещества в листе (80 мг/г сыр. веса) у *V. anagallis-aquatica* свидетельствовали о том, что большая толщина листа этого вида обусловлена развитием аэренхимы (Ронжина, Пьянков, 2001а). У *V. incana*, напротив, листья были наиболее плотными (0.266 г/см³) с высоким

содержанием сухого вещества (252 мг/г сыр. веса), что связано у ксерофитных видов с плотной упаковкой мезофилла и увеличением доли нефотосинтетических тканей в листе (Юдина и др., 2017; Ivanova et al., 2018).

Плотность листа имела сходные значения (0.249-0.266 г/см³) у видов, относящихся к разным экологическим группам (гигромезофит, мезофит, ксеромезофит и мезоксерофит), и только гидрогигрофиты отличались от других видов в 1.6-3.5 раз меньшей плотностью листа (табл.).

Сделано заключение, что площадь листа и содержание в нем сухого вещества связаны с экологической приуроченностью видов рода *Veronica* L. по отношению к фактору увлажнения. В ряду экологических групп, отражающем увеличение устойчивости видов к недостатку влаги, от гидрогигрофита до ксеромезофита уменьшалась площадь листа, и увеличивалось содержание сухого вещества в листе.

Работа выполнена в рамках Госзадания Ботанического сада УрО РАН.

Таблица

Листовые параметры у видов рода *Veronica* L.

Вид, экологическая группа*	L/W	LA	LT	LD	LMA	LDMC
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. гидрогигрофит	2.4±0.1 d	21.5±1.4 a	202±7 b	0.075±0.001 c	15.2±0.3 e	80±2 e
<i>V. beccabunga</i> L. гидрогигрофит	2.1±0.1 de	13.6±0.8 b	159±3 cd	0.162±0.001 c	25.±1.3 d	106±5 c
<i>V. longifolia</i> L. гигромезофит	4.1±0.1 b	8.6±0.5 c	168±3 c	0.250±0.004 a	42.1±0.9 b	230±2 b
<i>V. chamaedrys</i> L. мезофит	1.5±0.1 e	3.4±0.2 d	117±4 e	0.221±0.006 b	25.9±1.1 d	227±7 b
<i>V. officinalis</i> L. мезофит	1.8±0.1 e	4.5±0.5 d	126±5 e	0.249±0.011 a	31.0±0.7 c	219±4 b
<i>V. spicata</i> L. ксеромезофит	3.6±0.2 c	1.9±0.1 e	177±4 c	0.256±0.011 a	45.0±1.4 b	264±6 a
<i>V. incana</i> L. мезоксерофит	4.6±0.2 a	2.0±0.3 e	291±8 a	0.266±0.013 a	76.6±2.7 a	252±6 a

Примечание: * – принадлежность вида к экологической группе согласно работе Куликова П.В. (2005). L/W – отношение длины листа к его ширине, см/см; LA (leaf area) – площадь листа, см²; LT (leaf thickness) – толщина листа, мкм; LD (leaf density) – плотность листа, г/см³; LMA (leaf mass per area) – сухой вес единицы площади листа, г/м²; LDMC (leaf dry matter content) – содержание сухого вещества, мг/г сырого веса. Буквы (a, b, c, d, e) рядом со средними значениями показателей обозначают достоверность отличий по HSD-тесту Тьюки при $p < 0.05$.

Литература

Иванова Л.А. Адаптивные признаки структуры листа растений разных экологических групп // Экология. 2014. № 2. С. 109.

Иванова Л.А., Иванов Л.А., Ронжина Д.А., Церенханд Г., Цоож Ш., Бажа С.Н. Листовые параметры и биомасса кустарников лесостепи Монголии в связи с их экологическими свойствами // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. № 1 (50). С. 60–71.

Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области сосудистые растения). Екатеринбург-Миасс: «Геотур», 2005. 537 с.

Ронжина Д.А., Иванов Л.А., Пьянков В.И. Химический состав листа и структура фотосинтетического аппарата высших водных растений // Физиология растений. 2010. Т. 57. № 3. С. 389–397.

Ронжина Д.А., Иванова Л.А., Иванов Л.А. Листовые функциональные черты и биомасса растений ветландов в лесной и степной зонах // Физиология растений. 2019. Т. 66. № 3. С. 207–217.

Ронжина Д.А., Пьянков В.И. Структура фотосинтетического аппарата листа пресноводных гидрофитов: I. Общая характеристика мезофилла листа и сравнение с наземными растениями // Физиология растений. 2001a. Т. 48. № 5. С. 661–669.

Ронжина Д.А., Пьянков В.И. Структура фотосинтетического аппарата листа пресноводных гидрофитов: II. Количественная характеристика мезофилла листа и функциональная активность листьев с разной степенью погружения // Физиология растений. 2001b. Т. 48. № 6. С. 836–845.

Юдина П.К., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Золотарева Н.В., Иванов Л.А. Варьирование параметров листьев и содержания пигментов у трех видов степных растений в зависимости от аридности климата // Физиология растений. 2017. Т. 64. № 3. С. 190–203.

Ivanova L.A., Yudina P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., Hölzel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity // New Phytologist. 2018. V. 217. P. 558–570.

Wright I.J., Dong N, Maire V., Prentice I.C., Westoby M., Díaz S., Gallagher R.V., Jacobs B.F., Kooyman R., Law E.A., Leishman M.R., Niinemets Ü., Reich P.B., Sack L., Villar R., Wang H., Wilf P. Global climatic drivers of leaf size // Science. 2017. V. 357. P. 917–921.

УДК 630*+634.0.181.8+582.632.2

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО И ЕГО ПОВРЕЖДЕНИЕ ФИЛЛОФАГАМИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В.В. Рубцов, И.А. Уткина

Институт лесоведения РАН, Московская обл., Россия,

e-mail: vrubtsov@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены некоторые особенности фенологических форм дуба черешчатого, приуроченность их к различным формам рельефа, повреждаемость насекомыми-филлофагами. Кратко изложено влияние изменения климата на взаимоотношения филлофагов с древостоями. В периоды массового размножения насекомые-филлофаги оказывают большое влияние на состояние и функционирование лесных экосистем. Степень воздействия филлофагов на лес определяется прежде всего интенсивностью, характером и сроками повреждения крон деревьев, а также текущим состоянием древостоя и общей экологической обстановкой. Наши исследования выполнены в Теллермановском опытном лесничестве Института лесоведения РАН, расположенном в восточной части Воронежской области.

Ключевые слова: дуб черешчатый, фенологические формы, филлофаги, климат.

BIODIVERSITY OF COMMON OAK AND ITS DAMAGE BY PHYLLOPHAGES IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE

V.V. Rubtsov, I.A. Utkina

Institute of Forest Science RAS, Moscow region, Russia,

e-mail: vrubtsov@mail.ru

Summary: Some features of phenological forms of the common oak, their confinement to various forms of relief, and damage by phyllophagous insects are considered. The effect of climate change on the relationship of phyllophages with forest stands is summarized. During periods of mass propagation, phyllophagous insects have a great influence on the state and functioning of forest ecosystems. The degree of impact of the phyllophages on a forest is determined primarily by the intensity, nature and timing of damage to the crowns of trees, as well as the current state of a stand and the general environmental situation. Our research was carried out in the Tellerman experimental forestry of the Institute of Forest Science, RAS, located in the eastern part of the Voronezh region.

Keywords: common oak, phenological forms, phyllophages, climate.

У дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) еще в конце XIX столетия В.М. Черняевым выделены две фенологические формы: ранняя – *Q. robur* var. *praecox* Chern. и поздняя – *Q. robur* var. *tardiflora* Chern. В.Б. Лукьянец, обобщая выводы большого числа публикаций, считает раннюю форму (РФ) более древней, сформировавшейся еще в доледниковое время и отступавшей в период оледенения на юг. Поздняя форма (ПФ) выделилась из ранней в результате мутаций уже в период плейстоцена и является филогенетически сравнительно молодой (Лукьянец, 1979).

Приуроченность РФ и ПФ дуба к той или иной форме рельефа изучали многие исследователи. Так, К.В. Зворыкина и И.Н. Елагин (1965) отмечают приуроченность каждой из этих форм к определенным элементам рельефа, причем в различных частях ареала дуба эти закономерности не всегда совпадают. Кроме того, в разных частях ареала размещение фенологических форм по склонам балок и речных долин тоже неодинаково.

Авторы зафиксировали существенные различия в температурном режиме балок и пойм больших рек и объясняют это действием больших масс воды, согревающих приземный слой воздуха в период разлива, когда происходит облиствение РФ. По их мнению, на склонах, сходных по экспозиции, крутизне и почвенно-гидрологическим условиям, но обращенных в одном случае к балке, в другом – к пойме, господство разных феноформ дуба обусловлено неодинаковым термическим режимом этих местообитаний в ранневесенний период. Именно низкие ночные температуры воздуха, отмечаемые на дне и склонах балок, независимо от экспозиции последних, обуславливают здесь господство ПФ. Лишь в условиях более мягкого микроклимата, на склонах к поймам рек с большим паводком преобладает РФ (Зворыкина, Елагин, 1965). Аналогичная закономерность замечена и в Теллермановской дубраве: на склонах, обращенных к поймам рек Вороны и Хопра, господствует РФ, склоны балок любой экспозиции покрыты ПФ (Енькова, 1950).

РФ распускается на 15-30 дней раньше ПФ и успевает использовать запасы осенне-зимней влаги, она более засухо- и солеустойчива, создает опушки вокруг солонцовых полей, лучше образует летние побеги. Одним из важных различий между РФ и ПФ дуба, обусловленным разными сроками листораспускания, является большая устойчивость ПФ к поздним весенним заморозкам и повреждениям крон листогрызущими насекомыми ранневесеннего комплекса. ПФ имеет более прямолинейную форму ствола и лучшие физико-механические свойства древесины по сравнению с РФ (Енькова, 1950). Относительно подробный обзор исследований

фенологических форм дуба черешчатого можно найти в нашей публикации (Уткина, Рубцов, 2016).

Представители рода *Quercus* относятся к предпочитаемым кормовым породам для многих насекомых. В частности, на дубе черешчатом, одной из лесообразующих древесных пород Европейской части России, обитает более 700 видов фитофагов, многие из которых имеют хозяйственное значение. Следует отметить, что качество древесины РФ дуба существенно ухудшается при дефолиации листогрызущими насекомыми, когда внутри годичного кольца прироста меняется соотношение между ранней и поздней древесиной – слой поздней древесины становится меньше (Рубцов, Уткина, 2008).

В процессе ежегодных длительных наблюдений в разных типах дубрав на территории Теллермановского опытного лесничества – филиала Института лесоведения РАН (ТОЛ ИЛАН РАН, далее ТОЛ), расположенного на востоке Воронежской обл. были зафиксированы четыре вспышки массового размножения непарного шелкопряда, пять вспышек зимней пяденицы. Размножение зеленой дубовой листовертки носило перманентный характер с пятью выраженными максимумами численности популяции. По имеющимся данным (Рубцов, Рубцова, 1984; Рубцов, Уткина, 2008), непарный шелкопряд повреждал все типы дубрав, состоящие как из РФ, так и из ПФ. Зимняя пяденица, зеленая дубовая листовертка и кольчатый шелкопряд массово размножались только в дубравах из РФ. Сильнее и чаще всего повреждался дуб РФ в пойменных, бересклетовых, солонцеватых и солонцовых дубравах, в меньшей степени – в нагорных снытево-осоковых, где он присутствует в виде небольших куртин и отдельных деревьев среди дуба ПФ и промежуточных форм. Дубы промежуточных феноформ существенно повреждались непарным шелкопрядом, боярышниковой, пестрозолотистой и поздноотрождающейся зеленой дубовой листовертками. Более устойчив к вредителям весеннего комплекса дуб ПФ, но для него наиболее опасны летние вредители, приводящие при массовых размножениях к его усыханию – дубовая хохлатка, непарный шелкопряд.

Было установлено, что уровень отпада деревьев зависит от интенсивности и кратности повреждения насаждений в течение ряда лет вследствие кумулятивного воздействия дефолиации на состояние деревьев в целом. Гибель деревьев происходит тогда, когда запас пластических веществ недостаточен для распускания новой листвы, а также когда восстановление листвы (рефолиация) приводит к полному истощению дерева и нарушению его жизненно важных функций.

Наши исследования рефолиации в кронах дуба после весеннего повреждения листвы филлофагами показали (Рубцов, Уткина, 2008), что

благодаря образованию регенеративных побегов при однократной сильной дефолиации периферия кроны дуба обычно восстанавливается в том же году, без видимых нарушений процессов жизнедеятельности деревьев. Но если сильная дефолиация продолжается два года подряд и больше, то регенеративных побегов образуется все меньше, листва восстанавливается медленнее и не полностью. Деревья ослабевают, процесс отмирания ветвей в кронах усиливается, вплоть до полного усыхания крон. При этом снижаются интенсивность роста и масса поглощающих корней, играющих важную роль в снабжении дерева водой и элементами питания, значительно падает прирост древесины, качество ее ухудшается. Уменьшается также количество запасных веществ, необходимых для нормального функционирования дерева.

Согласно современным представлениям, массовые размножения филофагов тесно связаны с факторами, вызывающими потерю устойчивости лесных экосистем. Потеря устойчивости происходит под влиянием неблагоприятных абиотических и биотических факторов. В периоды массового размножения насекомые-филофаги оказывают большое влияние на состояние и функционирование леса, вызывают ослабление деревьев, а иногда и их гибель. Степень воздействия филофагов на лес определяется прежде всего интенсивностью, характером и сроками повреждения крон деревьев, а также текущим состоянием древостоя и общей экологической обстановкой.

Большое влияние на взаимоотношения насекомых-филофагов с кормовыми породами в последнее время оказывают особенности климата. Они приводят к заметным изменениям сложившихся в конкретных условиях циклов динамики численности популяций насекомых. Происходит уменьшение вредоносности одних видов и увеличение – других, что мы и наблюдаем в Теллермановской дубраве (Рубцов, Уткина, 2019). В настоящее время возрастает роль фенологических наблюдений как инструмента при оценке влияния изменений климата на пищевые цепи в экосистемах (Both et al., 2009), поскольку организмы на разных трофических уровнях реагируют на происходящие изменения по-разному, отчего, в частности, теряется синхронность между фенологическими фазами продуцентов и консументов разного уровня.

Литература

Енькова Е.И. Рост и развитие рано- и позднораспускающихся форм дуба в географических культурах // Труды Института леса АН СССР. 1950. Т. III. С. 147–189.

Зворыкина К.В., Елагин И.Н. Приуроченность ранней и поздней форм дуба к элементам рельефа // Изв. Всесоюз. географического общества. 1965. Т. 97. Вып. 3. С. 287–290.

Лукьянец В.Б. Внутривидовая изменчивость дуба черешчатого в Центральной лесостепи. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979. 216 с.

Рубцов В.В., Рубцова Н.Н. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом. М.: Наука, 1984. 184 с.

Рубцов В.В., Уткина И.А. Адаптационные реакции дуба на дефолиацию. М.: Гриф, 2008. 302 с.

Рубцов В.В., Уткина И.А. Реакция лесных насекомых-филлофагов на современное изменение климата // Лесоведение. 2019. № 5. С. 375–384.

Уткина И.А., Рубцов В.В. Исследование фенологических форм дуба черешчатого // Лесоведение. 2016. № 6. С. 466–475.

Both C., van Asch M., Bijlsma R.G., van den Burg A.B., Visser M.E. Climate change and unequal phenological changes across four trophic levels: constraints or adaptations? // J. Anim. Ecol. 2009. V. 78. P. 73–83.

УДК 573:581.4

СОВРЕМЕННАЯ БИОМОРФОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЛОГЕНЕТИКА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ: ЕСТЬ ЛИ ТОЧКИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ?

И.А. Савинов

*Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва, Россия, e-mail: savinovia@mail.ru*

Аннотация: Рассмотрена возможность интерпретации биоморфологических признаков в контексте данных молекулярной филогенетики на примере представителей порядка Celastrales, а также некоторых других групп высших сосудистых растений.

Ключевые слова: биоморфология, молекулярная филогенетика, жизненные формы, архитектурные модели, модели побегообразования, Celastrales.

MODERN BIOMORPHOLOGY AND MOLECULAR PHYLOGENETICS OF HIGHER VASCULAR PLANTS: IS THERE A POINT OF CONTACT?

I.A. Savinov

*Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia,
e-mail: savinovia@mail.ru*

Summary: The possibility of interpreting biomorphological characters in the context of molecular phylogenetics data is considered using the example of representatives of the order Celastrales, as well as some other groups of higher vascular plants.

Keywords: biomorphology, molecular phylogenetics, life forms, architectural models, models of shoot formation, Celastrales.

Современная биоморфология как учение о жизненных формах организмов (иначе – экологическая морфология) имеет давнюю историю, но основные ее подходы и принципы сложились благодаря работе целой плеяды отечественных специалистов, в первую очередь, ботаников и зоологов, в 40-90-х гг. XX века. Особенно велика здесь заслуга школы И.Г. и Т.И. Серебряковых. Несмотря на известную экологическую пластичность и изменчивость жизненной формы, отражающей рост и развитие растения в конкретных условиях среды, можно говорить об определенной таксономической значимости ее признаков, поскольку ритмы сезонного развития растений и формирование побеговых систем тесно связаны с внутренними, наследственными факторами, включая закономерности морфогенеза (Серебряков, 1948, 1949, 1966; Хохряков, 1975; Недолужко, 1997). Скрупулезный биоморфологический анализ (признаки конструкции тела) представителей таксона дает много значимых признаков для филогенетической систематики (Хохряков, 1975).

Молекулярная филогенетика, использующая большой массив накопленных данных по нуклеотидным последовательностям ДНК и основанная на кладистической методологии, – активно развивается последние 25-30 лет. Она революционизировала многие прежние представления об объеме и родственных связях большинства семейств покрытосеменных, а также других групп высших растений. Среди таких таксонов оказался и порядок Celastrales. В настоящее время основная задача для специалистов – выявление корреляций (и противоречий) между морфологическими и молекулярными признаками, включая признаки жизненных форм; взаимное тестирование рабочих гипотез, созданных на основании анализа двух массивов данных.

Основное ограничение сегодняшнего дня заключается в том, что известна лишь малая часть генома растений. Например, для порядка Celastrales это число равно 7 ядерных и пластидных генов. Необходимы дальнейшие молекулярно-генетические исследования для прояснения слабых мест таксономических гипотез, основанных только на морфологических признаках, с целью построения систем таксонов, более

полно отражающих их эволюцию. Наш оптимизм о перспективах такого синтеза основан, очевидно, на системной иерархии живого организма: ведь анализируемые гены, безусловно, принадлежат ему также, как и структурные признаки. Многие специалисты высказываются за необходимость дальнейшего накопления и сопоставления разных массивов данных, поскольку цель систематики состоит не в «облегчении» работы специалиста, а в достижении большей «естественности» (Пименов, 2007). При этом важна экспертная оценка (Соколов, 2007).

Возможность нахождения точек соприкосновения проиллюстрирована ниже главным образом на примере представителей порядка Celastrales. Объем таксона принят здесь на основании молекулярно-филогенетических данных (APG IV). Используются классические подходы при изучении и описании жизненных форм (Серебряков, 1962), а также архитектурных моделей («моделей побегообразования») (Hallé et al., 1978; Серебрякова, 1981). Учитывались следующие признаки: тип жизненной формы (1), ориентация побеговых систем в пространстве и направление их роста (ортотропные и плагиотропные) (2), функциональная специализация побегов (3), продолжительность жизни листьев (4), расположение почек (5).

В одних случаях признаки жизненной формы характеризуют род, в других – близкие виды. Так, целое подсемейство Hippocrateoideae характеризуется преобладанием жизненной формы деревянистой лианы (хотя важно учитывать, что лианы сформировались в ходе эволюции бересклетовых, по меньшей мере, еще четырежды: в роде *Tripterygium* подсемейства Tripterygioideae, в родах *Euonymus*, *Monimopetalum* и *Celastrus* подсемейства Celastroideae), а в трибе Lophopetaleae встречаются исключительно высокоствольные тропические деревья (которые также формируются в других группах бересклетовых: родах *Euonymus*, *Bhesa*). Итак, конвергенция и параллелизм – обычные явления в ходе эволюции жизненных форм бересклетовых и должны учитываться при проведении таксономической и филогенетической работы.

В семействе Celastraceae (включая род *Brexia*), представленном исключительно древесными жизненными формами, были выделены следующие типы побеговых систем: 1) поликарпические полициклические с моноподиальным или акросимподиальным нарастанием и интеркалярными либо псевдотерминальными соцветиями; по положению побегов в пространстве здесь можно различать: а) ортотропные, б) плагиотропные и в) смешанные побеги; по ритму развития - силлептические и пролептические побеги; 2) монокарпические моно- и дициклические, соцветия терминальные (вечнозеленые виды рода *Celastrus*); 3) монокарпические моноциклические –

однажды цветущие, с симподиальным нарастанием и терминальными соцветиями; они бывают удлиненными либо укороченными (*Tripterygium*, *Mortonia*, некоторые виды *Celastrus*). Соцветия всегда с базипетальным распусканием цветков. Характерно образование многочисленных спящих почек.

Для некоторых видов Celastraceae были выявлены следующие архитектурные модели: Rauh, Attims, Champagnat, Mangenot, гипотетически – также модели Scarrone, Stone.

Аксиллярные комплексы, столь характерные для многих Celastrales, представляют собой систему псевдоколлатеральных почек и характерны для многих представителей порядка (*Euonymus*, *Celastrus* и *Tripterygium*, *Salacia*, *Sarawakodendron*, *Brexia*, и многие другие). Существенным признаком является способность почек к внутриветвильному ветвлению. Сериальные комплексы бересклетоцветных можно рассматривать в качестве побегов обогащения, возникающих силлептически либо пролептически на материнском побеге и дающих преимущества при освоении пространства и цветении. Элементы таких сериальных комплексов отличаются структурно и функционально: из почки I порядка обычно развивается крупный вегетативный побег (нередко брахибласты, несущие колючки побегового происхождения), а из группы дочерних почек II порядка – крайне специализированные типы соцветий (как в родах *Salacia*, *Sarawakodendron*, *Brexia*). Они представляют собой продукт дифференциации исходной пазушной системы побегов.

Представители рода *Parnassia* – мезофитные коротко-корневищные многолетние травянистые растения, характеризуются **розеточной моноподиальной моделью** побегообразования. Крупные одиночные цветки образуются на верхушке генеративного побега с единственным стеблеобъемлющим листом. Сами генеративные побеги формируются на корневище в пазухах чешуевидных листьев и являются монокарпическими и моноциклическими. Белозор обладает вегетативной подвижностью за счет формирования дочерних укореняющихся побегов в пазухах чешуевидных листьев главного корневища. Представители подсемейства Stackhousioideae – ксерофитные одно- или многолетние корневищные травы (возможно, с частичным одревеснением побегов), характеризуются **полурозеточной симподиальной моделью** побегообразования. Многоцветковые тирсоидные или кистевидные соцветия (с серией брактеей; распускание цветков акропетальное) формируются на верхушке корневища или оси из главной меристемы и являются монокарпическими и моноциклическими. Возобновление роста у многолетников осуществляется за счет дочерних

побегов, образующихся в пазухах чешуевидных листьев материнского корневища.

Соотношение ортотропных и плагиотропных побегов в побеговой системе целого растения у представителей семейства Celastraceae меняется по ходу онтогенеза в зависимости от условий среды; при этом может происходить смена их функций, главными из которых являются обеспечение вегетативной подвижности и формирование соцветий и цветков. Это характеризует поливариантность жизненных форм и дает возможность перестраивать побеговую систему в резко меняющихся условиях. Так, если принять в качестве **гипотетического типа для всего таксона** «немногоствольное кустовидное дерево» («полудерево») со слабой выраженной зоной кущения (только 2-3 главных ствола) и моноподиальным нарастанием скелетных осей, то в силу пластичности и мобильности жизненных форм можно представить себе схему преобразования такой системы побегообразования в *Parnassia*-тип, с одной стороны, и *Stackhousioideae*-тип, с другой, поскольку существует возможность перехода от моноподиального типа к симподиальному и от удлинённых побегов к укороченным (полурозеточным и розеточным), с редукцией числа осей и сменой их ориентации в пространстве. Дополнительно в случае подсемейства *Stackhousioideae* должна была произойти смена базипетального распускания цветков на акропетальный; а в случае рода *Parnassia* – редукция числа цветков до одного. В семействе *Lepidobotryaceae* наблюдаются специфические пазушные малоцветковые (часто даже одноцветковые) соцветия на брахибластах. При этом легко увидеть, что структурно-функциональное разнообразие побеговых систем представителей *Celastraceae* довольно велико и включает варианты, наподобие описанных у *Parnassia* и *Stackhousioideae*.

Подобные черты можно выявить при анализе жизненных форм и архитектурных моделей среди других групп цветковых растений (например, в семействе жимолостных), а также у голосеменных и высших споровых. При этом крайне своеобразный и специфический внешний облик отдельных представителей, например, плаунов, хвощей (ныне – группа в составе папоротниковидных), уховниковых папоротников, хорошо согласуется с недавними данными по последовательностям ДНК, а также палеоботаническими материалами (Тимонин, Филин, 2009; Тимонин и др., 2009).

Литература

Недолужко В.А. Древесные растения: Проблема эволюции жизненных форм. Владивосток: Дальнаука, 1997. 120 с.

Пименов М.Г. Молекулярные данные: облегчают ли они работу в систематике растений? // Мат-лы конф. по морфологии и систематике растений, посвящ. 300-летию со дня рожд. К. Линнея. М.: КМК, 2007. С. 43–45.

Серебряков И.Г. Структура и ритм в жизни цветковых растений I // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1948. Т. 53, вып. 2. С. 49–66.

Серебряков И.Г. Структура и ритм в жизни цветковых растений II // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1949. Т. 54, вып. 1. С. 47–62.

Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений: Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962. 378 с.

Серебряков И.Г. Соотношение внутренних и внешних факторов в годичном ритме развития растений (к истории вопроса) // Бот. журн. 1966. Т. 51, № 7. С. 923–938.

Серебрякова Т.И. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав // Жизненные формы: структура, спектры и эволюция. М.: Наука, 1981. С. 161–179.

Соколов Д.Д. Экспертная оценка как основа филогенетической систематики // Материалы конф. по морфологии и систематике растений, посвящ. 300-летию со дня рожд. Карла Линнея. М.: КМК, 2007. С. 45–47.

Тимонин А.К., Филин В.Р. Ботаника: в 4 т. Т. 4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. Книга 1. М.: Академия, 2009. 320 с.

Тимонин А.К., Соколов Д.Д., Шипунов А.Б. Ботаника: в 4 т. Т. 4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. Книга 2. М.: Академия, 2009. 352 с.

Хохряков А.П. Закономерности эволюции растений. Новосибирск: Сиб. отд. изд-ва «Наука», 1975. 202 с.

APG IV (2016).

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_APG_IV

Hallé F., Oldeman R., Tomlinson P.B. Tropical trees and forests. An architectural analysis. Berlin etc., Springer, 1978. 441 p.

УДК 581.4

ОБ АРХИТЕКТУРНЫХ ЕДИНИЦАХ ИЛИ ЕЩЁ РАЗ О КАТЕГОРИЯХ МОДУЛЕЙ У РАСТЕНИЙ

Н.П. Савиных

*Вятский государственный университет, г. Киров, Россия,
e-mail: savva_09@mail.ru*

Аннотация: На основе разработанных ранее представлений о модульной организации растений сопоставлены категории модулей (элементарный, универсальный и основной) с выделяемыми архитектурными единицами особей, показаны их сходства и специфика, роль в формировании габитуса древесных и травянистых растений.

Ключевые слова: модуль, архитектурная единица, архитектура, жизненная форма, модель побегообразования, архитектурная модель.

ABOUT ARCHITECTURAL UNITS OR ONCE AGAIN ABOUT CATEGORIES OF MODULES IN PLANTS

N.P. Savinykh

Vyatka State University, Kirov, Russia, e-mail: savva_09@mail.ru

Summary: Based on the previously developed ideas about the modular organization of plants, the categories of modules (elementary, universal and basic) are compared with distinguished architectural units of individuals, their similarities and specifics, their role in the formation of habitus of woody and herbaceous plants are shown.

Keywords: module, architectural unit, architecture, life form, shoot formation model, architectural model.

С осознанием наличия в структуре растения закономерно повторяющихся структур появились новые подходы к описанию и сравнительному анализу их габитуса (Halle et al., 1978; Barthelemy, Caraglio, 2007; Современные подходы..., 2008) с выделением разных по масштабу и положению в теле растения единиц. Нет унификации и единообразия в оценке их статуса и роли в формировании побеговых систем растений. Параллельно и независимо проводимые в России и за рубежом исследования еще более осложнили эту ситуацию.

Основы изучения габитуса растений заложены и развиты в трудах российских ботаников с начала прошлого века (Современные подходы..., 2008; Savinykh, Cheryomushkina, 2015). Анализ структурной организации

растений проводится с использованием обобщающих понятий «структурная единица», «метамер», «модуль».

За рубежом для обозначения повторяющихся элементов у растений используют термины «модуль» и «архитектурная единица». Показано, что в архитектуре растения, как иерархически разветвленной системе, повторяются несколько категорий осей в соответствии с их морфологическими, анатомическими и функциональными отличительными особенностями. Конкретное выражение оси и есть «архитектурная единица» (Barthelemy, Caraglio, 2007). Этот термин отчасти принят и в России.

Цель данной работы – сравнительный анализ понятий, используемых для изучения структурной организации семенных растений.

Изучение биоморфологии *Veronica L.* (Савиных, 2000) и поиск подходов к сравнительному анализу их биоморф убедили в правомочности использования в качестве обобщающего слова для обозначения структурных единиц разного ранга у растений понятия «модуль» и выделения трёх категорий их с позиций сущности и явления (Савиных, 2000; Савиных, Мальцева, 2008; Savinykh, Cheryomushkina, 2015 и др.): элементарный (ЭМ), универсальный (УМ) и основной (ОМ). Роль разных категорий модулей в сложении структуры растения разная. ЭМ не одинаковы по строению на разных участках даже одного монокарпического / годичного / элементарного побега, что обеспечивает структурно-функциональную зональность у трав, особенно с анизотропными и ортотропными побегами; они, в свою очередь – адаптацию растения в целом к условиям среды. Напрямую строение ЭМ не влияет на габитус особи, поэтому он не может считаться её АЕ. Однако, изменения именно этих структур обеспечивали в ходе эволюции приспособленность организмов к условиям среды, существование их в широком диапазоне условий сезонного климата и смену биоморф (Savinykh, 2019). Кроме того, качественный состав ЭМ в составе целого определяет структуру модуля следующего уровня – УМ. Поэтому ЭМ хотя и не прямо, но опосредованно все же влияют на архитектуру особи через особенности строения УМ как элементарной единицы побеговой системы.

Элементарной единицей особи является ОМ, строящийся на основе УМ. Строение ОМ у долго живущих растений определяется размерами конструктивной части УМ – фрагмента побега, входящего в состав многолетней оси. У древесных растений, трав с плагиотропными удлиненными побегами и моноподиальным нарастанием весь УМ конструктивен и может расцениваться как особая АЕ первого уровня / категории. В связи со сложностью устройства побеговых систем у деревьев И.С. Антонова с коллегами выделили как конструкционные элементы кроны

дополнительно элементарную побеговую систему (ЭПС) и эпсион (Актуальные проблемы..., 2012). Поскольку они закономерно повторяются и отчетливо выделяются в структуре растения, их также можно оценить как АЕ, но уже следующих уровней сложности. Именно такими структурами слагается ветвь от ствола, которая определяет архитектуру дерева в целом и может быть также охарактеризована как особая АЕ. Поэтому АЕ как архитектурная модель (АМ) в трактовке Halle et al (1978) у древесных растений – ветвь от ствола или ОМ (в нашем понимании) или конструктивный модуль (по Мазуренко, Хохряков, 2004). Поэтому, мнение Ю.А. Боброва (2008) о введении для сложных побеговых систем особой категории модуля – промежуточного, в связи с вышесказанным имеет особое звучание, а у древесных растений как АЕ разных уровней сложности следует рассматривать УМ (одноосный побег по Л.Е. Гатцук (Современные подходы..., 2008), промежуточные модули – ЭПС и эпсион, ОМ – ветвь от ствола / стволлик у кустарников / система побега формирования (по Мазуренко, Хохряков, 2004).

У симподиально нарастающих трав, независимо от типа их побегов и модели побегообразования, строение взрослого растения обусловлено особым способом построения многолетнего скелета. Конструктивным у них является не весь УМ (монокарпический побег – МК), а лишь его базальный участок с зоной возобновления. В зависимости от способа нарастания и длины междоузлий Т.И. Серебрякова (1981) описала для трав симподиальную длиннопобеговую, симподиальную полурозеточную, моноподиальную розеточную, моноподиальную длиннопобеговую плагиотропную модели побегообразования; позднее охарактеризовали симподиальную розеточную и моноподиальную полурозеточную модели (Актуальные проблемы..., 2012). Подтверждены сомнения Т.И. Серебряковой в неидентичности МП и АМ у трав: МП с динамических позиций её определения – генетически закрепленная программа развития УМ, а в статике – структура – конкретное выражение реализации этой программы (Савиных, 2004; Актуальные проблемы..., 2012).

При формировании побегов замещения из почек возобновления МК (УМ) последовательных порядков развивается ОМ, который у трав имеет начало развития (исходный побег) и конец своей жизни (прекращение образования побегов замещения и отмирание), отделяется от исходной побеговой системы в ходе морфологической дезинтеграции; эта структура закономерно и последовательно повторяется в онтогенезе особи и определяет ее биоморфу. Именно она отчетливо выделяется при анализе габитуса растения, определяет его, архитектуру целостной особи и,

следовательно, может рассматриваться также как особая АЕ. Это чаще всего парциальный куст, симподий-монохазий, моноподии со специализированными вегетативно-генеративными побегами. При этом особи, габитус которых строится по типу симподиев-монохазиев в зависимости от типа побегов в их составе характеризуются как разные биоморфы. Биоморфа и структура симподия определяются моделью побегообразования. Симподии стелющихся высокогорных трав образованы из резидов розеточных побегов; длиннокорневищных трав – из резидов удлинённых побегов с геофильной частью; короткокорневищных и каудексовых трав – из полурозеточных побегов. На основании изложенного описано 7 АМ для трав (Актуальные проблемы..., 2012). ОМ у этих биоморф выступает наряду с УМ как особая АЕ. Поэтому анализировать побеговые системы многолетних трав с анизотропными и ортотропными побегами следует с использованием двух АЕ – УМ и ОМ.

У малолетников и однолетников вегетативного происхождения, особенно среди водных и прибрежно-водных трав, в конце вегетационного периода обычно формируется побеговая система нескольких порядков ветвления. Она часто представлена дизъюнктивной системой одноосного побега, когда из почек участка монокарпического побега, топографически соответствующего зоне возобновления многолетников, формируются побеги замещения, не оставляя резерва для возобновления в следующем году. У таких растений, как и у типичных малолетних и однолетних монокарпиков, ОМ совпадает с УМ и не повторяется более в структуре растения. Поэтому считаем целесообразным характеризовать и сравнивать у них не столько АЕ, сколько архитектуру в целом.

Литература

Актуальные проблемы современной биоморфологии: коллективная монография / Под ред. Н. П. Савиных. Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2012. 610 с.

Бобров Ю.А. Промежуточный модуль – вспомогательный уровень морфологического анализа // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2008. Вып. 9. С. 16–21.

Мазуренко М. Т., Хохряков А. П. Модульная организация дерева // Конструкционные единицы в морфологии растений: Материалы X школы по теоретической морфологии растений. 2–8 мая 2004 г. Киров, 2004. С. 62–72.

Савиных Н. П. Биоморфология вероник России и сопредельных государств: Дисс. ... докт. биол. наук. М., 2000. 450 с.

Савиных Н. П. Модели побегообразования и архитектурные модели растений с позиции модульной организации // Конструкционные единицы в

морфологии растений: материалы X школы по теоретической морфологии растений. Киров, 2004. С. 89–95.

Савиных Н.П., Мальцева Т.А. Модуль у растений как структура и категория // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2008. Вып. 9. С. 227–234.

Серебрякова Т. И. Жизненные формы и модели побегообразования наземно-ползучих многолетних трав // Жизненные формы, структура, спектры, эволюция. М.: Наука, 1981. С. 161–179.

Современные подходы к описанию структуры растения / под ред. Н. П. Савиных, Ю. А. Боброва. Киров: ООО «Лобань», 2008. 355 с.

Barthelemy D., Caraglio Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny // Ann. Bot. 2007. No. 99 (3). P. 375-407.

Halle F., Oldeman R.R.A., Tomlinson P.B. Tropical trees and forests: An architectural analysis. Berlin, 1978. 441 p.

Savinykh N. P. Evolution of the Life Forms of Flowering Plants in a Biodiversity Formation // Biology Bulletin. 2019. Vol. 46. No. 1. P. 65–73.

Savinykh N. P., Cheryomushkina V. A. Biomorphology: Current Status and Prospects // Contemporary Problems of Ecology. 2015. Vol. 8. No. 5. P. 541–549.

УДК 591.5 (470.620)

**ИЗУЧЕНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ
ПРИ ВЕДЕНИИ КРАСНОЙ КНИГИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
С.В. Саксонов¹, В.Н. Ильина², С.А. Сенатор¹**

¹*Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия,
e-mail: sv saxonoff@yandex.ru*

²*Самарский государственный социально-педагогический университет,
г. Самара, Россия, e-mail: 5iva@mail.ru*

Аннотация: Изучение структуры популяций растений в Самарской области осуществляется в рамках подготовки региональной Красной книги. К настоящему времени достаточно подробно исследована структура и динамика популяций около 70 видов растений, охраняемых в Самарской области.

Ключевые слова: Самарская область, Красная книга, редкий вид, популяция.

STUDY OF COENOPOPULATIONS OF RARE PLANT SPECIES DURING THE WORK ON THE RED BOOK OF SAMARA OBLAST

S.V. Saksonov¹, V.N. Ilina², S.A. Senator¹

¹*Institute of ecology of the Volga river basin of Russian Academy of Sciences,
Togliatti, Russia, e-mail: svsexonoff@yandex.ru*

²*Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia,
e-mail: 5iva@mail.ru*

Summary: The study of the structure of plant populations in the Samara oblast is carried out in the framework of the preparation of the regional Red Book. Currently, the structure and dynamics of populations of about 70 species of rare plants are studied in detail.

Keywords: Samara oblast, Red Book, rare species, population.

Самарская область – развитый в хозяйственном отношении регион, расположенный в среднем течении р. Волга и занимающий площадь 53,6 тыс. км². Регион находится на границе Европейской широколиственно-лесной и Евразийской степной областей, что обуславливает богатство и разнообразие флоры и растительности. Однако длительная и интенсивная эксплуатация территории способствует значительной трансформации растительного покрова.

В настоящее время флора Самарской области насчитывает более 1900 видов сосудистых растений, что является весьма высоким показателем для равнинных территорий европейской части России. Уникальность растительному миру региона придают эндемичные растения, описанные с территории Самарской области и, прежде всего, с Жигулевской возвышенности. В Жигулях сохранились и реликтовые элементы флоры, имеющие, преимущественно, позднеплейстоценовый-голоценовый возраст. Ландшафтные особенности региона позволяют здесь выделить 3 зональных комплекса: Лесостепное Предволжье, Лесостепное и Степное Заволжье.

Трансформация растительного покрова в значительной степени повлияла на утрату природными комплексами характерных зональных черт (Красная книга..., 2017; Сохранение..., 2018). В связи с этим издание Красной книги Самарской области как основы регионального мониторинга за уязвимой частью биоты имеет неоспоримо важное значение.

Красная книга Самарской области учреждена приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Самарской области № 4 от 31.08.2005 г. В 2007 г. опубликован том I, посвященный редким видам растений, лишайников и грибов. Это официальный документ, содержащий

свод сведений о состоянии, распространении и мерах охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (подвидов, популяций) дикорастущих растений и грибов, произрастающих на территории региона.

В течение последующих 10 лет велась активная работа по уточнению и пересмотру видов, нуждающихся в охране. Окончательный вариант перечня видов растений и грибов, включенных в Красную книгу Самарской области, утвержден приказом министерства лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области № 552 от 01.09.2017 г. Второе издание Красной книги региона вышло в конце 2017 года.

Со времени выхода первого издания Красной книги Самарской области произошли существенные изменения в перечне объектов растительного мира, нуждающихся в охране: исключено 64 вида покрытосеменных, 2 – голосеменных, 1 – хвощевидных, 1 – папоротниковидных, 2 – водорослей, 2 – лишайникообразующих грибов.

Дополнен список охраняемых на территории Самарской области представителей 29 видами покрытосеменных, 1 – папоротниковидных, 7 – мохообразных, 5 – водорослей, 9 – лишайникообразующих грибов, 1 – не образующих лишайник грибов.

Таким образом, во второе издание Красной книги включены 223 вида покрытосеменных растений, 2 – голосеменных, 14 – папоротниковидных, 1 – хвощевидных, 3 – плауновидных, 3 – печеночников, 10 – мхов, 11 – водорослей, 14 – лишайникообразующих грибов, 5 – не образующих лишайник грибов.

Отличительной особенностью второго издания Красной книги Самарской области (2017), посвященной редкой флоре, является использование многоаспектных данных по демэкологии видов. Около 1/3 представителей, включенных в издание, в большей или меньшей степени изучены на популяционном уровне. Результаты многолетней работы изложены на страницах Красной книги (к сожалению, в сжатой форме), а также в многочисленных публикациях (Зенкина, Ильина, 2017, 2019; Абрамова и др., 2018; Ильина и др., 2018; Каримова и др., 2018; Киселева и др., 2018; Ильина, 2019).

В ходе ведения Красной книги Самарской области изучена структура (в большинстве случаев и ее динамика) более чем у 70 видов растений. Среди них: Alliaceae: *Allium delicatulum* Siev. ex Schult. et Schult. fil., *Allium obliquum* L.; Apiaceae: *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm., *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Pleurospermum uralense* Hoffm.; Asteraceae: *Anthemis trotziana* Claus, *Artemisia salsoloides* Willd., *Jurinea ewersmannii* Bunge, *Jurinea ledebourii* Bunge; Boraginaceae: *Onosma polychroma* Klokov ex M. Popov [incl. *O. iricolor*

Klokov]; Brassicaceae: *Alyssum lenense* Adams, *Clausia aprica* (Stephan) Korn.-Tr., *Crambe tataria* Sebeok, *Lepidium coronopifolium* Fisch. ex Ledeb., *Schivereckia hyperborea* (L.) Berkutenko [*S. podolica* (Besser) Andr. ex DC.]; Campanulaceae: *Adenophora liliifolia* (L.) A. DC., *Campanula latifolia* L.; Caryophyllaceae: *Dianthus leptopetalus* Willd.; Convallariaceae: *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt; Cyperaceae: *Carex ericetorum* Poll., *Eriophorum gracile* W.D.J. Koch, *Scirpoides holoschoenus* (L.) Sojak; Dipsacaceae: *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult., *Scabiosa isetensis* L. [*Lomelosia isetensis* (L.) J. Soják]; Droseraceae: *Drosera rotundifolia* L.; Fabaceae: *Astragalus cornutus* Pall., *Astragalus sulcatus* L., *Astragalus tenuifolius* L. [*A. scopaeformis* Ledeb.], *Astragalus ucrainicus* Popov et Klokov, *Glycyrrhiza glabra* L., *Hedysarum gmelinii* Ledeb., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Hedysarum razoumovianum* Fisch. et Helm, *Lathyrus litvinovii* Iljin, *Medicago cancellata* M. Bieb., *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC., *Oxytropis hippolyti* Boriss., *Oxytropis knjazevii* Vasjukov [*O. spicata* (Pall.) O. et B. Fedtsch.]; Gentianaceae: *Gentiana pneumonanthe* L.; Globulariaceae: *Globularia punctata* Lapeyr.; Iridaceae: *Iris pumila* L.; Lamiaceae: *Ajuga glabra* C. Presl, *Nepeta ucranica* L.; Liliaceae: *Ornithogalum fischeranum* Krasch., *Tulipa schrenkii* Regel; Limoniaceae: *Goniolimon elatum* (Fisch. ex Spreng.) Boiss.; Linaceae: *Linum flavum* L., *Linum perenne* L., *Linum uralense* Juz.; Orchidaceae: *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Epipogium aphyllum* (F.W. Schmidt) Sw., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Herminium monorchis* (L.) R. Br., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter, *Orchis militaris* L., *Orchis ustulata* L. [*Neotinea ustulata* (L.) R.M. Bateman, Pridgeon et M.W. Chase]; Plantaginaceae: *Plantago maxima* Juss. ex Jacq.; Poaceae: *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *Stipa korshinskyi* Roshev., *Stipa pulcherrima* K. Koch; Polemoniaceae: *Polemonium caeruleum* L.; Polygalaceae: *Polygala sibirica* L.; Polygonaceae: *Atraphaxis frutescens* (L.) K. Koch; Primulaceae: *Trientalis europaea* L.; Pyrolaceae: *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Pyrola chlorantha* Sw., *Pyrola minor* L., *Pyrola rotundifolia* L.; Ranunculaceae: *Adonanthe vernalis* (L.) Spach, *Adonanthe volgensis* (Steven ex DC.) Chrtek et Slavíková, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Trollius europaeus* L.; Rosaceae: *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.; Rutaceae: *Dictamnus caucasicus* (Fisch. et C.A. Mey.) Grossh.; Valerianaceae: *Valeriana tuberosa* L.; Ephedraceae: *Ephedra distachya* L. и другие.

Таким образом, ценопопуляционными исследованиями охвачено около четверти редких представителей самарской флоры. Дальнейшее ведение Красной книги региона требует значительного увеличения масштаба работ популяционно-онтогенетического направления для объективной оценки

современного состояния популяций и видов в целом, тенденций восстановления (или сокращения) численности представителей, реакции особей и их совокупности на антропогенное воздействие и эффективность природоохранных мероприятий.

Литература

Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult (Dipsacaceae) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3–15.

Сохранение раритетных видов растений и грибов Волжского бассейна Флористический ежегодник, 2017: монография / под ред. Т.Б. Силаевой и С.В. Саксонова. Тольятти: Анна, 2018. 143 с.

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности структуры ценопопуляций полыни солянковидной (*Artemisia salsoloides* Willd., Asteraceae) в Самарской области // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 4 (21). С. 41–47.

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности пространственно-онтогенетической структуры ценопопуляций ковыля Коржинского (*Stipa korshinskyi* Roshev., Poaceae) // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 26–30.

Ильина В.Н. Редкие копеечники на Средней Волге. Биология, структура популяций и вопросы охраны: монография. Самара: СГСПУ, 2019. 164 с.

Ильина В.Н., Киселева Д.С., Саксонов С.В. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Laser trilobum* (L.) Vorkh. в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4(1). С. 27–33.

Каримова О.А., Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н. Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus в Самарской и Оренбургской областях // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2018. Т. 123. № 5. С. 58–66.

Киселева Д.С., Ильина В.Н., Саксонов С.В. Эколого-фитоценотическая характеристика *Helianthemum zheguliense* Jus. ex Tzvelev в Жигулевском заповеднике // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. № 5. С. 140–144.

Красная книга Самарской области. Том I. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. 384 с.

УДК 591.5 (470.620)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЦЕНОПОПУЛЯЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С.В. Саксонов¹, В.Н. Ильина², С.А. Сенатор¹

¹*Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти, Россия,
e-mail: sv saxonoff@yandex.ru*

²*Самарский государственный социально-педагогический университет,
г. Самара, Россия, e-mail: 5iva@mail.ru*

Аннотация: Изучение структуры популяций растений в Самарской области имеет свои региональные особенности: около 60% модельных видов относится к ксерофитам, произрастающим, в основном, в степной зоне области. В меньшей степени обследованы 40% лесных и лесолуговых видов, что требует проведения их масштабного мониторинга и последующего анализа полученных материалов.

Ключевые слова: Самарская область, Редкий вид, Популяция, Популяционные исследования.

REGIONAL FEATURES OF COENOPOPULATIONS RESEARCHES (SAMARA OBLAST)

S.V. Saksonov¹, V.N. Ilina², S.A. Senator¹

¹*Institute of Ecology of the Volga river basin of Russian Academy of Sciences,
Togliatti, Russia, e-mail: sv saxonoff@yandex.ru*

²*Samara State University of Social Sciences and Education, Samara, Russia,
e-mail: 5iva@mail.ru*

Summary: The study of the structure of plant populations in the Samara oblast has its own regional features: about 60% of model species belong to xerophytes, growing mainly in the steppe zone. 40% of forest and forest-meadow species are less studied. This requires extensive monitoring of these species and subsequent analysis of the materials obtained.

Keywords: Samara oblast, Rare species, Population, Population studies.

Изучение биоэкологических особенностей отдельных представителей флоры конкретных регионов и сравнительный анализ популяционных параметров на протяжении всего ареала вида способствуют сохранению биологического разнообразия (Ильина, 2006, 2019; Абрамова и др., 2016, 2018; Зенкина, Ильина, 2017, 2019; Ильина и др., 2018; Каримова и др., 2018; Киселева и др., 2018). Ценопопуляционные методики, основанные на

выявлении особенностей размещения и определении качественных и количественных показателей особей, дают возможность достоверно определить состояние популяций и фитоценозов, а также разработать меры по охране природных комплексов.

На территории Самарской области нами осуществляется мониторинг природных популяций более 70 редких представителей местной флоры. Зачастую они являются индикаторными видами (Ильина, 2006, 2014, 2015, 2019), что необходимо учитывать для определения современного состояния фитоценозов и природных комплексов в целом с их участием (Сохранение раритетных видов..., 2018; Бирюкова и др., 2019).

Следует отметить, что 60% модельных видов флоры Самарской области, являются степными представителями (группа I – ксерофиты). Считаем это закономерным в связи с расположением Самарской области в степной и лесостепной зонах, а также высокой степенью освоенности региона, что привело к утрате значительных по площади степных участков.

Около 40% видов являются лесными, лесолуговыми и луговыми (группа II – мезофиты [включая близкие гигроморфы]). Казалось бы, что такая ситуация логична с учетом положения Самарской области в степной и лесостепной зонах. Однако доля исследованных ценопопуляций данной группы от общей численности описаний составляет всего 5%, что, на наш взгляд, является недостаточным для выявления общих закономерностей развития популяций этих видов в регионе. Таким образом, существует необходимость в осуществлении срочного мониторинга мезофитов на территории Самарской области, что требует, прежде всего, увеличения числа исследователей, работающих в популяционно-онтогенетическом направлении, а также создания координирующей программы мониторинга редких видов растений для сбора информации по структуре и динамике их ценопопуляций.

При проведении работ используются ставшие уже традиционными популяционно-онтогенетические методики, хотя некоторые методы исследований адаптированы нами к конкретным модельным видам растений в связи с особенностями их жизненной формы и в зависимости от условий местообитаний.

Большее число стационарных участков в Самарской области, хотя и располагаются на охраняемых территориях, но их растительный покров в разной степени подвержен антропогенной нагрузке. В связи с этим особое значение имеет сравнение популяционных характеристик редких видов в зависимости от типа и интенсивности нагрузки на их местообитания (Ильина, 2015).

Одним из важнейших аспектов нашей работы является изучение влияния пирогенного фактора на популяции редких видов как на структурные составляющие фитоценозов. Без сомнения, еще долгие годы вопрос о положительной и отрицательной роли пожаров (как естественного, так и антропогенного происхождения) останется дискуссионным. Однако возникновение масштабных и часто повторяющихся на одной и той же территории пожаров оказывает негативное влияние на растительный покров в целом и отдельные популяции видов растений, находящихся до воздействия фактора в равновесном или близком к нему состоянии.

Исследования популяционной структуры показывают, что многие местообитания редких видов растений должны быть взяты под особый контроль, что необходимо для гарантии сохранности их в регионе. Только при оптимизации хозяйственной эксплуатации фитоценозов с участием изучаемых видов возможно предотвращение деструктивно-сукцессионного типа развития ценопопуляций и растительных сообществ. Разработка мер по сохранению фиторазнообразия должна основываться на детальном эколого-флористическом мониторинге природных комплексов с учетом популяционных характеристик редких видов.

Все выше сказанное свидетельствует о необходимости проведения популяционных работ в деле сохранения фиторазнообразия Самарской области. При этом, изучение биологии, экологии и структуры популяций не только редких, но и типичных представителей местной флоры должны быть не самоцелью исследовательской деятельности, а эффективным, четким и репрезентативным методом, используемым в многоаспектном мониторинге растительного покрова региона.

Литература

Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Каримова О.А., Мустафина А.Н. Сравнительный анализ структуры популяций *Hedysarum grandiflorum* (*Fabaceae*) в Самарской области и Республике Башкортостан // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. № 2. С. 225–239.

Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н., Каримова О.А. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult (*Dipsacaceae*) в Заволжье и Предуралье // Поволжский экологический журнал. 2018. № 1. С. 3–15.

Бирюкова О.В., Богданова Е.С., Васюков В.М. и др. Сохранение раритетных видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник, 2018 / Под ред. Т.Б. Силаевой, С.А. Сенатора, С.В. Саксонова. Тольятти: Анна, 2019. 180 с.

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности структуры ценопопуляций полыни солянковидной (*Artemisia salsoloides* Willd., *Asteraceae*) в Самарской области // Самарский научный вестник. 2017. Т. 6. № 4 (21). С. 41–47.

Зенкина Т.Е., Ильина В.Н. Особенности пространственно-онтогенетической структуры ценопопуляций ковыля Коржинского (*Stipa korshinskyi* Roshev., *Poaceae*) // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1 (26). С. 26–30.

Ильина В.Н. Эколого-биологические особенности и структура ценопопуляций редких видов рода *Hedysarum* L. в условиях бассейна Средней Волги. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. 19 с.

Ильина В.Н. Определение природоохранного статуса редких видов растений Красной книги Самарской области (второе издание) на основе особенностей их онтогенеза и популяционной структуры // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2014. Т. VIII. № 4. С. 98–113.

Ильина В.Н. Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2015. Т. 24. № 3. С. 144–170.

Ильина В.Н. Редкие копеечники на Средней Волге. Биология, структура популяций и вопросы охраны: монография. Самара: СГСПУ, 2019. 164 с.

Ильина В.Н., Киселева Д.С., Саксонов С.В. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Laser trilobum* (L.) Borzh. в Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 4(1). С. 27–33.

Каримова О.А., Абрамова Л.М., Ильина В.Н., Мустафина А.Н. Структура ценопопуляций и охрана редкого вида *Anthemis trotzkiana* Claus в Самарской и Оренбургской областях // Бюлл. МОИП. Отдел биол. 2018. Т.123. № 5. С. 58–66.

Киселева Д.С., Ильина В.Н., Саксонов С.В. Эколого-фитоценоотическая характеристика *Helianthemum zheguliense* Jus. ex Tzvelev в Жигулевском заповеднике // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. № 5. С. 140–144.

Красная книга Самарской области. Том I. Редкие виды растений и грибов / Под ред. С. А. Сенатора, С. В. Саксонова. Самара, 2017. 384 с.

Сохранение раритетных видов растений и грибов Волжского бассейна: Флористический ежегодник, 2017 / Под ред. Т.Б. Силаевой и С.В. Саксонова. Тольятти: Анна, 2018. 143 с.

УДК 502.211:581.9:[58:069.029](470-25)

ОХРАНЯЕМЫЕ РАСТЕНИЯ РОССИИ НА ЭКСПОЗИЦИИ ФЛОРЫ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ ГБС РАН

Р.З. Саодатова

*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия,
e-mail: rsaodatova@mail.ru*

Аннотация: На экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН прошел интродукционное испытание 61 вид растений, включенных в Красную книгу РФ. В условиях культуры 25 видов оказались устойчивыми, 22 – слабоустойчивыми и 11 видов – неустойчивыми. В настоящее время на экспозиции выращиваются 15 видов охраняемых растений России.

Ключевые слова: Красная книга РФ, интродукция растений, *ex situ*, охраняемые растения России, интродукционная устойчивость, экспозиция флоры Восточной Европы, ГБС РАН.

PROTECTED PLANTS OF RUSSIA ON THE EASTERN EUROPE FLORA EXPOSITION OF MBG RAS

R.Z. Saodatova

*N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russia, e-mail: rsaodatova@mail.ru*

Summary: On the Eastern Europe flora's exposition into N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences passed an introduction test of 61 species of plants included in the Red Book of the Russian Federation. Twenty-five species proved to be having resistant, 22 species – to be weakly resistant ones, and 11 species proved unstable ones. Fifteen species of protected plants of Russia are grown on the exposition now.

Keywords: Red Book of the Russian Federation, plant introduction, *ex situ*, protected plants of Russia, resistance of introduction, the Eastern Europe flora exposition, MBG RAS.

Ботанические сады России сохраняют редкие виды растений *ex situ* (Генофонд растений ..., 2012). В Красную книгу Российской Федерации (2008) внесено 175 видов растений, произрастающих в европейской части, а на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН за все время ее существования прошел интродукционное испытание 61 вид охраняемых растений (см. табл.), относящихся к 32 семействам и 48 родам; что составляет около 35% видов Красной книги РФ, включая только ее европейскую часть.

Выращивание охраняемых растений России на экспозиции проводится с учетом экологических факторов (отношение к свету, увлажнению, кислотности почв и др.) и фитоценологических сочетаний растений. Под пологом древесных растений высажены *Aconitum flerovii*, *Cypripedium calceolus*, *Orchis militaris* и др. На открытом освещенном участке среди сопутствующих лугово-степных видов растений выращиваются *Bellevalia sarmatica*, *Iris aphylla*, *I. pumila*, *Paeonia tenuifolia*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. zaleskii* и др. Такие растения-кальцефиты, как *Androsace koso-poljanskii*, *Crambe koktebelica*, *Genista tanaitica* и др., высаживали на меловую горку. Растения, обитающие в природе на каменистых и щебнистых сухих склонах в нижнем и среднем поясах гор, культивировали по склонам каменистой горки юго-восточной, юго-западной, южной экспозиций: *Asphodeline taurica*, *Galanthus plicatus* и др. Редкие растения тундр растут на небольшой арктической горке: *Papaver lapponicum*, *Rhodiola rosea*. Для водных растений (*Isoetes lacustris*) создан искусственный водоем.

Среди испытанных растений преобладают виды, отнесенные к категории 3 (редкие виды) и 2 (сокращающиеся в численности виды) – 35 и 21 соответственно. Четыре вида относятся к категории 1 (виды, находящиеся под угрозой исчезновения) и один вид – к категории 4 (неопределенные по статусу). Среди жизненных форм преобладают многолетние травянистые растения – 45 видов, древесные растения представлены 14 видами, двулетники – 2.

Устойчивыми (Трулевич, 1990) в условиях культуры оказались 25 видов растений, слабоустойчивыми – 22 вида, неустойчивыми – 11. Для 3 видов рода *Pulsatilla* интродукционная устойчивость не определена, т.к. необходимо провести повторное их интродукционное испытание с учетом выращивания проростков из семян и правильного подбора экотопа.

В настоящее время на разных эколого-фитоценологических участках экспозиции выращиваются 15 видов охраняемых растений России: *Armeria vulgaris*, *Bellevalia sarmatica*, *Eryngium maritimum*, *Euonymus nana*, *Glaucium flavum*, *Iris aphylla*, *I. pumila*, *Paeonia tenuifolia*, *Papaver lapponicum*, *Pulsatilla vernalis*, *Rhodiola rosea*, *Staphylea pinnata*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. zaleskii*.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№18-118021490111-5).

Таблица

Охраняемые растения России на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН

Вид	Категория статуса	Жизненная форма	Полнога цикла развития	Способ размножения	Устойчивость в культуре
<i>Aconitum flerovii</i> Steinb.	2	т	пл.	ИС	у
<i>Allium regelianum</i> A. Beck.	2	т	цв.	нет	с/у
<i>Androsace koso-poljanskii</i> Ovcz.	3	т	пл.	ИС, В	у
* <i>Armeria vulgaris</i> Willd.	3	т	пл.	ИС, С	у
<i>Arnica fennoscandica</i> Jurtzev et Korobkov	2	т	пл.	ИС	у
<i>Artemisia hololeuca</i> Bieb. ex Bess.	2	пкч	пл.	нет	н/у
<i>Artemisia salsoloides</i> Willd.	3	пкч	пл.	ИС	с/у
<i>Asphodeline taurica</i> (Pall. Ex Bieb.) Endl.	3	т	пл.	ИС	с/у
<i>Atropa bella-donna</i> L.	2	т	пл.	ИС	с/у
<i>Beckwithia glacialis</i> (L.) A. et D. Love	3	т	вег.	нет	н/у
* <i>Bellevalia sarmatica</i> (Georgii) Woronov	2	т	пл.	ИС, С	у
<i>Calophaca wolgarica</i> (L. fil.) DC.	2	к	вег.	нет	н/у
<i>Colchicum laetum</i> Stev.	3	т	пл.	нет	с/у
<i>Cotoneaster cinnabarinus</i> Juz.	3	к	вег.	нет	с/у
<i>Crambe koktebelica</i> (Junge) N. Busch	2	дв	пл.	ИС, С	у
<i>Crambe steveniana</i> Rupr.	3	т	вег.	ИС	с/у
<i>Crocus tauricus</i> (Trautv.) Puring	4	т	вег.	нет	н/у
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	3	т	пл.	ИБ	у
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i> (Saut.) Soó s. l.	3	т	цв.	ИБ	с/у
<i>Daphne cneorum</i> L.	3	к	цв.	ИС, ИВ	с/у
<i>Eremurus spectabilis</i> Bieb.	2	т	вег.	нет	с/у
* <i>Eryngium maritimum</i> L.	2	т	пл.	С	у
* <i>Euonymus nana</i> Bieb.	1	к	пл.	В, ИВ	у
<i>Euphorbia rigida</i> Bieb.	2	т	вег.	нет	н/у
<i>Fritillaria meleagris</i> L.	3	т	пл.	В, ИВ	у
<i>Fritillaria ruthenica</i> Wikstr.	3	т	пл.	В, ИВ	у
<i>Galanthus plicatus</i> Bieb.	2	т	пл.	В, ИВ	у
<i>Genista tanaitica</i> P. A. Smirn.	3	к	пл.	ИС	у
* <i>Glaucium flavum</i> Crantz	2	дв	пл.	ИС	у
<i>Globularia punctata</i> Lapeyr.	3	т	пл.	ИС	с/у
<i>Hedysarum cretaceum</i> Fisch.	3	т	пл.	ИС	с/у
<i>Hedysarum grandiflorum</i> Pall.	3	т	пл.	ИС	с/у

<i>Helianthemum arcticum</i> (Grosser) Janch.	1	пкч	пл.	ИС	у
<i>Hyssopus cretaceus</i> Dubjan.	3	пкч	пл.	ИС	с/у
* <i>Iris aphylla</i> L.	2	т	пл.	ИС, С, ИБ, В	у
* <i>Iris pumila</i> L. s. l.	3	т	пл.	ИС, ИВ, В	у
<i>Isoetes lacustris</i> L.	3	т	вег.	нет	н/у
<i>Leucojum aestivum</i> L.	2	т	вег.	ИБ	с/у
<i>Matthiola fragrans</i> Bunge	3	т	пл.	ИС	с/у
<i>Myrica gale</i> L.	2	к	вег.	нет	н/у
<i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schlecht.	3	т	вег.	нет	н/у
<i>Orchis militaris</i> L.	3	т	пл.	нет	с/у
<i>Orchis morio</i> L.	1	т	цв.	нет	с/у
<i>Orchis tridentata</i> Scop.	3	т	цв.	нет	с/у
* <i>Paeonia tenuifolia</i> L.	2	т	пл.	С, ИС, В	у
* <i>Papaver lapponicum</i> (Tolm.) Nordh.	3	т	пл.	ИС	у
<i>Pinus pityusa</i> Stev.	2	д	вег.	нет	н/у
<i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill. s.l.	3	т	вег.	нет	?
* <i>Pulsatilla vernalis</i> (L.) Mill.	2	т	вег.	ИС	?
<i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill.	1	т	вег.	нет	?
* <i>Rhodiola rosea</i> L.	3	т	цв.	ИС	с/у
<i>Silene cretacea</i> Fisch. ex Spreng.	3	пкч	вег.	нет	н/у
<i>Silene rupestris</i> L.	2	т	цв.	ИС	с/у
* <i>Staphylea pinnata</i> L.	3	к	пл.	нет	у
* <i>Stipa dasyphylla</i> (Lindem.) Trautv.	3	т	пл.	ИС	у
* <i>Stipa pennata</i> L. s. str.	3	т	пл.	ИС	у
<i>Stipa pulcherrima</i> C. Koch	3	т	пл.	ИС	у
* <i>Stipa zalesskii</i> Wilensky	3	т	пл.	ИС	у
<i>Thymus cimicinus</i> Blum ex Ledeb.	3	пкч	пл.	ИС	с/у
<i>Traunsteinera globosa</i> (L.) C. Rchb.	3	т	цв.	нет	н/у
<i>Tulipa schrenkii</i> Regel	2	т	пл.	В	у

Примечание: д – дерево; к – кустарник; пкч – полукустарничек; т – многолетнее травянистое растение; дв – двулетник; вег. – вегетирует; цв. – цветет; пл. – плодоносит; С – семенное; ИС – искусственное семенное; В – вегетативное; ИВ – искусственное вегетативное; н/у – неустойчивый; с/у – слабоустойчивый; у – устойчивый; * – вид выращивается на экспозиции.

Литература

Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев / отв. редактор А.С. Демидов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 220 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / отв. редакторы: Л.В. Бардунов и В.С. Новиков. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука, 1983. 216 с.

УДК 582.736:502.75

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ РЕДКОГО ВИДА
TULIPA UNIFLORA (LILIACEAE) В ЗАСУШЛИВЫЙ ПЕРИОД
НА ТЕРРИТОРИИ ДАУРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Л. И. Сараева

*Государственный природный заповедник «Даурский», Н. Цасучей,
Забайкальский край, Россия, e-mail: bagul72@mail.ru*

Аннотация: Заповедник Даурский расположен, в степной зоне с резко-континентальным климатом, на юге Забайкальского края. Для территории характерны циклические изменения увлажнения с чередованием засушливых и влажных климатических периодов, общей продолжительностью около 30 лет. В заповеднике произрастает ценопопуляция узколокального, редкого, миоцен-плиоценового реликта – *Tulipa uniflora*. В период, с 2016-2019 годы, проведён учёт численности, фенологического состояния и морфометрических показателей вида. Данные мониторинга показали снижение численности, изменения фенологического состояния и морфометрических показателей *Tulipa uniflora* в засушливый период.

Ключевые слова: ценопопуляция, *Tulipa uniflora*, численность, фенологическое состояние, морфометрические показатели, Даурский заповедник.

**STUDYING THE STATE OF CENOPOPULATIONS OF RARE SPECIES
TULIPA UNIFLORA (LILIACEAE) IN THE DRY PERIOD ON THE
TERRITORY OF THE DAURSKY NATURE RESERVE**

L.I. Saraeva

*Federal State Budgetary Institution Daursky State Nature Reserve, N. Tsasuchey,
Zabaikalsky krai, Russia, e-mail: bagul72@mail.ru*

Summary: The Daursky Nature Reserve is located in the steppe zone with a sharply continental climate in the south of the Trans-Baikal territory. The territory is characterized by cyclical changes in humidification with alternating arid and

humid climatic periods, with a total duration of about 30 years. In the reserve, cenopopulation of a narrow-local, rare, miocene-pliocene relic, *Tulipa uniflora*, is growing. In the period, from 2016-2019, the abundance, phenological state and morphometric indicators of the species were recorded. Monitoring data showed a decrease in numbers, changes in the phenological state and morphometric parameters of *Tulipa uniflora* in the dry period.

Keywords: cenopopulation, *Tulipa uniflora*, abundance, phenological state, morphometric indicators, Daursky reserve.

Даурский биосферный заповедник, площадью 49764 га (охранной зоны 173201 га), расположен на юге Забайкальского края, на границе с Монголией (рис. 1). Заповедник расположен в зоне резко-континентального климата, с жарким летом и холодной зимой. Отличительной чертой климата является большая амплитуда колебаний суточных и годовых температур и неравномерное распределение сезонных и многолетних осадков. Суточные колебания температуры достигают 15-20⁰ С, а годовые – 80⁰ С. В сухие годы выпадает до 150 мм атмосферных осадков, во влажные – до 350 мм. Основное количество осадков выпадает летом, в течение июня-августа. Для Даурии характерны циклические изменения увлажнения с чередованием засушливых и влажных периодов, общей продолжительностью около 30 лет (Кириллук, 2012). Торейские озёра во влажный период имеют площадь водной поверхности до 852 км², в засушливый период значительно мелеют и пересыхают. Засушливый период в целом влияет на изменения местообитаний и биоту заповедника.

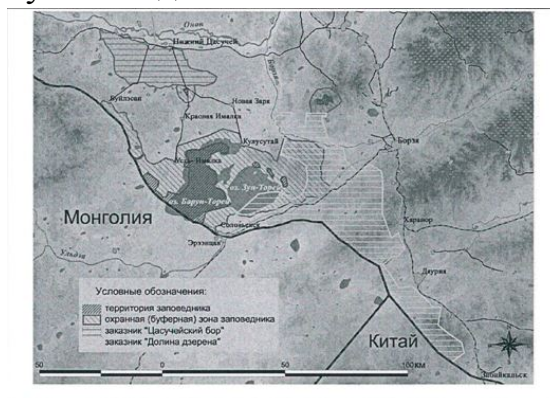


Рис. 1. Местонахождение Даурского биосферного заповедника.

На территории охранной зоны Кулусутайского участка Даурского заповедника произрастает ценопопуляция редкого, реликтового и узколокального вида – тюльпана одноцветкового (*Tulipa uniflora*). В окрестностях г. Гыдыргун тюльпан одноцветковый произрастает в разнотравно-ковыльной (из *Stipa krylovii*) степи.

Тюльпан одноцветковый (*Tulipa uniflora* (L.) Besser ex Baker) – многолетнее травянистое растение семейства Лилейные (Liliaceae), с яйцевидной луковицей, покрытой коричневыми кожистыми чешуйками. Стебель 10-15 см длиной, листья линейные, лентовидные, обычно в числе 2, сидящие в основании стебля. Цветок одиночный, перед цветением обычно поникающий. Листочки околоцветника жёлтые, 2-3 см длиной, туповатые, из них три внутренних обычно шире и короче внешних. Тычиночные нити голые. Завязь с длинным столбиком, с трёхлопастным рыльцем. Плод – коробочка яйцевидно-цилиндрической формы, 2,5-4 см длиной, с длинным носиком (Власова, 1987). Весенний эфемероид. В Забайкальском крае цветение начинается с начала до середины мая, плодоношение – до конца мая, начала июня, к концу июня надземная часть растения полностью отмирает. Размножение у тюльпана – семенное и вегетативное.

Южносибирский пустынно-степной вид с дизъюнктивным ареалом, имеющим приуроченность к локальным местообитаниям. Ареал вида охватывает Монголию, Казахстан, северные районы Китая. В России встречается в степных районах Южной Сибири (Тува, Алтайский край, Красноярский край, Иркутская область). В Забайкальском крае известны только два местонахождения вида: в Агинском районе – в окрестностях г.Малый Батор, и в Ононском районе – близ г. Гыдыргун, в окрестностях оз.Зун-Торей (Власова, 1987, Малышев, Пешкова, 1984, Сергиевская, 1972). Ценопопуляция близ г. Гыдыргун расположена в охранной зоне Кулусутайского участка Даурского заповедника, а ценопопуляция в окрестностях г. Малый Батор охраняется на территории регионального заказника «Агинская степь». Вид включён в Красные книги: Монголии, Забайкальского края, Алтайского края, Иркутской области, Красноярского края. В Красной книге Забайкальского края имеет категорию и статус «1» – вид, находящийся под угрозой исчезновения. Реликт миоцен-плиоценовой древнесредиземноморской флоры (Красная книга Забайкальского края, 2017).

Мониторинг учёта численности вида, определение фенологического состояния, измерение морфометрических показателей ценопопуляции тюльпана проводились в первой половине мая, с 2016 по 2019 года, на 20 (по 1 м²) экспериментальных площадках, расположенных близ г.Гыдыргун, в охранной зоне Кулусутайского участка в засушливый период.

Численность вида на площадках, за последние ряд лет, претерпевает значительные изменения (рис. 2). Данные диаграммы показывают, что в 2016г. зарегистрирована максимальная численность вида, в 2017 г. численность вида сокращается наполовину (на 53,4%). В 2018 г. происходит

повышение численности на 18%, а в 2019г. – резкий спад численности на 90%. Такая амплитуда колебаний численности тюльпана одноцветкового свидетельствует, о неблагоприятных климатических условиях для вида в засушливый период.

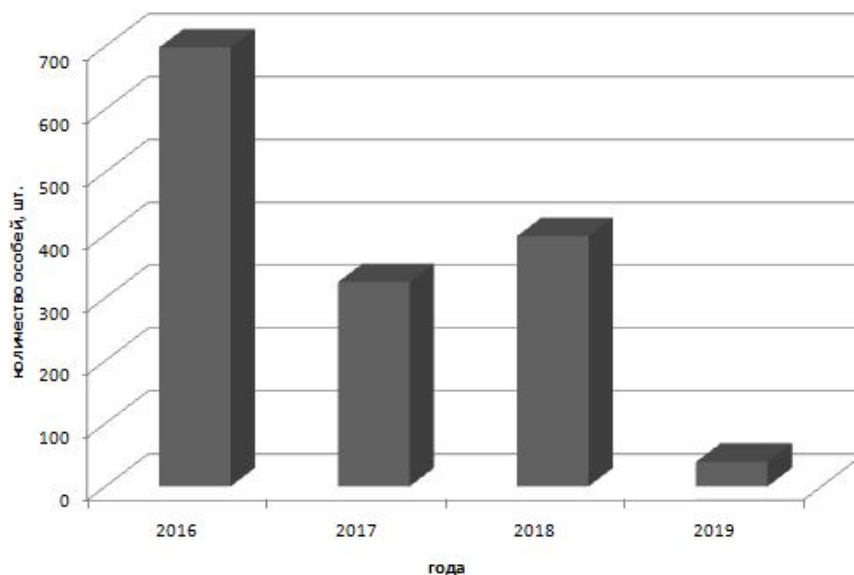


Рис. 2. Динамика численности *Tulipa uniflora* на экспериментальных площадках с 2016-2019 годы.

Данные фенологических наблюдений (рис. 3), за ценопопуляцией на протяжении ряда лет показывают, что лидирующее место по количеству особей в феноспектре занимают вегетативные особи, которые преобладают над бутонизирующими и цветущими вместе взятыми. Как известно поддержание устойчивого состояния ценопопуляции связано с генеративными (цветущими и бутонизирующими) особями, отсутствие которых является признаками регрессии. На диаграмме видно, что в 2017 г. отмечено максимальное развитие и формирование бутонизирующих особей. В 2018 году этот показатель начинает снижаться и в 2019г. отмечен всего лишь 1 бутон. Феноспектр показывает, что наиболее благоприятными годами для цветения были: 2016 г. (25 особей) и 2018 г. (12 особей). В 2017 г. цветущих особей – 3 шт. В 2019 г. зарегистрировано полное отсутствие цветущих особей тюльпана в ценопопуляции.

Данные по морфометрии *Tulipa uniflora* получены нами в 2018 г. Морфометрические признаки (измерения в см) надземной части тюльпана – распределение длин побегов у 33 особей (рис. 4) и размеров первого листа (рис. 5, ряд 1) и второго листа (рис. 5, ряд 2) были определены у 241 особи из 398. Распределение длин побегов в ценопопуляции *Tulipa uniflora* очень сильно варьирует, в среднем данный показатель в 2018 г. составил – 4,37 см.

Распределение длин листочков на 20 площадках колеблется от 2 до 12 см, в среднем длина первого листа достигает 6,4 см; длина второго – 5,3 см.

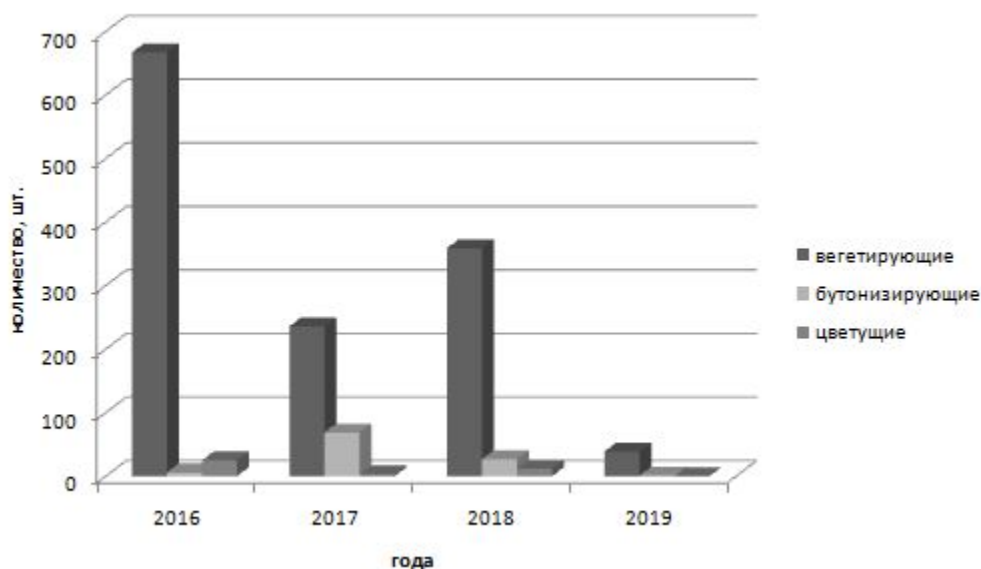


Рис. 3. Фенологический спектр ценопопуляции *Tulipa uniflora*.

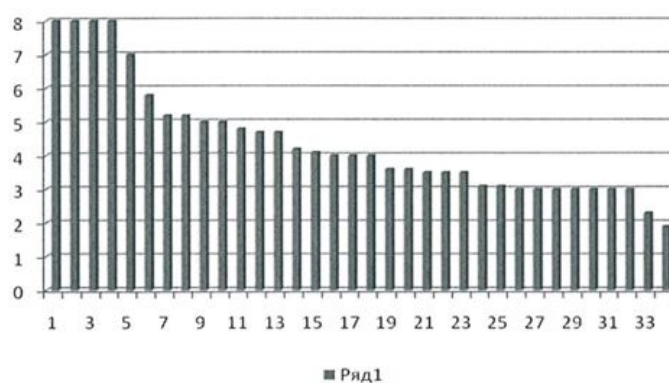


Рис. 4. Распределение длин побегов в ценопопуляции *Tulipa uniflora* в окрестностях г. Гыдыргун (в см).

Морфометрические показатели *Tulipa uniflora* указывают, весна 2018 года была засушливой и холодной, что привело к изменениям морфологических показателей вида в ценопопуляции.

В заключение следует отметить, что мониторинг, за период с 2016- 2019 года, ценопопуляции *Tulipa uniflora* на Кулусутайском участке заповедника показал, что ценопопуляция имеет узкую экологическую амплитуду, приуроченность к определённым условиям обитания, низкую конкурентоспособность, и испытывает разногодичные колебания численности. В целом, состояние ценопопуляции нестабильно и подвержено воздействию засушливой климатической стадии.

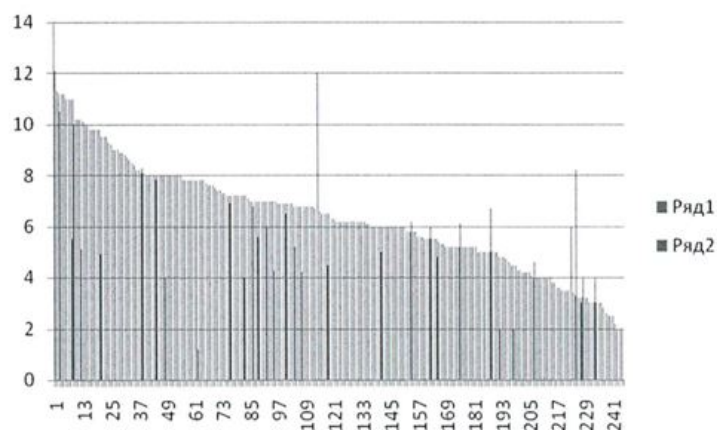


Рис. 5. Распределение длин первого листа (ряд 1) и второго листа (ряд 2) в ценопопуляции *Tulipa uniflora*.

Литература

Власова Н.В. *Tulipa uniflora* (L.) Besser ex Baker – Тюльпан одноцветковый // Флора Сибири. Т. 4. Agaraceae-Orchidaceae. Новосибирск: Наука, 1987. С.102–103.

Кирилюк В.Е., Ткачук Т.Е., Кирилюк О.К. Влияние изменений климата на местообитания и биоту в Даурии. // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты. 2012. Вып. 5. С. 46–61.

Красная книга Забайкальского края. Растения. Новосибирск: Дом мира, 2017. 384 с.

Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 265 с.

Сергиевская Л.П. Флора Забайкалья. Вып. IV. Liliaceae, Iridaceae, Orchidaceae. Томск: изд-во Томского университета, 1972. 72 с.

УДК 581.412

ОНТОМОРФОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА КАЛИНА — *VIBURNUM* L.

А.Н. Сахоненко¹, Д.Л. Матюхин²

Московский государственный аграрный университет —

МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия,

e-mail: ¹alesx@mail.ru, ²botanika2@timacad.ru

Аннотация: описаны закономерности и время смены онтогенетических состояний в онтогенезе у семенных особей 6-ти видов калин, варианты и специфические особенности ветвления, характерные для каждого вида.

Ключевые слова: калина, онтогенетические состояния, ветвление, нарастание, первичные побег, побеги формирования, побеги ветвления.

ONTOMORPHOGENESIS OF SOME SPECIES GENUS *VIBURNUM* L.

A.N. Sakhonenko¹, D.L. Matyukhin²

Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev, Moscow,
Russia, e-mail: ¹alesx@mail.ru, ²botanika2@timacad.ru

Summary: patterns and time of ontogenetic states change in ontogenesis in individuals of 6 species of viburnum are described. Variants and specific branching features characteristic of each species are considered.

Keywords: *Viburnum*, ontogenetic states, branching, primary shoot, shoots of formation, shoots of branching.

Целью исследования является выявление закономерностей формирования структуры побеговой системы на ранних этапах онтогенеза у шести видов рода калина: *Viburnum lentago* L., *V. lantana* L. и *V. corylifolium* Hook & Thompson, *V. opulus* L. и *V. sargentii* Koechne, *V. wrightii* Miq. Смены онтогенетических состояний в онтогенезе у семенных особей исследуемых видов калин проходят следующим образом.

Проращивание у всех видов надземное, проростки внешне схожи между собой. Могут незначительно отличаться по форме семядолей (овальной или яйцевидной). Длина гипокотыля 1-3 см. Длина семядолей 0,5-1,5 см (Сахоненко, 2016). В состоянии проростков опытные растения находились от 5 до 14 дней. Затем образовывался первый элементарный метамер (по: Барыкина, Гуленкова, 1983) с ювенильными листьями. Время пребывания в состоянии проростков не зависело от вида.

Ювенильные растения в первый год жизни формировали главный побег (первичный побег по М.Т. Мазуренко и А.П. Хохрякову, 1977), состоящий из гипокотыля, семядольного узла и двух-трёх метамеров выше него. Длина междоузлий в среднем составляла 1,5-2,5 см независимо от вида. Средняя длина для всех видов составляла 3,5-4 см.

Зимняя в оранжерее, некоторые особи видов из секции *Viburnum* (*V. lantana*, *V. corylifolium*) не сбрасывали листья, что напоминает об их тропическом происхождении. У этих видов длительное время сохранялись семядольные листья, вплоть до середины вегетации второго года.

У видов секции *Opulus* (*V. opulus* и *V. sargentii*) семядольные листья сохранялись в течение всей первой вегетации и опадали вместе с прочими

листьями. На второй год жизни вторую вегетацию листья ещё оставались ювенильными. За время второй вегетации образовывалось два-три метамера. Листья последнего (верхнего) узла были наиболее близки к типичным взрослым листьям.

У *V. lentago* наблюдалась наибольшая максимальная длина первичного побега (до 6-7 см). Это достигалось большей длиной междоузлий при одинаковом с другими видами числом метамеров. Некоторые особи этого вида также не сбрасывали ювенильные листья на зиму. Особи *V. wrightii* отличались слабым приростом, имели ярко выраженный листопад и зимний период покоя.

У всех видов наиболее длинными были первичные побеги, состоящие из наибольшего числа метамеров. У всех видов листья первичного побега можно считать ювенильными. Активный рост побега происходил в первые пару месяцев после появления всходов.

В имматурное онтогенетическое состояние опытные растения переходили неодинаково и не одновременно. По особенностям перехода в имматурное состояние изучаемые виды можно разделить на две группы:

1. *Viburnum lentago* и *Viburnum wrightii*.

Растения продолжали развиваться как одноосные, образуя при этом укороченные побеги с парой листьев в верхнем узле (Рис. 1). Такие побеги образовывались в узлах нижних метамеров прироста предыдущего года. Иногда могли образовываться одно-трехметамерные удлинённые побеги ветвления в узлах верхних метамеров прошлогодного прироста.

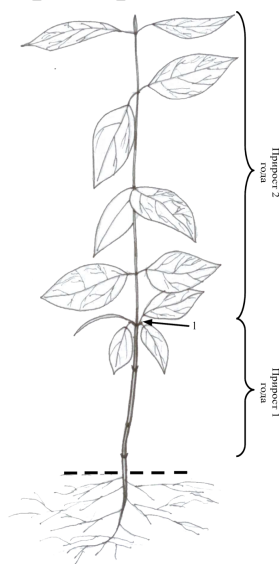


Рис. 1. Одноосное имматурное растение *V. lentago* с укороченными побегами (1) в верхнем узле прошлогодного прироста.

2. *Viburnum lantana* и *V. corylifolium*, *Viburnum opulus* и *V. sargentii*.

Происходило активное ветвление в базальной части особи. Из почек первичного побега образовывались побеги с усиленным ростом. При образовании таких побегов в конце второго-начале третьего года жизни их можно считать побегами формирования (по Мазуренко и Хохрякову, 1977), т. к. они образовались из спящих почек. При образовании таких побегов в начале второго года жизни их следует считать боковыми побегами, выполняющими функции побегов формирования. В дальнейшем на основе таких побегов образовались скелетные оси. У *V. opulus* и *V. sargentii*. на прошлогоднем приросте также образовывались одно-двухметамерные побеги ветвления. Таким образом, у видов этой группы произошел переход к многоосной структуре особи и началось образование первичного куста (по Серебрякову, 1962).

Имматурное состояние протекает достаточно быстро. Обычно это начало вегетации второго или третьего года жизни особи или середина и конец предыдущего (первого или второго) года.

Переход в виргинильное состояние у всех видов отмечали по началу активного роста побегов формирования, образования на их основе скелетных осей и активному образованию побегов ветвления.

У видов секции *Lantana* образуется по несколько побегов формирования за вегетацию. Эти побеги образуются из почек, заложившихся на первичном побеге. При этом основание куста утолщается, образуя одиночный вертикальный ксилоподий, а при дальнейшем разрастании тканей лигнотубер. Здесь содержится основной банк спящих почек, из которых впоследствии образуются новые побеги формирования. В кроне образуются укороченные и удлиненные побеги ветвления.

У *V. opulus* и *V. sargentii* (секция *Opulus*) также происходит образование побегов формирования, но менее активно. В каждую вегетацию образуется не более одного-двух побегов формирования. Иногда побеги формирования могут образовываться раз в две и даже в три вегетации. В целом, число скелетных осей значительно меньше, чем у видов секции *Lantana*. Единичные особи даже могут сохранять одноосную структуру и в дальнейшем расти в форме деревца. Число побегов ветвления в сравнении с предыдущей парой видов значительно больше. Эти побеги преимущественно удлиненные, часто ветвятся до второго-третьего и даже высших порядков. Также особенностью является частое, порой почти регулярное отмирание верхушечных почек побегов формирования, что приводит к смене моноподиального нарастания на симподиальное. При этом в большинстве случаев рост продолжают обе парные почки верхнего узла. Вследствие этого наблюдается

«ложнодихотомическое ветвление» и раннее формирование составных скелетных осей.

У *Viburnum lentago* образование побегов формирования обычно начинается только в виргинильном состоянии. Их число также меньше, чем у видов секции *Lantana* (по одному-два за вегетацию или раз в две вегетации). Единичные особи также могут развиваться в форме деревца. Наряду с этим в кроне происходит активное образование побегов дополнения и ветвления. *V.lentago* отличается наиболее сильным ростом из всех изучаемых видов.

V. wrightii в виргинильном состоянии отличается наиболее слабым ростом. Побеги формирования образуются в малом количестве и в последствии не дают ярко выраженных скелетных осей. В кроне в верхней части побегов формирования образуется незначительное число удлиненных и укороченных побегов ветвления. Утолщение в области первичного побега наблюдается, но достаточно слабо. Ярко выражено акротонное ветвление.

Описанное выше время смены онтогенетических состояний является наиболее типичным для исследуемых видов. Однако, по наблюдениям за самосевом в естественных условиях произрастания и растениями в культуре, можно сказать, что такие изменения могут происходить в более широком диапазоне. Так, в условиях высокой агротехники, переход в виргинильное состояние может наблюдаться уже в конце второго года жизни. Напротив, при попадании семян в условия недостаточной освещённости и минерального питания (под пологом леса) развитие замедляется и описанные изменения побеговой системы наблюдаются только у растений большего абсолютного возраста.

Литература

Барыкина Р.П., Гуленкова М.А. Элементарный метамер побега цветкового растения // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1983. Т. 84. Вып. 4. С. 114–124.

Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Структура и морфогенез кустарников. М.: Наука, 1977. 160 с.

Сахоненко А.Н. Morphogenesis and structure sprig system in the early stages of ontogeny in the genus *Viburnum* // Матер. межд. науч. конф. мол. учёных и специалистов «Наука молодых – агропромышленному комплексу»: Сборник статей. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. С. 120–121.

Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.

УДК 634.1:581.143.6

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
АДВЕНТИВНЫХ ПОБЕГОВ У СЕТКРЕАЗИИ ПУРПУРНОЙ
(*SETCREASEA PURPUREA*)**

С.Ф. Ситнова¹, Чжан Лу², Т.В. Архипова¹

*¹Московский педагогический государственный университет, г. Москва,
Россия, e-mail: tata50509@mail.ru, ²Kumai*

Аннотация: Преимущество вегетативного размножения, как способа сохранения сортовой чистоты, несомненно. Размножать растения таким способом можно выполнять круглогодично. Растения, выращенные таким образом, хорошо приживаются и раньше зацветают. Для ускорения процесса корнеобразования применяют фитогормоны и влияние их на растения имеет некоторые особенности.

Ключевые слова: адвентивные побеги, сеткреазия пурпурная, фитогормоны.

**MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE FORMATION OF
ADVENTIVE SHOOTS IN *SETCREASEA PURPUREA***

S. F. Sitnova¹, Zhang Lu², T. V. Arkhipova³

*¹Moscow State Pedagogical University, Moscow, Russia,
e-mail: tata50509@mail.ru, ²China*

Summary: The advantage of vegetative reproduction as a way of preserving varietal purity is undoubtedly. This method of reproduction can be performed year-round. Plants grown in this way take root well and bloom earlier. To accelerate the process of root formation, phytohormones are used and their effect on plants has some features.

Keywords: adventitious shoots, setcreasea purple, hormones.

При размножении декоративных растений применяют два способа: вегетативное и размножение семенами.

Вегетативное размножение (укоренение частей растения), безусловно самый распространенный способ размножения комнатных культур. Его положительное свойство – возможность сохранения и передачи всех сортовых признаков растений (Бердникова, 2003).

Вегетативное размножение растений при помощи их вегетативных частей: корней и побегов обусловлено тем, что у многих растений отделенные вегетативные части обладают способностью образовывать

новую корневую систему, или новую надземную систему, или и то, и другое. Черенки могут быть стеблевые (побеговые), листовые и корневые.

В основе черенкования лежит способность черенка, отделенного от маточного растения, формировать придаточные корни (если это стеблевой черенок), придаточные почки (если это корневой черенок) либо и корни, и почки (при вегетативном размножении некоторых растений листьями или на основе культуры тканей).

Например, стеблевые черенки (части побега, имеющие, по крайней мере, одну почку) могут образовывать придаточные корни, в то время как из имеющейся почки продолжается рост надземной части (Жиленкова, 2019).

Как известно растительные гормоны: ауксины, гиббереллины и цитокинины принимают участие в образовании придаточных корней у черенков.

Ауксины по характеру действия являются главным гормоном, оказывающим регулирующее влияние на многие процессы, протекающие в растениях, и на другие гормоны растений. Ауксины участвуют в таких различных физиологических процессах, как рост стебля, образование корней, торможение развития боковых почек, опадение листьев и плодов, развитие плодов, деятельность камбиальных клеток и многих других (Жиленкова, 2019).

Сеткреазия пурпурная (*Setcreasea purpurea*) относится к семейству Commelinaceae. Родина – Мексика. Вечнозеленый многолетник имеет сочные ползучие или стелющиеся побеги.

Сеткреазию пурпурную размножают верхушечными черенками. Для укоренения используют как воду, так и грунт.

В нашей работе колбы одинакового объема были наполнены водопроводной водой комнатной температуры и размещены на подоконнике с солнечным освещением. В колбы были помещены черенки сеткреазии пурпурной, взятые от одного маточного растения.

В одном из вариантов колба была закрыта алюминиевой фольгой от проникновения солнечных лучей, другой вариант без затенения, в остальные варианты были добавлены стимуляторы роста корневой системы: корневин и гетероауксин. Корневин оказывает раздражающее действие на покровные ткани и тем самым активирует выработку гетероауксина (гормон роста новых клеток). Гетероауксин (бета-индолилуксусная кислота или β -ИУК) является самым мощным стимулятором роста культурных растений. Фитогормон модулирует иммунную систему черенков, помогает противостоять болезням и активно усваивать питательные вещества.

На основе наших наблюдений было отмечено, что образование придаточных корней у черенков сеткреазии пурпурной на свету по сравнению с затененным вариантом, было заторможено, обработка корневином и гетероауксином сняла ингибирующий эффект светового воздействия, образование корней произошло одновременно с контрольным вариантом. Интересный факт был отмечен, в колбе с затенением и колбе с корневином корни развивались из трех узлов, а в контрольном варианте и варианте с гетероауксином – из двух. В пробах с использованием стимуляторов роста корневой системы было отмечено наибольшее количество адвентивных корней в варианте с гетероауксином. Наибольшая длина адвентивных корней была отмечена у черенков в затененном варианте, а также расположение корневой системы имело линейное расположение в двух противоположных направлениях.

Интересно отметить тот факт, что практически все корни во всех вариантах, кроме контрольного затененного варианта, образовывались, с одной стороны, противоположной источнику света. Известно, что ауксины разлагаются на свету и накапливаются в темноте (Кузнецов, Дмитриева, 2018). Следовательно, одностороннее образование корневой системы связано с накоплением ауксинов на затененной стороне черенков. Отсутствие, либо низкое содержание ауксинов на освещенной стороне черенков подтверждается образованием на этой стороне адвентивных побегов, что требует низкого содержания гормонов ауксинового ряда.

Литература

Воронцов В.В. Уход за комнатными растениями: Практические советы любителям цветов. М.: Фитон XXI, 2013. 144 с.

Генкель П.А. Физиология растений. М.: Просвещение, 1970.

Жиленкова Е.С. Влияние растительных гормонов на процесс вегетативного размножения // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». М., 2019.

Колесникова Е.Н., Простое цветоводство: неприхотливые комнатные растения. Ростов-на-Дону: Феникс, 2014, 44 с.

Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Юрайт, 2018. 459 с.

УДК 631.531:634.572

**ПЛОДОНОШЕНИЕ ГИНКГО ДВУЛОПАСТНОГО
(*GINKGO BILOBA* L.) В МОСКВЕ**

В.В. Соколова¹, О.Н.Высоцкая²

¹Главный ботанический сад РАН, г. Москва, Россия, e-mail: soka22@mail.ru

²Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Аннотация: Собрана и проанализирована информация об основных местах произрастания деревьев гинкго (*Ginkgo biloba* L.), высаженных на территории города Москвы. В 2015, 2016 и 2019 годах были впервые зафиксированы факты плодоношения гинкго в столице Российской Федерации, что является важнейшим показателем адаптации редких реликтовых деревьев в условиях средней полосы России. В связи с этим мы рекомендуем вид *Ginkgo biloba* L. для практического использования в нашей климатической зоне.

Ключевые слова: *Ginkgo biloba* L., семенное размножение, умеренная зона, интродукция, озеленение

FRUITING OF *GINKGO BILOBA* L. IN MOSCOW

V.V. Sokolova¹, O.N. Vysotskaya²

¹Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: soka22@mail.ru

²K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology, Moscow, Russia, e-mail: cryo_ippras@mail.ru

Summary: The information about main place locations of ginkgo (*Ginkgo biloba* L.) trees planted in open ground in Moscow is determined and analyzed. The first facts of ginkgo fruiting were registered for the capital of the Russian Federation in 2015, 2016 and 2019 years that indicated about adaptation process of rare relict trees in conditions of central Russia. In connected with we are recommend *Ginkgo biloba* L. species for practical use in our climate zone.

Keywords: *Ginkgo biloba*, seed reproduction, temperate zone, introduction, landscaping

Гинкго двулопастный – реликтовый вид, единственный представитель рода *Ginkgo* L. семейства Ginkgoaceae. В природе гинкго – двудомное, листопадное дерево до 40 м высотой и 4,5 м в диаметре (Лапин, 1949). К несомненным достоинствам вида относятся – высокая декоративность, особенно в осенний период; прямой ствол в сочетании хорошо развитой

корневой системой, что делает его устойчивым к ветру и снегу; долговечность (некоторые деревья достигают возраста 2500 лет); высокая стойкость против заболеваний и вредителей; значительная устойчивость к загазованной атмосфере мегаполисов. Кроме того, эти растения имеют лекарственное, техническое, пищевое значение, интересны как объект для ботанико-экологического просвещения. Все это позволяет рекомендовать гинкго для озеленения городов и выращивания с целью получения ценнейших медицинских препаратов.

В Главном ботаническом саду деревья гинкго были завезены в 1946 г. из Потсдама, Сухуми, Пятигорска, Кореи и отнесены к малоперспективным (Плотникова, 2005). В настоящее время в ГБС девять одноствольных деревьев и одно двуствольное достигают высоты 3,5-6,5 м с диаметрами стволов 5-10,5 см.

На территории города в открытом грунте гинкго можно увидеть в Ботаническом саду МСХА им. К.А. Тимирязева, в ВИЛАРе, в московском «поселке художников» на Соколе, дворце детского и юношеского творчества, московской станции Юннатов, в ботаническом саду 1-ого МГМУ им. И.М. Сеченова (Каращук, 2019). Три экземпляра гинкго растут в Латвийском сквере и у павильона «Лесная промышленность» на территории ВДНХ (Махрова, 2015). По данным реестра зеленых насаждений Москвы на улицах и во дворах города числится не менее 20 экземпляров гинкго, причем 4 из них – на территории школ, одно – возле Государственного биологического музея им. К.А. Тимирязева.

На территории Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева произрастает 3 одноствольных дерева гинкго. Посажены они были в 70-х г. XX века. Через 40 лет высота двух из них достигла 8 м, а диаметры стволов – 22 и 26 см, высота третьего дерева – 6 м при диаметре ствола – 12 см.

Одним из самых важных показателей адаптации вида является вступление в стадию плодоношения. В 2015 г. рядом с деревьями около Института физиологии растений (55°84' северной широты) было обнаружено несколько плодов, по внешнему виду соответствующих нормально развитым плодам гинкго (рис. 1). Однако после стратификации в течение 3 месяцев во влажном перлите при температуре 4°C семена всходов не дали.



Рис. 1. Плоды гинкго в 2015 г.

Осенью 2016 г. было обнаружено уже нескольких десятков плодов (рис.2). Среди них нормально развитых было не более 7%. Все остальные были недоразвитыми. Средняя длина нормальных семян – 21 мм, ширина – 13 мм, тогда как в более благоприятных условиях их длина составляет около 25 мм, ширина – 15 мм. После стратификации в течение 3 месяцев во влажном сфагнуме при температуре 5°C, у одного из семян начал расти зародышевый корешок, но растение развивалось очень слабо и погибло. Однако, данный факт явно свидетельствует о наметившейся тенденции к нормальному семенному размножению у гинкго двулопастного.

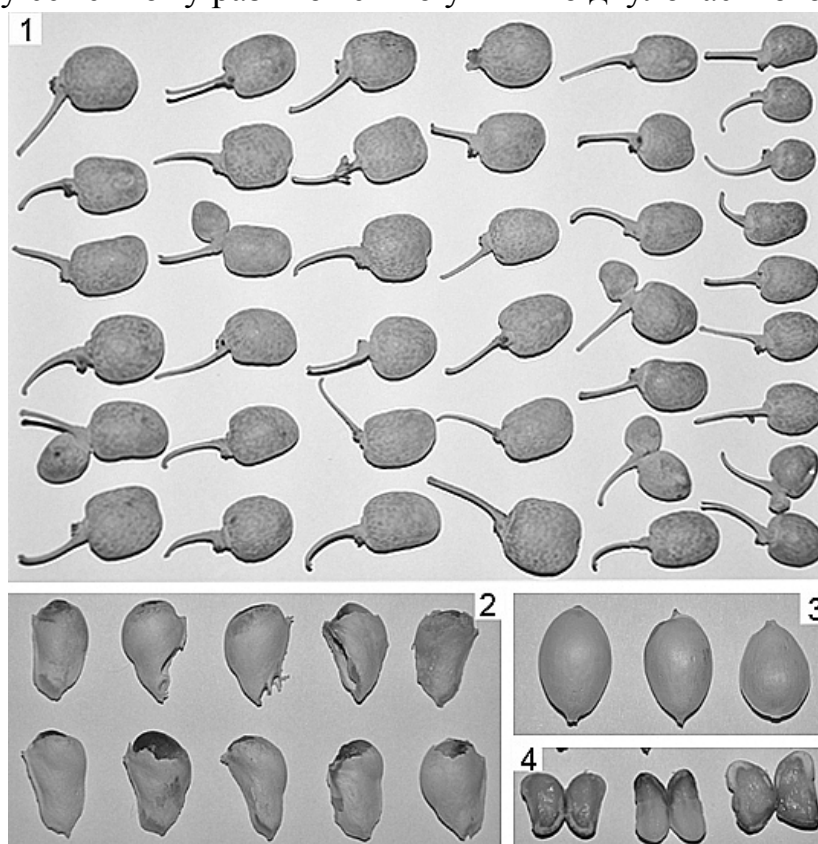


Рис. 2. Плоды гинкго в 2016 г.: 1 – с мезокарпом, 2 – с недоразвитым эндокарпом, 3 – нормально развитые, 4 – недоразвитые семена в разрезе.

Зимой 2017 г. в первой декаде января отмечались сильные морозы. Так, 7 января температура опускалась до $-29,9^{\circ}\text{C}$, а лето стало самым холодным в XXI в. (в начале июня шел снег). Однако деревья гинкго хорошо перенесли такое понижение температуры. Без повреждений они пережили жару со смогом и ледяной дождь 2010 г.

В 2019 году дерево гинкго на территории Института физиологии растений также сформировало некоторое количество плодов (рис. 3).



Рис. 3. 2019 г., плодоношение гинкго на территории ИФР РАН.

Результаты наблюдений за деревьями гинкго двулопастного в условиях мегаполиса свидетельствуют о его высоких адаптационных способностях и значительной экологической пластичности. Необходимо дальнейшее изучение данного вида с целью внедрения в культуру, что будет способствовать сохранению генофонда биологического разнообразия, и в особенности древнейшего реликтового представителя голосеменных растений.

Литература

Карашук О.А., Рогачев Ю.Б., Ефименко А.А. Интродукция *Ginkgo biloba* L. в ботаническом саду 1-ого МГМУ им. И.М. Сеченова // Новости науки в АПК. 2019. №1(12). С. 67–71.

Лапин П.И., Соколов С.Я. Род *Ginkgo* – Гинкго. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. I. Голосеменные. 464 с.

Махрова Т.Г., Сапелин А.Ю. Реликтовые древесные растения в составе насаждений ВДНХ // Ландшафтная архитектура в ботанических садах и дендропарках: Материалы VII международной научной конференции. Переяславль-Залесский, 2015. С. 15–18.

Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / Плотникова Л.С. и др. М.: Наука, 2005. 586 с.

УДК 581.9: 502.75 (477.60)

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ВОСТОЧНОМ ДОНБАССЕ

Е.И. Соколова

*Луганский национальный аграрный университет,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, e-mail: s-e-i@mail.ru*

Аннотация: Проведенный популяционный анализ видов сосудистых растений *Adonis wolgensis*, *Anacamptis palustris*, *Anemone sylvestris*, *Astragalus cretophilus*, *Bulbocodium versicolor*, *Corydalis marchaliana*, *Corydalis solida*, *Crocus reticulatus*, *Delphinium puniceum*, *Eremurus spectabilis*, *Fritillaria meleagroides*, *Fritillaria ruthenica*, *Gladiolus tenuis*, *Iris pineticola*, *Matthiola fragrans*, *Nuphar lutea*, *Onosma tanaitica*, *Ornithogalum boucheanum*, *Paeonia tenuifolia*, *Pulmonaria obscura*, *Pulsatilla pratensis*, *Salvinia natans*, *Scilla siberica*, *Stipa lessingiana*, *Tulipa ophiophylla*, *Tulipa quercetorum*, *Tulipa screnkii*, произрастающих на территории восточного Донбасса, свидетельствует о высокой жизнеспособности большинства изученных популяций.

Ключевые слова: популяция, Красная книга, охраняемые растения, структура популяции, Донбасс.

POPULATION RESEARCHES OF PROTECTED PLANT SPECIES IN THE EASTERN OF DONBASS

E.I. Sokolova

*Lugansk National Agrarian University,
Lugansk, Lugansk People Republic, e-mail: s-e-i@mail.ru*

Summary: Population analysis of vascular plant species such as: *Adonis wolgensis*, *Anacamptis palustris*, *Anemone sylvestris*, *Astragalus cretophilus*,

Bulbocodium versicolor, *Corydalis marchaliana*, *Corydalis solida*, *Crocus reticulatus*, *Delphinium puniceum*, *Eremurus spectabilis*, *Fritillaria meleagroides*, *Fritillaria ruthenica*, *Gladiolus tenuis*, *Iris pineticola*, *Matthiola fragrans*, *Nuphar lutea*, *Onosma tanaitica*, *Ornithogalum boucheanum*, *Paeonia tenuifolia*, *Pulmonaria obscura*, *Pulsatilla pratensis*, *Salvinia natans*, *Scilla siberica*, *Stipa lessingiana*, *Tulipa ophiophylla*, *Tulipa quercetorum*, *Tulipa screnkii*, that are growing in the East of Donbass, showed the high viability of the studied populations. It is necessary to organize systematic monitoring of the state of populations of protected plant species, for which there is a real threat to their existence.

Keywords: population, Red Data book, protected plants, population structure, Donbass.

Несмотря на большое количество научных работ в области изучения охраняемых растений на территории Донбасса, многие охраняемые виды растений до сих пор изучены недостаточно. Нашими задачами было определить современное состояние популяций ряда охраняемых видов растений. К охраняемым отнесены виды, занесенные в Красную книгу Украины (Червона, 2009), Перечень видов растений, охраняемых на территории Луганской области (Перелік, 2009) и в Красную книгу Луганской Народной Республики (Красная, 2017).

Материалы и методы. Названия видов приводятся по сводке С.Л.Мосякина и Н.М. Федорончука (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999) и др. источникам. Гербарные образцы переданы в гербарий Луганского национального аграрного университета (акроним *LNAU*).

Полевые исследования проводили с 2002 по 2019 гг. на территории восточного Донбасса (в границах бывших Луганской и Донецкой областей Украины). Новые местонахождения видов растений выявлены маршрутно-экспедиционным методом. Были проведены популяционные исследования 27 охраняемых видов растений. При исследовании состояния и структуры популяций мы опирались на ряд методических работ (Марков, 2012 и др.).

Результаты и обсуждение. Изучение распространенности охраняемых видов растений показало, что в Донбассе многие виды, считавшиеся ранее редкими, таковыми не являются. За последние 15 лет нами было найдено более 250 новых местонахождений охраняемых видов растений (Соколова, Чопик, 2010 и др.). В результате, количество известных местонахождений в нашем регионе по этим видам увеличилось в несколько раз. Например, по *Tulipa quercetorum* Klokov et Zoz (*T. biebersteiniana* Schult.f.s.l.) – в ~ 8 раз, *Fritillaria ruthenica* Wikstr., *Bulbocodium versicolor* (Ker Gawl.) Spreng.,

Paeonia tenuifolia L. и *Tulipa ophiophylla* Klokov et Zoz (*T. biebersteiniana* Schult.f.s.l.) – в ~ 4 раза.

Популяционный анализ был проведен для более, чем 100 ценопопуляций охраняемых видов растений. Почти во всех популяциях проводился учет плотности, численности, площади популяции и ее возрастной структуры. Для шести видов «краснокнижных» растений (*Tulipa quercetorum*, *Tulipa ophiophylla*, *Tulipa schrenkii* Regel (*T. gesneriana* L. s.l.), *Fritillaria ruthenica*, *Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult.f., *Bulbocodium versicolor*) были выбраны модельные популяции. По ним установлены постоянные площадки, в которых кроме вышеназванных признаков в течение трех лет был проведен также анализ основных морфологических признаков.

Наиболее подробно в настоящее время изучен *Tulipa quercetorum*. Этот вид считался редким, так в 1996 г. в Украине было известно только 28 его местонахождений (Червона, 1996). Сейчас количество местонахождений этого вида только на Луганщине превышает 150. *T. quercetorum* произрастает как в лесных, так и в луговых фитоценозах. Популяции вида многочисленны (обычно составляют от нескольких тысяч до нескольких миллионов особей), с высокой плотностью (средняя 20–60 особей/кв.м.) и большой площадью произрастания, которая обычно измеряется гектарами. Базовый возрастной спектр популяций *T. quercetorum* левосторонний. В лесных фитоценозах *T. quercetorum* размножается почти исключительно вегетативно. В луговых фитоценозах *T. quercetorum* размножается как вегетативным, так и генеративным путем. По большинству морфологических признаков проанализированные популяции *T. quercetorum* имеют высокие и средние показатели по сравнению с известными в литературе. Согласно виталитетного спектра преобладают особи с высокой и средней жизненностью. В целом можно сделать вывод о высокой жизнеспособности популяций *T. quercetorum* в Донбассе.

Аналогичные исследования были проведены и для ряда других охраняемых видов растений Луганщины.

Была установлена высокая жизнеспособность большинства популяций у видов *Adonis wolgensis* Steven ex DC., *Anemone sylvestris* L., *Astragalus cretophilus* Klokov (*A. cornutus* auct. non Pall.), *Corydalis marchaliana* (Pall. ex Willd.) Pers., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Delphinium puniceum* Pall., *Eremurus spectabilis* M. Bieb. s.l., *Fritillaria meleagroides*, *Fritillaria ruthenica*, *Matthiola fragrans*, Bunge, *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Onosma tanaitica* Klokov, *Ornithogalum boucheanum* (Kunth) Asch., *Paeonia tenuifolia*, *Pulmonaria obscura* Dumort., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.

s.l., *Salvinia natans* (L.) All., *Scilla siberica* Haw., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. и *Tulipa ophiophylla*.

Среди популяций *Bulbocodium versicolor*, *Tulipa schrenkii*, *Gladiolus tenuis* M.Bieb. и *Iris pineticola* Клоков, есть как популяции, имеющие высокую жизнеспособность, так и относящиеся к категории малых популяций. Единственная найденная популяция *Anacamptis palustris* небольшая по площади и численности.

Для эффективной охраны растений во всем Донбассе необходимо организовать систематический мониторинг за состоянием популяций хотя бы тех видов охраняемых растений, в отношении которых существует реальная угроза их существованию.

Заключение. Высокая жизнеспособность характерна для большинства из проанализированных популяций *Adonis wolgensis*, *Anemone sylvestris*, *Astragalus cretophilus*, *Corydalis marchaliana*, *Corydalis solida*, *Crocus reticulatus*, *Delphinium puniceum*, *Eremurus spectabilis*, *Fritillaria meleagroides*, *Fritillaria ruthenica*, *Matthiola fragrans*, *Nuphar lutea*, *Onosma tanaitica*, *Ornithogalum boucheanum*, *Paeonia tenuifolia*, *Pulmonaria obscura*, *Pulsatilla pratensis*, *Salvinia natans*, *Scilla siberica*, *Stipa lessingiana*, *Tulipa quercetorum* и *Tulipa ophiophylla*. Среди популяций *Bulbocodium versicolor*, *Tulipa schrenkii*, *Gladiolus tenuis* и *Iris pineticola* есть как малые популяции, судьба которые вызывает тревогу, так и популяции с высокой жизнеспособностью. Популяция *Anacamptis palustris* относится к категории малых. В Донбассе необходимо организовать систематический мониторинг за состоянием популяций охраняемых видов растений, в отношении которых существует реальная угроза их существованию.

Литература

Красная книга Луганской Народной Республики. Электронное издание / Под общ. ред. Е.И. Соколовой. Луганск, Министерство природных ресурсов и экологической безопасности, 2017, 185 с. URL: <https://mprlnr.su/news/618-pervoe-elektronnoe-izdanie-krasnoy-knigi-luganskoj-narodnoy-respubliki-dostupno-na-sajte-minprirody-lnr.html> (дата обращения: 09.01.2018).

Марков М.В. Популяционная биология растений. Учебное пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 387 с.

Перелік видів рослин, не занесених до Червоної книги України, що підлягають особливій охороні на території Луганської області // Додаток до рішення сесії Луганської обласної ради від 03 грудня 2009 р. № 20/21 «Про затвердження Переліку видів рослин, не занесених до Червоної книги України, що підлягають особливій охороні на території Луганської області», Луганськ, 2009. 7 с.

Соколова Е.И., Чопик В.И. Аутфитосозология: прошлое, настоящее и будущее. Луганск: ООО «Виртуальная реальность», 2010. 326 с.

Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

Червона книга України. Рослинний світ. К.: Укр. енцикл., 1996. 608 с.

Mosyakin S.L., Fedoronchuk N.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev: Institute of Botany, 1999. 345 p.

УДК 581.412+581.5

**ЭКОБИОМОРФЫ *QUERCUS ROBUR* L. И *Q. PETRAEA*
В ФИТОЦЕНОЗАХ ОСТАНЦОВЫХ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОР
ПЯТИГОРЬЯ**

М.Н. Стаменов

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ
РАН (ИФХиБПП РАН), г. Пущино, Россия, e-mail: mslv-eiksb@inbox.ru*

Аннотация. Изучено разнообразие экобиоморф дубов черешчатого и скального в лесных и субальпийских фитоценозах магматических гор Пятигорья (Ставропольский край). Экобиоморфы выделены с учётом числа лидерных осей и направления их роста, а также ветвления осей разных порядков. Установлено, что ключевыми факторами, влияющими на разнообразие экобиоморф, выступают степень затенения, близость материнской горной породы и микроклимат горной вершины.

Ключевые слова: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, Пятигорье, горы, экобиоморфа, архитектура кроны.

**LIFE-FORMS OF *QUERCUS ROBUR* L. AND *Q. PETRAEA* WITHIN THE
PLANT COMMUNITIES OF THE IGNEOUS MOUNTAINS OF
PYATIGORYE REGION**

M.N. Stamenov

*Institute of physicochemical and biological problems in soil sciences, Pushchino,
Russia, e-mail: mslv-eiksb@inbox.ru*

Summary. Variety of life-forms of *Quercus robur* L. and *Q. petraea* within the woody and subalpine communities of Pyatigorye, Stavropol krai is described. The life-forms are detected, considering the number and growth direction of the main axes as well as branching patterns of first to third order axes. The degree of

shadowing, vicinity of parent material and mount microclimate are shown to be the key factors influencing the life-form variety.

Keywords: *Quercus robur*, *Quercus petraea*, Pyatigorye, mountains, life-form, crown architecture.

Деревья представляют собой одну из наиболее сложно организованных и интересных форм модульной организации растений. Сложность их структуры достигается за счёт длительного существования надземных органов и сочетания автономности и соподчинённости побеговых единиц на разных иерархических уровнях кроны. Пластичность побегового тела дерева в большой степени связана с совокупным действием факторов среды, которое становится особенно критичным в экстремальных условиях, например, в горных биогеоценозах. В частности, к ним относятся останцовые магматические горы Пятигорья с реликтовыми лесными сообществами посреди степной зоны Ставропольской возвышенности (Гвоздецкий, 1963; Шевченко, Викторов, 2014). Одними из важнейших лесообразующих видов фитоценозов Пятигорья являются дубы черешчатый и скальный (*Quercus robur* L. и *Q. petraea*). Основные работы по экологической морфологии *Q. robur* включают описание онтоморфогенеза с выделением двух основных форм роста И.Г. Серебряковым (1962) и исследование стланцево-кустовидно-торчковых форм в Среднем Поволжье и Заволжье, в краевой части ареала (Белостоков, 1974; Иванова, Мазуренко, 2013). *Q. petraea* в отечественной биоморфологической литературе остаётся практически неисследованным. В связи с этим мы поставили задачу выявить разнообразие экобиоморф *Q. robur* и *Q. petraea* в условиях высотной поясности палеомагматических гор Пятигорья.

Исследования проводили в широколиственных лесах, редколесьях, обнажениях горных пород и на субальпийских лугах гор Шелудивая, Машук, Острая и Бештау на высотах 700-1150 м над ур. м. Выбирали молодые и средневозрастные генеративные особи нормальной и пониженной жизненности. У модельных особей измеряли морфометрические параметры (высоту, диаметр на уровне груди, проекцию кроны по двум диаметрам) и оценивали возраст неинвазивным путем (через подсчет числа почечных колец и/или изгибов ствола). Учитывали число осей первого порядка, направление, нарастание и силу их роста, особенности морфофункциональных типов ДПС – двухлетних побеговых систем (Антонова, Фатьянова, 2016), слагающих оси с первого по третий порядок, направление роста и нарастание ветвей от ствола, соотношение между

иерархическим и полиархическим планами организации особи (Édelin, 1991). Всего исследовано 30 особей *Q. robur* и 200 особей *Q. petraea*.

Каркас кроны обоих видов обусловлен различным сочетанием четырёх типов побеговых структур. Лучше всего они выявляются в дистальных зонах осей первого и второго порядков как в наиболее молодых и интенсивно нарастающих участках кроны. Первый тип соответствует иерархическому плану организации. Это моноподиально нарастающая цепочка из основных мезотонных и акромезотонных ДПС с 2–4 или 3–6 боковыми побегами, включающая отдельные ростовые акротонные ДПС с одним, парой или мутовкой сильных побегов. Вторым, третьим и четвёртым типами соответствуют полиархическому типу организации, представляя собой системы последовательных развилок и симподиев из слабоветвящихся ДПС с отдельными основными и ростовыми ДПС. Вторым типом образован системой из нескольких развилок с прямым или близким к прямому углом расхождения между дочерними осями. В отличие от него, развилки у третьего типа чаще с широким углом расхождения, одна из дочерних осей может продолжать направление роста родительской оси. Четвёртый тип включает симподии из побегов разной длины с относительно редкими развилками и более частыми однопобеговыми акротонными и мезотонными ДПС по сравнению со вторым и третьим типами.

Учитывая число главных осей, направление их роста, особенности ветвления и сочетания побеговых структур, мы описали следующие экобиоморфы у *Q. robur* (QR) и *Q. petraea* (QP).

1. Одноствольная с преимущественно прямым стволом, иногда с разделением ствола в середине или в верхней части кроны на несколько ортотропных осей замещения, с косыми и дугообразными ветвями на основе побеговых структур первой группы. Средняя часть склона до высоты 780 м, открытые пространства на г. Шелудивая (QP). Луга в нижней части склона г. Бештау на высоте 890–900 м (QR, QP).

2. Одно-трёхствольная с ортотропным слабоискривлённым стволом. Ветви разделены на косые с крупными развилками и плагиотропные. Основу ветвей составляют побеговые структуры первого и четвёртого типов. Средняя часть склона (780–820 м) на г. Шелудивая (QP). Нижняя часть склона (890–910 м) и верхняя граница широколиственного леса на г. Бештау (1130 м), открытые пространства и опушки леса (QP).

3. Немногоствольная с прямым и косыми, прямым и плагиотропными, косыми и плагиотропными или только косыми стволами. Обычно развивается 2–3 ствола. Стволы и ветви искривлённые, преимущественно на основе побеговых структур четвёртого типа. Открытые пространства,

верхняя часть склона на выходах горных пород на г. Шелудивая до высоты 870 м (QR). По верхней границе леса (1130 м) и по обрывам террас со скальными обнажениями внутри древостоя на высоте 1030–1110 м на г. Бештау (QR). Скальные обнажения на г. Острая на высоте 800–820 м (QR). Луга выше верхней границы леса на г. Бештау на высоте 1130–1140 м (QR).

4. Немногоствольная с одним выраженным ортотропным стволом и 4–5 дополнительными преимущественно косыми стволами. Ортотропный ствол обломан в средней части. Ветви главным образом косые и дугообразные. Основной ствол, ортотропные зоны прочих стволов и ветвей образованы побеговыми структурами первого, третьего и четвертого типов. Структуры первого типа включают основные ДПС с 5–8 мелкими боковыми побегами. В верхней части кроны присутствует много отмерших осей с побегообразованием из спящих почек (по 3–4 проснувшихся почки на годичный побег). Луга выше верхней границы леса на г. Бештау на высоте 1130–1140 м (QR, редко QR).

5. Одноствольная с искривлёнными дугообразными ветвями, придающими особи сферическую форму. Главная ось теряется во второй трети кроны по высоте. Первые ДПС ствола образуют сильные ветви, поэтому особь отчасти напоминает перекасти-поле. Ветви образованы побеговыми структурами преимущественно четвертого типа. Луга выше верхней границы леса на г. Бештау на высоте 1130–1140 м (QR, единично).

6. Куст с большим числом стволов высотой редко выше 5 м из побеговых структур первого и четвертого типов. Луга и каменистые обнажения в верхней части склона г. Шелудивая на высоте до 850 м (QR). Луга выше верхней границы леса на г. Бештау на высоте 1130–1140 м (QR). Скальные обнажения на г. Острая на высоте 800–820 м (QR).

7. Одно- и немногоствольная узкокронная с ортотропным искривлённым стволом, разделяющимся на серию осей замещения, начиная со средней части. Ветви косые и плагиотропные, при сильном затенении образованы побеговыми структурами второго и третьего типов. При опушечном расположении ветви включают также структуры четвертого типа. Ясенево-дубовые леса на г. Шелудивая на высоте 750–820 м и на г. Машук на высоте 700–900 м (QR).

8. Одно- и немногоствольная ширококронная с ортотропным прямым или вильчатым и искривлённым стволом. Ветви многократно изогнутые, косые, поникающие и плагиотропные преимущественно на основе побеговых структур четвертого типа, при опушечном расположении пространство захватывают длинные моноподии с ростовыми ДПС либо с основными ДПС из 7–9 побегов. Число моноподиев в кроне невелико. Они

образуются после серии перегибов и раздвоений ветви. Каменные стены, опушки и древостой ясенево-дубовых лесов, реже открытые пространства на г. Шелудивая на высоте 750–850 м (QR). Ясенево-дубовые леса на г. Машук на высоте 700–900 м (QR). Широколиственные леса ближе к подножию г. Бештау на высоте 890–900 м (QR).

9. Аркообразно изогнутый ствол с мощной ортотропной осью, выносящей крону особи в полог древостоя. Ветви косые и плагиотропные, на основе полиархических побеговых структур. Ясенево-дубовые леса на г. Машук на высоте 700–900 м (QR).

У экобиоморф 7–9 при сильном затенении может образовываться слабый дополнительный косой или ортотропный ствол высотой 2–3 м, с кроной в верхней трети–четверти. Она сложена побеговыми структурами третьего типа.

Выявленное разнообразие экобиоморф демонстрирует несколько тенденций. Во-первых, основным направлением трансформации кроны с увеличением высоты является переход к кустовидным формам. Во-вторых, наиболее сильное действие высотного фактора проявляется только на г. Бештау ввиду её особого микроклимата и максимальной высоты среди всех останцовых гор Пятигорья. Оно выражается в регулярных повреждениях кроны особей сильными ветрами и снежными заносами в зимнее время. В-третьих, набор побеговых структур четко различается для условий полного освещения и для затенения внутри древостоя. Усиление полиархического плана происходит именно при боковом затенении внутри широколиственного леса независимо от высоты. В-четвёртых, ослаблению ортотропных осей и переходу к кустовидно-плагиотропному росту способствует близкое залегание материнских горных пород. В-пятых, разнообразие экобиоморф *Q. robur* связано прежде всего с открытыми ландшафтами вплоть до субальпийских лугов выше верхней границы леса. У *Q. petraea* спектр форм и занимаемых фитоценозов шире, чем у *Q. robur*.

Таким образом, для более низких останцовых магматических гор Пятигорья (Шелудивая, Машук, Острая) ключевыми факторами, влияющими на разнообразие экобиоморф *Q. robur* и *Q. petraea*, являются степень затенения и близость материнской горной породы. Для самой высокой горы региона – Бештау – фактором, определяющим специфику и разнообразие экобиоморф, выступает микроклимат различных высотных поясов.

Работа выполнена в рамках темы госзадания ИФХиБПП РАН АААА-А18-118013190176-2.

Литература

Антонова И.С., Фатьянова Е.В. О системе уровней строения кроны деревьев умеренной зоны // Бот. журн. 2016. Т. 101. № 6. С. 628–649.

Белостоков Г.П. Морфологическая структура кустовидного подростка *Quercus pedunculata* Ehrh. (Fagaceae) // Бот. журн. 1974. Т. 59. № 4. С. 578–588.

Гвоздецкий Н.А. Кавказ. Очерк природы. М.: Географгиз, 1963. 264 с.

Иванова А.В., Мазуренко М.Т. Варианты реализации онтогенетической траектории *Quercus robur* (Fagaceae) Самарской области // Бот. журн. 2013. Т. 98. № 8. С. 1014–1030.

Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высшая школа, 1962. 380 с.

Шевченко Н.Е., Викторов В.П. Леса Центрального Предкавказья // Вестник Тамбовского государственного университета. Серия «Естественные и технические науки». 2014. Т. 19. Вып. 5. С. 1622–1625.

Édelin C. Nouvelles données sur l'architecture des arbres sympodiaux: le concept de plan d'organisation // In Édelin C. (Ed.): L'Arbre: Biologie et Développement. Naturalia Monspeliensia, 2nd International Tree Conference. Montpellier, 1991. P. 127–155.

УДК 573.6:58.08523

СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ В ГЕНОБАНКЕ IN VITRO ГБС РАН НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСТВА ERICACEAE

Т.С. Стахеева, О.Г. Васильева, Л.Н. Коновалова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия,
e-mail: konovalova-lu@yandex.ru

Аннотация: Разработка эффективных методов устойчивого воспроизводства растений является основой работ по сохранению генофонда. Работа посвящена усовершенствованию технологии клонального микроразмножения перспективных сортов и видов представителей семейства Ericaceae. Оптимизированы условия на основных этапах культивирования in vitro. В настоящее время генобанк семейства Ericaceae включает 19 генотипов рода *Rhododendron* L. и 16 сортов рода *Vaccinium* L.
Ключевые слова: биоразнообразие растений, семейство Ericaceae, клональное микроразмножение, коэффициент размножения, генобанк in vitro.

**PRESERVATION OF PLANT BIOLOGICAL DIVERSITY IN VITRO
GENEBANK OF THE MBG RAS USING THE
ERICACEAE FAMILY AS AN EXAMPLE**

T.S. Stakheeva, O.G. Vasilyeva, L.N. Konovalova

*Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of
Sciences, Moscow, Russia, e-mail: konovalova-lu@yandex.ru*

Summary: The development of effective methods of sustainable plant reproduction is the basis for the conservation of the gene pool. The work is devoted to improving the technology of clonal micro-reproduction of promising varieties and species of the Ericaceae family. The conditions at the main stages of in vitro cultivation were optimized. Currently, the genebank in vitro of the Ericaceae family includes 19 genotypes of the genus *Rhododendron* L. and 16 varieties of the genus *Vaccinium* L.

Keywords: Plant biodiversity, Ericaceae, clonal micropropagation, reproduction coefficient, genebank in vitro.

Сохранение биоразнообразия растений является одной из актуальных задач ботанических садов. Эффективность сохранения генофонда растений *ex situ* может быть достигнута путем создания генетических банков *in vitro*. Генетический банк растений *in vitro* ГБС РАН является самым представительным в России. Более половины таксонов в его составе относятся к фиторесурсным видам. Наиболее полно представлены семейства Actinidiaceae, Asteraceae, Caprifoliaceae, Ericaceae, Liliaceae, Oleaceae, Rosaceae. В настоящее время генобанк семейства Ericaceae включает 19 генотипов рода *Rhododendron* L. (7 видов и 12 сортов), 16 сортов рода *Vaccinium* L. (14 сортов высокорослой голубики (*V. corymbosum* L.) и 2 сорта брусники обыкновенной (*V. vitis-idaea* L.).

Род *Rhododendron* L. род вечнозелёных, полулистопадных и листопадных кустарников, самый представительный в семействе Ericaceae. По многообразию форм и окраске цветков и листьев, по сохранению декоративности в любое время года, рододендроны занимают достойное место среди красивоцветущих кустарников (Александрова, 2004).

Род *Vaccinium* L. род вечнозелёных и листопадных кустарников, полукустарников и кустарничков. К этому роду, в том числе относятся высокорослая голубика и брусника, ягоды этих видов съедобны и обладают рядом ценных свойств. Пищевая и фармакологическая ценность этих растений обусловлена высоким содержанием биологически активных веществ: витаминов, флавонолов, пектинов, макро- и микроэлементов,

аминокислот и др. (Рейман, Плишка, 1984; Павловский, 2005; Курлович, 2007).

Большинство растений семейства Ericaceae сосредоточены в коллекциях ботанических садов и селекционных учреждений и представлены малым количеством экземпляров. Размножение вересковых осуществляется двумя путями: посевом семян (в основном в селекционных целях) и вегетативно: одревесневшими, зелёными черенками и отводками, при этом требуются специальные условия и оборудование (туманообразующая установка, почвенный подогрев) (Рейман, Плишка, 1984; Павловский, 2005). Широкое введение этих ценных растений в садоводческую культуру сдерживается отсутствием эффективной, экономически выгодной технологии их размножения. В связи с этим весьма актуально усовершенствование методов клонального микроразмножения с целью их ускоренного распространения.

Цель наших исследований заключалась в оптимизации приёмов культивирования изолированных тканей интродуцированных сортов и видов голубики, брусники и рододендрона в условиях *in vitro*, изучении морфогенетических процессов и создании банка стерильных культур.

Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на морфогенетические процессы в культуре изолированных тканей и органов, в первую очередь необходимо выделить генетические особенности растений-доноров, состав питательной среды, строение инициального экспланта, физиологическое состояние растения-донора и условия культивирования. В основу методики положены общепринятые классические приёмы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999). В качестве эксплантов использовали апикальные и латеральные почки побегов с небольшим участком стебля.

Основной сложностью технологии на этапе введения в стерильную культуру у многих видов растений семейства Ericaceae является ингибирование ростовых процессов у эксплантов токсическими веществами, выделяемыми ими в среду. Растения голубики, брусники и рододендрона содержат большое количество фенолов. В результате повреждения тканей при изолировании эксплантов, активируются ферменты, окисляющие фенолы растений (различные фенолазы). Продукты окисления фенолов обычно ингибируют деление и рост клеток экспланта и могут привести к их гибели (Запрометов, 1993). Накопление полифенолов зависит от этапа онтогенеза растения. Нами установлено, что с целью предотвращения гибели эксплантов сортовой высокорослой голубики от фенольного окисления необходимо отбирать материал для введения в культуру *in vitro* в период

минимального содержания фенолов в почке (с ноября по март). Для брусники обыкновенной оптимальное время отбора эксплантов – март, апрель. Для рододендрона – с февраля по май (Васильева, 2009).

Экспланты помещали на питательную среду Андерсона (Андерсон, 1984) с добавлением различных концентраций гормонов. Разные виды и сорта существенно различались по способности к регенерации.

Проводилась оценка регенерационного потенциала. Для большинства сортов и видов высокой голубики, брусники и рододендрона оптимальной является питательная среда Андерсона, дополненная 4 мг/л IAA и 15 мг/л 2 iP. На этапе микроразмножения отчетливо проявились сортовые особенности высокорослой голубики, что выражалось в различном количестве дополнительно заложённых почек и развивающихся из них впоследствии побегов. Среди сортов высокорослой голубики коэффициент размножения варьировал от 1,8 до 5,7, у брусники обыкновенной от 2,4 до 8,2, у рододендрона – у вечнозеленых от 2,0 до 5,4; у листопадных от 6,2 до 11,8.

Укоренение осуществляли на питательной среде Андерсона (1/2 состава минеральных солей) с добавлением активированного угля (0,6 г/л) с добавлением IBA 1,0 мг/л.

Оптимальными условиями беспересадочного сохранения *in vitro* (депонирования) в течение одного года для растений-регенерантов изученных представителей семейства Ericaceae является культивирование на питательной среде Андерсона (1/2 состава минеральных солей) с добавлением низких концентраций 1,0 мг/л IAA и 5,0 мг/л 2 iP (без осмотических веществ и ретардантов) в условиях замедленного роста: при пониженной температуре (3-7⁰C) и слабой освещенности.

Разработанная технология устойчивого воспроизводства растений позволяет получать большое количество генетически однородного материала в оптимальные сроки и является основой работ по сохранению генофонда.

Литература

- Александрова М.С. Рододендроны. М.: Кладезь-Букс, 2004. 96 с.
- Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
- Васильева О.Г. Биолого-морфологические основы клонального микроразмножения некоторых представителей рода *Rhododendron* L. Автореф. канд. дисс. М., 2009. 20 с.
- Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
- Курлович Т.В. Голубика, брусника, клюква. М.: Ниола-Пресс, 2007. 207с.

Павловский Н. Б. Брусника – лесная гостья. Минск, 2005. 62 с.
Рейман А., Плишка К. Высокородлая голубика. М.: Колос, 1984.
Anderson W.C. A revised tissue cultured medium for shoot multiplication of rhododendron // J Am Soc Hortic Sei. 1984. Vol. 109. P.343-347.

УДК 581.6

**ЗНАЧЕНИЕ БИОМОРФОЛОГИИ
ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО И ФЛОРИСТИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА**

**Е.Н. Степанова, Л.В. Петухова, А.Ф. Мейсурова, С.А. Иванова,
Л.В. Зуева, Е.А. Андреева**

*Тверской государственной университет, г. Тверь, Россия,
e-mail: Stepanova.EN@tversu.ru, Petukhova.LV@tversu.ru,
Meysurova.AF@tversu.ru, Ivanova.SA@tversu.ru, Zueva.LV@tversu.ru,
Andreeva.EA1@tversu.ru*

Аннотация: Рассмотрено значение знаний о биоморфологических особенностях растений для специалистов по современному флористическому и ландшафтному дизайну.

Ключевые слова: ботаника, биоморфология, ландшафтный дизайн, флористика, композиция.

**VALUE OF BIOMORPHOLOGY
FOR LANDSCAPE AND FLORISTIC DESIGN**

**E.N. Stepanova, L.V. Petukhova, A.F. Meysurova, S.A. Ivanova, L.V. Zueva,
E.A. Andreeva**

*Tver State University, Tver, Russia, e-mail: Stepanova.EN@tversu.ru,
Petukhova.LV@tversu.ru, Meysurova.AF@tversu.ru, Ivanova.SA@tversu.ru,
Zueva.LV@tversu.ru, Andreeva.EA1@tversu.ru*

Summary: The importance of plants biomorphological knowledge for workers of modern floristic and landscape design is considered.

Keywords: botany, biomorphology, landscape design, floristry, composition.

Биоморфология растений связана со многими разделами ботаники и экологии, в том числе и дисциплинами прикладного характера (Ботаника ..., 2006). Важное место среди таких практических направлений занимают ландшафтный дизайн и флористика. Неслучайно известные дизайнеры с мировым именем проявляли особый интерес к изучению ботаники (Койсман, 2011), а отечественные специалисты по декоративным группам растений

уделяли большое внимание изучению биоморфологии и онтогенеза (Родионенко, 1961; Rodionenko, 1987).

Ландшафтный дизайн можно определить, как искусство создания благоустроенной территории, складывающееся из изменения внешнего вида пространства с привлечением биологических объектов и (в меньшей степени) инженерных компонентов.

Высокая степень урбанизации современных территорий приводит к массовой потере природных ландшафтов естественного и искусственного происхождения, которые обеспечивали формирование благоприятного микроклимата, эстетическое восприятие, отдых и оздоровление. В связи с этим, популярность ландшафтного дизайна в настоящее время неуклонно растёт и направлена, прежде всего, на удовлетворение эстетических потребностей общества и компенсацию других функций рекреаций.

Современная флористика в рамках дизайнерского направления понимается как отрасль декоративно-прикладного искусства, сопряжённого с формированием композиций на основе природных живых и сухих растительных материалов и вспомогательных декоративных компонентов.

В условиях быстро развивающейся техногенной среды интерьеры деловых центров, учреждений, жилых помещений становятся более лаконичными и строгими. Зачастую в них практически отсутствуют яркие краски, декоративные элементы, а само оформление пространства направлено на практичность и эргономичность. Подобный подход в последние годы привел к увеличению популярности флористического дизайна. Композиции позволяют расставить цветовые акценты, придать законченность и глубину сухим, технологичным интерьерам. Использование в них живых растений позволяет не только повысить эстетическую ценность окружающего пространства, но и способствует созданию благоприятной экологической среды, особенно при использовании в оформлении живых горшечных растений.

Необходимо отметить, что современные подходы к ландшафтному дизайну и флористике предполагают смешение установившихся в ходе исторического развития отрасли канонов и личностного видения автора, обращение к эмоциональному восприятию зрителей, бережное и чуткое отношение к самому материалу, не исключающее возможность его преобразования. Все чаще высказывается мнение о том, что современная флористика и зеленое строительство строятся на конструировании и проектировании с учётом гуманного отношения к живым элементам композиций (Баркова, 2013).

Квалифицированный флорист должен стремиться и уметь исследовать растения в природной среде обитания, чтобы наиболее полно раскрыть их естественную выразительность при создании аранжировок, понимать, какие технологии необходимы для достижения максимальной привлекательности и гармонии. Понимание особенностей биоморфы позволяет выбирать соответствующий стиль флористического дизайна, грамотно использовать технологии изменения направления формы роста стеблей, осуществлять обрезку и подрезку с учетом специфики васкулярной системы. Всё это необходимо для хорошей сохранности растений в композициях (Мишукова, 2004).

Большое значение в дизайнерских работах имеет осознанное понимание основных подходов к комбинированию растений. Не менее значим морфологический анализ основных элементов дизайна – линий, видовых точек, ритмики, динамики, пропорциональности. Успешно реализовать все замыслы только на основе знания технических принципов конструирования невозможно. Растения – живые, динамичные организмы, поэтому устойчивость создаваемой композиции во многом зависит от уровня комплементарности их биоморфологических, физиологических, экологических характеристик. Он обуславливает возможность сохранения виталитета, индивидуальной и общей декоративности в предполагаемых условиях.

Тонкий художественный вкус дизайнера не позволит достигнуть желаемых результатов без понимания специфики жизненных форм растений и ритмологических особенностей. Они во многом определяют уровень гармоничности и устойчивости композиций ландшафтного дизайна, возможность сохранения этих качеств на всех этапах её дальнейшего существования и развития.

Обрезка древесных растений, ориентированная на получение желаемой формы, должна производиться с учётом их архитектурных моделей, особенностей ветвления и нарастания, характера дифференциации побегов, интенсивности вегетативного возобновления. Фигурной стрижке можно подвергать только те растения, у которых формируется необходимый резерв спящих почек. Сроки обрезки необходимо сопрягать с особенностями сезонного ритма развития растений. Тип обрезки следует определять в соответствии с динамикой развёртывания побегов из почек. При выращивании растений в контейнерах важно знать тип корневой системы, её структурно-функциональные особенности, специфику аллелопатических взаимодействий.

Важнейшее требование, предъявляемое к флористическим композициям, связано с возможностью обеспечить их продолжительное существование. Оно определяется аутоэкологическими и синэкологическими характеристиками, которые также сопряжены жизненной формой растения, его феноритмотипами. Особенно важно понимание этих взаимосвязей для растений определённых экологических групп, например, для гигрофитов, которые не смогут нормально расти в условиях пригодных для мезофитов.

Понимание особенностей анатомии, морфологии и васкулатуры разных видов растений позволяет использовать грамотно широкий спектр декоративнолистных растений в букетах. Ещё более актуальны такие знания при создании различных плетений из жёстких листьев и крупных листьев экзотических декоративных растений. На них базируются также приемы «консервирования», скелетизации, декоративной сушки и подкраски. Не все пестролистные формы пригодны для создания яркой цветовой палитры в композициях из срезанных и горшечных растений. Знание карпологии существенно дополняет оригинальность дизайна.

Особенно привлекательны композиции, построенные с учётом понимания специфики симметрии и асимметрии, закономерностей филлотаксиса. Характер симметрии цветков и соцветий – основа для подбора компонентов композиций из крупноцветковых растений. Оригинальность дизайна в оранжереях может быть увеличена благодаря использованию крупных панданусов с ярко выраженной спиродистихией.

Таким образом, грамотное использование знаний о биоморфологии растений крайне необходимо для выработки профессиональных компетенций у специалистов в области флористики и зеленого строительства. Это следует учитывать при формировании содержания учебных курсов, организации практик в рамках образовательной деятельности по декоративному садоводству и ландшафтному дизайну.

Литература

Баркова Е.В. Роль флористического дизайна в пространстве повседневности современной культуры: эстетические и экологические аспекты проблемы // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). 2013. № 4 (29). С. 203–207.

Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений: учебник / Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. М.: Академкнига, 2006. 543 с.

Койсман Т.Ю. Цветники. Дизайн, проектирование, ассортимент. М.: Эксмо, 2011. 528 с.

Мишукова Е. Параллельная техника. М.: Издательский дом «Ниола 21 век», 2004. 96 с.

Родионенко Г.И. Род Ирис – *Iris* L.: Вопросы морфологии, биологии, эволюции и систематики. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 216 с.

Rodionenko G.I. The genus *Iris* L. (questions of morphology biology, evolution and systematics). London: British Iris Society, 1987. 222 p.

УДК 58.073

К ВОПРОСУ О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ ВИДОВ *CUSCUTA* SP. С НАСЕКОМЫМИ-ГАЛООБРАЗОВАТЕЛЯМИ РОДА *SMICRONYX*

Е.А. Сухолозова¹, Е.А. Сухолозов²

¹ Пензенский филиал «Всероссийского центра карантина растений»,
г. Пенза, Россия, e-mail: e_kobozeva@mail.ru

² Управление Россельхознадзора по Республике Мордовия и Пензенской
области, г. Пенза, Россия, e-mail: e.sukholozov@mail.ru

Аннотация: В работе представлены первые результаты изучения влияния долгоносиков рода *Smicronyx* на состояние ценопопуляций карантинных для РФ видов *Cuscuta* sp. как потенциальных агентов биологического контроля. В условиях Пензенской области выделены пять типов местообитаний сосуществования *Cuscuta* – *Smicronyx*. Описаны особенности ценопопуляций повилик, интенсивность процессов галлообразования на её побегах. Отмечена сопряженность числа галл и потенциальной семенной продуктивности повилики.

Ключевые слова: повилики, ценопопуляция, долгоносики, галлогенез.

TO THE QUESTION ABOUT THE RELATIONSHIP BETWEEN GENUS OF *CUSCUTA* SP. AND INSECT-GALL FORMATION BELONGING TO THE GENUS *SMICRONYX*

Е.А. Sukholozova¹, Е.А. Sukholozov²

¹ Penza branch of “All-Russian Plant Quarantine Center”, Penza, Russia,
e-mail: e_kobozeva@mail.ru

² Rosselkhoz nadzor Territorial Administration for the Republic of Mordovia and
Penza Oblast, Penza, Russia, e-mail: e.sukholozov@mail.ru

Summary: The paper presents the first results of the study of influence of weevils belonging to the genus *Smicronyx* on the state of quarantine for the Russia dodders as potential agents of biological control. In the conditions of the Penza region five types of habitats of coexistence of *Cuscuta* – *Smicronyx* are allocated. The features

of the cenopopulations of the dodders, the intensity of the processes of the gall formation on its shoots are described. The conjugacy of gall number and the potential seed productivity are noted.

Keywords: dodders, cenopopulation, weevils, gall formation.

Повилики – род облигатных паразитирующих цветковых растений, включенный в перечень карантинных организмов для территории РФ. В связи с этим представляется актуальным поиск биологических объектов, способных контролировать численность ценопопуляций повилик.

С повиликами тесно связана жизнедеятельность мелких видов долгоносиков (Curculionidae) – представителей рода *Smicronyx*, способных к галообразованию на повиликах (Zhekova, Petkova, Ivanova, 2014; Аникин и др., 2017а). До сих пор нет единого мнения относительно их роли в регулировании численности ценопопуляций повилик. Долгоносики этого рода рассматривались и как возможные агенты биологической борьбы (Parker, Wason, 1986; Zhekova, Petkova, Ivanova, 2014; Aistova, Bezborodov, 2017), и, наоборот, как симбионты своих кормовых растений, увеличивающие их фотосинтетическую активность, и, следовательно, приносящие, им пользу (Аникин и др., 2017а, б).

В статье представлены первые результаты работы авторов по изучению влияния представителей рода *Smicronyx* на состояние ценопопуляций видов *Cuscuta* sp. как потенциальных агентов биологического контроля.

Материал и методы исследований.

Исследования проводили с конца июня до середины августа 2018-2019 г.г. на территории Пензенской области. Изучены ценопопуляции трёх видов повилик: *Cuscuta campestris* Yunck. (повилика полевая), *C. europaea* L. (п. европейская) и *C. lupuliformis* Krock (п. хмелевидная). Для характеристики растительных сообществ с их участием выполнены геоботанические описания с указанием видов растений-хозяев.

Для сравнения ценопопуляций повилики полевой, заносной и представляющей наибольшую угрозу для сельского хозяйства, использовали проективное покрытие вида в процентах, так как в условиях её естественных местообитаний не представляется возможным установить границы особи. Дополнительно указывали процентное соотношение побегов повилики с неудлинёнными междоузлиями, несущими большое число соцветий/плодов, и побегов с удлинёнными междоузлиями, с малым числом цветков/плодов, предназначенных для освоения территории. Эти данные использовали для предварительной оценки потенциальной семенной продуктивности повилики.

Все обнаруженные ценопопуляции *Cuscuta* исследовали на присутствие представителей рода *Smicronyx*. Найденные личинки долгоносиков собирали и дорастивали в лабораторных условиях до имаго. Галлы на повилке собирали, измеряли и раскладывали в чашки Петри для дальнейшего наблюдения в лаборатории (табл. 1). В полевых условиях оценивали процентное соотношение числа побегов с галлами и без них.

Результаты и их обсуждения.

Ценопопуляции *C. campestris* отмечены только в антропогенно измененных сообществах: обочины дорог, зарастающий газон, залежь, поля пшеницы и ячменя и их обочины. Из 14 исследованных ценопопуляций в двух – галлы не обнаружены. За два года исследований собрано 420 галлов, из которых в лабораторных условиях вышли 223 личинки, 155 из них – достигли стадии имаго *Smicronyx jungermanniae* Reich (предварительное определение) (табл. 1). Развитие личинки до окукливания происходило за 5-10 дней. Куколка превращалась в имаго за 6-12 дней.

Таблица 1

Число исследованных галл на повилке полевой

Год наблюдений	Число собранных галл, штуки	Число развившихся стадий <i>Smicronyx</i> , штуки		
		личинки	куколки	имаго
2018	153	73	63	58
2019	267	150	106	97

На основе анализа и обобщения данных выделено пять типов местообитаний сосуществования *Cuscuta* – *Smicronyx*.

1. Обочина автодороги. Ценопопуляции *C. campestris* в таких сообществах самые маленькие по размеру, расположены «пятнами» вдоль дороги. Растения-хозяева (*Polygonum aviculare* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Setaria glauca* L., *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., *Medicago lupulina* L. и др.) низкорослые и часто обкошенные. В таких условиях произрастания повилке полевой не хватает питательных веществ с одного растения-хозяина, и она «стремится» освоить новую территорию, поэтому значительное число побегов повилки были с удлинёнными междоузлиями и с меньшим числом соцветий, в сравнении с другими ценопопуляциями. Кроме того, 20% побегов повилки были подвержены галлогенезу (табл. 2). В таких условиях следует ожидать уменьшение потенциальной семенной продуктивности повилки.

2. Обочина полевой дороги. Занимаемая ценопопуляцией повилки площадь больше, чем на обочинах автодорог, и проективное покрытие генеративных побегов с неудлинёнными междоузлиями выше (табл. 2).

3. и 4. Окраины полей пшеницы (табл. 2). Исследованы поля пшеницы молочной (237 га) и восковой спелости (188 га). Повилика полевая встречается по краю полей на территории 0,12 и 0,13 га соответственно. Она отмечена не только на растениях, засоряющих посевы (*Erigeron canadensis* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Plantago major* L., *Lactuca serriola* L., *S. glauca*, *Malva pusilla* Sm., *Delphinium consolida* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Besser и др.), но и на самой пшенице (!). Отличие 3 и 4 – в числе сорных растений, встречающихся в посевах. Проективное покрытие повилки выше в местообитаниях с большим числом сорняков, а значит, растений-хозяев (табл. 2). При этом повилика обильно цветет; а галлообразование, в отличие от других местообитаний, зарегистрировано крайне редко или не обнаружено совсем (табл. 2). Последний факт, вероятно, обусловлен особенностями развития *Smicronyx*. Известно, что его личинка окукливается в земле (Zhekova E, Petkova D, Ivanova I., 2014; Aistova, Vezborodov, 2017), потому пахотные работы препятствуют устойчивому сохранению *Smicronyx* на территории полей, а единичные случаи нахождения галл на повилке обусловлены скорее миграцией имаго с невспахиваемых обочин полевых дорог.

5. Окраина залежи. Из-за отсутствия какой-либо хозяйственной обработки территории в течение ряда лет в ценопопуляциях повилки увеличился процент побегов с галлогенезом (табл. 2).

Таблица 2

Показатели ценопопуляций *Cuscuta campestris* и долгоносиков рода *Smicronyx* в разных типах местообитания в 2019 году

Тип местообитаний*	Наличие / отсутствие вспашки	Размер ценопопуляции, га	Проективное покрытие <i>C. campestris</i> , %	Проективное покрытие генеративных побегов с неудлиненными междоузлиями, %	Проективное покрытие побегов с галлами, %	Число соб- ран- ных галл, штук	Число развившихся стадий <i>Smicronyx</i> , штуки		
							личин- ки	кукол- ки	имаго
1	-	0,003	40	50	20	30	14	12	8
2	-	0,07	50	60	20	34	19	15	14
3	+	0,13	30	70	1	9	5	3	2
4	+	0,12	50	80	0	0	-	-	-
5	-	0,04	50	70	30	47	26	21	21

* Тип местообитаний: 1 – обочина автодороги, 2 – обочина полевой дороги, 3 – окраина поля пшеницы (1), 4 – окраина поля пшеницы (2), 5 – окраина залежи.

Ценопопуляции *C. europaea* L. и *C. lupuliformis* исследованы на территории государственного природного заповедника «Приволжская лесостепь» в черноольшанике, ветлянике и крапивнике поймы ручья. На п. хмелевидной представители рода *Smicronyx* не выявлены. На п. европейской собрана 31 личинка долгоносиков, из которых в лаборатории вывелись 14 имаго *S. jungermanniae* и 7 имаго *S. coecus* Reich (предварительное определение). Изученные ценопопуляции *C. europaea* многочисленные, обильно плодоносящие, найденные виды *Smicronyx* галл не образовывали.

Для подтверждения определения видов *Smicronyx* образцы переданы специалистам.

Заключение

В результате исследований выявлены представители рода *Smicronyx* на повилике полевой и европейской. Только на побегах *C. campestris* долгоносики вызывали галлогенез. Отмечено, что в небольших ценопопуляциях *C. campestris* значительное число галл долгоносиков рода *Smicronyx* сопутствует уменьшению потенциальной семенной продуктивности вида. Показано, что в связи с особенностями развития долгоносиков, у которых окукливание происходит в земле, вспашка отрицательно сказывается на сохранении видов рода *Smicronyx* на территории полей. Первые полученные результаты подразумевают дальнейшее проведение исследований.

Литература

Аникин В. В., Никельшпарг М. И., Лаврентьев М. В. Эволюционные стратегии освоения насекомыми-галлообразователями своих кормовых растений на территории Саратовской области // Научные труды Национального парка «Хвалынский». 2017а. Вып. 9. С. 241–244.

Аникин В. В., Никельшпарг М. И., Никельшпарг Э. И., Конюхов И. В. Фотосинтетическая активность у повилики *Cuscuta campestris* (Convolvulaceae) при заселении растения галлообразователем-долгоносиком *Smicronyx smreczynskii* (Coleoptera, Curculionidae) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017б. Т. 17. вып. 1. С. 42–47.

Aistova E. V., Bezborodov Weevils Belonging to the Genus *Smicronyx* Schönherr, 1843 (Coleoptera, Curculionidae) Affecting Dodders (*Cuscuta* Linnaeus, 1753) in the Russian Far East // Russian Journal of Biological Invasions. 2017. Vol. 8. №2. P. 184–188.

Parker C., Wason A.K. Parasitic weeds and their control in the Near East // FAO Plant Protection Bulletin. 1986. Vol. 34. № 2. P. 83-93.

Zhekova E., Petkova D., Ivanova I. *Smicronyx smreczynskii* F. Solari, 1952 (Insecta: Curculionidae): Possibilities for Biological Control of Two *Cuscuta*

species (Cuscutaceae) in District of Ruse // Acta zoologica Bulgarica. 2014. Vol. 66. №3. P. 431–432.

УДК 582.736

**АРХИТЕКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ОДНОЛЕТНИХ АСТРАГАЛОВ
(*ASTRAGALUS* L., FABACEAE)**

А.К. Сытин

*Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург,
Россия, e-mail: andrey.sytin.bin@gmail.com*

Аннотация: Попытка типологизации архитектурных моделей жизненных форм однолетних астрагалов на основе морфодинамической корреляции побеговых систем и структуры соцветий выявила ряд устойчивых состояний. Обсуждаются особенности выделенных четырех вариантов архитектурных моделей.

Ключевые слова: однолетние астрагалы, архитектурные модели, эволюционная морфология, адаптация, таксономия.

**ARCHITECTURE MODELS OF ANNUAL ASTRAGALI
(*ASTRAGALUS* L., FABACEAE)**

A.K. Sytin

*Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia,
e-mail: andrey.sytin.bin@gmail.com*

Summary: The typological problem of revealing architectural models of annual astragali has emerged morphodynamical correlation between the shoot system and the structure of inflorescences. The features of the selected four patterns of architectural models are discussed.

Keywords: annual astragali, architectural models, evolutionary morphology, adaptation, taxonomy.

Однолетние астрагалы (ОА) составляют небольшую часть (около 90 видов) наиболее крупного (2500-30000 видов) среди цветковых растений рода *Astragalus* L. Настоящее исследование посвящено эфемерам-монокарпикам, обитателям аридных областей Средней Азии. Эта группа достаточно полиморфна и представлена рядом олиго- монотипных секций. Изучение морфологических признаков ОА по специальной программе имело целью составление электронного многовходового определительного ключа (Сытин и др., 2017). Важным этапом работы стал, сравнительный анализ

морфологических признаков для составления матрицы. В этом исследовании описание жизненных форм ОА оказалось наиболее сложной задачей, поэтому ряд дискуссионных моментов требует специального обсуждения.

М.В. Марков, основательно изучивший архитектурные модели малолетних растений, в разделе посвященном развитию побегового тела растений упоминает образ, найденный Б.А. Юрцевым: «пластический слепок онтогенеза», отражающий временную ритмическую последовательность образования метамеров (Марков, 2012: 185). Этот гётеанский образ довольно точно очерчивает проблему, но она осложнена тем, что даже краткий (1-2 месяца) жизненный цикл ОА детерминирован дискретной программой поливариантности онтогенеза, определяемых системой генетических механизмов, регулируемых факторами внешней среды. ОА защищены и зависимы от их воздействия более своих многолетних родственников. Наиболее чувствительные взаимодействия адаптивных механизмов однолетних астрагалов обнаруживаются в связях ритмов системы побегов-метамеров и структуры соцветий. В представлении о соцветии и побеговой системе как морфодинамической целостности мы следуем положениям, разработанным Т.В. Кузнецовой (2017), отметившей, в частности, что простые брактеозные кисти в роде *Astragalus* претерпевает ряд значительных трансформаций, оставаясь вариантами одной типологической структуры. Задача выявления вариантов архитектурных моделей побеговых систем и соцветий ОА, обнаруживает чрезвычайное разнообразие в системе отношений на межвидовом таксономическом уровне и довольно консервативным проявлением на уровне вида.

Наблюдения в полевых условиях и анализе гербарного материала позволили выявить следующие варианты архитектурных моделей ОА.

1) ортотропные, длинопобеговые, моноподиальные травы; соцветия – удлиненная пазушная кисть; бобы многочисленные, прямостоячие, многосемянные (*A. hamosus* L. Sect. *Bucerates* DC.; *A. campylotrichus* Bunge Sect. *Campylotrichon* Gontsch. (монотипная!); *A. dahuricus* (Pall.) DC. Sect. *Heterodontus* Bunge (монотипная!); *A. ujalensis* Gontsch. Sect. *Drepanodes* Bunge (монотипная!)), вариант – бобы повисающие (*A. guttatus* Banks & Solander Sect. *Aulacolobus* Boiss. (монотипная!)). Эта наименее специализированная модель позволяет рассматривать ее как анцестральный тип по отношению к другим вариантам;

2) характерна тенденция к укорочению побега до розетки (*A. commixtus* Bunge) в сочетании с редукцией числа цветков в соцветии до двух, при этом ось соцветия резко укорачивается (*A. camptoceras* Bunge (Sect. *Platiglottis*

Bunge), *A. bacaliensis* Bunge (Sect. *Hispiduli* Podlech), *A. campylorrhynchus* Fisch. и *A. crenatus* Schult. (Sect. *Harpilbus* Bunge));

3) тенденция резкого сокращения оси соцветия, приводящая к агломерации цветков в соцветии (*A. psiloglottis* DC.) и тесном сближении соцветий второго порядка (*A. oxyglottis* M. Bieb. оба вида Sect. *Oxyglottis* Bunge). В последнем случае редукция соцветий происходит параллельно с редукцией вегетативной сферы и образования розеточных побегов;

4) редукция осевого побега, превалирование в онтогенезе плагиотропных побегов обогащения, несущих немногочетковые (4-5) соцветия при плодоношении представляющие звездчатые агломерации бобов, расположенные на удлинённом цветоносе (*A. persepolitani* Boiss., *A. asterias* Steven) или сидячие (*A. tribuloides* Delile). Все три упомянутые вида относятся к секции *Sesamei* DC.

Таким образом, четыре основные архитектурные модели однолетних астрагалов представляют разнонаправленные тенденции развития эфемеров-монокарпиков в аридных ландшафтах. В некоторых случаях морфологические и таксономические группы совпадают, чаще существуют независимо. Наследственно закреплённые особенности некоторых растений видоспецифичны и имеют адаптивную природу. В частности, растения *A. schmalhauseni* Bunge, вида, относящегося к 1-му типу архитектурных моделей, имеют характерную особенность – в пазухе листа нижней формации всегда возникает редуцированное до одного цветка пазушное сидячее соцветие, тогда как выше по побегу образуются удлинённые многоцветковые кисти. Этот признак отличает данный вид от близкородственных представителей секции *Sewerzowia* (Regel & Schmalh.) Bunge.

Литература

Кузнецова Т.В., Тимонин А.К. Соцветие: морфология, эволюция, таксономическое значение (применение комплементарных подходов). М.: Тов-во научных изданий КМК, 2017. 183 с.

Марков М.В. Популяционная биология растений. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2012. 387 с.

Сытин А.К., Рязанова Л.В., Д. Д. Сластунов Д.Д., Хмарик А. Г. Построение филогенетического дерева однолетних астрагалов на основе компьютерного анализа фенетических признаков // Систематика и эволюционная морфология растений / Материалы конф., посвящ. 85-летию со дня рожд. В. Н. Тихомирова. М., 2017. С. 374–377.

УДК 581.412:582.929.4(571.1/.5)

**МОДИФИКАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ *THYMUS PETRAEUS*
(LAMIACEAE) В СТЕПЯХ ЮЖНОЙ СИБИРИ**

Е.Б. Таловская¹, И.Н. Барсукова²

¹Центральный сибирский ботанический сад, г. Новосибирск, Россия,
e-mail: kolegova_e@mail.ru

²Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан,
Россия, e-mail: saphronovairina@mail.ru

Аннотация: Изучена структура особей кустарничка *Thymus petraeus* в степях Южной Сибири. Выделено 3 архитектурные единицы, отличающиеся по положению в пространстве составной скелетной оси (ортотропно-плагиотропная, плагиотропная, ортотропная). Каждая архитектурная единица состоит из главной составной скелетной оси, составных скелетных осей 1-го порядка, разветвленных побегов формирования, побегов ветвления и эфемерных побегов. Показано, что в настоящих степях и их петрофитных вариантах структура особей строится за счет повторения ортотропно-плагиотропной и плагиотропной архитектурных единиц; в песчаных степях – за счет повторения плагиотропной и ортотропной. Выявленные модификации архитектуры не приводят к смене жизненной формы кустарничка, а отражают механизмы его адаптации.

Ключевые слова: адаптация, архитектурная единица, кустарничек, *Thymus petraeus*, Южная Сибирь.

**MODIFICATION OF *THYMUS PETRAEUS* (LAMIACEAE)
ARCHITECTURE IN THE STEPPES OF SOUTHERN SIBERIA**

E.B. Talovskaya¹, I.N. Barsukova²

¹Central Siberian Botanical Garden, Novosibirsk, Russia,
e-mail: kolegova_e@mail.ru

²Katanov Khakass State University, Abakan, Russia,
e-mail: saphronovairina@mail.ru

Summary: the structure of dwarf shrub *Thymus petraeus* in the steppes of Southern Siberia was studied. There are 3 architectural units that differ in the position of the compound skeletal axes in space (orthotropic-plagiotropic, plagiotropic, orthotropic). Each architectural unit consists of a main compound skeletal axes, 1st order compound skeletal axes, the formation shoots, branching shoots and ephemeral shoots. It is shown that in these steppes and their petrophytic variants the structure of individuals is constructed by repeating the

orthotropic-plagiotropic and plagiotropic architectural units; in sandy steppes-due to the repetition of plagiotropic and orthotropic. The revealed architectural modifications do not lead to a change in the dwarf shrub's life form, but reflect the mechanisms of its adaptation.

Keywords: adaptation, architectural unit, dwarf shrub, *Thymus petraeus*, Southern Siberia.

Применение архитектурного подхода при изучении структуры особей видов разных жизненных форм является важным направлением исследований в биоморфологии. Ключевым этапом при этом становится выделение архитектурных единиц. Архитектурная единица – это основная структурно-функциональная единица, содержащая полный набор всех иерархически соподчиненных структур и повторяющаяся в общей архитектуре растения (Barthélémy et al., 1989; Barthelemy, Caraglio, 2007). Полученные результаты позволяют детально охарактеризовать архитектуру растений разных жизненных форм и её модификации в пределах вида, а также выявить морфологические механизмы адаптации видов к разным условиям произрастания (Barthelemy, Caraglio, 2007). Одной из слабо изученных в этом плане жизненных форм является форма кустарничка (Millan et al., 2019; Cheryomushkina et al., 2019). Эта жизненная форма характерна для *Thymus petraeus* Serg. (Lamiaceae), распространенного на Юге Сибири (Алтайский и Красноярский край, Республики Хакасия, Тува и Алтай) в сообществах настоящих, луговых, песчаных степей и их петрофитных вариантов по склонам и невысоким каменистым вершинам холмов и куэстовых гряд (Доронькин, 1997; Пешкова, 2001).

Материал собран на территории Алтайского края, Республик Хакасия и Тува. Выделение архитектурных единиц (АЕ) проведено у зрелых и старых генеративных особей *T. petraeus* с использованием современного подхода к изучению структуры растений (Caraglio, Edelin, 1990; Barthélémy, Caraglio, 2007). При характеристике побеговой системы опирались на классификацию М.Т. Мазуренко и А.П. Хохрякова (1977), выделены: эфемерный побег, побеги ветвления и формирования, составная скелетная ось (ССО). Любая архитектурная единица *T. petraeus* состоит из главной составной скелетной оси, боковых ССО 1-го порядка, разветвленных побегов формирования, побегов ветвления и эфемерных побегов (рис.).

Исследования показали, что в сложении структуры особей *T. petraeus* участвуют три архитектурные единицы, отличающиеся по положению в пространстве ССО: ортотропно-плагиотропная (АЕ I), плагиотропная (АЕ II), ортотропная (АЕ III).

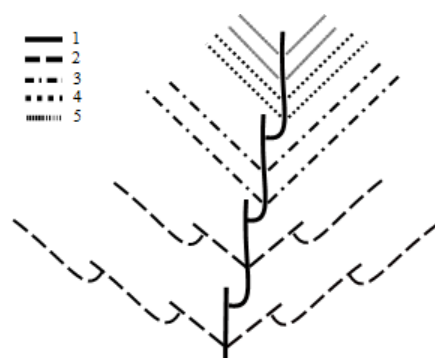


Рис. Состав архитектурной единицы кустарничка *Thymus petraeus* (1 – главная составная скелетная ось, 2 – боковая составная скелетная ось, 3 – разветвленный побег формирования, 4 – побег ветвления, 5 – эфемерный побег).

Архитектурная единица I развивается на основе главной моноподиально-акросимподиально нарастающей ССО. Ось состоит из 3 (реже 4) последовательно сменяющих друг друга побегов формирования, моноподиальное нарастание каждого 2–5 лет (годовой прирост побега может быть розеточным или верхнерозеточным). Направление роста оси ортотропно-плагиотропное: первый побег формирования оси имеет ортотропное положение, остальные – плагиотропное. В состав АЕ I входят боковые ССО 1-го порядка, разветвленные побеги формирования, побеги ветвления и эфемерные побеги. Боковые ССО 1-го порядка образуются на первом и втором побеге формирования в составе главной ССО. Разветвленные побеги формирования развиваются из спящих почек второго побега формирования главной ССО, они обеспечивают запас почек возобновления; приводят к увеличению плотности и образованию формы куста. Побеги ветвления и эфемерные побеги находятся в апикальной части оси. Нарастание главной ССО колеблется от 6 до 20 лет, ее длина может достигать 20 см. Разрушение оси начинается в апикальной части, а базальный участок сохраняется до отмирания всей особи.

Архитектурная единица II состоит из тех же элементов, что и АЕ I. Отличие заключается в том, что главная ССО имеет плагиотропное положение. В структуре оси часто 4 (может быть от 2 до 5) последовательно сменяющих друг друга побегов формирования. Дифференциация боковых побегов и осей соответствует боковым побегам и осям АЕ I. Нарастание оси колеблется от 8 до 16 лет, её длина может достигать 30 см.

Основой АЕ III является моноподиально-акросимподиально нарастающая ортотропная ССО n-го порядка, состоящая из трех побегов формирования, моноподиальное нарастание каждого до двух лет. В структуре АЕ III отсутствуют боковые ССО n+1 порядка, большинство

боковых побегов в апикальной части АЕ по структуре розеточные. Нарастание оси прекращается к 7 годам, ее длина достигает 5 см. Ось отмирает полностью.

В зависимости от условий обитания выявлены разнообразные перестройки архитектуры особей *T. petraeus*. В настоящих степях и их петрофитных вариантах, структура особей построена за счет сочетания и многократного повторения АЕ I и II. Архитектурная единица I развивается из первичных структур. Она становится главной и образует основу куста. На базе АЕ I строятся АЕ II (1-го порядка). Архитектурные единицы II (1-го порядка) в свою очередь становятся основой для формирования АЕ I и II следующих порядков и т.д. Одна–три АЕ I n-го порядка в структуре куста взрослой особи укореняются и принимают участие в формировании рамет (парциальных кустов). Сочетание АЕ I и II в структуре особей *T. petraeus* приводит к образованию нескольких длительно существующих центров закрепления и удержания территории. В песчаной степи архитектура *T. petraeus* складывается за счет сочетания и многократного повторения АЕ II и III. Архитектурная единица II – главная, на её основе развиваются АЕ II и АЕ III следующих порядков. Такое сочетание архитектурных единиц в структуре особей *T. petraeus* приводит интенсивному захвату территории.

Выявленные типы сочетания архитектурных единиц в структуре особей *T. petraeus* не приводят к смене жизненной формы. Она сохраняется у вида в разнообразных условиях обитания: настоящие, луговые, песчаные степи и их петрофитные варианты. Однако для особей вида свойственна поливариантность развития (изменение состава архитектурных единиц, длины и числа осей, длительности моноподиального нарастания побегов формирования), которая отражает механизмы адаптации *T. petraeus* к конкретным условиям обитания.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ в рамках научного проекта № 18-04-00621 и в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН № АААА-А17-117012610053-9.

Литература

Доронькин В.М. 27. *Thymus* L. – тимьян, богородская трава // Флора Сибири. *Rurolaceae-Lamiaceae (Labiatae)* / Под ред. Л.И. Малышева. Новосибирск? 1997. Т. 11. С. 205–220.

Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Структура и морфогенез кустарников. М.: Наука, 1977. 158 с.

Пешкова Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 2001. 192 с.

Barthélémy D., Caraglio Y. Plant architecture: a dynamic, multilevel and comprehensive approach to plant form, structure and ontogeny // *Annals of botany*. 2007. Vol. 99. № 3. P. 375–407.

Barthélémy D., Edelin C., Halle F. Architectural concepts for tropical trees // *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity* / L.B. Holm-Nielsen, H. Balslev (eds.). London. 1989. P. 89–100.

Caraglio Y., Edelin C. Architecture et dynamique de la croissance du platane. *Platanus hybrida* Brot. (Platanaceae) (syn. *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd.) // *Bull. Soc. Bot. France. Lettres botaniques*. 1990. Vol. 137. № (4–5). P. 279–291.

Cheryomushkina V., Talovskaya E., Astashenkov A. Diversity of architectural units of *Thymus* (Lamiaceae) dwarf shrubs // *Biharean Biologist*. 2019. Vol. 13. № 2. P. 61–65.

Millan M., Rowe N.P., Edelin C. Deciphering the growth form variation of the Mediterranean chamaephyte *Thymus vulgaris* L. using architectural traits and their relations with different habitats // *Flora*. 2019. Vol. 251. P. 1–10.

УДК 574.472

ЭНТОМОФАУНА МИКРОРАЙОНА КРУТЫЕ КЛЮЧИ

Т.Е. Тарасова

*Школа №7 имени Героя Российской Федерации М.Т. Калашникова
городского округа, г. Самара, Россия, e-mail: sam-7-kk@mail.ru*

Аннотация: в статье рассматриваются как природные условия, так и антропогенные факторы впервые застраиваемой территории целинной лесостепи, их связь с видовым составом энтомофауны изучаемой территории. Работа является результатом исследовательской деятельности с участием школьников старших классов, интересующихся окружающей средой родного края.

Ключевые слова: энтомофауна, лесостепь, антропогенная экосистема.

ENTOMOFAUNA MICRO-DISTRICT COOL-KEYS

T.E. Tarasova

*School No. 7 named after the Hero of the Russian Federation M.T. Kalashnicov
Samara city district, Russia, e-mail: sam-7-kk@mail.ru*

Summary: The article discusses both natural conditions and anthropogenic factors of the newly built-up area of the virgin forest-steppe, their relationship with the species composition of the entomofauna of the study area. The work is the result

of research with the participation of high school students who are interested in the environment of their native land.

Keywords: entomofauna, forest-steppe, anthropogenic ecosystem.

Насекомые являются одними из древнейших представителей животного мира нашей планеты. К тому же, насекомые – самые многочисленные обитатели нашей земли, они составляют около 90% всех животных. Сегодня по подсчетам ученых число известных видов насекомых достигло уже почти двух миллионов различных видов. Активно участвуя в круговороте веществ, насекомые играют глобальную планетарную роль в природе.

Человек в своей повседневной жизни и практической деятельности постоянно сталкивается с различными насекомыми. При изменении ландшафтов и застройке целинных участков в первую очередь страдает видовой состав флоры и энтомофауны территории. И *актуальность работы* состоит в изучении динамики энтомофауны на застраиваемом целинном участке лесостепи. *Целью* данной работы изучение влияния антропогенных факторов на энтомофауну на территории развивающейся урбоэкосистемы микрорайона Крутые ключи.

Для достижения этой цели главной задачей стало изучение видового состава энтомофауны территории микрорайона Крутые ключи.

Объектом исследования стала энтомофауна микрорайона Крутые ключи, а *предметом исследования* – видовой состав энтомофауны территории исследования соответственно.

Урбоэкосистема – искусственно созданная и поддерживаемая человеком среда. Сюда относятся города, посёлки и урбанизированные людьми участки земли. К урбоэкосистеме также относят влияние роста городского населения и поддержки инфраструктуры зданий на окружающую город среду и прилегающие к городу территории. В их число входят пригороды, окружающие города, а также сельскохозяйственная деятельность и природные ландшафты.

Появление и развитие больших городов и промышленных зон затрагивает все компоненты природной среды: атмосферу, гидросферу, растительный и животный мир, почву, рельеф, климат и др. В результате появления и развития городов природные условия сильно изменяются по сравнению с естественными, существовавшими ранее и сохранившимися на примыкающих территориях. При этом создается новая, во многом искусственная среда. В городах образуется специфическая урбоэкосистема. Она представляет собой неустойчивую природно-антропогенную систему, включающую архитектурно-строительные объекты и резко нарушенные

природные экосистемы. Для урбанизированных территорий следует говорить не о сохранении естественных экосистем, существовавших здесь ранее, а о создании и развитии новых урбоэкосистем. Они включают в себя те элементы природных экосистем, которые необходимы для создания наиболее благоприятных условий проживания человека в городе. (Иванова, 2009).

Преобразованная или вновь созданная природная среда – урбоэкосистема, поддерживается исключительно человеком. Поэтому она достаточно уязвима как в отношении антропогенных, так и биотических и физических факторов окружающей среды.

Территория микрорайона Крутые Ключи представляла ранее участок луговой степи, ограниченной на севере светлым широколиственным лесом, на западе трассой М5, на востоке железной дорогой. С 2010 года началась планомерная застройка участка малоэтажными домами, вследствие чего степной биоценоз был полностью разрушен, почвенный покров уступил место строительному мусору. Район исследования находится на северной части Самарской области в Красноглинском районе. Площадь Крутых ключей составляет 130 га, количество жителей 70000-80000 человек (Блог самарских краеведов, б.г.; Портал Красноглинского района ... , б.г.)

Погодно-климатические условия изучаемого района типичны для северной части Самарской области. Климат области континентальный, с резкими температурными контрастами, короткими переходными сезонами, холодной зимой, жарким летом, дефицитом влаги, богатым солнечным освещением и большой вероятностью поздних весенних и ранних осенних заморозков.

В летний период преобладают ветры северного и северо-восточного, а зимой юго-восточного направлений. В летние месяцы нередки суховеи. Максимальная среднемесячная влажность воздуха бывает в июле (15,5 мб), минимальная в январе (2,1 мб) (Дмитриева, 1998; Экономическая энциклопедия ..., 2007).

Поверхность района ранее представляла собой лесостепь, с чередованием леса и степи. Она характеризуется как сильно волнистая и имеет основной наклон на юго-восток.

В изучаемом районе наиболее распространены и являются почвообразующими породами осадочные известковые породы, преимущественно морские толщи, состоящие главным образом из кальцита или кальцитовых скелетных остатков организмов.

Широкое развитие имеют подземные воды, приуроченные к четвертичным аллювиальным отложениям, песчаным отложениям

акчагыльского яруса неогеновой системы. В районе исследования развиты поземные воды татарского и казанского водоносных горизонтов.

Исследования велись в весенне-летние периоды 2017-2019 годов с участием обучающихся 8-х и 10-х классов Школы № 7 в селитебной части микрорайона, как наиболее пострадавшей при застройке. По материалам исследований составлен список насекомых, обитающих на территории селитебной части микрорайона Крутые Ключи. Предполагается вести дальнейшую работу по рассмотрению динамики видового состава энтомофауны на территории микрорайона Крутые Ключи (Дмитриева, 1998; Экономическая энциклопедия ..., 2007).

Для лесостепных участков характерно большое число видов, находящихся на периферии своих ареалов, а значит более чувствительных к изменению условий обитания. (Иванова, 2009) Как следствие, уничтожение целинных участков, находящихся на стыке двух биоценозов (светлый широколиственный лес и луговая степь), примером которых является исследуемая территория, может повлечь за собой утрату многих видов как растений, так и животных.

В энтомологическую коллекцию были собраны представители 51 вида насекомых, преимущественно отряды Жесткокрылые (18%) и Чешуекрылые (14%). Из жуков по численности попадавших особей доминировало семейство божьих коровок (4 вида: божьи коровки семиточечная, пятиточечная, двухточечная и четырехточечная), другие виды жуков были представлены единичными особями, залетевшими из близлежащего участка широколиственного леса. Среди чешуекрылых чаще встречались лжепестрянка обыкновенная и совка обыкновенная.

Примечательно, что за время исследования на территории не было обнаружено ни одного представителя перепончатокрылых, что является прямым следствием разрушения естественного степного биоценоза и указывает на перспективу развития экологической проблемы, связанной с созданием моновидовых газонов.

Около 60% всех найденных особей на территории селитебной части изучаемой территории относились к синантропным видам (сверчок домовый, таракан рыжий, муха комнатная, моль платяная и др.), что является закономерным следствием масштабной застройки территории.

Литература

Блог самарских краеведов. URL: <http://www.kraeved-samara.ru/archives/614> (дата обращения: 14.04.2019)

Дмитриева Э.Я., Кабытов П.С. Самарская область. Учебное пособие. Издание второе исправленное и дополненное. Самара: ЗАО «Самарский информационный концерн», 1998. 440 с.

Иванова Н.В. Самарское краеведение. Растительный мир Самарской области: учебное пособие. Самара: Изд-во «Самарский муниципальный институт управления», 2009. 148 с.

Портал Красноглинского района города Самара. URL: <http://krasnoglinskiy.ru/> (дата обращения: 14.04.2019)

Экономическая энциклопедия регионов России. Самарская область // НПО «Экономика», Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области. М.: ЗАО «Изд-во «Экономика», 2007. 396 с.

УДК 513.234

ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ КОРНЕЙ ДИКОРАСТУЩИХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА ORCHIDACEAE JUSS.

Л.Г. Таршис

Ботанический сад УрО РАН,

Уральский государственный педагогический университет,

г. Екатеринбург, Россия, e-mail: tarshis.liudmila@yandex.ru

Аннотация: Анализировалось структурное разнообразие систем тканей почвенных и воздушных корней 22 таксонов орхидей тропиков и 6 видов орхидных умеренных широт. Для придаточных корней представителей семейства выявлено несколько типов микроструктурной организации тканей. Установлено, что варьирование анатомических признаков структур корня осуществляется на низком уровне.

Ключевые слова: придаточные, воздушные и субстратные корни, эпифиты, орхидные, веламен, топографические зоны, закрытый и открытый грунт, внутривидовая изменчивость.

PECULIARITY OF ROOT MICROSTRUCTURE OF WILD AND INTRODUCTION INTO CLOSED SOIL SPECIES OF ORCHIDACEAE JUSS. FAMILY

L.G. Tarshis

Botanical Garden Ural Branch Academy of Sciences, Pedagogical University of Ekaterinburg, Ekaterinburg, Russia, e-mail: tarshis.liudmila@yandex.ru

Summary: Structural diversity of systems tissue of soil and airborne orchid roots of 22 taxons from tropics and six species from temperate climate were scanning. Few types of microstructural organization of additional roots be identify. Were establish fact of low-level variate of anatomical characteristics of roots.

Keywords: additional, air- and substratum roots, epiphyte, orchide plants, velamen, topographic zones, close and open soil, intraspecific variability.

Крайне редко в литературе проводится сопоставление материала, характеризующего анатомические особенности корней у представителей серий видов одного рода или родов одного семейства. Корни однодольных покрытосеменных, как правило, не обладают способностью ко вторичному росту. Для всех представителей класса характерным является раннее отмирание первичного зародышевого корешка и образование в подземной сфере многочисленных придаточных кладогенных корней, составляющих гомогенную корневую систему особей, называемую в ботанике системой придаточных корней и сформированную у вторично гоморизных растений. Однако, отсутствие вторичного роста, не исключает структурного разнообразия корней. Представляло интерес проанализировать, какие анатомические признаки топографических зон или систем тканей, имеющих в корнях растений, принадлежащих к семейству Орхидных (*Orchidaceae* Juss.), отличаются большим структурным разнообразием, а какие структурные особенности их корней наиболее специфичны.

Особенно интересным было сравнение структурных особенностей корней, развивающихся у видов, произрастающих в различных эколого-климатических условиях. Прослеживается ли в этом случае, сходство корневых структур у близкородственных видов? Среди Орхидных много тропических видов – эпифитов, у них придаточные корни растут и функционируют в воздушной среде (при выращивании в оранжереях воздушные корни сохраняются). Среди тропических Орхидных имеются и наземные виды, образующие типичные придаточные корни, растущие в субстрате. У видов Орхидных умеренных широт корни растут в почвенной среде. Исследовано 28 таксонов орхидных, из них 6 видов – объекты из естественных фитоценозов Урала, 22 таксона – растения из оранжерей ботанического сада УрО РАН. У дикорастущих видов корни отбирались у 3-5 особей; у культивированных у 2-3. При необходимости корни отмывались от почвы и фиксировались в 75% этиловом спирте. Сериальные срезы корней делали от руки, обрабатывая их флороглюцином и соляной кислотой. На временных препаратах у 10 поперечных срезов исследуемых корней, с помощью оптического микроскопа и винтового окулярмикрометра измеряли

параметры микроструктур. Среди них были: радиус веламена (при наличии); радиус коры; радиус центрального цилиндра; длина клетки веламена; длина клетки коры; длина клетки ксилемы; количество рядов веламена, лучей ксилемы и тяжей флоэмы; и др. Материалы исследований подвергались статистической обработке. По их результатам определялся коэффициент вариации признака (Мамаев, 1973). Далее, по особенностям картины поперечного среза и наличию однотипных микроструктур выявлялись сходные типы структур корня.

Внешнее морфологическое разнообразие воздушных корней эпифитных орхидей и «субстратных» корней, проникающих в грунт общеизвестно. Через веламен воздушные корни поглощают воду и питательные вещества. Сравнительно анатомическое изучение воздушных корней было проведено у 16 эпифитных (из 22) видов оранжерейных орхидей. Сравнительный анализ показал, что у всех без исключения растений на воздушных корнях имеется кольцо веламена. Но между видами существуют различия в количестве слоев клеток, составляющих веламен. Так, по нашим данным, их количество варьирует от 5 до 8 слоев. Клетки, образующие веламен, как правило, вытянуты в радиальном направлении и имеют одревесневшие оболочки. Следует подчеркнуть, что для объективной оценки мощности веламена, варьирующего от 322 до 588 мкм, и для учета его составляющей в диаметре всего корня, мы определяли пропорцию веламена $P_{vel.}$ по отношению к радиусу корня. Клетки веламена у оранжерейных орхидей не содержат гифы микоризных грибов. За веламеном расположен слой клеток экзодермы. Он состоит из крупных шестигранных клеток с утолщенными и лигнифицированными наружными и боковыми стенками. Первичная кора не дифференцирована на внутреннюю и внешнюю зоны. Она сложена тонкостенными паренхимными клетками, не имеющими радиального расположения. В коре нет полостей аэренхимы и элементов механических тканей. Эндодерма однослойная, с заметным утолщением и одревеснением боковых и внутренних стенок у большей части клеток, кроме пропускных, лежащих группами по 2-3 напротив полюсов протоксилемы. Стела в воздушных корнях эпифитных орхидей округлая, значительно варьирующая у видов по величине диаметра и количеству тяжей первичных проводящих тканей. Полиархная экзархная ксилема имеет форму лучей, между которыми расположены округлые по форме тяжи флоэмы. Количество лучей ксилемы и тяжей флоэмы в воздушных корнях орхидей варьирует в пределах от 9 до 27. В литературе имеются данные о варьировании отдельных структур в воздушных корнях орхидей. Так, в работе М.Н. Телеповой (Telepova, 1996) отмечено, что количество

проводящих пучков в корнях эпифитных орхидей варьирует в различных пределах у видов внутри разных родов: от 5 до 8 у родов *Chiloschista* и *Microcoelia*; от 9 до 12 у рода *Bulbophyllum*; и даже от 20 до 38 у рода *Phalaenopsis*. В центре корней Орхидных имеются клетки паренхимы сердцевинны. Их оболочки у ряда видов одревесневают.

Соотношения между веламеном, первичной корой и стелой, в корнях разных видов эпифитных тропических орхидей, варьируют в значительных пределах, характеризующихся с помощью пропорций: $P_{vel.} = 13-25\%$; $P_{cor.} = 23-60\%$; $P_{st.} = 15-65\%$.

Интересно, что у ряда видов тропических орхидей, культивируемых в оранжерее ботанического сада УрО РАН: *Paphiopedilum hybr.* "Casablanca", *Coelogyne huettneriana* Rchb. f., *Coelogyne asperata* Lindl. - развиваются придаточные корни, погруженные в субстрат и несущие многочисленные корневые волоски, образованные по одному на клетках ризодермы. У этих видов на поверхности корней формируется 6-7-и слойный веламен. Он состоит из мелких округлых клеток с утолщенными и одревесневшими оболочками. Слой экзодермы в форме кольца клеток с утолщенными и одревесневшими наружными стенками расположен между веламеном и подстилающими слоями первичной коры, состоящими из тонкостенных паренхимных клеток, варьирующих по размерам и не имеющих радиального расположения. В первичной коре отсутствует аэренхима и механические ткани. Большая часть клеток эндодермы имеет утолщенные и одревесневшие оболочки. Без одревеснения остаются только пропускные клетки, лежащие в эндодерме напротив полюсов лучей ксилемы. Стела округлая, крупная, полиархная. Первичные проводящие ткани – экзархная ксилема и флоэма расположены в виде тяжей, чередующихся друг с другом по радиусам. Их количество у видов варьирует в пределах 10-18. У *Coelogyne asperata* Lindl. например, количество лучей ксилемы достигает 18. Как правило, в центре корня имеются клетки паренхимы сердцевинны. Соотношение веламена, коры и стелы в корнях этих видов наземных тропических орхидей характеризуют следующие пропорции: $P_{vel.} = 18\%$; $P_{cor.} = 35\%$; $P_{st.} = 47\%$.

Со структурой корней тропических оранжерейных видов мы сравнили придаточные корни, развитые в подземной сфере у 6 дикорастущих на Среднем Урале видов многолетних травянистых орхидей. Эти виды адаптированы к условиям сезонного климата.

Корни дикорастущих уральских Орхидных с поверхности покрыты однослойной ризодермой. Иногда на корнях отдельных видов, например, у Любки двулистной (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), встречаются единичные корневые волоски, но чаще имеются гифы грибов, окружающие ризодерму.

В ряде случаев на поверхности корней, как у *Goodyera repens* (L.) R.Br. или *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo развивается своеобразная “мантия” из переплетенных гифов грибов, внедряющихся в клетки коры и образующих в них клубочки эндомикоризы. Веламен в корнях у всех исследованных дикорастущих Орхидных Урала отсутствует. Первичная кора широкая. В ней выражена однослойная экзодерма, состоящая из прямоугольных клеток с небольшим утолщением боковых и наружных стенок. Кора не дифференцирована на внутреннюю и внешнюю зоны и сложена тонкостенными клетками паренхимы. Однослойная эндодерма окружает небольшую стелу. Количество лучей ксилемы и тяжелой флоэмы варьирует в корнях дикорастущих видов от 3 до 7, а соотношение между корой и стелой в них характеризуют следующие пропорции: $P_{\text{кор.}} = 67-78\%$; $P_{\text{ст.}} = 22-33\%$.

Отмеченные нами вариации в строении корней дикорастущих и культивируемых орхидей служат дополнительным подтверждением заключения И.В. Татаренко (1996) считающей, что Орхидные в настоящий момент находятся в стадии активной эволюции.

Варьирование как морфологических, так и анатомических признаков подземных органов отличается непрерывным характером и составляет вариационный ряд. При оценке индивидуальной изменчивости микроструктур придаточных корней, разных таксонов и жизненных форм орхидных, обнаруживается независимость варьирования отдельных признаков друг от друга. У исследованных видов орхидных открытого и закрытого грунта на поперечных срезах придаточных корней выявлены следующие типы структур:

Сифоностелическая с корневыми волосками, однослойной ризодермой; одно- двухслойной экзодермой в дифференцированной коре: внешней без и внутренней с радиальным расположением клеток; однослойной эндодермой; слоем перицикла; полиархной ксилемой и ложной сердцевинной (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.).

Актиностелическая без корневых волосков с ризодермой и гифами грибов; экзодермой и эндодермой, мощной корой; три- тетрархной ксилемой (*Epipactis palustris* (L.) Crantz; *Goodyera repens* (L.) R.Br.).

Сифоностелическая с веламеном; многослойной корой; однослойной экзодермой; эндодермой; перициклом; полиархной ксилемой и сердцевинной (*Bulbophyllum careyanum* (Hook.) Spreng.; *Cattleya bowringiana* O'Brien; *Cattleya cernua* Lindl. (Ined.); *Cattleya forbesii* Lindl.; *Cattleya hybrida* “Innocence”; *Coelogyne fimbriata* Lindl.; *Coelogyne massangeana* Rehb.f.; *Coelogyne ovalis* Lindl.; *Dendrobium fimbriatum* Hook.; *Dendrobium jenkinsii* Wall. ex Lindl.; *Dendrobium kingianum* Bidwill ex Lindl.; *Dendrobium nobile*

Lindl.; *Epidendrum radicans* Pav. ex Lindl.; *Laelia anceps* Lindl.; *Oncidium sphacelatum* Lindl.; *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume; *Stanhopea insignis* J.Frost ex Hook.).

Сифоностелическая с многослойным веламеном и корневыми волосками; многослойной корой; экзодермой и эндодермой; слоем перицикла; полиархной ксилемой и сердцевинной (*Coelogyne asperata* Lindl.; *Cymbidium valecob* “Pirate”; *Coelogyne huettneriana* Rchb.f.; *Paphiopedilum Hellas* “Casa de Victoria”; *Paphiopedilum hybr.* “Casablanca”).

Сифоностелическая с гифами грибов, ризодермой, единичными корневыми волосками; экзодермой, многослойной корой без радиального расположения клеток; однослойной эндодермой; перициклом; триполиархной ксилемой и ложной сердцевинной (*Cypripedium calceolus* L.; *Dactylorhiza incarnata* (L.); *Dactylorhiza maculata* (L.)).

Установлено конвергентное сходство в структуре аэренхимы, развитой в коре корней растений, обитающих как в умеренной, так и в тропической зоне Земли. Показано, что при росте в условиях оранжерей, в корнях растений изменяются наименее специализированные структурные элементы – клетки паренхимы, входящие в состав первичной коры или вторичных проводящих тканей. У них могут одревесневать оболочки, развиваться межклетники, появляться механические элементы, - но при этом не нарушается топография систем тканей, характерная для органа того или иного таксона. Выявлено, что на более высоком уровне варьируют меристические признаки (число слоев клеток веламена, число лучей ксилемы, тяжей флоэмы), хотя в целом, даже у этих микроструктур изменчивость наблюдается на низком уровне (коэффициент вариации не превышает 15%).

Литература

Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.

Татаренко И.В. Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М.: Аргус, 1996. 207 с.

Telepova M.N. Vascular bundles in the roots of epiphytic orchids: [Pap] “Transp. Photoassimilat.”: Int. Conf. / J. Exp. Bot. 1996, 47. Spec. issue. p. 1304.

УДК 581.444

**О РАЗНООБРАЗИИ ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ НЕКОТОРЫХ
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ULMUS L.**

М.С. Телевинова¹, И.С. Антонова²

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, ¹e-mail: m_s_t@list.ru, ²e-mail: ulmaceae@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены особенности двулетних побеговых систем (ДПС) шести видов рода *Ulmus* в связи с их историческими и экологическими характеристиками. Крупнолистные мезофитные виды отличает сходный по составу и геометрическому контуру набор ДПС. Наиболее древний из всех видов *U. parvifolia* Jacq. обладает чертами, присущими древним субтропическим родам семейства. ДПС ксерофитных, мелколистных, более эволюционно продвинутых видов имеют специфические морфофункциональные черты: большое количество мелких побегов, большая длина материнской оси, наличие силлептического роста.

Ключевые слова: двулетняя побеговая система, побег, крона, экологическая характеристика вида, силлептический рост, эволюционная продвинутость вида, *Ulmus*.

**ABOUT THE DIVERSITY OF SHOOT SYSTEMS OF SOME
REPRESENTATIVES OF THE GENUS ULMUS L.**

M.S. Televinova¹, I.S. Antonova²

Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia, ¹e-mail: m_s_t@list.ru, ²e-mail: ulmaceae@mail.ru

Summary: The features of biennial shoot systems (BSS) of six species of the genus *Ulmus* are considered in connection with their historical and environmental characteristics. Large-leaf mesophytic species are distinguished by a set of BSS similar in composition and geometric contour. The most ancient of all species of *U. parvifolia* has traits inherent in the ancient subtropical genera of the family. DPS of xerophytic, small-leaved, more evolutionarily advanced species have specific morphofunctional features: a large number of small shoots, a large length of the maternal axis, and the presence of silloptic growth.

Keywords: biennial shoot system, shoot, crown, ecological characteristics of the species, silleptic growth, evolutionary advancement of the species, *Ulmus*.

Внутривидовая и межвидовая изменчивость побеговых комплексов, как направление в исследованиях изменчивости растительных организмов,

непосредственно связана с проблемой модульности и комплексности растительного организма. Исследования в этой области опираются на исторические процессы формирования и становления видов растений (Серебряков, 1952; Серебрякова, 1971).

Проблема строения крон лесообразующих видов древесных растений остается актуальной, так как востребована практикой, а именно: специалистами лесного дела, озеленения, заготовки сырья для химической промышленности и т. д.

Количество родов растений, для которых проведены подобные исследования на данный момент невелико. Так, подробно исследованы побеговые системы некоторых видов рода *Salix* L. (Гетманец, 2011; Недосеко, 2018,), *Acer* L. (Костина, 2009; Антонова и др., 2016). Актуальность объекта исследования определялся древностью рода *Ulmus* L., его обширным ареалом с множеством различных по историческому пути развития видов и разнообразием вариантов использования этих видов в хозяйственной деятельности человека.

Исследованы три крупнолистных вида – *Ulmus laevis* Pall., *U. glabra* Huds. и *U. elliptica* C. Rjch. Два мелколистных вида – *U. parvifolia* Jacq. и *U. pumila* L. и один вид с промежуточным и варьирующим на побеге размером листовых пластинок – *U. campestris* L. Согласно И.А. Грудзинской (Грудзинская, 1980), древнейшим из исследованных видов является мелколистный эвтроф, гигромезофит, сциофит *U. parvifolia*, являющийся элементом широколиственных и смешанных лесов Китая, Кореи, Японии. К наиболее молодым видам рода относится мелколистный олигоэвтроф, ксерофит, гелеофит, вид открытых местообитаний – *U. pumila*, ареал которого простирается на территории Восточного Казахстана, Восточной Сибири, Монголии, Китая, п-ва Корея. Ареалы *U. laevis*, *U. glabra* и *U. elliptica* и *U. campestris* во многом пересекаются, отличаясь различными возможностями в продвижении на север. *U. glabra* – эвтроф, мезофит и сциофит; элемент водораздельных широколиственных лесов. Эвтроф, гигромезофит, сциофит *U. laevis* – элемент пойменных широколиственных и мелколиственных лесов. Олиготроф, мезофит, сциофит *U. elliptica* – элемент горных буковых лесов Кавказа. *U. campestris* – эвтроф, толерантен к засолению, гелеофит, ксеромезофит, вид равнинных местообитаний.

В ходе исследования был использован подход выделения структурных модульных единиц в кроне, разработанный и развивающийся на кафедре геоботаники и экологии растений Санкт-Петербургского государственного университета (Антонова, Фатьянова, 2016). Согласно этому подходу, для растений умеренной зоны были выделены основные типы двулетних

побеговых систем (ДПС): суперростовая, ростовая, основная, узкоконтурная, заполняющая и некоторые специфические типы. Для каждого из этих типов вместе с определенной функцией характерны определенные размеры и геометрический контур, позволяющие разграничивать ДПС в кроне дерева.

Таблица

Используемый материал

Вид	Возрастное состояние	Кол-во деревьев (шт)	Кол-во ДПС (шт)
<i>U. glabra</i>	vir	138	1733
<i>U. laevis</i>	vir	18	480
<i>U. parvifolia</i>	G1	45	45
<i>U. elliptica</i>	vir	15	467
<i>U. campestris</i>	vir, G1	18	99
<i>U. pumila</i>	vir	10	76

Примечание: vir – виргинильное возрастное состояние; G1 – первое генеративное возрастное состояние; ДПС – двулетняя побеговая система.

Описание используемого материала приведено в таблице. *U. glabra*, *U. laevis*, *U. campestris*, *U. elliptica* исследованы в условиях естественных местообитаний, *U. parvifolia*, *U. pumila* – в условиях интродукции.

Побеговые системы исследованных видов рода *Ulmus* в целом носят сходный характер по составу и строению и отличаются по-разному выраженными специфическими особенностями.

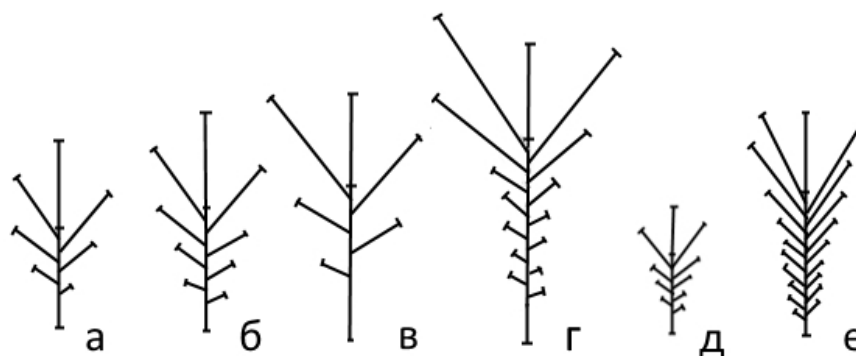


Рис. 1. Схемы ростовых ДПС для исследованных видов: а – *U. glabra*, б – *U. laevis*, в – *U. elliptica*, г – *U. campestris*, д – *U. parvifolia*, е – *U. pumila*.

Особенно сходство сильно выражено среди побеговых систем крупнолистных мезофитных видов – *U. glabra*, *U. elliptica* и *U. laevis*. Для всех видов характерно присутствие следующих типов ДПС: суперростовая, ростовая, узкоконтурная, основная, заполняющая, сходных по

геометрическому контуру, но различающихся размерными характеристиками.

Побеговые системы *U. campestris* имеют особый морфофункциональный тип ДПС – «вертолет», который характеризуется относительно небольшой длиной материнского побега и очень мощными первыми сверху двумя-тремя боковыми побегами при почти полном отсутствии всех остальных боковых. Наряду с суперростовыми ДПС этот тип участвует в образовании скелета кроны дерева. Кроме того, для всех ДПС этого вида характерно увеличение количества мелких боковых побегов и резкий переход от таковых к мощным верхним боковым побегам.

ДПС *U. parvifolia* меньше, чем у остальных видов в 3-4 раза, а по геометрическому контуру подобны соответствующим типам ДПС крупнолистных видов. ДПС этого вида отличает большее число мелких боковых побегов. На периферии кроны деревьев позднего виргинильного и генеративного возрастного состояния присутствуют особые побеги – долго растущие и с несколькими периодами роста. Такие побеги были описаны для других более древних представителей семейства *Ulmaceae* Mirb., например, для родов *Zelcova* Spach (Смирнов, Антонова, 2004), *Celtis* L. (Сейц, Антонова, 2003). Эти побеги являются материнскими для особого типа ДПС, который сочетает в себе признаки суперростового и узкоконтурного. От обычной узкоконтурной ДПС ее отличают существенно большая длина материнского побега, имеющего несколько периодов роста.

Ростовые, суперростовые, основные и заполняющие ДПС *U. pumila* в виргинильном возрастном состоянии отличает большая роль силлептических побегов. Для узкоконтурных и крупных суперростовых ДПС характерно образование силлептических побегов на протяжении всей материнской оси, часто имеющей несколько периодов роста. Основные ДПС, которые существуют в кроне не более 4 лет, образуются на материнских побегах, верхняя часть которых на второй год отмирает. При отмирании основной части материнских осей, заполняющих ДПС из пазушных почек нижних листьев и почечных чешуй образуются короткоживущие (часто только 1 вегетационный сезон) пролептические побеги.

У древнейшего из исследованных видов *U. parvifolia*, выявлены черты, сходные с представителями родов *Zelcova* и *Celtis*. Специфическим для этого вида является особый тип побеговых систем, функционально сходный одновременно с узкоконтурными и суперростовыми. По признакам формы большинство побеговых систем *U. parvifolia* сходны с таковыми у мезофильных крупнолистных видов. У исследованных видов рода *Ulmus* кронообразующие двулетние побеговые системы представлены сходными

функциональными типами (ростовая, узкоконтурная, основная и изредка заполняющая), отличия структуры и состава ДПС обусловлены историческими и экологическими причинами. Филогенетически молодой *U.pumila* в виргинильном и молодом генеративном возрастном состоянии обладает ДПС, сочетающими в себе силлептические и пролептические побеги и разную длительность жизни частей осевого побега. Данному виду свойственны эфемерные ассимиляционные побеги.

Литература

Антонова И.С., Барт В.А., Ключькова П.С. О строении побеговых систем некоторых видов рода *Acer* L. // XX Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития науки и технологий». 2016. № 11-1. С. 75–83.

Антонова И.С., Фатьянова Е.В. О системе иерархических уровней строения крон древесных растений умеренной зоны // Бот. журн. 2016. Т. 101. № 6. С. 628–649.

Гетманец И.А. Экологическое разнообразие и биоморфология рода *Salix* L. Южного Урала. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Омск, 2011. 35 с.

Грудзинская И.А. Семейство Ulmaceae Mirb.: систематика, география и вопросы органогенеза: Дис. ... докт. биол. наук. Л., 1980.

Костина М.В. Генеративные побеги древесных покрытосеменных растений умеренной зоны. Дис. ... докт. биол. наук. М., 2009.

Недосеко О.И. Становление жизненных форм и архитектоники крон бореальных видов ив подродов *Salix* и *Vetrix Dumort.* в онтогенезе: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2018.

Сейц К.С., Антонова И.С. Морфология побеговых систем некоторых представителей сем. Ulmaceae Mirb. и Celtidaceae Link. // Ботанические исследования в Азиатской России. Материалы XI съезда Русского ботанического общества. Барнаул: Азбука, 2003. С.100–101.

Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952. 391 с.

Серебрякова Т. И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука, 1971. 359 с.

Смирнов В.А., Антонова И.С. Разнообразие побегов и побеговых структур ветвей *Zelkova carpinifolia* (Pall.) С. Koch. // Материалы X Школы по теоретической морфологии растений. Конструкционные единицы в морфологии растений. Киров, 2004. С. 221–223.

УДК 581.9(477.61)

**БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ
ГОРОДА ЛУГАНСКА**

В.Г. Трофименко

*Луганский национальный аграрный университет,
г. Луганск, ЛНР, e-mail: victoriya.trofimenko@ya.ru*

Аннотация: В данной работе проанализирована биоморфологическая структура флоры города Луганска на основе классификации жизненных форм В.Н. Голубева. Установлено, что в спектре биоморф преобладают травянистые многолетники, затем однолетники и двулетники. В целом, спектр жизненных форм флоры города Луганска сходен со спектром региональной флоры.

Ключевые слова: флора города, биоморфы, жизненные формы, Луганск.

**BIOMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF THE FLORA OF
LUGANSK CITY**

V.G. Trofimenko

*Lugansk National Agrarian University,
Lugansk, LPR, e-mail: victoriya.trofimenko@ya.ru*

Summary: In this paper, we use V.N. Golubev's life-form classification to analyze the biomorphological structure of the flora of Lugansk city. It is revealed that the herbaceous perennial plants are predominated in the biomorph spectrum, afterwards the annual and biennial plants. In general, life-form spectrum of the flora of Lugansk city is similar to the spectrum of regional flora.

Keywords: flora of city, biomorphs, life forms, Lugansk.

Жизненная форма (биоморфа) – это внешний облик (габитус) растения, который определяется характером системы его вегетативных и генеративных органов. Эта система формируется в онтогенезе растения под воздействием эколого-фитоценологических условий. В то же время морфологические и морфогенетические особенности растения есть результат исторического процесса (филогенеза), протекающего в изменяющихся условиях внешней среды (Курченко, 2017). Таким образом, установление спектра жизненных форм растений – важная составляющая анализа флоры городов, где растения могут испытывать повышенное воздействие антропогенных факторов.

Город Луганск расположен в северо-восточной части Донбасса в месте впадения р. Ольховая в р. Лугань (приток Северского Донца, бассейн Дона)

(Вирський, 2008). На основании проведенных нами исследований установлено, что в составе современной флоры г. Луганска насчитывается 719 видов сосудистых растений из 382 родов и 87 семейств.

Для анализа биоморфологической структуры исследуемой флоры за основу взята классификация жизненных форм В.Н. Голубева (Голубев, 1996) с некоторыми изменениями (Тарасов, 2005). Определение жизненных форм конкретных видов флоры города Луганска и отнесение видов к определенной группе осуществляли, используя данные литературных источников (Голубев, 1996; Тарасов, 2005; Определитель, 1987; Маевский, 2014) и собственных наблюдений. Установленный спектр биоморф исследуемой флоры представлен в таблице.

В спектре биоморф флоры г. Луганска преобладает группа травянистых многолетников, она составляет больше половины (51,0% без учета много-двулетних) общего количества видов изучаемой флоры, что несколько меньше, чем в региональной флоре (56,9%) (Бурда, 1991).

Таблица

Спектр жизненных форм флоры города Луганска

Жизненные формы		Число видов	
		абсолютное	%
Древесно-кустарниковые	Деревья	42	5,8
	Деревья-кустарники	4	0,6
	Кустарники	32	4,4
	Полукустарники	4	0,6
	Кустарнички	2	0,3
	Полукустарнички	11	1,5
<i>Древесно-кустарниковые в целом</i>		95	13,2
Травянистые	Многолетние	367	51,0
	Много-двулетние	7	1,0
	Двулетние	43	6,0
	Дву-однолетние	45	6,3
	Однолетние	162	22,5
<i>Травянистые в целом</i>		624	86,8
<i>Итого</i>		719	100

Хотелось бы отметить повышенную долю малолетников в изучаемой флоре (34,8% без учета много-двулетних во флоре города и 32% в Донбассе). Это дает основание судить о трансформации исследуемой флоры, более высоком уровне антропопрессии (Новосад, 2010), чем во флоре региона в

целом, поскольку именно малолетникам с высокой биоморфологической пластичностью свойственна стойкость к антропогенному влиянию.

В составе дендрофлоры (деревья, кустарники, полукустарники, кустарнички и полукустарнички) города Луганска насчитывается 95 видов растений (13,2%), что в процентном отношении к общему количеству видов немного больше, чем в региональной флоре (11,1%).

В целом, спектр жизненных форм флоры города Луганска сходен со спектром региональной флоры. Отмечены небольшие отклонения в процентном соотношении биоморф изучаемой флоры по сравнению с флорой Донбасса, в частности, немного понижена доля травянистых многолетников и повышена доля малолетников. Это свидетельствует о более высокой антропогенной нагрузке на растительность, чем во флоре региона в целом.

Литература

- Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. Киев, 1991. 168 с.
- Вирський Д.С. Луганськ. В кн.: Енциклопедія історії України. Т. 6. Київ: Наукова думка, 2008. С. 283–284.
- Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: ГНБС, 1996. 87 с.
- Курченко Е.И., Шорина Н.И., Шафранова Л.М. Учение И.Г.Серебрякова о жизненных формах и систематика растений // Бот. журн. 2017. Т. 102. № 4. С. 452–476.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.
- Новосад В.В. Биоморфологическая структура флоры Равнинного Крыма и ее анализ // Вісник Національного науково-природничого музею. 2010. № 8. С. 99–110.
- Определитель высших растений Украины / Д.Н. Доброчаева и др. Киев: Наук. Думка, 1987. 548 с.
- Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів. Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропет. нац. ун-ту, 2005. 276 с.

УДК 582.542.12

СТРОЕНИЕ КОРНЕЙ ОСОК ИЗ МЕСТООБИТАНИЙ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ УВЛАЖНЕНИЯ

Д.Е. Тукова, А.А. Бетехтина, Д.В. Веселкин

Уральский Федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия,

e-mail: Tukova_Daria@outlook.com

Аннотация: Исследовали признаки анатомического строения тонких поглощающих корней 14 видов осок из местообитаний с разной степенью увлажнения. Корни всех видов имели малый диаметр и малый размер стелы. От видов переувлажненных местообитаний к видам засушливых местообитаний уменьшались диаметр корней, толщина первичной коры, число слоев клеток коры.

Ключевые слова: Осоки, *Carex* L., Поглощающие корни, Анатомия корня, Морфология корня.

CAREX L. ROOT'S STRUCTURE IN HABITATS WITH VARYING LEVEL OF MOISTURE

D.E. Tukova, A.A. Betekhtina, D.V. Veselkin

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia,

e-mail: Tukova_Daria@outlook.com

Summary: The signs of the anatomical structure of thin absorbing roots of 14 *Carex* species from habitats with varying degrees of moisture were studied. The roots of all species had a small diameter and a small size of the stele. From species of waterlogged habitats to species of arid habitats, the diameter of the roots, the thickness of the primary cortex, and the number of layers of cortical cells decreased.

Keywords: Sedges, *Carex* L., Absorbing roots, Root anatomy, Root morphology.

Carex L. (осоки) – крупный род однодольных, включающий более 2 тыс. видов (Reznicek, 1990; Global Carex Group, 2015). Осоки распространены по всему миру и занимают широкий спектр местообитаний от сухих полупустынь до сфагновых болот и тундр (Waterway et al., 2009; Hoffmann et al., 2017). Разнообразие и некоторые закономерности детерминации приспособлений к почвенному питанию у осок изучены (Веселкин и др., 2014; Konoplenko et al., 2017; Hoffmann, 2019). Развитие микоризы, встречаемость корневых волосков и моркововидных корней не удалось связать со степенью увлажнения местообитаний (Веселкин и др., 2014). При

этом об анатомических особенностях поглощающих корней осок информации мало, хотя хорошо изучены закономерности таксономической детерминации придаточных корней (Hoffmann, 2019).

Цель работы – сравнение строения поглощающих корней последнего порядка у видов осок из местообитаний с разной степенью увлажнения.

Исследованы корни 14 видов *Carex*, произраставших в окрестностях г. Екатеринбурга (южная часть бореальной зоны Среднего Урала). Сбор образцов выполнен в июле 2018 г. Виды: *C. acuta* L., *C. arnellii* H. Chris, *C. atherodes* Spreng., *C. digitata* L., *C. echinata* Murray, *C. elongata* L., *C. leporina* L., *C. montana* L., *C. nigra* (L.) Reichard, *C. pallescens* L., *C. praecox* Schreb., *C. pseudocyperus* L., *C. supina* Willd. ex Wahlenb., *C. vesicaria* L.. Образцы растений отобраны в четырех группах местообитаний, образующих градиент по степени увлажнения: водоемы (берега рек и водохранилищ) – луг (заливной луг в пойме небольшой реки) – леса (несколько участков сосновых лесов черничных и разнотравных) – сухой склон (крутой склон южной экспозиции с маломощной почвой и горностепными растениями).

Изучены фрагменты корневых систем у 5 (редко у 2) особей каждого вида. Определение числа порядков проводили по системе И. Г. Серебрякова (1952). Поперечные срезы корней последнего порядка толщиной 10–15 мкм изучали с помощью микроскопа Leica DM 5000 при увеличении $\times 630$. У каждой особи исследовали по 2–7 корней. Регистрировали: диаметр корня; диаметр стелы; толщину паренхимы; число слоев клеток в паренхиме; число слоев клеток в экзодерме, толщину коры. Различия признаков у осок из разных местообитаний оценивали с помощью ANOVA и критерия Краскела-Уоллеса.

Число порядков ветвления. Минимальное установленное число порядков ветвления корневой системы – два, максимальное – пять. Два порядка установлено у прибрежных *C. acuta* и *C. vesicaria* и в единичном случае у лесных *C. leporina* и *C. elongata*. Пять порядков ветвления наблюдали у осок из всех местообитаний, но чаще большее число порядков отмечено у *C. montana* и *C. supina* из засушливых и умеренно увлажненных местообитаний. Различия между группами видов из местообитаний с разной степенью увлажнения имели направленный характер (рис. 1) и были статистически значимы ($H_{(3, N = 79)} = 13,96$; $P = 0,003$). Считается, что увеличение разветвленности корней в засушливых местообитаниях – универсальный ответ для повышения эффективности поиска воды при ее неравномерном распределении в почве (Усманов и др., 1986).

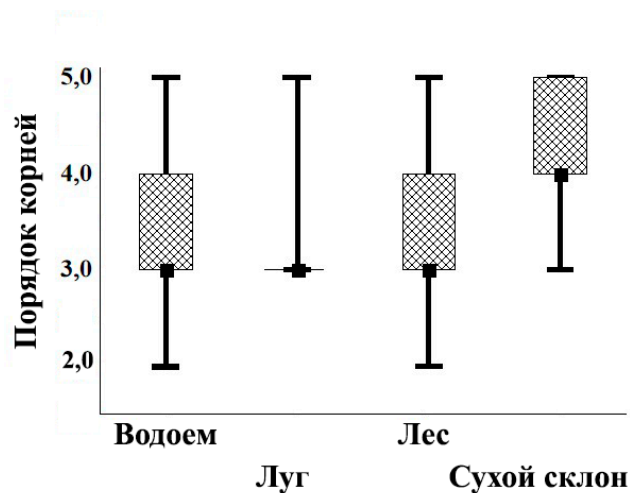


Рис. 1. Число порядков ветвления корней у видов осок из местообитаний с разным уровнем увлажнения. Квадрат – медиана; прямоугольник – нижние и верхние квантили; размах – минимум и максимум.

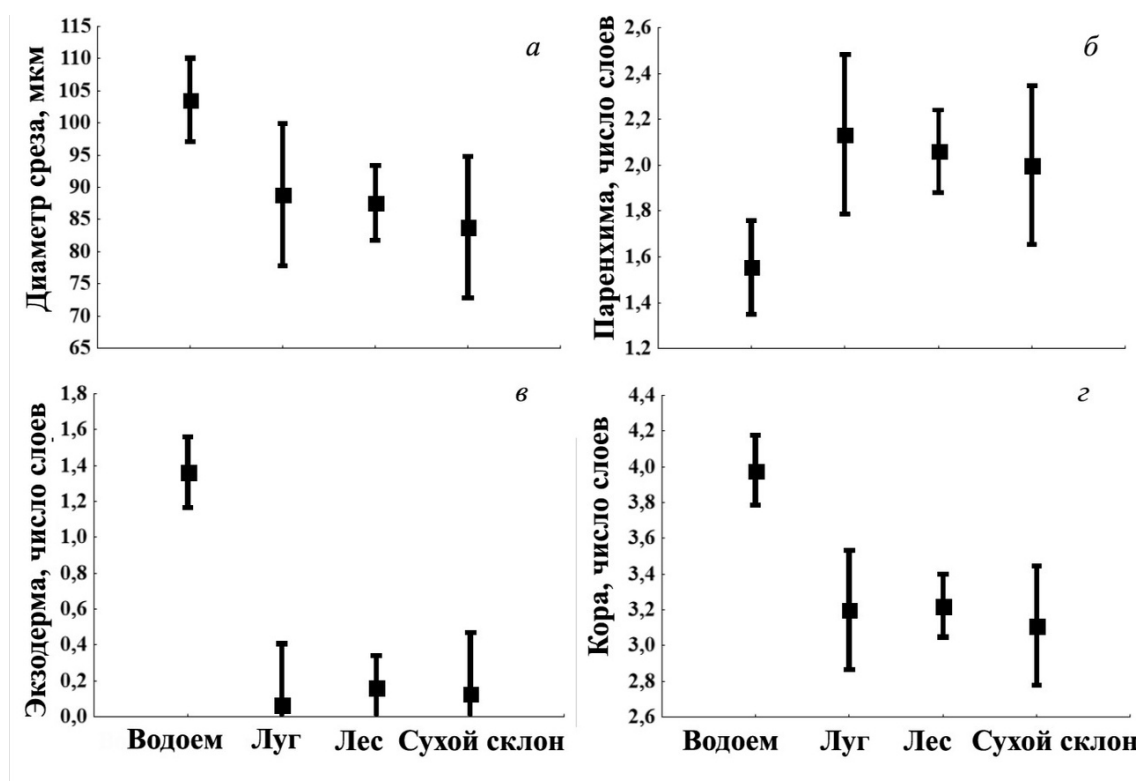


Рис. 2. Диаметр среза (а) и число слоев клеток у видов осок из местообитаний с разным уровнем увлажнения: в паренхиме (б), в экзодерме (в), в коре (г), размах – доверительный интервал.

Анатомическое строение поглощающих корней. Наиболее толстые корни были у видов из прибрежных местообитаний (*C. acuta* и *C. vesicaria* – 90–100 мкм); тонкие – у видов с остепненного склона (*C. supina* и *C. digitata* – 70–80 мкм). В целом, различия между видами *Carex* из местообитаний с

разной степенью увлажнения по диаметру корней значимы ($F_{(3;73)} = 5,73$; $P = 0,001$; рис. 2а).

Минимальное число слоев паренхимы (один слой у части корней) было у прибрежных видов. У других осок среднее число слоев паренхимы было около двух (рис. 2б). Эти различия также значимы ($F_{(3;73)} = 5,52$; $P = 0,002$). Корни осок из прибрежных местообитаний хорошо отличались от всех остальных по наличию экзодермы и числу ее слоев ($F_{(3;73)} = 32,96$; $P < 0,001$; рис. 2в). Среди осок прибрежных местообитаний встречались виды с двумя и тремя слоями экзодермы (*C. nigra*, *C. acuta*). У растений из умеренно влажных и засушливых местообитаний чаще встречались корни с одним слоем экзодермы (*C. digitata*, *C. arnellii*, *C. pallescens*) или совсем без экзодермы (*C. supina*, *C. montana*, *C. digitata*). Большое число слоев экзодермы у осок прибрежных местообитаний обуславливает контрастные различия между группами видов по общему числу слоев клеток в коре ($F_{(3;73)} = 13,98$; $P < 0,001$; см рис. 2г). Мощную экзодерму указывают в качестве отличительного признака корней околородных и водных растений (Fabbri et al., 2005). В условиях гипоксии у гигрофитных видов развивается аэренхима. Развитая экзодерма в таком случае может служить каркасом для укрепления структуры корня. Такое строение экзодермы, судя по нашим данным, сохраняется и в поглощающих корнях, где аэренхимные полости, как правило, отсутствуют.

Таким образом, строение корней у осок из разных по степени увлажнения местообитаний закономерно различается. От видов переувлажненных местообитаний к видам засушливых местообитаний увеличивается число порядков ветвления корней и уменьшаются: диаметр корней, толщина первичной коры, число слоев клеток коры, прежде всего, экзодермы.

Выражаем особую благодарность к.б.н. А. Ю. Тептиной за помощь в определении видов осок.

Литература

Веселкин Д. В., Конопленко М. А., Бетехтина А. А. Способы почвенного питания осок разных экологических стратегий // Экология. 2014. № 6. С. 477–484.

Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Сов. наука, 1952. 392 с.

Усманов И. Ю. Эколого-физиологические характеристики некоторых видов растений с разными типами стратегий из сообществ, подвергающихся антропогенному воздействию // Биологические науки. 1986. № 10. С. 66–70.

Fabbri L. T., Rua G. H., Bartoloni N. Different patterns of aerenchyma formation in two hygrophytic species of *Paspalum* (Poaceae) as response to flooding // *Flora*. 2005. V. 200. P. 354–360.

Global Carex Group. Making *Carex* monophyletic (Cyperaceae, tribe Cariceae): A new broader circumscription // *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2015. V. 179. P. 1–42.

Hoffmann M. H., Gebauer S., von Rozycki T. Assembly of the Arctic flora: Highly parallel and recurrent patterns in sedges (*Carex*) // *American Journal of Botany*. 2017. V. 104. P. 1334–1343.

Hoffmann M. H. To the Roots of *Carex*: Unexpected Anatomical and Functional Diversity // *Systematic Botany*. 2019. V. 44. P. 26–31.

Konoplenko M.A., Güsewell S., Veselkin D.V. Taxonomic and ecological patterns in root traits of *Carex* (Cyperaceae) // *Plant and Soil*. 2017. V. 420. P. 37–48.

Reznicek A. A. Evolution in sedges (*Carex*, Cyperaceae) // *Canadian Journal of Botany*. 1990. V. 68. P. 1409–1432.

Waterway M. J., Hoshino T., Masaki T. Phylogeny, species richness, and ecological specialization in Cyperaceae Tribe Cariceae // *Botanical Review*. 2009. V. 75. P. 138–159.

УДК 574.58

РАЗНООБРАЗИЕ ЭВГЛЕНОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.Л. Тумелевич, И.А. Гетманец

*Челябинский государственный университет, г. Челябинск, Россия,
e-mail: tumelevichml@gmail.com*

Аннотация: Представлены данные о разнообразии эвгленовых водорослей Челябинской области, приведены их экологические характеристики. Всего выявлено 108 видов, из которых преобладают космополитные, эвритермные, планктонно-бентосные виды.

Ключевые слова: Euglenophyta, биоразнообразие, биоиндикация.

DIVERSITY OF EVGLEN ALGAE OF CHELYABINSK REGION

M.L. Tumelevich, I.A. Getmanec

¹ *Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia,
e-mail: tumelevichml@gmail.com*

Summary: Data about the diversity of euglenae algae of the Chelyabinsk region are presented, their ecological characteristics are given. 108 species were identified, of which cosmopolitan, eurythermal, plankton-benthic species prevail.
Keywords: Euglenophyta, biodiversity, bioindication.

Эвгленовые водоросли (Euglenophyta) занимают одно из ведущих мест в фитопланктоне разнотипных континентальных водоемов. Интенсивность их развития растет с замедлением тока воды и поступлением органических веществ. Они участвуют в самоочищении пресных вод, а также являются биоиндикаторами.

Анализ доступной литературы показал, что за весь период исследований озер горнолесной и лесостепной зон Челябинской области выявлено 108 видов эвгленовых.

Хронологический обзор задокументированных научных изысканий свидетельствует, что авторы в своих трудах преследовали различные цели.

До 60-х гг. XX в. прослеживается инвентаризационная, описательная направленность в работах исследователей. За то время в озерах области было выявлено всего 9 видов эвгленовых водорослей.

Начиная с 60-х гг. XX в. с развитием продукционного направления в гидробиологии, а также в связи с глобальной проблемой эвтрофикации водоемов, отмечается заметное увеличение исследований, носящих эколого-продукционный характер (Ярушина и др., 2004; Снитько, 2004; Еремкина, 2010).

Вопросами продуктивности водоемов Челябинской области во второй половине 60-х – начале 70-х гг. как базы для рыборазведения занимались специалисты УралСибрыбНИИпроекта, в частности гидробиолог-альголог Ярушина М.И., позднее Еремкина Т.В. в Уральском НИИ биоресурсов и аквакультуры (Ярушина и др., 2004; Еремкина, 2010).

Флористические работы, а также оценка санитарного состояния водоемов области проводилась коллективом кафедры ботаники Челябинского государственного пединститута, наибольший вклад был сделан Р.М. Сергеевой (Ярушина и др., 2004).

Начиная с 2005 г. проведены биоиндикационные исследования свободноживущих простейших (в том числе эвгленовых) водоемов Челябинской области под руководством Лихачева С.Ф. (Серебренникова, 2009; Румянцева, 2010).

Продолжением выше приведенных исследований является изучение эвгленовых водорослей в озерах Чебаркуль, Сугояк и Малые Ирдяги, расположенных в горнолесной и лесостепной зонах, отличающихся

происхождением и гидрохимией. Исследования проведены в период открытой воды с 2016 по 2019 гг. (с мая по октябрь). Сбор и обработка образцов осуществлена по общепринятой методике (Методика ..., 1975). Обработка живого и фиксированного материала проведена при помощи микроскопа Carl Zeiss Jena при увеличении x400, x900. Эвгленовые определяли по общеизвестным сводкам (Попова, 1966; Попова, Сафонова, 1989; Суханова, 1984).

Таблица 1

Некоторые экологические характеристики эвгленовых водорослей

№ п/п	вид	место обитания	температурная приуроченность	географическое распространение
1.	<i>Euglena acus</i> Ehr.	P	eterm	k
2.	<i>Euglena deses</i> Ehr.	P-B	-	k
3.	<i>Euglena oxyuris</i> Schmarda	P-B	-	k
4.	<i>Euglena proxima</i> Dang.	P-B	eterm	k
5.	<i>Euglena tripteris</i> (Duj.) Klebs	P-B	eterm	k
6.	<i>Euglena viridis</i> Ehr.	P-B, S	eterm	k
7.	<i>Phacus caudatus</i> Hübn.	P-B	eterm	k
8.	<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	P-B	-	k
9.	<i>Phacus pleuronectes</i> (Ehr.) Duj.	P-B	-	k
10.	<i>Phacus pyrum</i> (Ehr.) Stein	P	eterm	k
11.	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl.	P-B	eterm	k
12.	<i>Trachelomonas intermedia</i> Dang.	P-B	eterm	k
13.	<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.	P	eterm	k
14.	<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	P	eterm	k
15.	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	B	eterm	k
16.	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.	P	-	k

Географическая и температурная приуроченность, а также местообитание водорослей Челябинской области изучены на основе данных экологической картотеки (Барина и др., 2006). По географической приуроченности индикаторами являются 79 видов эвгленовых, из которых 37 (47%) виды-космополиты. По температурной приуроченности индикаторные почти половина видов эвгленовых (49%), из которых 38 (83%) эвритермных видов, 7 (15%) теплолюбивых и 1 (2%) холодолюбивый вид. Приуроченность по месту обитания оценивается у 72 видов. Выявлены 38 (53%) планктонно-бентосных видов, из которых одновременно 3 (4%) субстратных и 1 эпифитный вид, 21 (29%) планктонных видов (25 видовых и внутривидовых таксонов), 12 (17%) бентосных видов.

В ходе исследования нами выявлено 16 видов (табл. 1).

Анализ эвгленовых исследуемых озер Чебаркуль, Сугояк и Малые Ирдяги показал, что все обнаруженные виды являются индикаторами. По географической приуроченности все выявленные виды – космополиты. По месту обитания 10 (62%) планктонно-бентосных видов, из которых одновременно 1 (6%) субстратный вид, 5 (26%) планктонных видов, 1 (6%) бентосных видов. По температурной приуроченности большинство видов эвгленовых (11 или 69%) эвритермные виды.

Таким образом, выявленные эвгленовые по своим экологическим параметрам не выделяются среди описанного учеными большинства видов.

Литература

Барина, С.С., Медведева, Л.А., Анисимова, О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. PiliesStudio, Тель Авив, 2006, 498 с.

Еремкина Т.В. Структура и функционирование фитопланктона озер северной части Увильдинской зоны (Челябинская область) в условиях антропогенного эвтрофирования: Дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2010.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 239 с.

Попова Т.Г. Флора споровых растений СССР // Эвгленовые водоросли. Т. 8. Вып. 1. М.-Л.: Наука, 1966. 412 с.

Попова, Т.Г. Сафонова Т.А. Флора споровых растений СССР. Эвгленовые водоросли. Т. 9. Вып. 2. Л.: Наука, 1976. 288 с.

Румянцева А.В. Планктонные комплексы эвгленовых жгутиконосцев и ресничных инфузорий на примере некоторых водоемов Челябинской области: Дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2010.

Серебренникова Ю.А. Эколого-биологические особенности свободноживущих эвгленовых жгутиконосцев водоемов Челябинской области: Дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2009.

Снитько Л.В. Фитопланктон разнотипных озер Ильменского заповедника (Южный Урал): Дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2004.

Суханова К.М. Класс Растительные жгутиконосцы // Фауна аэротенков. Л.: Наука, 1984. С. 40–82.

Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина Т.В. Флора водорослей водоемов Челябинской области. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 306 с.

УДК 58.02: 630*182.21

**ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ДИНАМИКИ ВИДОВОГО БОГАТСТВА
ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ "КАТАСТРОФ" В
ЕЛЬНИКАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Н.Г. Уланова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия, e-mail: NUlanova@mail.ru*

Аннотация: Рассмотрены основные тенденции изменения видового богатства фитоценозов после катастрофических природных (массовые поражения насекомыми, ветровалы) и антропогенных (сплошная вырубка) нарушений. Основным определяющим фактором видового богатства является интенсивность нарушения фитоценозов после катастроф. Показана динамика структурного разнообразия видового богатства на ряде примеров нарушений. Проанализирована восстановительная динамика фитоценозов после катастрофических нарушений. Исследования ельников после гибели древостоев ели выявило увеличение видового богатства фитоценозов. Сплошная вырубка леса приводит к формированию луговых сообществ с резким увеличением видового и структурного разнообразия фитоценозов.

Ключевые слова: видовое разнообразие, ельники, ветровалы, вырубка леса, очаги усыхания ели, динамика растительности, сукцессии.

**MAIN TRENDS OF SPECIES DIVERSITY DYNAMICS AFTER
NATURAL AND ANTHROPOGENIC "CATASTROPHES" IN SPRUCE
FORESTS OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA**

N.G. Ulanova

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,
e-mail: NUlanova@mail.ru*

Summary: We analyzed the main trends of the change in the species richness of phytocenoses after catastrophic natural (beetle outbreaks, windfalls) and anthropogenic (clear cutting) disturbances. We examined the dynamics of the structural diversity of species richness of herb-dwarf scrubs layer with different reforestation technologies after the death of spruce stands. The study of similarity and ordination of vegetation showed the proximity of the undamaged forest to the unharvested stand, and the difference of these phytocenoses from clear-cut. The main determining factor of species richness was the intensity of phytocenosis disturbance after catastrophes. The reforestation dynamics of phytocenoses after catastrophic disturbances were analyzed. Clear cutting led to the formation of

meadow communities with a sharp increase in the species and structural diversity of phytocenoses.

Keywords: species richness, spruce forests, windfall, clear cutting, bark beetle outbreaks, vegetation dynamics, succession.

Проблема сохранения биоразнообразия лесов остается важнейшей темой в биологии и экологии 20-21 веков и центральной задачей сохранения живой природы. Все антропогенные нарушения (сплошные рубки, лесные пожары на больших площадях, промышленное загрязнение) и природные (массовые поражения насекомыми, ветровалы) относят к негативным факторам, ведущим к сокращению биоразнообразия (Исаев, 2008). Именно масштабная гибель лесов ведет к исчезновению разнообразия биотопов, фитоценозов, исчезновению видов и сокращению их внутривидового генетического разнообразия. Устоявшиеся представления основаны на сравнении данных разных исследователей, при построении пространственно-временных схем и т.д. Однако, только мониторинг биоразнообразия на постоянных пробных площадях в ряду фитоценозов по градиенту рельефа в пределах ограниченной территории (фитокатена) в течении длительного времени после катастрофических нарушений позволяет выявить закономерности в изменении видового состава сообществ (Уланова 2006, 2018).

Остановимся на малоизученном аспекте динамики видового состава (альфа-разнообразии) растений в ельниках южной тайги и хвойно-широколиственных лесов европейской части России после «катастрофических» нарушений.

Естественный природный механизм распада древостоя ели, как конечный этап динамики еловых фитоценозов на заключительной стадии сукцессии в европейской части России, реализуется массовыми ветровалами, пожарами или очагами сухостоя при вспышках численности короеда-типографа (*Ips typographus* L.).

Катастрофические природные явления, вызывающие гибель ельников, создают разные по масштабу нарушения (рис. 1). При пожарах происходит гибель значительной части древостоя и подпологовой растительности, при этом диапазон почвенных повреждений очень велик. При массовых ветровалах происходит варьирование масштабов гибели древостоя и напочвенного покрова при незначительных нарушениях почвенного покрова (Уланова, 2006). При частичном сохранении древостоя и подроста на ветровалах в травяно-кустарничковом ярусе (ТКЯ) происходит лишь перераспределение доминирования видов с незначительным изменением

видового состава (Уланова, Чередниченко, 2012). В очагах усыхания ели при вспышках численности короеда-типографа почва и напочвенный покров практически не страдает, однако доля погибших елей изменяется от 0 до 100%. Степень нарушения экосистемы при катастрофах, ведущих к гибели ельников, и определяет скорость восстановления растительности на горельниках, ветровальниках и в очагах усыхания ели.

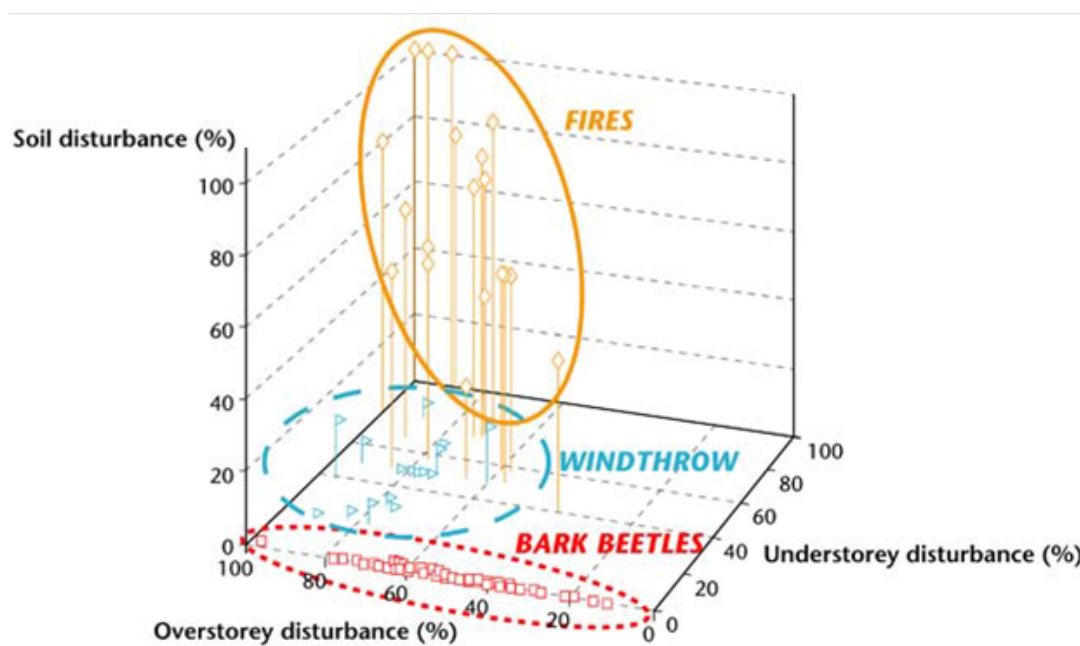


Рис. 1. Интенсивность нарушения древостоя, напочвенного покрова и почвы фитоценозов после природных (пожар, массовый ветровал, очаги поражения короедом) катастроф (Burton, 2008).

Природные и антропогенные катастрофы ведут к разной интенсивности трансформации исходных фитоценозов. В результате происходит увеличение биоразнообразия в новых сообществах, в очагах сухостоя ели незначительно, выше при массовых ветровалах. При полном уничтожении древостоя ели (не только погибшего) в ходе сплошной рубки происходит кардинальное изменение почвенного покрова (Дымов, 2017) и лесных сообществ в травяные и кустарниковые, что ведет к принципиальному изменению растительного покрова ельников. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов (Уланова, 2006). Проведенный мета-анализ результатов 238 исследований биоразнообразия в различных лесах мира также выявил увеличение видового богатства сосудистых растений после катастрофических ветровалов, гибели древостоя после вспышек численности короедов и вырубок (Thorn et al., 2018).

Рассмотрим пример изменения растительности в очагах усыхания ели 2012 года в западной части Московской области (Звенигородская биостанция МГУ). Нами в 2013 г. заложены рядом три постоянные пробные площади одинакового размера (800 м²) в ельнике зеленчуковом: с погибшим в 2012 году древостоем ели (короедник), на сплошной вырубке сухостоя ели зимой 2012-13 гг. и с живым древостоем ели (контроль). Исследования проведены в августе 2014, 2015 и 2016 гг. по единой методике. На пробных площадях заложены по три трансекты длиной 40 м и шириной 40 см. На каждом метре трансект изучена корневая встречаемость видов ТКЯ. Для её определения использована жесткая рамка размером 40x100 см, разделённая съёмными нитями на квадраты 20x20 см.

В сухостойном ельнике виды сохранили свое доминирование в ТКЯ (рис. 2). После вырубki сухостоя по сравнению с ненарушенным ельником произошло увеличение флористического состава ТКЯ в 2 раза в результате гибели ТКЯ, нарушений мохового и почвенного покрова при вывозе древесины, сжигании рубочных остатков и последующего вселения новых видов. Доминирование перешло к другим видам. В результате значительных нарушений почвы возникла высокая мозаичность ТКЯ.

Ценотический спектр ТКЯ ельника после гибели деревьев ели верхнего полога соответствует спектру исходного леса (рис. 2). На второй год в ТКЯ произошло изменение встречаемости видов и вселение новых видов ценотических групп, характерных для исходного леса. Встречаемость видов мохового покрова сократилась вследствие затенения разросшейся лещиной. На вырубке увеличение числа ценотических групп в два раза вызвано внедрением травянистых видов и мхов, не характерных для исходного сообщества. На вырубке доля лесных видов значительно сокращена, возросла доля сорных, луговых и сорно-луговых. Фитоценоз вырубki можно отнести к лесолуговому типу.

При значительных нарушениях фитоценозов и почвы происходят сукцессии: демутации, вторичные неполночленные и квазипервичные. Изменения растительности зависят от исходного типа леса. Так, в очагах усыхания елей в Московской области в ельниках черничных, кислично-черничных флуктуации идут через рябиновый лес с подростом ели. В ельниках зеленчуковых и сложных демутация проходит через стадию липняков с кленом и подростом ели. В ельниках сложных с лещиной неполночленная вторичная сукцессия заканчивается лещинником.

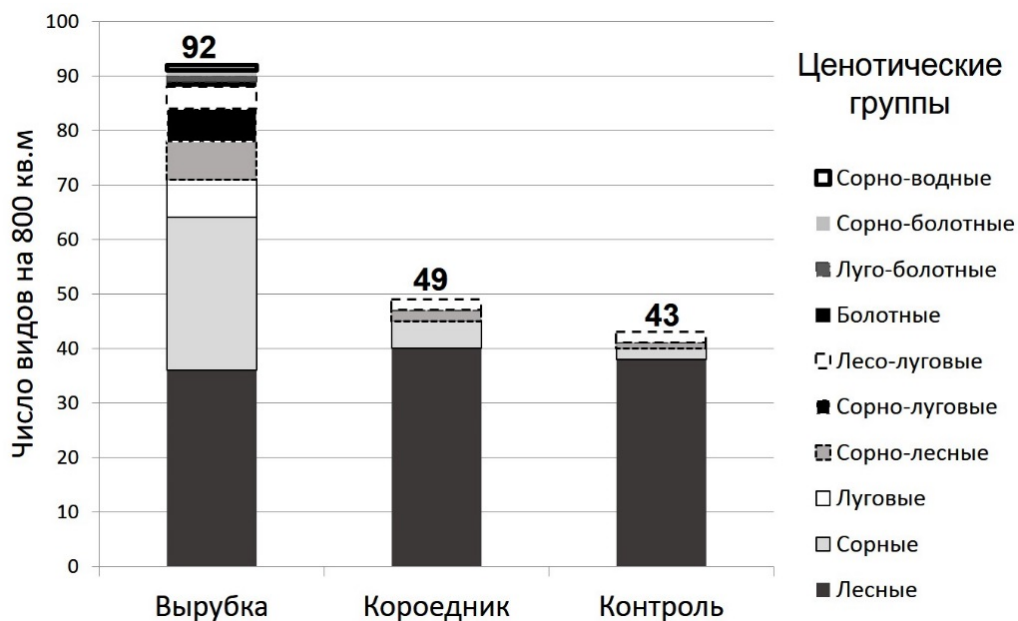


Рис. 2. Ценоотическая структура видового богатства травяно-кустарничкового яруса в ельнике зеленчуковом (контроль) на второй год после гибели древостоя ели при вырубке сухостоя или сохранении сухостоя (короедник).

Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих заповедный статус. Сохранение сухостоя и ветровальных участков ельников приводит к естественному ходу лесовосстановления, сохраняя лесные фитоценозы, изменяя лишь соотношение доминирующих пород в древостое. В результате образуется смешанный древостой с широколиственными породами, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса. Сложные по структуре леса замещают монокультуры ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Именно такие естественные леса, вероятно, характерны для зоны хвойно-широколиственных лесов.

Ведение лесного хозяйства в ельниках требует проведения сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели в случае вспышек короеда-типографа, расчистки массовых ветровалов и пожарищ. Массовое назначение сплошных рубок за последнее 10 лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. В новых луговых сообществах биоразнообразие резко увеличивается за счет нелесных видов (Уланова, 2018). С точки зрения биолога этот процесс нельзя считать негативным для природы. Если наша идеология требует увеличения разнообразия видов, то образование луговой растительности — это лучший вариант решения поставленной задачи. В

последние годы появились публикации, поднимающие вопрос о важности первых сукцессионных стадий для увеличения биоразнообразия лесов (Swanson et al., 2011; Blair et al., 2016; Fornwalt et al., 2018; Thorn et al., 2018).

Литература

Дымов А. А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // Почвоведение. 2017. № 7. С. 787–798.

Исаев А.С. Мониторинг биоразнообразия лесов России // Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / Под ред. А.С. Исаева. М.: Наука, 2008. С. 17–34.

Уланова Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 2006.

Уланова Н.Г. Основные тренды динамика биоразнообразия после природных и антропогенных «катастроф» в ельниках европейской части России. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: биология и экология. 2018. № 3. С. 317–335.

Уланова Н.Г., Чередниченко О.В. Механизмы сукцессий растительности сплошных ветровалов южнотаежных ельников // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14. № 1(5). С. 1399–1402.

Blair D.P., McBurney L.M., Blanchard W., Bank S.C., Lindenmayer D.B. Disturbance gradient shows logging affects plant functional groups more than fire // Ecological Applications. 2016. Vol. 26. P. 2280–2301.

Burton P.J. The mountain pine beetle as an agent of forest disturbance. Mountain pine beetle conference proceedings // BC Journal of Ecosystems and Management. 2008. Vol. 9, № 3. P. 9–13.

Fornwalt P.J., Rhoades Ch.C., Hubbard R.M., Harris R.L., Faist A.M., Bowman W.D. Short-term understory plant community responses to salvage logging in beetle-affected lodgepole pine forests // Forest Ecology and Management. 2018. Vol. 409. P. 84–93.

Swanson M.E., Franklin J.F., Beschta R.L., Crisafulli Ch.M., DellaSala D.A., Hutto R.L., Lindenmayer D.B., Swanson Fr.J. The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites // Front. Ecol. Environ. 2011. Vol. 9. № 2. P. 117–125.

Thorn S., Bässler C., Brandl R. et al. Impacts of salvage logging on biodiversity: A meta-analysis. // J. Appl. Ecol. 2018. Vol. 55. P. 279–289.

УДК 303.833.7, 581.41, 574.21

НЕСКОЛЬКО ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПРОЕКЦИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ РАСТЕНИЯ

С.В. Федорова

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия,
e-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru*

Аннотация: В работе обобщен опыт проведения исследовательской работы в тандеме «ученый-школьник старшего класса» в области ботаники. Исследование проведено в концепции «Определение площади проекции листовой пластинки растения по метрическим замерам». Представлен алгоритм проведения исследования по разработке формулы для растений местной флоры. Представлены формулы для определения площади проекции листовой пластинки, которая обозначена в ботанической терминологии как: почковидная, ланцетная, 5-лопастная. Представлены образцы листьев растений и ключи для контрольных замеров на примере *Acer platanoides* L. (Aceraceae), *Asarum eurypaeum* L. (Aristolohiaceae), *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae).

Ключевые слова: лист, растение, площадь, проекция, *Acer platanoides*, *Asarum eurypaeum*, *Convallaria majalis*, ланцетный, лопастной, почковидный, площадь, формула, одаренные дети, метод.

SOME FORMULAS TO CALCULATE THE PROJECTED AREA OF THE PLANT LEAF BLADE

S.V. Fedorova

*Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia,
e-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru*

Summary: The paper summarizes the experience of conducting research in the tandem "scientist - schoolgirl" in the field of botany. The study was conducted in the concept of "Determining the projection area of the leaf blade of a plant by metric measurements". An algorithm for conducting research on the development of formulas for plants of local flora is presented. Formulas are presented for determining the projection area of a leaf blade, which is indicated in botanical terminology as: kidney-leaved, lanceolate, five-lobed. Samples of plant leaves and keys for control measurements are presented on the example of *Acer platanoides* L. (Aceraceae), *Asarum eurypaeum* L. (Aristolohiaceae), *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae).

Keywords: leaf, plant, area, projection, *Convallaria majalis*, *Asarum europaeum*, *Acer platanoides*, lanceolate, 5-lobed, kidney-leaved, area, formula, method.

Геометрия фигур, которые создает природа в биосфере нашей планеты без участия человека, представляет собой непознанный мир. Например, растения способны формировать ежегодно бесконечное множество листьев. Каждая форма листовых пластинок растения имеет более-менее четкие очертания и имеет определенное название в ботанической терминологии. Особенностью любой «природной фигуры», созданной любым живым организмом является ее асимметричность. Это неслучайно, поскольку организм вынужден формировать это в стремительном вихре, который создается под воздействием вращения самой планеты и систем более высокого уровня. Степень асимметрии учитывается в процессе проведения научного исследования, связанного с фито-индикацией среды обитания. Однако, для решения ряда актуальных проблем не целесообразно обращать внимание на элементы асимметрии, тогда как определить площадь геометрической фигуры крайне необходимо. Анализ научных методологических подходов в области популяционной ботаники и экологии растений, и собственный опыт проведения исследований в данной научной области показывают, что не всегда просто определить площадь проекции листовой пластинки растения. В арсенал способов по определению данного показателя входит целый ряд методов (весовой метод, метод элементарных квадратов, программа S-Areal в комплекте со сканером, фиксирующем размеры, и ряд приложений к смартфону, которые позволяют по фото определить площадь любой проекции). Казалось бы, нет причин для того, чтобы заниматься разработкой формул для определения площади «природных фигур». Нужно просто не задумываясь выполнить работу по пересчету квадратов, расчету пропорции между бумажным эталоном и бумажной копией проекции листовой пластинки или сделать фото, или скан. Однако не с каждой листовой пластинки можно сделать фото, особенно если она имеет крупные размеры. И заряженной техники под руками может просто не оказаться в необходимый момент времени. Кроме того, ученый не всегда обращает внимание на цельные листовые пластинки растения. Например, объектом исследования могут служить поврежденные насекомыми или моллюсками листья, т.е. «объеды». Спектр геометрических особенностей листовых пластинок растения и разносторонний интерес к их форме подчеркивают целесообразность научной концепции «Определение площади проекции листовой пластинки по метрическим замерам» (Федорова, 2013, 2018а, б; Габдылвалиева, 2019). В основу данной

концепции положен факт того, что любую листовую пластинку можно вписать в овал, определить площадь последнего (формула 1) и умножить это на коэффициент коррекции формы Ccf (формула 2). Для этого только необходимо найти экспериментальным путем значение величины Ccf (формула 3), у которого будет подтвержден статус коэффициента.

$$S = \frac{\pi ab}{4}, \text{ где } a \text{ и } b \text{ – большой и малый диаметр овала} \quad (\text{формула 1})$$

$$S = Ccf \frac{\pi ab}{4}, \text{ где } Ccf \text{ – коэффициент коррекции формы} \quad (\text{формула 2})$$

$$Ccf = \frac{S}{\pi ab/4}, \text{ где } S \text{ – фактическая площадь проекции} \quad (\text{формула 3})$$

Использование формулы для определения площади проекции листовой пластинки растения, не даст полного совпадения полученной величины с фактической площадью, определенной с помощью современных технологий, но вероятность совпадений будет большой. Это подтверждает коэффициент вариации предполагаемой величины Ccf , который в экспериментах был около 8% (допустимый уровень коэффициента вариации по логике не должен превышать 10%) (Федорова, 2013, 2018а, б). Уровень достоверности 90% и выше вполне приемлем для проведения морфологического исследования растения.

Работая над разработкой формулы в рамках предложенной концепции, ученый обязан решить ряд задач, которые поэтапно представлены в предложенном алгоритме: 1) определить фактическую площадь проекции листовой пластинки любым способом; 2) выделить опытным путем отрезки, которые наблюдатель сможет легко найти на листовой пластинке без применения специальных технологий для определения величин « a » и « b »; 3) рассчитать предполагаемую величину Ccf по формуле 3; 4) проверить уровень варьирования предполагаемой величины Ccf в ряде выборок листьев из разных местообитаний, если форма листовой пластинки достаточно сильно варьирует (например, 5-лопастная у *Acer platanoides* (Aceraceae)), или на ряде листьев, если форма достаточно стабильная (например, почковидная у *Asarum europaeum* (Aristolohiaceae), ланцетная у *Convallaria majalis* (Convallariaceae)); 5) проверить отсутствие достоверных корреляций предполагаемой величины Ccf с рядом метрических и аллометрических показателей; 6) проверить достоверность сходства по предполагаемой величине Ccf между выборками листьев из разных местообитаний; 7) обобщить опыт разных проверок предполагаемой величины Ccf , и подтвердить статус коэффициента коррекции формы; 8) определить среднее арифметическое по всем выборкам и принять это значение за коэффициент; 9) преобразовать базовую формулу 1 в формулу 2, выполнив все возможные действия; 10) представить четкий ключ для определению величин « a » и « b »

и продемонстрировать линии для контрольного замера на фото реальной проекции листовой пластинки; 11) заполнить табл. 1.

Таблица 1		
Расчетные формулы для определения площади проекции листовой пластинки растения по метрическим замерам и ключи для определения величин «a» и «b».		
Геометрическая фигура в ботанической терминологии	биологический вид растения, на котором был проведен эксперимент	Коэффициент коррекции формы C_{cf}
5-ти лопастная	<i>Acer platanoides</i> L.	0,69±0,01
Почковидная	<i>Asarum eurypaeum</i> L.	0,99±0,02
Ланцетная	<i>Convallaria majalis</i> L.	0,86±0,01

Acer platanoides: $S = 0,69 \times 0,78 af (ab+ae+ad+ac) / 2 = 0,53af (ab+ae+ad+ac) / 2 = 0,27af (ab+ae+ad+ac)$ (Габдылдалиева, Федорова, 2019), где «a»=af; «b»=(ab+ae+ad+ac)/2 (по обстоятельствам, возможно наличие только 1 составляющей из набора отрезков верхней и нижней пары (см. фото))

Asarum eurypaeum: $S = 0,77ab$ (Федорова, 2013). «a» – отрезок максимальной длины между окончанием центральной жилки и воображаемым ее продолжением до пересечения с условной линией (см. фото); «b» – отрезок максимальной длины перпендикулярный к отрезку «a», между краями листовой пластинки. Данный отрезок должен соединять 2 точки, которые соответствуют окончаниям радиальных боковых жилок средней пары с переходом их в боковые жилки второго порядка (см. фото)

Convallaria majalis: $S = 0,67ab$ (Федорова, 2013). «a» – отрезок максимальной длины между окончанием центральной жилки и основанием пластинки; «b» – отрезок максимальной длины перпендикулярный к отрезку a, между боковыми краями пластинки





Выполнение подобного исследования не просто из-за того, что нужно решить головоломку с отрезками, которые впоследствии следует рекомендовать для контрольного замера, чтобы иметь возможность воспользоваться расчетной формулой. В этот процесс можно подключать всех членов семьи ученого и школьника. Все остальные этапы исследования чисто технические и построены на освоении школьником стандартного пакета компьютерных программ в «Пакет анализа» для Excel с небольшим дополнением.

Таким образом, в процесс исследования целесообразно привлекать школьника, который имеет базовые знания в области геометрии и информатики. Участие школьника в исследовательском процессе позволит ему расширить кругозор и внести вклад в развитие науки. Постепенно двигаясь к решению поставленной задачи школьник: 1) приобретает навыки сбора материала для анализа; 2) учиться характеризовать местообитание растения; 3) учиться добывать информацию из литературных источников, доступных в сети Internet о биологических особенностях и экологии растения; 4) осваивает разнообразные методы статистического и математического анализа; 5) увлекается процессом и стремится к совершению маленького, но важного открытия в научном познании мира; б) готовится стать членом научного сообщества, путем оформления исследовательской работы для молодежного научного форума (научная конференция школьников, молодых ученых); 7) получает опыт представления результатов исследования в виде презентаций и постеров и опыт защиты этих результатов в научном сообществе; 8) получает возможность опубликовать результаты исследования в научном издании.

Литература

Габдылвалиева С. (н. р. Федорова С.В.). Метрические и аллометрические показатели листовой пластинки *Acer platanoides* L. (Aceraceae) // Тезисы докладов IV Всероссийская (с международным участием) научная конференция учащихся имени Н.И. Лобачевского. 8-11 классы / Под. ред. Муравьевой Д.Р. Казань, 2019. С. 53–54.

Федорова С. Популяционная организация травянистых растений в лесных фитоценозах: *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) и *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae). Saarbrucken < German: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2013. 116 с.

Федорова С.В. Методология популяционного исследования растений для диагностики состояния элементов растительности // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018а. Т. 27, № 4. С. 50–59.

Федорова С.В. Методологические основы популяционного исследования травянистых растений в лесных фитоценозах // Ботанические исследования в Сибири. 2018б. Вып. 26. С. 98–111.

УДК 581.4: 582. 47

**ОСОБЕННОСТИ ПРИРОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ КРОНЫ У
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CHAMAECYPARIS*
СЕМЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

А.В. Фролова, Д.Л. Матюхин

Российский государственный аграрный университет – МСХА им.

К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия,

e-mail: Aleks-Sanechka@mail.ru, botanica2@timacad.ru

Аннотация: Для изучения структуры приростов сеянцев были произведены посевы семян *Chamaecyparis lawsoniana* типовой формы и двух культивируемых форм, *Chamaecyparis pisifera* 'Plumosa Aurea'. Семена собирались с маточников Дендрологического сада имени Р.И. Шредера, т. е. семена получены в результате свободного опыления. Для описания структуры используется понятие системы элементарных моноритмических побегов (СЭМП). Важной характеристикой системы элементарных моноритмических побегов является порядок ветвления побеговой системы, формирующейся за один период внепочечного роста. Боковые ветви, формирующиеся в нижней части побега, имеют плоскую структуру и представляют собой филломорфную ветвь.

Ключевые слова: Ветвление, побег, Кипарисовик, Кипарисовик горохоплодный, Кипарисовик Лавсона, прирост, структура прироста, система элементарных моноритмических побегов, боковое ветвление филломорфная ветвь, зона торможение, силлепсис.

**CHARACTERISTIC OF GROWS AND FORMATION OF CROWN IN
THE GENUS *CHAMAECYPARIS* OF SEED ORIGIN**

A.V. Frolova, D.L. Matukhin

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

Moscow, Russia, e-mail: Aleks-Sanechka@mail.ru, botanika2@timacad.ru

Summary: To study the structure of growth of seedlings was produced crops of seeds of *Chamaecyparis lawsoniana* model forms and two cultivated forms, *Chamaecyparis pisifera* 'Plumosa Aurea', *Chamaecyparis obtusa*. Seeds were collected from Dendrological garden named R.I. Schrader. To describe the

structure, we use the notion of a system of elementary monorhythmical shoots (SEMS). The order of branching of the system escapes, which is formed for one period of extrarenal growth, is an important characteristic of SEMS. The lateral branches formed at the bottom of the stem has a flat structure and represent phyllomorphic branch.

Ключевые слова: Branching, Shoot, *Chamaecyparis*, *Chamaecyparis pisifera*, *Chamaecyparis lawsoniana*, grows, structure of grows, system of elementary monorhythmical shoots (SEMS), lateral branching.

В последнее время наблюдается тенденция активного использования хвойных растений, как в частном, так и в городском озеленении, что не удивительно, учитывая тот факт, что в средней полосе России большую часть года растения не вегетируют. Как наиболее перспективные для выращивания в нашей зоне были выбраны следующие объекты исследования.

Chamaecyparis pisifera (Siebold & Zucc.) Endl. – Кипарисовик горохоплодный. Хвойное дерево до 30 м высоты. Крона широкопирамидальная, ажурная. Ветви горизонтально распротёртые. Кора красновато-коричневого цвета, гладкая, распадается на тонкие полоски. Побеги явственно сжатые, густо покрытые удлинёнными листьями (Громадин, 2010).

Chamaecyparis lawsoniana (A. Murr.) Parl. – Кипарисовик Лавсона. Хвойное дерево. Крона пирамидальная. Ствол прямой, высотой 25–30 м и до 1,7 м в диаметре. Верхушка узкая, обычно склонённая набок. Ветви при свободном стоянии могут опускаться до земли. Кора толстая, красновато-коричневого цвета, растрескивается на округлые пластинки. Побеги, расположенные правильно в одной плоскости, совершенно плоские. Листья чешуевидные, прилегающие, со слегка отстоящей верхушкой по бокам побега (Громадин, 2010).

В ходе наблюдений за развитием сеянцев была описана структура и величина приростов, отмечена всхожесть семян, подсчитан процент расщепления признаков у культивируемых форм, а также замечены некоторые особенности в формировании систем побегов у сеянцев. Наблюдения за ростом на ранних этапах онтогенеза проводились по методике Grosfeld (Grosfeld, Barthélémy, Brion, 1999), приросты измерялись по методике А.А. Молчанова (Молчанов, 1967).

Цель работы: изучить структуру приростов и динамику нарастания побеговой системы у сеянцев Кипарисовиков (*Chamaecyparis pisifera*, *Chamaecyparis lawsoniana*).

Задачи: установить величину годовых приростов сеянцев; выяснить особенности структуры приростов (интенсивность и порядок ветвления); сравнить расположение боковых побегов по величине со структурой, изученной в семействе Cupressaceae; рассмотреть особенности формирования кроны у особей семенного происхождения; описать филломорфные ветви, образующиеся на ранних этапах развития особи семенного происхождения.

Для описания структуры приростов и особенностей формирования кроны следует ввести понимание о структурной организации побеговой системы. Известно, что годичный побег имеет сложную структуру и может быть разбит на более мелкие единицы. Для обозначения этих единиц был предложен термин «элементарный побег», который можно трактовать «новообразование типа стебля, возникшее из почки за один цикл роста (от почки до почки)» (Грудзинская, 1960).

Указывается существование так называемых силлептических побегов, «регулярно возникающих из пазушных почек растущего побега. Эти почки прорастают одновременно с продолжающимся ростом материнского побега, без предшествующего покоя».

Таким образом, мы имеем дело не с единичным линейным приростом стебля, а с образованием многоосной системы, начинающейся от почечного кольца и завершающейся терминальными почками основного и боковых побегов.

Так как у Кипарисовых из-за небольших размеров листьев за один период роста образуется именно система побегов, считаем целесообразным для описания структуры приростов использовать понятие СЭМП – система элементарных моноритмических побегов (Гатцук, 1970).

В случае силлептического ветвления СЭМП разветвлена (иногда до 3-4-го порядка), при отсутствии ветвления тождественна элементарному побегу (Грудзинская, 1960).

Порядок ветвления системы побегов, которая образуется за один период внепочечного роста, является важной характеристикой СЭМП.

У Кипарисовиков очень длинные разветвленные приросты, они ветвятся силлептически до IV-V порядка без периода покоя.

На первом году жизни сеянцы Кипарисовиков достигают в среднем 10-12 см. Через 5-6 месяцев после появления всходов начинают проявляться признаки декоративных форм: окраска и форма хвои. Так, у формы *C. pisifera* 'Plumosa Aurea' можно наблюдать золотистый хвоя на концах побегов 2 и 3 порядка. У *C. lawsoniana* уже представлены хвоинки, по форме и расположению показывающие принадлежность к виду. Боковое ветвление

начинается с 5-7 узла, при этом побеги второго порядка могут отходить не от каждого метамера. Листорасположение у изучаемых сеянцев характерное для кипарисовиков – в мутовке по 4. Ветвятся сеянцы до III-IV порядка. Боковые веточки II порядка расположены супротивно по спирали. Количество метамеров на боковых веточках увеличивается снизу вверх. Веточки V порядка появляются на 3 году жизни у *C. lawsoniana*. *C. pisifera* 'Plumosa Aurea' в возрасте 3 лет ветвится до IV порядка.

Максимальный прирост показали культивируемые формы *C. lawsoniana*, наименьшим приростом отличается форма *C. pisifera* 'Plumosa Aurea' (таблица).

Интересен тот факт, что силлептическое ветвление не начинается сразу в пазухах семядолей. Образуется так называемая зона торможения, то есть участок стебля, на котором образуются плоские структуры, не имеющие верхушечных почек и не способные образовать боковую ветвь. Цилиндрической оси у таких ветвей не возникает, они представляют собой плоские листоподобные структуры, так называемые филломорфные ветви, которые ветвятся до 3 порядка. Они образуются из трофических побегов и фактически выполняют функции листьев, опадают целиком. Однако после того, как ювенильные филломорфные ветви опадают, рядом с ними образуются почки, из которых вероятно образуются скелетные ветви.

Таблица

Величина прироста сеянцев по годам

Наименование	Прирост, см					
	Посев декабрь 2016			Посев декабрь 2017		Посев декабрь 2018
Срок посева						
Год жизни	1 год	2 год	3 год	1 год	2 год	1 год
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	9,4±0,24	8,9±0,42	12,2±0,64	6,2±0,48	6,0±0,22	14,8±0,54
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> культивируемая форма	15,2±0,52	14,4±0,31	14,5±0,43	8,8±0,20	8,5±0,38	15,5±0,36
<i>Chamaecyparis pisifera</i> 'Plumosa Aurea'	7,6±0,35	5,8±0,32	6,0±0,42	8,8±0,68	8,9±0,41	10,2±0,29

В ходе наблюдения за сеянцами была отмечена следующая закономерность: у всех сеянцев кипарисовиков к концу сезона активного роста наиболее мощные боковые побеги расположены в базальной части сеянца, так как росли более долгий период времени. Это является

особенностью рода *Chamaecyparis*, но в целом соответствует схеме роста характерной для семейства *Cupressaceae*, в котором в виду непрерывного роста происходит непрерывное производство листьев и побегов, следовательно, полученный прирост однороден и его элементы одного типа и характеристик, в том числе и одного размера. Но в то же время есть архитектурные модели некоторых Кипарисовых, у которых более мощные боковые побеги расположены в нижней или средней части побега (Barthelemy, Caraglio, 2007).

Кроме того, исходя из наблюдений за формированием боковых ветвей у сеянцев было сделано предположение об эндогенном заложении почек у кипарисовиков, поскольку боковые ветви развиваются не только из пазух листьев, но и из пазух семядолей, где почек не должно быть. Для проверки этой гипотезы был осуществлён ряд анатомических срезов, где были обнаружены похожие структуры, однако из-за того, что пока не получается произвести достаточно тонкий срез одревесневшей ткани стебля, эти данные пока считаем неподтверждёнными.

Литература

Гатцук Л.Е. Геммаксиллярные растения и система соподчинённых единиц их побегового тела // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79. Вып. 1. С.100–113.

Громадин А.В. Дендрология: учебное пособие. М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2010. 848 с.

Грудзинская И.А. Летнее побегообразование у древесных растений и его классификация // Бот. журн. 1960. Т.45, №7. С. 968–978.

Молчанов А. А. Методика определения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967. 27 с.

Barthelemy D., Caraglio Y. Plant Architecture: A Dynamic, Multilevel and Comprehensive Approach to Plant Form, Structure and Ontogeny // Annals of Botany. 2007. Vol. 4. P. 375–407.

Grosfeld J, Barthélémy D, Brion C. Architectural variations of *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch (Araucariaceae) in its natural habitat // The evolution of plant architecture. Kew: Royal Botanic Gardens, 1999. P. 109–122.

УДК 581.9

ВАРИАНТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Б.С. Харитонцев

*Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, г. Тобольск,
Россия, e-mail: xaritoncev52@mail.ru*

Аннотация: Особенности генезиса растительных сообществ как экосистем можно выяснить на основе анализа их видового состава. Процесс генезиса экосистем охватывает длительный отрезок времени и документируется входящими в сообщество видами. В березняках юга Тюменской области, отличающихся насыщенностью степными видами, важными этапами их генезиса являются разновременные процессы остепнения. Иногда экосистемы формируются быстро. Примером такого варианта формирования служит экосистема солонца, сформированное в течении нескольких десятилетий на месте выхода соленых вод из скважины в окрестностях Тобольска.

Ключевые слова: экосистемы, березняки, солонец, этапы формирования.

OPTIONS FOR FORMATION OF ECOSYSTEMS ON THE EXAMPLE OF VEGETATION OF THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION

B.S. Kharitontsev

*Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk,
Russia, e-mail: xaritoncev52@mail.ru*

Summary: Features of the genesis of plant communities as ecosystems can be determined based on an analysis of their species composition. The process of ecosystem genesis covers a long period and is documented by species entering the community. In birch forests of the south of the Tyumen region, which are characterized by richness of steppe species, the important stages of their genesis are the simultaneous processes of greening. Sometimes ecosystems form quickly. An example of such a formation option is the ecosystem of the solonetz, formed over several decades at the place where salt water emerges from a well near Tobolsk.

Keywords: ecosystems, birch forests, solonetz, stages of formation.

Формирование растительных сообществ – длительный процесс во времени и пространстве. Определяющим, экологическим фактором является

климат. Климатические изменения вызывают варьирования направлений генезиса сообществ, документированное вхождением новых видов.

Формирование березняков как экосистем предполагает наличие в них верных видов травяного покрова. Березовые леса на юге Западной Сибири являются зональными фитоценозами в подтайге. Кроме этого с ними связано понятие колковой лесостепи Западной Сибири, хотя колки могут быть не только березовыми, но и осиновыми. При перемещении на север, в подзону южной тайги, березы в фитоценозах (переходят) выполняют роль субдоминантов. Существенное значение березняков и верных им видов в вопросах генезиса растительности флоры Северной Евразии подчеркивается используемым специальным понятием, бетулярный элемент (Клеопов, 1941). Набору этих видов, и в разные временные отрезки формирования фитостромы, их перемещения по территории Северной Евразии неоднократно поднимались в литературе (Клеопов, 1941; Горчаковский, 1963; Попов, 1963; Крашенинников, 1939). Детальный анализ этого элемента проведен Р.В. Камелиным (1998), а также Л.И. Малышевым и Н.Г. Пешковой (1984).

Генезис березняков подразделяется на три совершенно разные по длительности отрезка: доплейстоценовый, плейстоценовый и голоценовый. Лишь голоценовый отрезок генезиса березняков в Западной Сибири протекал непосредственно в пределах данного района. Плейстоценовые события в березняках протекали на территории под влиянием ледников европейской и западносибирской частей России по причине их синхронного функционирования. Доплейстоценовые процессы формирования бетулярного элемента самые широкомасштабные по сравнению с двумя предыдущими и охватывали фактически всю Евразию от Тихого до Атлантического океанов. Соответственно, ареалы видов, участвующих в остепнении березняков каждого этапа их формирования, являются надежными территориальными индикаторами данных процессов. Вторым отличительным признаком подобных видов – экологические характеристики мест их произрастания. Доплейстоценовые виды индикаторы: *Moeringia lateriflora* (L.) Fenzl. Встречается массово в березняках подтайги в Аромашевском, Голышмановском, Абатском и других районах области. Произрастает в Европе, Сибири, Монголии, на Дальнем Востоке по разреженным лесам (хвойным, смешанным и лиственным) берегам рек, на пойменных и лесных лугах.

Индикаторы плейстоценового этапа остепнения *Valeriana rossica* P.Smironov. собраны по остепненным березнякам в окрестностях с. Аромашево, Аромашевского района, в окрестностях города Тобольска. Ареал

вида от востока Украины и европейской части России через юг Западной Сибири до Тувы, а также экологический дуализм (степи, остепненные березняки) отражает процесс остепнения березняков в плейстоцене.

Для плейстоценового этапа процесса характерно перемещение видов (рецентное смещение) из пограничных с березняками флористических комплексов *Artemisia austriaca* Jacq. В березняках Аромашевского района может выступать как доминант травяного покрова. Основная часть ареала располагается западнее березняков, охватывая Европу, Малую Азию и Кавказ. Вид произрастает по луговым степям и березнякам.

Pyrethrum corumbosum (L.) Scop. – вид, распространенный по суходольным лугам и опушкам широколиственных лесов в Малой Азии, Северном Казахстане, Европе, на Кавказе и юге Западной Сибири (Флора Сибири, т.13). Он часто встречается по березнякам юга Тюменской области: в Юргинском, Абатском и других районах. *Artemisia austriaca* Jacq., *Pyrethrum corumbosum* (L.) – виды остепненных широколиственных лесов Европы, Кавказа и Малой Азии, проникающие в березняки юга Тюменской области с запада.

Artemisia commutata Bess. часто встречается в остепненных борах и березняках юга области, а также в степях Монголии, Южной Сибири и Южного Урала (Флора Сибири, т.13). Данный вид собран в остепненных березняках ряда районов Тюменской области (Тюменский, Упоровский и др.). Восточный вид, рецентно сместившийся из боров в березняки Западной Сибири.

Виды голоценового этапа остепнения березняков – *Centaurea intergrifolia* Tausch., *Psephellus sergii* (Klokov) A.L. Ebel. В это время остепнение боров и березняков происходит одновременно за счет формирования Западносибирского центра.

Psephellus sergii (Klokov) A.L. Ebel. является эндемиком юга Западной Сибири, собран в окрестностях с. Станичное (Исетский р-он) в остепненных борах по остепненным березнякам в окрест. д. Черная (Упоровский р-он).

Centaurea intergrifolia Tausch. Собран по опушке березняка в окрестностях с. Исетское (Исетский р-он). Верный вид березняков. Его ареал от Поволжья до Новосибирской области (Флора Сибири, т.13) отражает территорию формирования остепненных березняков, по составу и строению наиболее близких к их современному состоянию.

Иногда, по причине резких изменений тополого-педагогических условий, экосистема может формироваться в течение нескольких десятилетий. Пример – экосистема солонцов, возникших вдоль течения подземных соленых вод из скважины в окрестностях г. Тобольска (южная

тайга). Скважина функционировала несколько десятилетий (в настоящее время она законсервирована). В результате почвы вблизи ее засолились и сформировались солонцы с *Salicornia europaea* L., *Puccinelliaauptiana* V.I.Krecz., *Tripolium pannonicum* ssp. *tripolium* (L.) Greuter, *Spergularia salina* J. Presl & C. Presl., *Spergularia marina* (L.) Griseb., *Rumex stenophyllus* Ledeb. Формирование данной экосистемы антропогенным заносом объяснить нельзя. Определяющую роль в данном процессе играет р. Иртыш, т. к. скважина расположена на его первой террасе. Перемещение видов - галофитов происходит в разных направлениях. Например, *Spergularia marina* (Цвелев, 2012) – вид морских побережий (в данном случае побережий Северного-Ледовитого океана), *S. salina* – галофит южных солонцов (юг Тюменской, Омской областей). Виды галофиты попасть в пределы южной тайги за несколько последних десятилетий не могли. Остается предположить, что их диаспоры были занесены на данную территорию ранее и при возникновении подходящих условий проявились.

Литература

Горчаковский П.Л. Эндемичные и реликтовые растения во флоре Урала и их происхождение // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. Вып. 4. С. 285–375.

Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1998. 340 с.

Клеопов Ю.Д. Основные черты развития широколиственных лесов европейской части СССР // Материалы по истории флоры и растительности, СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1941. Т. 1. С. 141–157.

Крашенинников И.М. Основные пути развития растительности Южного Урала в связи с палеогеографией Северной Евразии в плейстоцене и голоцене // Советская ботаника. 1939. № 6–7. С. 67–99.

Мальшев Л.И., Пешкова Г.И. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск: Наука, 1984. 265 с.

Попов М.Г. Основы флористики. М: Изд-во АН СССР, 1963. 135 с.

Флора Сибири т.13: (Compositae) / Сост. И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносова, Н.Н. Тупицина и др.: В 14 т. Новосибирск: Наука, 1997. 472 с.

Цвелев Н.Н. *Spergula* L. (Конспект флоры Восточной Европы). Т. 1. М., СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 200–203.

УДК 378.14 + 378.147.88

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
У СТУДЕНТОВ БИОЛОГОВ БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА В ПЕРИОД ПОЛЕВЫХ ПРАКТИК ПО БОТАНИКЕ**

С. А. Холбоева, Т. Г. Басхаева

*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, Россия,
e-mail: kholboeva@mail.ru, baskhaevatg@gmail.com*

Аннотация: В статье представлены этапы формирования профессиональных компетенций у студентов, обучающихся по программе высшего образования бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль Общая биология в Бурятском государственном университете в период полевых практик по ботанике. Полевые практики проводятся с 1 по 3 курс в летнее время в пределах Республики Бурятия. В статье приведены основные требования к формированию знаний, умений и навыков обучающихся, особенности проведения этапов практик. Сформированные во время полевых практик компетенции обучающихся закрепляются во время производственной преддипломной практики и отражаются в выпускной квалификационной работе, которая должна быть подготовлена на основе собственных материалов исследований.

Ключевые слова: образовательная программа, бакалавриат, биология, ботаника, полевая практика, производственная практика, компетенции.

**FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCES
AT STUDENTS OF BIOLOGISTS OF THE BURYAT STATE
UNIVERSITY DURING THE PERIOD OF FIELD PRACTICE IN
BOTANY**

S.A. Kholboeva, T.G. Baskhaeva

*Buryat State University, Ulan-Ude, Russia,
e-mail: kholboeva@mail.ru, baskhaevatg@gmail.com*

Summary: The article presents the stages of the formation of professional competencies among students enrolled in the undergraduate degree program in the direction of training 06.03.01 Biology, profile General Biology at the Buryat State University during the field practice in botany. Field practice conducted from 1 to 3 courses in the summer within the Republic of Buryatia. The article presents the basic requirements for the formation of knowledge, skills and abilities of students, especially the stages of the practice. Formed during the field practice competences of students are fixed during the production pre-diploma practice and are reflected

in the final qualifying work, which must be prepared based on their own research materials.

Keywords: educational program, bachelor degree, biology, botany, field practice, work experience, competences.

На Факультете биологии, географии и землепользования в Бурятском государственном университете имени Доржи Банзарова реализуется образовательная программа высшего образования бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль Общая биология на основе ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2014 №944. Выпускающая кафедра ботаники имеет большой опыт и многолетние традиции организации и проведения полевых практик, являющихся важнейшей частью учебного процесса и отвечающих задачам будущей профессиональной деятельности. В учебном плане бакалавров предусмотрены следующие практики по ботанике (табл. 1)

Таблица 1

Практики по кафедре ботаники

Вид практики	Курс	Длительность (нед.)	Кол-во ЗЕТ	Кол-во часов
Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (анатомия и морфология растений, систематика низших растений)	2	3	4	144
Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (систематика высших растений)	4	2	3	108
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (геоботаника)	6	2	2	108
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (физиология растений)	6	2	2	72
Преддипломная практика	8	8,5	12	432

Практики позволяют целенаправленно и последовательно формировать следующие профессиональные компетенции обучающегося: способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1); способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок,

излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2).

Теоретической базой практики являются дисциплины, изучаемые студентами в учебных семестрах. Все предметы обеспечены литературой, в том числе учебными пособиями, разработанными сотрудниками кафедры ботаники (Басхаева и др., 2011; Холбоева, 2007). Ресурсное обеспечение практик соответствует требованиям федерального государственного образовательного стандарта. В достаточном количестве имеются определители растений, практикумы по анатомии и морфологии растений, по систематике растений (Пыжикова, Банаева, 2016). Также преподавателями кафедры опубликованы учебно-методические пособия по полевой практике (Митупов и др., 2005; Полевая практика..., 2016).

Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (анатомия и морфология растений, систематика низших растений) проводится на 1 курсе во 2 семестре. Практика полевая выездная, проходит на стационаре БГУ на берегу озера Щучье в Селенгинском районе Республики Бурятия. Район практики охватывает степные, солончаковые, луговые ландшафты в пределах Селенгинского среднегорья и горнотаежные сосновые и лиственничные леса отрогов хребта Хамар-Дабан, что дает возможность ознакомления студентов с большим разнообразием растительных сообществ и флоры региона.

На полевом этапе практики проводятся экскурсии по изучению растений типичных растительных сообществ района практики. Производятся гербаризация растений, систематизация по биоморфам, экологическим группам, сбор фиксированного материала для выполнения анатомических срезов, наглядных пособий по биоморфологии растений. Ведется дневник практики. Студенты также выполняют индивидуальные задания, результаты выполнения которых должны быть представлены на итоговую конференцию. Камеральный период включает определение растений, оформление гербария, обработку материалов, выполнение анатомических срезов, их зарисовку, изготовление наглядных тематических пособий

На 2 курсе обучающиеся проходят учебную практику по получению первичных профессиональных умений и навыков (систематика высших растений), в 4 семестре. Так как практики выездные, проводятся в полевых условиях, кафедра полностью обеспечивает студентов необходимым экспедиционным оборудованием (палатки, надувные коврики, тенты, котловое оборудование).

Студент должен знать: диагностические признаки важнейших семейств местной флоры; представлять ясные связи между систематическими категориями; иметь теоретические представления о методах сбора, обработки, коллекционирования и описания видов растений. Студент должен уметь: распознавать виды и объединять их в систематические группы более высокого ранга; работать с оптической техникой (микроскоп и бинокляр); правильно гербаризировать и определять растения; иметь навыки: владения основными методами описания вегетативных и генеративных органов; вести фенологические наблюдения в природе; проведения самостоятельных исследований в полевых условиях.

Практика на 2 курсе включает те же этапы, что и на первом курсе, при этом существенно отличается содержание учебной деятельности. На полевом этапе проводятся экскурсии по изучению важнейших представителей различных сообществ района практики (лесных, луговых, степных и агроценозов), экскурсия на стоячий водоем (озеро, пруд, старица), знакомство с прибрежно-водной флорой. Экскурсионный обзор места практики сопровождается выявлением фитоценотического разнообразия, студенты работают по группам. Работа выполняется студентами парами, но в зависимости от трудоемкости работа может быть поручена и одному студенту или группе из 3 - 4 человек. Основной задачей этой работы является привитие студентам элементарных навыков научно-исследовательской работы, самостоятельность в выборе и разработке темы, инициативу, изобретательность, использование литературы, умение анализировать и делать обоснованные выводы из полученного материала, а также на оформление отчета. На последнем этапе проходит подготовка и защита отчетов, заполнение флористических тетрадей, дневников практики, геоботанических описаний на бланках.

Производственная практика по геоботанике на третьем курсе завершает цикл полевых практик. Целью практики является знакомство с растительным покровом, освоение геоботанических методов исследования. Данная полевая практика также является выездной, проводится в Иволгинском районе в окрестностях с. Сотниково. В некоторых случаях студенты могут проходить практику индивидуально, принимая участие в научных экспедициях. Растительность здесь представлена дерновинно-злаковыми настоящими, луговыми, кустарниковыми водосборолистнотаволговыми и карагановыми степями, сосновыми, лиственнично-березовыми горнотаежными травяными лесами, приречными тополевыми лесами. Широко распространены луговые сообщества, в том числе и солончаковые (чиевые, двучешуйноирисовые). Так как район практики находится вблизи

города Улан-Удэ, студенты также знакомятся с флорой и растительностью города, рудеральными сообществами.

На данном этапе студенты разделяются на группы по 5-6 человек. Каждая группа самостоятельно выполняет геоботанические описания фитоценозов участка, указанного преподавателем, проводит гербаризацию растений. Кроме этого, для групп даются задания по изучению видового состава, пространственной структуры фитоценоза, учету продуктивности фитоценозов, составлению геоботанического профиля или геоботанической карты. На камеральном этапе к завершению практики обучающимися должен быть предоставлен заполненный дневник практики. Студенты работают группами и составляют групповой отчет по практике. Все материалы должны быть оформлены и подшиты в папку. Электронные копии дневника практики и отчеты прикрепляются в личном кабинете студентов. Защита отчета может быть проведена в форме собеседования или доклада.

Сформированные во время полевых практики компетенции обучающихся закрепляются во время производственной преддипломной практики и отражаются в выпускной квалификационной работе, которая должна быть подготовлена на основе собственных материалов исследований. Преддипломная практика на 4 курсе проводится на базе БГУ или на базах организаций согласно заключенным договорам.

Литература

Басхаева Т.Г., Намзалов Б.Б., Алымбаева Ж.Б. Систематика высших растений: курс лекций с иллюстрациями: учеб. пособие для студентов подготовки и специальности Биология. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2011. 274 с.

Митупов Ч.Ц., Бардонова Л.К., Холбоева С.А. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2005. 119 с.

Полевая практика по ботанике. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2016. 174 с.

Пыжикова Е.М., Банаева С. Ч. Рабочая тетрадь по ботанике (анатомия и морфология растений). Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2016. 106 с.

Самостоятельная работа по морфологии и анатомии высших растений (сост. Л. К. Бардонова, Е.М. Пыжикова). Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2008. 153 с.

Холбоева С.А. Самостоятельная работа по геоботанике. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2007. 110 с.

УДК 582.35

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ *POLYSTICHUM* ROTH
(СЕМ. ASPIDIACEAE METT. EX FRANK)**

О.В. Храпко

*Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия,
e-mail: ovkhrapko@yandex.ru*

Аннотация: Изучение морфологических структур и биологических особенностей 5 дальневосточных видов *Polystichum* выявило у представителей 3 типа корневищ, 4 типа вай; они отнесены к 4 группам жизненных форм и 3 типам сезонного развития. Проведенный анализ показал биологическое разнообразие дальневосточных *Polystichum* и дал основание говорить о реликтовом характере большинства представителей этой группы.
Ключевые слова: папоротники; *Polystichum*; морфология; сезонное развитие; биологическое разнообразие; Дальний Восток.

**BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL PECULIAR PROPERTIES OF
THE FAR EASTERN POLYSTICHUM ROTH (СЕМ. ASPIDIACEAE
METT. EX FRANK)**

O.V. Khrapko

*Botanical Garden Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia,
e-mail: ovkhrapko@yandex.ru*

Summary: A study of the morphological structures and biological features of 5 Far Eastern species of *Polystichum* revealed 3 types of rhizomes, 4 types of frond; they are assigned to 4 groups of life forms and 3 types of seasonal development. The analysis showed the biological diversity of the Far Eastern *Polystichum* and gave reason to talk about the relict character of most representatives of this group.
Keywords: ferns; *Polystichum*; morphology; seasonal development; biological diversity; Far East.

Каждый вид растений проходит свой путь развития, на протяжении которого он адаптируется к условиям окружающей среды, что находит отражение в биологических и морфологических особенностях: габитусе, ритмах развития и т.д. Считается, что габитус растений несет приспособительное значение, а адаптационная целостность любого растения зависит от морфологических особенностей, определяющих стратегии освоения пространства и корректировку этой стратегии во времени (Волков,

Кипонин, 2003). В связи с этим, анализ биологических и морфологических особенностей представителей определенной группы дает возможность оценить ее биологическое разнообразие, а также вносит вклад в понимание места отдельных ее представителей в современной флоре. Особый интерес представляют реликтовые элементы флоры, одним из которых являются папоротники. Одним из крупных родов современных папоротников является род *Polystichum* Roth (сем. *Aspidiaceae* Mett. ex Frank), объединяющий около 500 видов.

В большинстве литературных источников приводится преимущественно общее описание морфологического строения представителей рода *Polystichum*. Более детальное рассмотрение морфологических и биологических особенностей видов этого рода было выполнено при изучении папоротников юга российского Дальнего Востока (Храпко, 1996). Цель настоящей статьи – оценить биологическое разнообразие рода *Polystichum* на территории российского Дальнего Востока (рДВ) на основе анализа биологических и структурных особенностей его представителей.

Объекты и методы. Ранее для флоры рДВ указывалось 6 видов *Polystichum* (Цвелев, 1991; Шмаков, 2011; и др.), но позже (Kreshchenok et al., 2016) было показано, что *P. subtripteron* Tzvel. является синонимом *P. tripteron* (Kunze) C. Presl. С учетом этого, объектами нашего анализа явились 5 видов *Polystichum*, произрастающих на территории рДВ: *P. braunii* (Spenn.) Fée, *P. craspedosorum* (Maxim.) Diels, *P. lonchitis* (L.) Roth, *P. microchlamys* (Christ) Matsum., *P. tripteron* (G. Kunze) C. Presl.

При проведении исследований материал собирался на территории Хабаровского и Приморского краев, на о-ве Сахалин. Были просмотрены образцы дальневосточных *Polystichum* гербариев Биолого-почвенного института ДВО РАН (VLA), Ботанического сада-института ДВО РАН (VBGI) и ряда виртуальных гербариев (Каталог образцов..., Chinese Virtual...). Учитывался габитус и размеры растений, строение подземных органов, расположение верхушечной почки. У вай отмечались форма и степень рассечения пластинки, размеры черешка, характер и степень покрытия чешуями и волосками. При наблюдениях за сезонным развитием представителей в естественных условиях и в коллекции Ботанического сада-института ДВО РАН (Уникальная научная установка (коллекция живых растений открытого грунта) отмечались длительность жизни вай, сроки начала и окончания вегетации, спороношения.

Результаты исследований и обсуждение. Дальневосточные *Polystichum* – довольно высокие (до 100 см: *P. braunii*, *P. microchlamys*) и

средневысокие (50-80 см: *P. lonchitis*, *P. tripterum*) растения, и лишь высота *P. craspedosorum* невелика (до 20 см). Верхушечные почки *P. braunii*, *P. lonchitis*, *P. microchlamys* поверхностные или полупогруженные, корневища преимущественно ортотропно нарастающие, плотные из-за незначительных ежегодных приростов, неветвящиеся, что в целом характерно для видов с корневищами Dryopteris-типа (Храпко, 1996). Указанные признаки отмечаются и у корневищ *P. craspedosorum*, однако емкость верхушечной почки и размеры корневища значительно меньше, чем у названных выше видов, в связи с чем он отнесен к Camptosorus-типу. Корневища *P. tripterum* косо нарастающие или плагиотропные, незначительно ветвящиеся, их ежегодные приросты не столь малы. По этим признакам он отнесен к группе с Athyrium-типом корневищ (Храпко, 1996).

По строению вай дальневосточные виды *Polystichum* более разнообразны. Вайи *P. braunii*, *P. microchlamys* отнесены к Dryopteris-типу (Храпко, 1996) – они довольно крупные, удлиненные, небольшой степени рассечения. Перышки с обеих сторон рассеянно-волосистые, снизу с чешуями; черешки короткие, как и оси перьев, густо покрыты чешуями. Характер строения и сезонные особенности надземной части *P. lonchitis* позволили отнести этот вид в группу с Blechnum-типом вай, для которого характерны средних размеров жесткие зимующие незначительно рассеченные вайи с коротким черешком. К Athyrium-типу были отнесены вайи *P. tripterum*, они средних размеров, мезоморфные, с более рассеченными, чем у предыдущих видов, пластинками. По строению надземных органов выделяется *P. craspedosorum* – его вайи зимнезеленые, незначительно рассечены, с выводковыми почками на концах осей пластинок, что характерно для вай Camptosorus-типа (Храпко, 1996).

По классификации К. Раункиера все дальневосточные представители рода *Polystichum* могут быть отнесены к гемикриптофитам, которые, как отмечалось (Храпко, 2010), преобладают в составе дальневосточной птеридофлоры и характерны для флор умеренного климата. Более детальный анализ (Храпко, 1996) позволил отнести изучаемые виды к трем группам жизненных форм: плотнорозеточные восходящие: *P. braunii*, *P. microchlamys*; плотнорозеточные восходящие вечнозеленые – *P. lonchitis*, диффуздорозеточные восходящие – *P. tripterum*, розеточные – *P. craspedosorum*.

При анализе морфологических особенностей дальневосточных *Polystichum* почти у каждого из видов выявлены черты несоответствия современным условиям произрастания. Так, *P. braunii* и *P. microchlamys* занимающие определенные ниши в лесных фитоценозах, по строению вай

отличны от лесных папоротников, для которых характерны длинные черешки вай, довольно крупные значительно рассеченные мезоморфные пластинки (Храпко, 2017). Несоответствие особенностей строения современным условиям произрастания выявлены и у *P. craspedosorum*. Как отмечалось (Державина, 2015), для папоротников-эпилитов характерна дерновинная биоморфа, в то время как *P. craspedosorum* отнесен к розеточным.

По характеру сезонного ритма дальневосточные *Polystichum* отнесены к 3 феноритмотипам: летнезеленые (*P. microchlamys*, *P. tripterum*), полувечнозеленые (*P. braunii*, *P. craspedosorum*) и вечнозеленые (*P. lonchitis*), что дает основание говорить о различной степени их адаптации к умеренному климату. Наиболее приспособлены к сезонным изменениям летнезеленые виды, у полувечнозеленых произошла неполная адаптация к этим условиям. *Вечнозеленость вай является реликтовым признаком и говорит о консерватизме сезонного ритма.*

Заключение. При анализе морфологических и биологических особенностей *Polystichum* рДВ были выявлены как черты сходства (поверхностные верхушечные почки, плотное ортотропное корневище и др.), так и черты различия. У 5 изучаемых видов отмечено 3 типа корневищ, 4 типа вай; они отнесены к 4 группам жизненных форм и 3 феноритмотипам, что свидетельствует о довольно значительном биологическом разнообразии группы.

В строении надземных органов, жизненной форме, сезонных ритмах ряда представителей имеются признаки, указывающие на формирование видов в иных, чем современные, условиях внешней среды.

Разнообразие биологических и морфологических особенностей дальневосточных *Polystichum*, различная степень консерватизма сезонных ритмов дают основание говорить о реликтовом характере большинства представителей этой группы, указывают на различные пути и длительную историю вхождения видов *Polystichum* во флору российского Дальнего Востока.

Литература

Волков И.В., Кипонин С.Н. Вопросы терминологии в экологической морфологии растений // Вестник ТГПУ. 2003. №4 (36). С. 61–66.

Державина Н.М. Адаптация эпилитных папоротников на разных уровнях структурной организации // Сибирский экол. журн. 2015. Т. 22, №2. С. 175–185.

Каталог образцов фондовых коллекций БИН РАН. URL: <https://www.binran.ru/collections/> (Дата обращения: 25.04.2019)

Храпко О.В. Биологические и морфологические адаптации лесных дальневосточных папоротников // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2017. №2. С. 230–243.

Храпко О.В. Место дальневосточных папоротников в системе жизненных форм Раункиера // Биологические типы Христена Раункиера и современная ботаника: матер. Всероссийской научн. конф. «Биоморфологические чтения к 150-летию со дня Х. Раункиера». Киров: Изд-во ВятГТУ, 2010. С. 104–110.

Храпко О.В. Папоротники юга российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1996. 200 с.

Цвелев Н.Н. Отдел Папоротниковидные Polypodiophyta // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1991. Т. 5. С. 14–93.

Шмаков А.И. Папоротники Северной Азии. Барнаул: АРТИКА, 2011. 209 с.

Chinese Virtual Herbarium URL: <http://www.cvh.ac.cn/search> (Дата обращения: 05.05.2019)

Kreshchenok I.A., Sinitsyna T.A., Kutsev M.G., Smirnov S.V., Shmakov A.I. About species independence of *Polystichum subtripteron* Tzvel. // Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. 2016. Т. 6, №2. С. 80–86.

УДК 581.1

РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*: МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Е.В. Цыпурская

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, г. Москва, Россия, e-mail: elena-pr22@mail.ru

Аннотация: Исследовали морфофизиологические характеристики растений-регенерантов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Скороплодный, выращиваемых в условиях *in vitro* в течение 90 суток, а также содержание в их листьях различных пигментов и фенольных соединений. Показали активный их рост в течение первых 60 дней и изменения в морфологии в течение всего периода выращивания. Выявили наиболее высокое содержания фотосинтетических пигментов у 30-суточных растений-регенерантов, а фенольных соединений – у 30- и 90-суточных. Все это свидетельствует о высокой метаболической активности 30-суточных растений-регенерантов картофеля, полученных методом микрочеренкования и выращиваемых в условиях *in vitro*.

Ключевые слова: картофель, *Solanum tuberosum* L., морфология, пигменты, фенольные соединения.

**POTATO PLANTS (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) *IN VITRO*
CONDITIONS: MORPHOPHIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL
CHARACTERISTICS**

E.V. Tsypurskaya

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, IPP RAS, Moscow, Russia,
email:elena-pr22@mail.ru*

Summary: We studied the morphophysiological characteristics of regenerated potato plants (*Solanum tuberosum* L.) of the Skoroplodny cultivar grown *in vitro* for 90 days, as well as the content of various pigments and phenolic compounds in their leaves. They showed their active growth during the first 60 days and changes in morphology during the entire growing period. The highest content of photosynthetic pigments was found in 30-day regenerant plants, and phenolic compounds in 30- and 90-day. All this indicates a high metabolic activity of 30-day potato regenerant plants obtained by microcutting and grown *in vitro*.

Keywords: potato, *Solanum tuberosum*, morphology, pigments, phenolic compounds.

Морфологические и биохимические характеристики растений представляют собой важный показатель их физиологического состояния и адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Это в определенной степени проявляется и в условиях *in vitro*, когда требуется сохранить уникальные растительные объекты или подобрать условия для их эффективного микроразмножения (Бутенко, 1999; Клунова и др., 2010).

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) это важнейшая сельскохозяйственная культура, широко применяемая во многих отраслях агропромышленного комплекса и пищевой индустрии. Привлечение методов биотехнологии позволяет расширить изучения различных разновидностей картофеля для рационального отбора сортов, создания новых его высокопродуктивных форм, адаптированных к местным природно-климатическим условиям и отвечающим современным требованиям внутреннего и внешнего рынка (Бутенко, 1999; Cantore et al., 2014). Важно также исследовать их морфологические и биохимические характеристики на этапе микрочеренкования побегов, предшествующего их укоренению и адаптации.

Целью исследования являлось изучение морфофизиологических характеристик *in vitro* культивируемых растений-регенерантов картофеля и

накопления в их листьях хлорофиллов, каротиноидов и фенольных соединений.

Материалы и методы. Объектом исследования были культивируемые в условиях *in vitro* растения картофеля (*Solanum tuberosum*, раннеспелый сорт Скороплодный). Их выращивали в стеклянных пробирках на агаризованной питательной среде Мурасиге и Скуга, содержащей 2% сахарозы, при 24°C и 16-часовом фотопериоде (люминесцентные лампы белого света ЛБ_80, освещенность 100 мкмоль квантов/(м² с) в камере фитотрона ИФР РАН. Для исследований использовали растения различного возраста (30, 60 и 90 суток).

Морфофизиологическое состояние растений оценивали по их высоте, числу междоузлий, развитию корневой системы. Определяли также сырой вес растений и отделенных от них листьев.

Содержания хлорофиллов (*a*, *b*), каротиноидов и фенольных соединений определяли спектрофотометрическим методом после экстракции высечек из листьев растений 96%-ным этанолом (Шлык, 1971; Запрометов, 1974).

Результаты. Рост растений картофеля в условиях *in vitro* сопровождался изменениями их морфофизиологических характеристик. В возрасте 30-сут их высота была наименьшей, размер листьев практически одинаков на всех ярусах, а корневая система слабо развита (табл.). К 60-ти суткам биомасса растений увеличивалась (в основном за счет увеличения площади верхних листьев), корневая систем была хорошо развита. Эта тенденция сохранялась и при дальнейшем росте растений в условиях *in vitro*. У 90-сут культур, прирост биомассы был значительным и превышал показатели 30- и 60- сут культур практически в 2,5 раза.

Таблица

Морфофизиологические характеристики растений картофеля различного возраста, выращенных в условиях *in vitro*

Длительность выращивания	Высота растения, см	Число междоузлий	Вес одного растения, г	Вес листьев, г	Вес стеблей, г	Цвет листьев	Развитие корней
30 суток	5,1±1,3	4 ± 1	0,11±0,01	0,04±0,04	0,07±0,01	Зеленый	Слабое
60 суток	6,9±1,4	8 ± 1	0,15±0,01	0,07±0,01	0,08±0,01	Темно-зеленый	Хорошее
90 суток	9,0±1,8	10 ± 1	0,39±0,02	0,19±0,02	0,20±0,01	Темно-зеленый	Хорошее

Важным показателем физиологического состояния растений является содержание фотосинтетических пигментов, особенно хлорофиллов *a* и *b*, в их листьях (Мокроносков, 1981). Из наших данных следует, что оно было самым высоким только на начальных этапах роста *in vitro* растений-регенерантов картофеля (30 суток) (рис. 1). В дальнейшем количество хлорофиллов в листьях снижалось и достигало минимальных значений к 90-м суткам культивирования.

О фотосинтетической продуктивности растительных тканей судят по такому показателю как отношение хлорофиллов *a/b*, оптимальное значение которого приближается к 3 (Романова и др., 2011). В нашем случае отношение хлорофиллов *a/b* в листьях *in vitro* растений картофеля незначительно повышалось по мере их роста и достигало 2,2 к 90-м суткам культивирования.

Помимо хлорофиллов пигментная система растений содержит также каротиноиды, физиологическая роль которых связана с защитой фотосинтетического аппарата от фотодеструкции, а также с дополнительным поглощением света в синей области спектра (Lichtenthaler, 1987). Наименьшее их содержание отмечено на 30-е сутки роста растений картофеля (рис. 1). К 60-м суткам оно резко повышалось, а к 90-м суткам – незначительно снижалось.

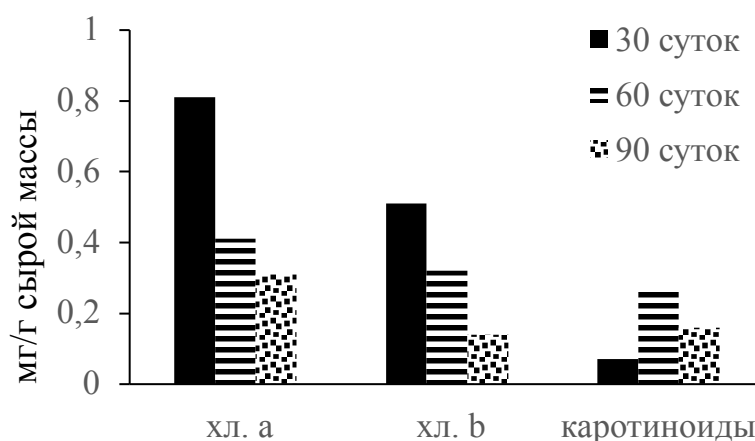


Рис. 1. Содержание пигментов в листьях *in vitro* растений картофеля различного возраста (30, 60, 90 суток).

Следовательно, в листьях *in vitro* растений картофеля накопление каротиноидов по мере роста растений увеличивалось. Возможно, этот эффект обусловлен условиями культивирования (пробирки, не высокая интенсивность светового воздействия) и необходимостью дополнительного поглощения света для процессов фотосинтеза и, как следствие, их роста.

Нельзя отвергать и такие функции каротиноидов, как стабилизация мембран хлоропластов и «тушителей» синглетного кислорода (Романова и др., 2011; Lichtenthaler, 1987).

Одними из важных метаболитов растений, которым отводится роль антиоксидантов, являются фенольные соединения (Запрометов, 1974). Их накопление было достаточно высоким у 30- и 90-суточных растений картофеля (4 и 4,6 мг/г сырой массы, соответственно), а у 60-суточных – несколько ниже (2,8 мг/г сырой массы).

Все вышеизложенное свидетельствует об изменениях в морфофизиологических характеристиках растений-регенерантов картофеля, инициированных из раннеспелого сорта Скороплодный и выращиваемых в условиях *in vitro* с использованием метода микрочеренкования, по мере их культивирования, а также отличиях в составе пигментного комплекса их листьев и уровне накопления фенольных соединений. Высокая метаболическая активность характерна для 30-суточных растений-регенерантов, что может служить основой для их последующего укоренения и адаптации к полевым условиям.

Литература

Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: ФБК-Пресс, 1999. 160 с.

Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. М.: Высшая школа, 1974. 213 с.

Клунова С. М., Егорова Т. А., Живухина Е. А. Биотехнология. М.: Академия, 2010. 256 с.

Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.

Романова А.К., Семенова Г.А., Новичкова Н.С. и др. Физиолого-биохимические и флуоресцентные показатели старения листьев сахарной свеклы в вегетативной фазе роста // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 2. С. 221–233.

Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. М.: Наука, 1971. С. 154–171.

Cantore V., Wassar F., Yamaç S. S., Sellami M. H., Albrizio R., Stellacci A. M., Todorovic M. Yield and water use efficiency of early potato grown under different irrigation regimes // International Journal of Plant Production. 2014. Т. 8. №. 3. С. 409–428.

Lichtenthaler H. K. Chlorophyllus and carotinoids, the pigments of photosynthetic biomembranes // Methods enzymology / Eds Douce R., Packer L. N.Y.: Academic, 1987. P. 350–382.

УДК 581.71

АНОМАЛИИ СТЕБЛЯ ДРЕВЕСНОЙ ЛИАНЫ – *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (RUPR. ET MAXIM.) MAXIM.), ФОРМИРУЮЩЕЙСЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕХАНИЗМА ПРИКРЕПЛЕНИЯ К СТЕБЛЮ

О.Ж. Цырендоржиева

*Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск, Россия,
e-mail: olga.zhunduevna@gmail.com*

Аннотация: Предлагаемая к публикации статья посвящена изучению аномалии стебля некоторых лиан, формирующиеся в зависимости от механизма прикрепления к стеблю. В основу работы положены собственные исследования автора. Основной целью работы было сравнить аномалии стебля актинидии коломикта, связанных со способом прикрепления к опоре. У вьющихся лиан, на примере актинидии коломикта происходит формирование эксцентricности.

Ключевые слова: аномалия, стебель, лиана, прикрепление, годовичные слои, ксилема.

ANOMALIES OF A STEM OF A WOODEN LIANA - *ACTINIDIA KOLOMIKTA* (RUPR. ET MAXIM.) MAXIM.) FORMED DEPENDING ON THE MECHANISM OF ATTACHING TO THE STEM

O.Zh. Tsyrendorzhieva

*Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia,
e-mail: olga.zhunduevna@gmail.com*

Summary: The article proposed for publication is devoted to the study of the anomaly of the stem of some vines, which are formed depending on the mechanism of attachment to the stem. The work is based on the author's own research. The main goal of the work was to compare the anomalies of the stem of the *Actinidia colomikta* associated with the method of attachment to the support. In winding vines, the formation of eccentricity occurs as an example of *Actinidia colomikta*.

Keywords: anomaly, stem, liana, attachment, annual layers, xylem.

Аномалии роста и развития живых организмов являются важной областью исследования, этой области уделяют внимание различные науки биологического и медицинского направлений.

У древесных растений существует немало структурных нарушений, многие из которых затрагивают развитие осевых органов (побегов, ветвей, ствола). Их изучение важно, т.к. любое отклонение от нормы позволяет глубже понять механизм нормального процесса, что в дальнейшем дает возможность более эффективно управлять им.

Лианы, произрастающие в Сахалинской области, являются интересным объектом для исследования аномалий. Лианы – это своеобразные, деревянистые и травянистые растения, относящиеся к различным систематическим группам, имеющие существенное значение в жизни человека. Аномалии лиан, связанные с их способом прикрепления освещены фрагментарно. В связи с этим, посчитали актуальным провести исследования в данном аспекте.

В качестве объекта исследования была выбрана *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim.) (рис. 1).

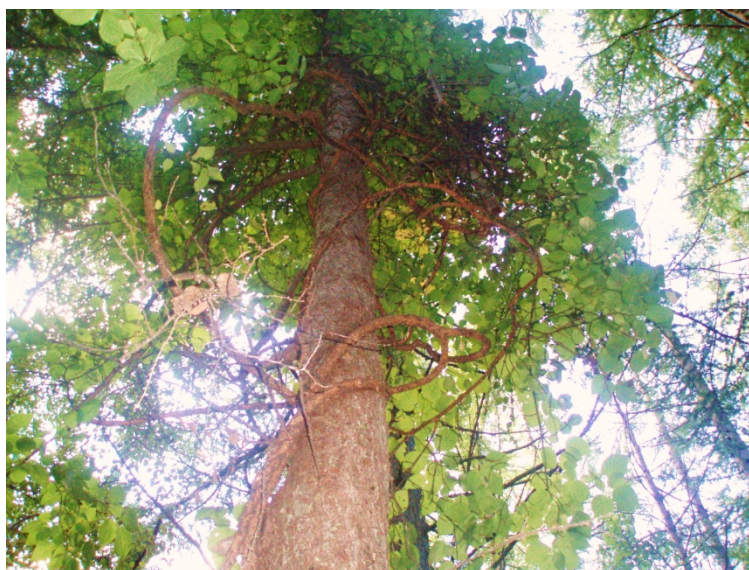


Рис. 1. Древесная лиана – *Actinidia kolomikta* (Rupr. et Maxim.) Maxim.).

Методика проведения работы. Образцы для анализа представляли собой или отрезки стеблей, или высечки из стеблей. Для изготовления срезов использовали санный микротом с замораживающим столиком. Резку производили в продольном и поперечном направлениях. Перед резкой образцы не менее 6 часов варили в смеси глицерина с водой (1:1).

Изготовление постоянных препаратов осуществляли по общепринятой в анатомии растений методике (Прозина, 1960). Срезы (толщина 10-20 мкм)

окрашивали регрессивным способом. Затем помещали в канадский бальзам и закрывали покровным стеклом.

Постоянные препараты анализировали на фотонных микроскопах МИКМЕД-2 и Olimpus. Измерение производили с помощью винтового окуляр-микрометра МОВ-1-15. На препаратах измеряли ширину годичных колец, ширину сердцевинных лучей, диаметр просветов сосудов. Данные измерений обрабатывали методом невзвешенных вариационных рядов (Зайцев, 1990). Формулы для вычисления показателей ряда приведены в работе.

Результаты исследований.

Актинидия коломикта относится к группе обвивающих лиан, очень часто в качестве опоры она использует соседний ствол лианы.

При этом внешняя и внутренняя сторона стволика обвивающей лианы находятся под воздействием разных сил. Внешняя сторона подвергается растяжению, а внутренняя давлению, как со стороны опоры, так и под действием сил сжатия, формирующихся в самой лиане (рис. 2).

У лианы широкие годичные слои формируются со стороны растяжения.



Рис. 2. Стебель актинидии коломикта на поперечном срезе.

В стеблях обвивающих лиан ширина годичного слоя ксилемы с внешней стороны почти в два раза больше, чем со стороны, контактирующей с опорой (достоверность различия более 7) (табл. 1).

Показатели вариационного ряда

Образец	Показатели вариационного ряда				
	$M_{\text{ср}}$	δ	$m_{\text{ср}}$	$C, \%$	t
Сторона, обращенная к стволу	282,8	48,21	9,64	17,05	29,33
Внешняя сторона	422,4	81,89	16,38	19,39	25,79

$$\gamma = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{422,4 - 282,8}{\sqrt{16,38^2 + 9,64^2}} = 7,34$$

$$r = \frac{\sum \alpha_x \alpha_y}{\sqrt{\sum \alpha_x^2 \sum \alpha_y^2}} = \frac{76473}{\sqrt{58104 \cdot 167656}} = 0,77$$

Ширина годовичных слоев с разных сторон стволика не является случайной, они связаны прямолинейной зависимостью (коэффициент корреляции 0,77) (рис. 3).

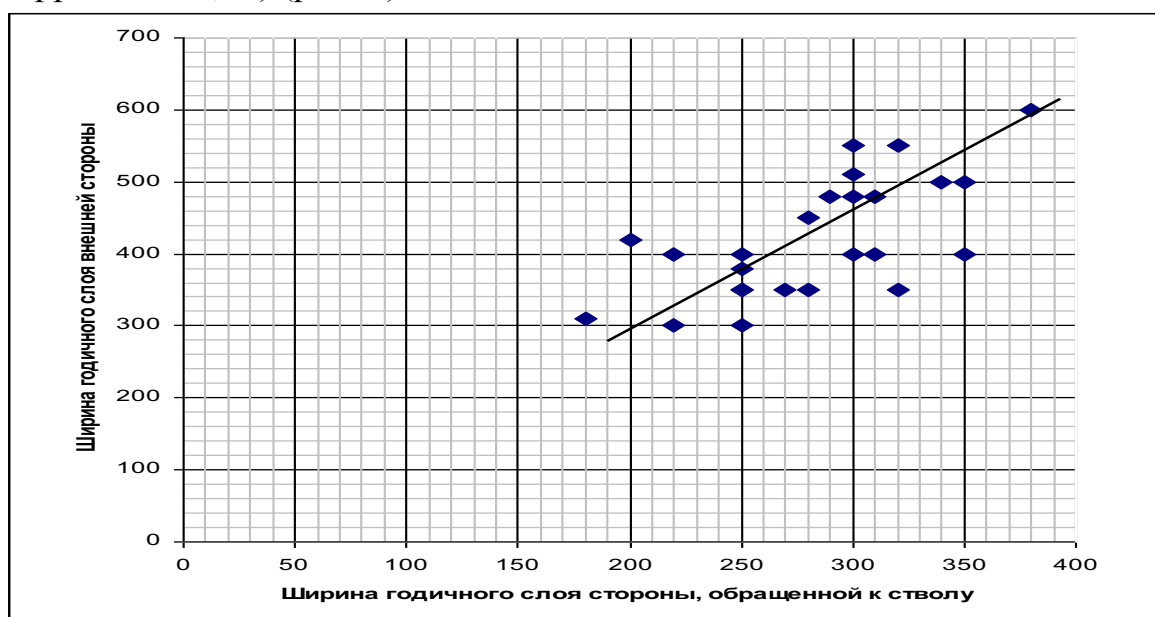


Рис. 3. График прямолинейной зависимости между шириной годовичного слоя внешней стороны и шириной годовичного слоя стороны, обращенной к стволу актинидии коломикта.

Таким образом, у вьющихся лиан, на примере актинидии коломикта, происходит формирование эксцентricности. При этом наблюдается интересное явление, противоположное тому, что происходит в стеблях деревьев при формировании эксцентricности в результате появления крутящего момента. У лиан, в отличие от стволов пряморастущих деревьев,

широкие годичные слои формируются на стороне стебля, испытывающего растяжение, а не сжатия.

Литература

Еремин В.М., Цырендоржиева О.Ж. Сравнительная анатомия стебля лиан Сахалина и Курил. Южно-Сахалинск: изд-во ИМГиГ, 2007. 173 с.

Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М., 1960. 130 с.

Цырендоржиева О.Ж. Анатомия стебля лиан Сахалина и Курил. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ: изд-во БГУ, 2006. 22 с.

Цырендоржиева О.Ж. Анатомия коры некоторых актинидий // Труды VII Международной конф. по морфологии растений, посвященной памяти И.Г. и Т.И. Серебряковых. М.: изд-во МПГУ, 2004. С. 89–90.

Цырендоржиева О.Ж. Анатомия древесины *Actinidia kolomikta* (Maxim.) Maxim. // Биоморфологические исследования в современной ботанике: материалы Международной конференции, посвященной 45-летию выхода в свет монографии И. Г. Серебрякова «Экологическая морфология растений» / Ред. О.В. Храпко. Владивосток, 2007. С. 448–450.

УДК 574 + 581.5 (571.6)

МИКРОМОРФОЛОГИЯ ОТМЕЛЬНОГО ЭФЕМЕРА *COLEANTHUS SUBTILIS* (РОАСЕАЕ) НА НИЖНЕМ АМУРЕ

Д.Ю. Цыренова

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия,
e-mail: Duma@mail.ru

Аннотация: Представлены результаты анатомического исследования вегетативных органов стенолопного отмельного голарктического вида злаков *Coleanthus subtilis* на материале с Нижнего Амура. Выявлено, что вид характеризуется микроструктурой сухопутного гигрофита. Об этом свидетельствует присутствие в стебле колленхиматозной кортикальной паренхимы и механической межпучковой паренхимы, в корне – типичной эндодермы и склерифицированного цилиндра, в листе – склерифицированной эпидермы, компактного мезофилла и склеренхимной обкладки пучков. Обнаружено сочетание типичных и специфических адаптивных микропризнаков как гигроморфной, так и гелиоморфной природы. Адаптация вида к песчано-илистым межленным местообитаниям осуществляется благодаря гистологическим преобразованиям тканей растений. При этом узкая специализация вида не затрагивает типичного строения органов и не вызывает упрощения их внутренней структуры. У *Coleanthus subtilis* выявляются некоторые особенные

микроморфологические черты: четырехлучевая первичная ксилема в корне, круговое расположение пучков и выраженная зона первичной коры.

Ключевые слова: *Coleanthus subtilis*, Poaceae, отмельный эфемер, микроморфология, Нижний Амур, Хабаровский край.

**MICROMORPHOLOGY OF THE RIVERBANK EPHEMER
COLEANTHUS SUBTILIS (POACEAE)
FROM THE LOWER AMUR RIVER**

D.Ju. Tzyrenova

Pacific National University, Khabarovsk, Russia, e-mail: Duma@mail.ru

Summary: There are results of the anatomy research of vegetative organs of *Coleanthus subtilis* – stenotopic riverbank grass species from the Lower Amur River. It has the microstructure of the land hygrophyte: collenchymatous cortical parenchyma and ground fascicular parenchyma between fascicles in the stem, typical endoderma and sclerenchyma in the central cylinder in the root, sclerous epiderma, compact mesophyll and sclerenchyma covering of fascicles in the leaf. This is the combination of typical and specific adaptive characters of hygromorphic and heliomorphic structure. The histological transformation of tissues is the adaptation to habitat conditions. The narrow specialization of the species does not affect the typical structure of plant organs and does not provoke the reduction of their internal structure. *Coleanthus subtilis* has some unusual characters: primary xylem in the root with 4 radials, expressed primary area of the cortex and circular arrangement of fascicles.

Keywords: *Coleanthus subtilis*, Poaceae, riverbank ephemeral, micromorphology, Lower Amur, Khabarovskii Krai.

Объект наших исследований – голарктический отмельный вид *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Siedel (сем. Poaceae). Находки вида в природе чрезвычайно редки. Причина кроется в эколого-биологических особенностях вида, обусловленных узкой специализацией к песчано-илистым меженистым берегам рек и озер, где вид встречается в составе низкорослых эфемерных сообществ пойменной растительности (Ворошилов, 1968; Нечаев, Нечаев, 1973; Таран, 1995; 2001). На российском Дальнем Востоке вид отмечается в бассейне Амура (Пробатова, 1985). Общее распространение: Евразия, Северная Америка. В настоящее время актуальность изучения *Coleanthus subtilis* сохраняется. Аутэкологические исследования вида на микроморфологическом уровне до сих пор не проводились. Требуются

детальные исследования экологии вида, структуры и динамики локальных популяций вида.

Цель настоящих исследований: анализ микроморфологии вегетативных органов *Coleanthus subtilis* для выявления устойчивости и адаптированности вида к условиям существования на амурских отмелях.

Для исследования брались гербарные образцы, собранные в 2001 и 2012 гг. вблизи Хабаровска в пойме основного русла Амура и его левого притока Тунгуски, по берегам пойменных озер Петропавловское и Большое. Микроморфологические исследования проведены по общепринятой методике (Фурст, 1979).

Строение корня (рис. 1, А). В первичной коре имеются рексигенные воздухоносные полости, образованные путем отмирания групп клеток и последующего разрыва их стенок в ходе разрастания окружающей ткани. Внутренние слои паренхимы первичной коры суберинизированы. Эндодерма однослойная, с подковообразными лигнифицированными утолщениями. Центральный цилиндр сплошь склерифицированный. В нем имеются один широкопросветный сосуд в самом центре органа, а вокруг него более узкопросветные сосуды в числе 4(!)–6.

Строение стебля (рис. 1, В). Покрит однослойной эпидермой с тонкой кутикулой. Устьица поверхностные, замыкающие клетки располагаются вровень с эпидермальными, подустыичные полости крупные. Трихомы не выражены. Наблюдаются целлюлозные утолщения наружных стенок клеток эпидермы. Первичная кора из 2–3 слоев колленхиматозной паренхимы, клетки которой б.м. сомкнуты и содержат хлоропласты. Эндодерма и перицикл не выражены. Центральный цилиндр пучковый. Проводящие пучки имеют типичное для злаковых строение. Отмечается один круг пучков, соединенных склерифицированной межпучковой паренхимой. Сердцевина вначале выполнена крупноклеточной паренхимой, затем в ней формируется небольшая воздухоносная полость соломины. В сердцевине пучки отсутствуют.

Строение листа (рис. 1, С, D). На поперечном разрезе листовая пластинка дорзивентральная. Верхняя сторона пластинки листа б.м. ровная, а нижняя выпуклая на жилках. Толщина пластинки наибольшая в середине листа, особенно, в области жилок ~ 208 мкм, а по краю листа она становится тонкой и двуслойной ~ 41,6 мкм. Верхняя и нижняя эпидерма с тонким слоем кутикулы. Эпидермальные клетки однослойные, крупные бесцветные б.м. склерифицированные, все – одинаково пузыревидные. Трихомы отсутствуют. Лист амфистоматный с устьицами на верхней и нижней сторонах. Устьица поверхностные или неглубоко погруженные, с небольшой

подустьичной полостью. Проводящие пучки закрытые коллатеральные со склеренхимной обкладкой. В ксилеме имеется воздушная полость. Мезофилл листа устроен по фестукоидному типу. В области жилок одни клетки мезофилла округлой формы, располагаются вокруг пучков в виде паренхимной обкладки, в них заметны хлоропласты. Другие клетки мезофилла более прямоугольной формы располагаются субэпидермально 3–5 слоями.

На плоскостном препарате листа (рис. 1, E, F) видно, что клетки верхней и нижней эпидермы одинаковы по очертаниям: четырех-шестигранные, с прямыми неутолщенными стенками. Устьица располагаются параллельными рядами вдоль жилок листа. Количество устьиц на 1 мм² верхней эпидермы ~54, нижней эпидермы ~31. Тип устьичного аппарата – парацитный с двумя мелкими побочными клетками, параллельными к цилиндрическим замыкающим клеткам.

Как показали наши исследования, у *Coleanthus subtilis* в осевых органах наблюдается типичное строение, свойственное микроморфологической конституции корня и стебля однодольных. Отклонений в общем плане строения органов и их микроструктурного упрощения, обусловленных эфемерностью и терофитностью растений и специфическими отшельными условиями существования, не обнаружено. Набор гистологических зон и составляющих их тканей, как в корне, так и стебле, типичен. У *Coleanthus subtilis* выявляются некоторые особенные признаки микроморфологии: четырехлучевая первичная ксилема в корне, круговое расположение пучков и выраженная зона первичной коры. В листе *Coleanthus subtilis* обнаружены типичные фестукоидные анатомические признаки, как у большинства представителей подсемейства Pooideae, также парацитный устьичный аппарат с особыми замыкающими клетками граминоидного типа как у всех злаков (Цвелев, 1982).

Адаптация *Coleanthus subtilis* к песчано-илистым меженным местообитаниям осуществляется благодаря гистологическим преобразованиям тканей растения (при типичном их взаиморасположении в органах). Прежде всего, выявлен комплекс адаптивных микропризнаков гигрофитной организации вида. К ним относится обилие воздухоносных полостей в первичной коре и сердцевине органов, которые помогают растениям успешно преодолевать ограничения в газообмене и транспирации в условиях высокого увлажнения аллювиального субстрата отмелей и периодического затопления волнами и течением у уреза воды. Наличие поверхностных устьиц и тонкой кутикулы также имеет адаптивное значение, способствуя активному поверхностному водообмену.

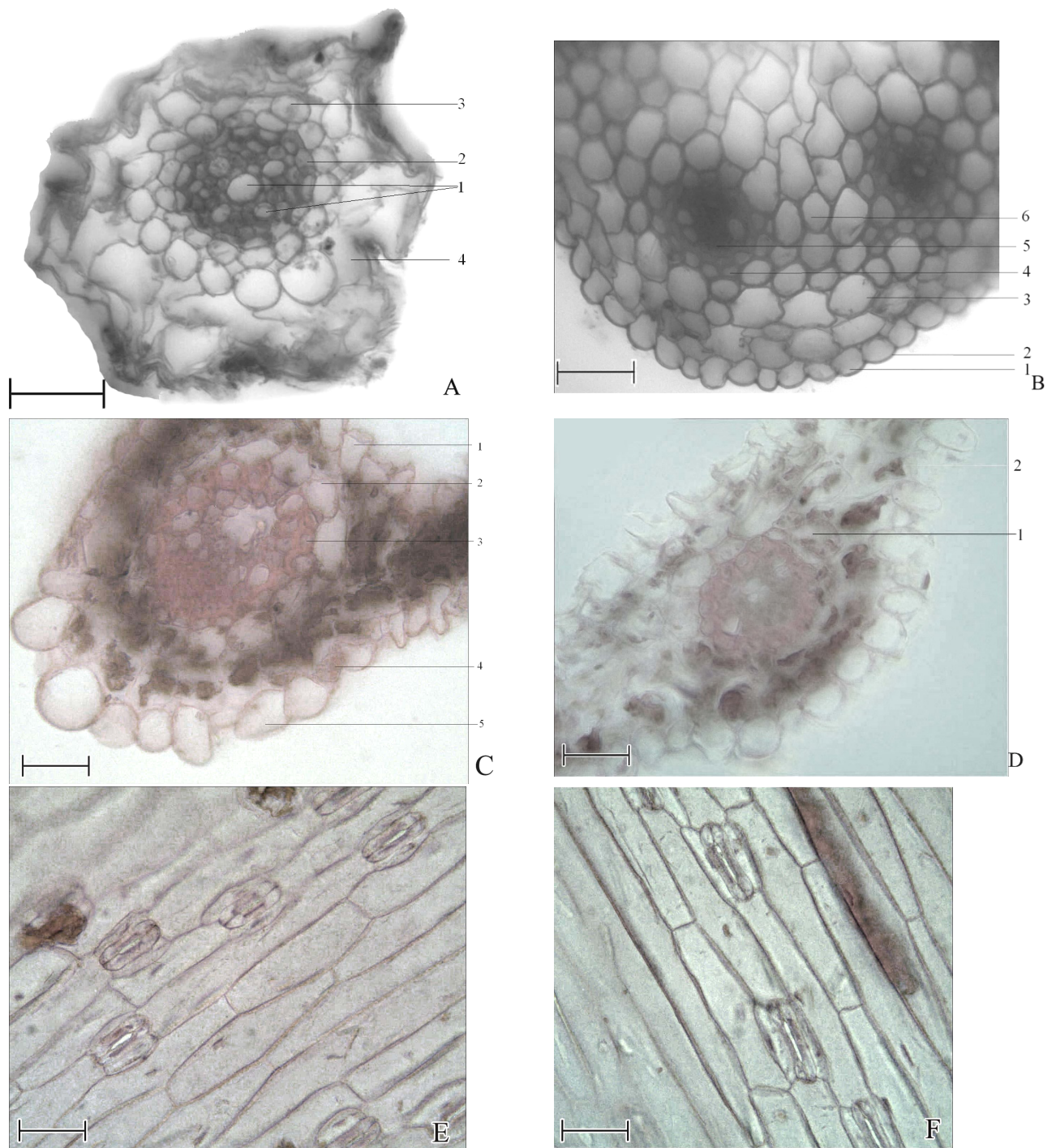


Рис. 1. Микроморфология вегетативных органов *Coleanthus subtilis*:

А – поперечный разрез корня: 1 – сосуды ксилемы, 2 – эндодерма, 3 – паренхима первичной коры, 4 – рексигенные воздушные полости; В – поперечный срез стебля: 1 – эпидерма, 2 – кутикула, 3 – паренхима первичной коры, 4 – склеренхимная обкладка пучка, 5 – проводящий пучок, 6 – межпучковая паренхима; С – поперечный срез листа через крупную жилку: 1 – верхняя эпидерма, 2 – нижняя эпидерма, 3 – устьице, 4 – хлоренхима, 5 – наружная паренхимная обкладка пучка, 6 – внутренняя склеренхимная обкладка пучка, 7 – проводящий пучок; D – строение хлоренхимы на поперечном срезе листа через мелкую жилку: 1 – обкладочные клетки, 2 – субэпидермальные клетки; E – верхняя эпидерма; F – нижняя эпидерма. Масштабная линейка – 4,7 мкм.

Суберинизация кортикальной паренхимы корня защищает центральный цилиндр от выщелачивающего действия воды. Вместе с тем, присутствие в стебле колленхиматозной кортикальной паренхимы и механической межпучковой паренхимы, а в корне – типичной эндодермы и склерифицированного центрального цилиндра свидетельствует о сухопутной микроморфологии осевых органов у *Coleanthus subtilis*.

Проведенные исследования позволили получить новые данные о *Coleanthus subtilis* – оригинальном представителе отмельной флоры Амура. Впервые изучена микроморфология вида.

Литература

Ворошилов В.Н. Об отмельной флоре умеренных областей муссонного климата // Бюлл. ГБС АН СССР. 1968. Вып. 68. С. 45–48.

Нечаев А.П., А.А. Нечаев. *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidl. в приамурской части ареала // Бот. журн. 1973. Т. 58. № 5. С. 404–446.

Пробатова Н.С. Род Влагалищцветник – *Coleanthus* Seidl // Сосудистые растения советского Дальнего Востока / С.С. Харкевич (ред.). Л.: Наука, 1985. Т. 1. С. 325–327.

Таран Г.С. Малоизвестный класс растительности бывшего СССР – пойменный эфемеретум (*Isoëto–Nanajuncetea* Br.-Bl. et Tx. 1943) // Сиб. экол. журн. 1995. Т. 1, № 4. С. 373–382.

Таран Г.С. Ассоциация *Cypero–Limoselletum* (Oberd. 1957) Korneck 1960 (*Isoëto–Nanajuncetea*) в пойме средней Оби // Растительность России. СПб., 2001. № 1. С. 43–56.

Цвелев Н.Н. Порядок злаки (*Poales*) // Жизнь растений / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1982. Т. 6. С.341–378.

Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. М., 1979. 159 с.

УДК 581.44:582.573.76

ОСОБЕННОСТИ ПОБЕГООБРАЗОВАНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *HEMEROCALLIS* L.

Л.Р. Челтыгмашева

Центральный сибирский ботанический сад, г. Новосибирск, Россия,

e-mail: chaskaa@mail.ru

Аннотация: Представлены результаты исследования побегообразования четырех видов рода *Hemerocallis* L. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири виды формируют плотные короткорневищные (*H. fulva*, *H. middendorffii*) и рыхлые короткорневищные (*H. citrina*, *H. minor*) биоморфы.

У них отмечена полная специализированная (*H. middendorffii*) и неспециализированная (*H. citrina*, *H. fulva*, *H. minor*) морфологическая дезинтеграция.

Ключевые слова: корневище, биоморфа, интродукция, *Hemerocallis*.

FEATURES OF THE SHOOTS FORMATION OF THE GENUS *HEMEROCALLIS* L.

L.R. Cheltygmasheva

Central Siberian Botanical Garden, Novosibirsk, Russia,

e-mail: chaskaa@mail.ru

Summary: The results of the study of shoot formation of four species of the genus *Hemerocallis* L. are presented. Under the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia, the species form dense short-rhizomal (*H. fulva*, *H. middendorffii*) and loose short-rhizomal (*H. citrina*, *H. minor*) biomorphs. They noted complete specialized (*H. middendorffii*) and unspecialized (*H. citrina*, *H. fulva*, *H. minor*) morphological disintegration.

Keywords: rhizome, biomorph, introduction, *Hemerocallis*.

Проблема развития растений до сих пор является актуальным звеном в изучении организма растений. На процессы образования морфологических структур у растений большое влияние оказывают эколого-ценотические условия произрастания. Изучение жизненных форм растений, приспособлений к переживанию неблагоприятного периода, возрастных изменений, вегетативного возобновления и размножения имеет не только теоретический интерес, но и важное прикладное значение. Поскольку, именно от этих особенностей зависит сохранение и возобновление дикорастущих растений (Серебряков, 1962; Савиных, 1979; Хохряков, 1981).

Представители рода *Hemerocallis* L. (лилейник, красоднев, сем. *Hemerocallidaceae* R. Br.) широко используются в декоративном цветоводстве в России и за рубежом, благодаря высокой экологической пластичности и долговечности. По данным разных исследователей род насчитывает 20–25 видов, произрастающих в Японии, Корее, Китае, Монголии, Сибири, на Дальнем Востоке на опушках лесов, в зарослях кустарников и на лугах (Полетико, 1950; Ну, 1968; Турчинская, 1973; Декоративные растения ..., 1977).

Цель – выявление особенностей побегообразования четырех видов лилейников в условиях культуры.

Работа выполнена в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск). Объектами исследования послужили особи генеративного возрастного состояния четырех видов: *H. citrina* Baroni – красоднев лимонно-желтый, *H. fulva* L. – красоднев буро-желтый, *H. middendorffii* Trautv. et C.A. Mey. – красоднев Миддендорфа, *H. minor* Mill. – красоднев малый. Для морфологического описания растений использовали общепринятую терминологию (Федоров и др., 1962; Жмылев и др., 2005).

Красодневы – корневищные многолетние поликарпические растения, геофиты. Подземные органы представлены корневищем с придаточными корнями, формирующие достаточно мощную корневую систему (рис. 1).



H. citrina



H. fulva



H. middendorffii



H. minor

Рис. 1. Побеги исследованных видов.

Анализ побеговой системы подземных органов показал, что исследованные виды имеют подземное компактное коротковетвистое корневище. Придаточные корни – мочковатые, шнуровидные, с утолщенными шишковидными образованиями (корневые шишки). По выполняемым функциям корни лилейников можно разделить на всасывающие, запасающие и контрактильные. По происхождению корневище у исследованных видов гипогенное, то есть оно изначально развивается как подземный видоизмененный побег. У видов отмечен ортотропный тип подземного побега. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири у *H. middendorffii* и *H. fulva* отмечено плотное расположение дочерних корневищ, а у *H. citrina* и *H. minor* – рыхлое. Выявлено, что у основания главного побега в пазухах ассимилирующих листьев закладываются в разной степени развитые вегетативные и генеративные побеги возобновления. Для исследованных видов определен неявнополицентрический тип биоморфы. Взрослые особи неявнополицентрических биоморф имеют несколько слабо различимых центров сосредоточения корней, побегов и почек возобновления. В онтогенезе особи эти центры формируются настолько близко, что их очень трудно разграничить. Для подземных органов характерна полная морфологическая дезинтеграция. Причём для *H. middendorffii* она определена как неспециализированная, поскольку особи у него вегетивно-неподвижные. А у *H. citrina*, *H. minor* – как специализированная с относительно подвижной подземной вегетативной системой, что было отмечено ранее (Седельникова, 2016). Среди исследованных видов *H. fulva* отличается наибольшей подвижностью вегетативной системы (рис. 2).



Рис. 2. Побеговая система *H. fulva*.

Известно, что у красоднезов единицей возобновления является система скелетного моноподиального побега (Вяткин, 2000). А основной структурной единицей особей является моноподиальный розеточный побег. Раннее проведенные исследования показали, что тип нарастания побега моноподиальный с прегенеративного периода и сохраняется в течение всего генеративного периода (Седельникова, 2016). Красодневы развивают два вида надземных побегов: вегетативные и генеративные. Первые выполняют функции вегетативного возобновления, и в течение всего вегетационного периода несут только зеленые листья, вторые – несут только цветки в соцветиях и лишены нормально развитых листьев. Отмечено, что за один вегетационный период виды в среднем формируют от 2 (*H. fulva*) до 6 (*H. citrina*) надземных побегов (рис. 1). Розетка листьев имеет компактную форму. Из пазушных почек прикорневых листьев у лилейников развиваются вегетативные и генеративные (цветоносные) побеги. Цветоносные побеги исследованных видов возвышаются над листьями. Высота цветоносов варьирует в зависимости от вида: от 30 см (*H. middendorffii*) до 140 см (*H. fulva*). По степени прочности цветоносы прямостоячие (*H. citrina*, *H. fulva*, *H. minor*) и отклоняющиеся (*H. middendorffii*). В верхней части цветоносного побега соцветие разветвлено. По степени разветвленности цветоносы бывают: сильноветвистые (*H. citrina*), ветвистые (*H. fulva*), слабветвистые (*H. minor*). Соцветие у лилейников метельчатое, с небольшими листовидными (*H. citrina*, *H. fulva*, *H. minor*) или пленчатыми (*H. middendorffii*) прицветниками у основания цветоножек. Количество цветков в соцветии зависит от вида и может быть от 4–5 как у *H. middendorffii* и до 20 как у *H. fulva*. Исследования Л.Л. Седельниковой (2016) показали, что у видовых лилейников синфлоресценция представлена брактеозной кистью, в виде двойного цимоидного дихазия с равными (*H. citrina*) и неравными (*H. minor*) боковыми осями, с дивергентным типом распускания цветков относительно главной и боковых осей соцветия и акропетальным в пределах флоральной единицы. У *H. middendorffii* – соцветие головковидный тирс с центростремительным акропетальным распусканием цветков от периферии к центру.

Таким образом, изученные виды рода *Hemerocallis* относятся к короткокорневищным геофитам, с утолщенными придаточными корнями с моноподиальной розеточной моделью побегообразования. В условиях интродукции выявлена видоспецифичность в формировании подземных побегов. У *H. citrina*, *H. minor* установлено рыхлое расположение дочерних корневищ, на которых формируются надземные боковые побеги возобновления. А особи *H. fulva*, *H. middendorffii* характеризуются плотным

расположением, причем у *H. fulva* отмечено отрастание ползучих побегов. Морфологическая дезинтеграция подземных органов данных видов полная, при этом у большинства видов (*H. citrina*, *H. fulva*, *H. minor*) она определена специализированная с относительно подвижной подземной вегетативной системой, а у *H. middendorffii* – неспециализированная.

Литература

Вяткин А. И. Род Красоднев (*Heimerocallis* L.) в Сибири: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2000.

Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР: в 2-х т. Т. 2 / Абрамова Л. И. и др. Л., 1977. 459 с.

Жмылев П.Ю., Алексеев Ю.Е., Карпухина Е.А., Баландин С.А. Биоморфология растений: иллюстративный словарь. М., 2005. 256 с.

Полетико О. М. Красодневы (*Heimerocallis* L.) и их декоративное значение // Тр. Бот. ин-та АН СССР. 1950. Сер. 6. Вып. 1. С. 218–267.

Савиных Н.П. Побегообразование и взаимоотношения жизненных форм в секции *Veronica* рода *Veronica* // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84. № 3. С. 92–105.

Седельникова Л.Л. Виды рода *Heimerocallis* L. при интродукции в лесостепной зоне Западной Сибири // Учёные записки ЗабГУ. 2016. Т. 11. №1. С. 46–51.

Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений (жизненные формы покрытосеменных и хвойных). М.: Высш. школа, 1962. 377 с.

Турчинская Т.Н. Лилейники гибридные. Тбилиси: Мецниереба, 1973.

Хохряков А.П. Эволюция биоморф растений. М.: Наука, 1981. 165 с.

Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень. М.; Л.: АН СССР, 1962. 347 с.

Hu S.Y. The species of *Heimerocallis* // Amer. Horticult. Mag. 1968. Vol. 47. № 2. P. 86–111.

УДК 581.4

РАЗНООБРАЗИЕ БИОМОРФ ВИДОВ РОДА *SCUTELLARIA* L. (SECT. *LUPULINARIA* JUZ.) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

В.А. Черемушкина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск,
Россия, e-mail: cher.51@mail.ru

Аннотация: У видов рода *Scutellaria* (sect. *Lupulinaria*) описан спектр биоморф, включающий древесные, полудревесные и травянистые

жизненные формы. Дана характеристика каждой биоморфы. Выявлена эколого-фитоценотическая приуроченность видов разных биоморф.

Ключевые слова: *Scutellaria* L., sect. *Lupulinaria* Juz., биоморфа.

**DIVERSITY OF BIOMORPHES OF *SCUTELLARIA* L.
(SECTION *LUPULINARIA* JUZ.) SPECIES IN CENTRAL ASIA**

V.A. Cheryomushkina

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia,

e-mail: cher.51@mail.ru

Summary: In species of the genus *Scutellaria* (sect. *Lupulinaria*), a spectrum of biormorphs has been described, including woody, semi-woody, and herb forms. A characteristic of each biormorph was given. The ecological-phytocoenotic association of species of different biormorphs was revealed.

Keywords: genus *Scutellaria* L., sect. *Lupulinaria* Juz., biormorph.

Род *Scutellaria* L. (Lamiaceae) включает более 360 видов, произрастающих в широком диапазоне местообитаний: от заболоченных и сырых лугов на равнине до каменистых склонов и скал в горах (Paton, 1990a). По С.В. Юзепчук (1954), секция *Lupulinaria* – одна из самых обширных в роде (около 100 видов). В классификации А. Paton (1990b) она полностью включена в подсекцию *Lupulinaria*, а виды объединены в «*S. orientalis species-group*», распространенную в горных регионах от Балкан до Гималаев и Алтая. Большая часть из них (60 видов) произрастает в Центральной Азии. Наши исследования видов секции *Lupulinaria* в Памиро-Алае, Тянь-Шане, Джунгарском Алатау, Алтае-Саянской горной области выявили у них в разных условиях произрастания большой спектр жизненных форм: от древесных и полудревесных до травянистых.

Полицентрический аэроксильный кустарничек формируется на каменисто-щебнистых травяных склонах, в зарослях кустарников в ущельях рек в среднегорье и на каменистых россыпях в высокогорьях (*S. cordifrons* Juz. и *S. phyllostachya* Juz., *S. haestibunda* Juz. и др.) в Памиро-Алае и Тянь-Шане. Взрослые особи состоят из первичного и парциальных кустов. Первичный куст образован системой разветвленных, одревесневших акросимподиально нарастающих скелетных осей до 60–80 см в длину. Главная скелетная ось сохраняется достаточно долго и связана с системой главного корня. Длительность функционирования системы скелетной оси составляет от 10 до 15 лет, затем она засыхает и сохраняется в системе всего куста. В составе первичного куста их число варьирует от 4 до 9. Скелетные оси анизотропные, за счет их длинной плагиотропной части диаметр

первичного куста может достигать 40-50 см. Под пологом кустарников или при засыпании щебнистым субстратом часть плагиотропно растущих скелетных осей удлиняется до 70-80 см. При развитии на них придаточных корней трогаются в рост почки. Образуются вторичные центры разрастания, которые могут самостоятельно существовать при отделении от материнской особи.

Моноцентрический аэроксильный полукустарник формируется у видов, произрастающих в горных степях в зарослях кустарников от Памиро-Алая до Алтая (*S. supina* L., *S. haematochlora* Juz., *S. adsurgens* M. Pop., *S. intermedia* M. Pop., *S. glabrata* Vved., *S. adenostegia* Briq., *S. oxystegia* Juz.). У особей этой биоморфы формируется рыхлый куст, структура которого представлена разветвленными составными скелетными осями, состоящими из 4-6 систем побегов формирования. Рыхлость куста обеспечивается анизотропным ростом побегов, плагиотропным и восходящим расположением скелетных осей. Скелетные оси в центре куста нарастают базисимподиально, а расположенные на периферии – мезосимподиально. Корневая система смешанная. Главный корень сохраняется до конца жизни особей. Редкие тонкие придаточные корни развиваются на плагиотропных скелетных осях при соприкосновении их с почвой.

Моноцентрический аэроксильный полукустарничек с ортотропными и анизотропными побегами – наиболее распространенная жизненная форма видов секции (*S. tuvensis* Juz., *S. grandiflora* Sims., *S. sieversii* Regel, *S. albertii* Juz., *S. titovii* Juz., *S. soongorica* Juz., *S. iskanderii* Juz., *S. urticifolia* Juz., *S. pycnoclada* Juz. и др.). Она формируется от Памиро-Алая до Алтая в низкогорье и среднегорье в настоящих и опустыненных степях, на открытых каменисто-щебнистых и мелкоземистых склонах разной экспозиции, на галечнике, редко крупнокаменистых осыпях. Полукустарничек представляет собой первичный куст, образованный разветвленными, базисимподиально нарастающими скелетными осями, состоящими из базальных частей побегов формирования. Их развитие связано с раскрытием почек первого годичного прироста побега формирования предыдущего порядка, реже второго или накопленных ранее спящих почек. В результате ветвления образуется система побега формирования *n*-го порядка, постепенно отмирающая по мере реализации почек. Из сохраняющихся частей системы побегов формирования разного порядка формируется составная скелетная ось, имеющая разную пространственную ориентацию: в центре куста ортотропную, на периферии анизотропную. Разветвление осей происходит за счет одновременного развития нескольких побегов формирования. Новые дочерние скелетные оси

формируются на основе системы побегов формирования, развивающихся из спящих почек в основании куста. Диаметр кустов может достигать 30–40 см. Главный корень сохраняется в течение всей жизни.

Полицентрический геоксильный полукустарничек с ксилоризомами и ортотропными и анизотропными побегами формируется в луговых степях Кузнецкого Алатау (*S. mongolica* K. Sobol.) и в высокогорье Тянь-Шаня и Саура (*S. flabellulata* Juz.). Особи этой жизненной формы во взрослом состоянии образуют рыхлый куст, имеющий 2 типа ксилоризом: эпигеогенные и гипо-эпигеогенные. Эпигеогенные ксилоризомы образуются в результате ежегодного погружения в почву базальной части анизотропных моноциклических побегов формирования, при этом зона возобновления остается выше поверхности субстрата. Из спящих почек, расположенных на эпигеогенном ксилоризома, образуются генеративные моноциклические удлиненные побеги формирования, геофильная часть которых (гипогеогенное корневище) может достигать 8–10 см. Их ветвление в апогеотропной части и дальнейшее погружение в почву базальных частей побегов ветвления приводят к формированию парциальных кустов, связанных с первичным гипо-эпигеогенными ксилоризомами, и развитию придаточных корней.

Моноцентрическая стержнекорневая травянистая жизненная форма. Образуется у видов в горных луговых степях (*S. grandiflora*, *S. supina*) Алтае-Саянской горной области и высокогорных условиях Памиро-Алая (*S. picta* Juz.), на подвижном субстрате (осыпные мелкоземистые склоны и осыпи). Взрослые особи этой биоморфы представлены симподиальной побеговой системой, образованной удлиненными ортотропными моноциклическими и анизотропными дициклическими монокарпическими побегами, и смешанной корневой системой, состоящей из главного и придаточных корней. Надземная часть побегов отмирает, а базальная становится зоной возобновления и находится в верхних слоях субстрата. На подвижном субстрате степень погруженности особей меняется, у растений раскрываются спящие почки, сохранившиеся на сильно сближенных 2-3 метмерах с чешуевидными листьями в базальной части побегов. Диаметр куста составляет 9–16 (20) см. Главный корень функционирует до конца жизни.

Полицентрическая длиннокорневищно-стержнекорневая травянистая жизненная форма. Образуется на остепненных горных лугах Алтая (*S. supina*) и в степях на каменистом субстрате на Тянь-Шане (*S. lanipes* Juz., *S. subcaespitosa* Pavl.). У особей этой жизненной формы, кроме моноциклических удлиненных побегов, разворачивающихся из почек

возобновления, из спящих почек образуются дициклические длиннокорневищно-удлиненные (*S. supina*) или моно-дициклические длиннокорневищно-розеточные (*S. lanipes*, *S. subcaespitosa*) побеги. В первый год развивается плагиотропная часть побега с чешуевидными листьями (гипогеогенное корневище), состоящая от 9 до 22 метамеров, из них 3–4 коротких, остальные длинные. Раскрытие почек возобновления в апогеотропной части побега после отмирания его надземной части приводит к ветвлению и образованию парциального куста, от которого отходят придаточные корни. Образуется куртина, состоящая из первичного и парциальных кустов и парциальных побегов. Формирование новых парциальных образований происходит за счет развития новых дициклических длиннокорневищно-удлиненных побегов из спящих почек в базальной части первичного куста и почек, расположенных на плагиотропной части уже сформированных корневищ, что приводит к их разветвлению. Главный корень сохраняется до конца жизни, на гипогеогенном корневище развиваются тонкие придаточные корни, часть из них утолщается, они принимают вертикальное положение и становятся вторично-стержнекорневыми.

Полицентрическая длиннокорневищная травянистая жизненная форма. Образуется на высокогорных лугах Тянь-Шаня (*S. kugarti* Juz.). Формирование этой биоморфы связано с образованием из спящих почек первичного куста удлиненных побегов, геофильная часть которых становится гипогеогенным корневищем. На нем развиваются тонкие придаточные корни. За счет развертывания в апогеотропной части корневищно-удлиненного побега из супротивно расположенных почек ортотропных удлиненных побегов и развития придаточных корней образуется парциальный куст. Формирование куртины происходит в виргинильном состоянии. Главный корень отмирает рано, образуется клон, состоящий из систем парциальных побегов и парциальных кустов. Корневая система придаточная, многочисленные корни развиваются как в узлах, так и на междоузлиях корневища.

Таким образом, особи видов секции *Lupulinaria*, произрастающих в Центральной Азии, формируют 7 жизненных форм. Основываясь на исследованиях А. Ратон (1990 а, b), можно предположить, что наиболее анцестральной биоморфой видов этой секции будет прямостоячий полукустарничек, на базе которого формировались в определенных условиях остальные жизненные формы. Трансформация биоморф шла в нескольких направлениях: 1) моноцентрический аэроксильный полукустарничек – полицентрический геоксильный полукустарничек; 2) моноцентрический

аэроксильный полукустарничек – моноцентрический аэроксильный полукустарник – полицентрический аэроксильный кустарничек; 3) моноцентрический аэроксильный полукустарничек – стержнекорневой травянистый поликарпик – длинностержнекорневой травянистый поликарпик – длиннокорневищный травянистый поликарпик.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проекты №№ 15-04-02857, 18-04-00621) и проекта ЦСБС СО РАН № АААА-А17-117012610053-9.

Литература

Юзепчук С.В. Род Шлемник – *Scutellaria* L. // Флора СССР / Под ред. Б.К. Шишкина и С.В. Юзепчука. М.-Л., 1954. Т. XX. С. 183–184.

Paton A.J. A Global taxonomic investigation of *Scutellaria* (Labiatae) // Kew Bulletin. 1990a. Vol. 45. No. 3. P. 399–450.

Paton A.J. The phytogeography of *Scutellaria* L. // Notes of the Royal Botanic Gardens. 1990b. Vol. 46. P. 345–359.

УДК 581.1 (470-25)

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

DRYAS OCTOPETALA

В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

Е.В. Черняева, Д.А. Быкова, В.П. Викторов

*Московский педагогический государственный университет, г. Москва,
Россия, e-mail: chernyaeva@mail.ru*

Аннотация: Определены параметры водного режима листьев, количественные показатели фотосинтетического пигментного комплекса и аллелопатическая активность *Dryas octopetala* в условиях городской среды.

Ключевые слова: *Dryas octopetala*, почвопокровные виды, засухоустойчивость, пигментный комплекс, аллелопатия.

SOME ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL FEATURES OF *DRYAS*

OCTOPETALA IN THE MOSCOW METROPOLIS

E.V. Chernyaeva, D.A. Bykova, V.P. Viktorov

*Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia,
e-mail: chernyaeva@mail.ru*

Summary: The parameters of the water regime of leaves, quantitative indicators of photosynthetic pigment complex and allelopathic activity of *Dryas octopetala* in the urban environment were determined.

Keywords: *Dryas octopetala*, groundcover species, drought-resistance, pigment complex, allelopathy.

Перспективность арктоальпийских видов в озеленении Москвы связана со спецификой почвенно-климатических условий города. Дриада восьмилепестковая *Dryas octopetala* произрастает в арктическом и субарктическом поясах, в горах Европы, Азии и Северной Америки. Это один из самых морозостойких древесных видов из семейства Rosaceae, со стелющимися распростертыми скелетными осями и побегами. Для обозначения жизненной формы дриады используют разные названия – «шпалерный кустарничек», «стланничек» (Антропова, 1990). В классификации И. Г. Серебрякова дриада названа вегетативно-подвижным кустарничком шпалерного типа (Серебряков, 1962). *D. octopetala* обладает рядом переходных черт от древесных форм к травянистым, и сочетает признаки вечнозеленых и листопадных форм (Антропова, 1990; Гамалей, 2015). В культуре дриада мало распространена, изредка используется как красивоцветущее почвопокровное растение в рокариях. Природные местообитания вида характеризуются сильными ветрами, низкими температурами, коротким периодом вегетации и особыми условиями освещения (Wookey, 1995). Эти условия предопределили формирование у *D. octopetala* ряда важных для интродукции адаптивных особенностей фотосинтетических процессов, водного режима, ритмов развития листового аппарата. В течение года развиваются две генерации листьев, весенняя и осенняя. Первая развивается в апреле-мае, продолжительность жизни листьев составляет 1,5-2 месяца. Осенние листья начинают развитие в августе, зимуют под снегом и функционируют весь следующий сезон, срок их жизни составляет 11-12 месяцев. Структурно-функциональные особенности листьев разных генераций также различаются, что связано с адаптацией листьев осенней генерации к короткому вегетационному периоду и длительной зимней фотосинтетической паузе (Гамалей, 2015).

Основой устойчивости интродуцентов в условиях г. Москва являются зимостойкость, засухоустойчивость, относительная теневыносливость, конкурентоспособность по отношению к сорным видам. Целью данной работы была оценка перспективности применения *D. octopetala* в качестве почвопокровной культуры в московском городском озеленении. Для этого на первом этапе изучили параметры фотосинтетического пигментного комплекса *D. octopetala* и его способность адаптироваться к городскому освещению, в том числе ночному. Также изучали устойчивость дриады к летней засухе, и способность конкурировать с сорными видами. Задачи

исследования включали количественное исследование фотосинтетических пигментов листьев (1), определение параметров водного режима листьев – оводненности тканей, водного дефицита и влагоудерживающей способности (2), изучение аллелопатической активности почвы фитогенного поля и листьев (3) особей *D. octopetala*, произрастающих в городской среде.

Листья двух осенних генераций (2018 и 2019 гг.), зеленые, без повреждений и признаков увядания, собрали в сентябре с клоновых особей *D. octopetala*. Опытные растения произрастали в течение 4-х лет в экспозиции почвопокровных растений учебно-опытного участка кафедры ботаники МПГУ. Параметры водного режима листьев изучали стандартным методом повторных взвешиваний. Относительную скорость потери воды (RR) рассчитали по формуле: $RR = (H_2 - H_1) / [H_1 \times (T_2 - T_1)]$, где H_n – масса листа через интервал n , T_n – время экспозиции, в часах. Определение содержания пигментов, вычисления и интерпретацию данных проводили по стандартным методикам и формулам (Методы..., 1976; Головкин, 2010). Почву собрали в сентябре из-под скоплений олиственных побегов, с глубины 0-5 см, высушили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре, просеяли через сито 2 мм. Аллелопатическую активность почвы и листьев определяли методом «сэндвич» (Furubayashi, 2002). В качестве тест культуры использовали кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) сорта Данский. Статистическую обработку данных проводили в пакете прикладных программ Statistica 10 (ANOVA). В графиках и тексте приведены средние арифметические значения со стандартной ошибкой.

В листьях осенних генераций обнаружено относительно высокое накопление фонда хлорофиллов, 0,45-0,54% сырого веса (рис. 1). В перезимовавших листьях 2018 года содержание хлорофилла *b* было выше, чем в листьях 2019 года, на 58%. Соотношение хл *a*/хл *b* в листьях 2019 года – 2,1, в листьях 2018 года – 1,2 характерно для теневыносливых видов. Доля пигментов, входящих в состав светособирающего комплекса у листьев осенних генераций, составила 78% и выше, что относится к очень высоким значениям (Головкин, 2010). Полученные данные следует связать с приспособленностью фотосинтетического аппарата дриады к короткому периоду вегетации, длительному подснежному периоду, рассеянному и отраженному освещению. Установлено, что в условиях мегаполиса состав и функциональная организация пигментного комплекса *D. octopetala* сохраняли эти адаптации. Эта особенность позволила дриаде не только переносить снижение светового потока в городе из-за загрязнения воздуха, но и извлекать выгоду из дополнительного искусственного освещения. Повышенный температурный фон города может стать дополнительным

фактором устойчивости дриады при интродукции. В условиях потепления климата у особой дальневосточной популяции *D. octopetala* обнаружено повышение продуктивности фотосинтеза (Zhou, 2019).

Способность растений переносить водный дефицит без повреждений является проявлением их засухоустойчивости, и в наибольшей степени выражена во время засухи. Опыт проводили в наиболее стрессовый для растений период 1-20 сентября 2019 г, в течение которого выпало 32% средней месячной нормы осадков (по данным Гидрометцентра г. Москва). Этому периоду предшествовали летние месяцы 2019 года с количеством осадков 76-83% от средней многолетней нормы. Обнаруженный водный дефицит листьев осенних генераций $18,1 \pm 2,5\%$ при оводненности тканей $63,1 \pm 3,8\%$ оценивается как средний показатель. Скорость водоотдачи изолированных листьев характеризует способность растений удерживать воду в клетках с помощью осмотически активных веществ. В течение первого часа увядания листа 2018 г. и 2019 г. теряли воду с высокой относительной скоростью, потеря воды составила $23,85 \pm 4,8\%$ и $8,2 \pm 0,9\%$ сырой массы соответственно (рис. 2). В течение второго часа скорость потери воды листьями 2019 г. затормозилась и стабилизировалась. К завершению опыта листья 2019 г. потеряли $28,8 \pm 3,1\%$, сырого веса, листья 2018 г. – $37,5 \pm 4,8\%$, что относится к средним значениям.

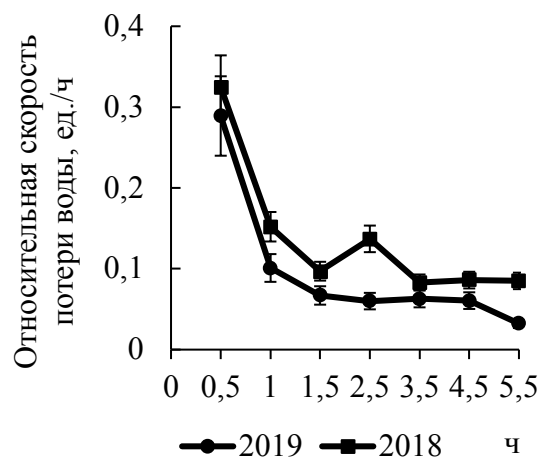
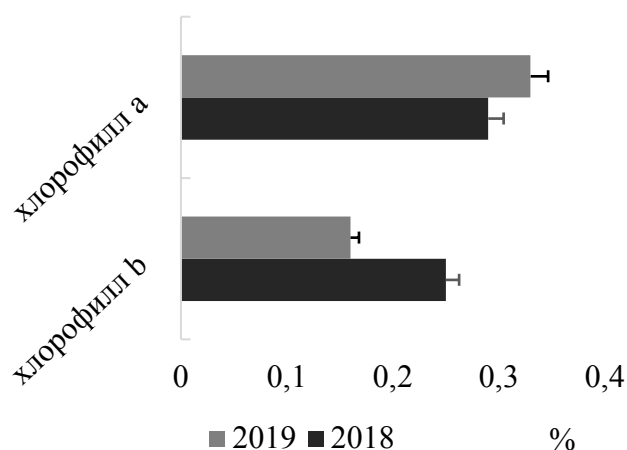


Рис. 1 Содержание хлорофилла в листьях осенней генерации, в % от сырой массы; Бары – стандартная ошибка среднего.

Рис. 2 Динамика потери воды изолированными листьями при увядании; Бары – стандартная ошибка среднего.

Водоудерживающая способность перезимовавших листьев 2018 г. была ниже, чем у молодых, в 1,3-2,9 раз, скорость потери воды выше в 1,3–1,6 раз. Листья 2018 года, таким образом, уже находились в процессе естественной

физиологической деградации. Во время засухи могло происходить перераспределение воды от деградирующих старых к молодым развивающимся листьям.

Почва фитогенного поля кустарников может содержать аллелопатические вещества, как стимулирующие ростовые процессы растений-акцепторов, так и тормозящие. Вектор биологической активности аллелохимикатов зависит от их химической природы и концентрации, преобразований в почве (Черняева, 2014). Водорастворимые вещества почвы фитогенного поля дриады вызвали стимуляцию скорости роста проростков тест-культуры на $26 \pm 2,5\%$, листьев – торможение на $41,4 \pm 3,8\%$ по сравнению с контролем. Установленные параметры пигментного комплекса разновозрастных листьев осенней генерации характеризовали *D. octopetala* как вид, способный адаптироваться к световому режиму северного мегаполиса. В условиях московского мезоклимата дриада относится к средне-засухоустойчивым растениям. Аллелопатическая активность *D. octopetala* требует дальнейших исследований для определения химической природы действующих веществ и их способности подавлять прорастание семян и развитие сорных видов.

Литература

Антропова Г.Л. Биоморфология розоцветных Северо-Востока СССР // Биологические проблемы Севера. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 128 с.

Гамалей Ю.В., Пахомова М.В., Разумовская А.В. Ритмы развития и структурно-функциональная специфика листьев *Dryas octopetala* (*Rosaceae*) // Бот. журн. 2015. № 6. С. 563–568.

Головка Т.К., Далькэ И.В., Дымова О.В., Захожий И.Г., Табаленкова Г.И. Пигментный комплекс растений природной флоры европейского северо-востока // Известия Коми научного центра. 2010. № 1. С. 39–46.

Методы биохимического анализа растений. Киев: Наук. думка, 1976. 250 с.

Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк. 1962. 378 с.

Черняева, Е.В. Викторов В.П. Влияние фитогенных полей *Cornus alba* L. и *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. на состояние напочвенного покрова // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 5. С. 1618–1621.

Wookey P.A., Robinson C.H., Parsons A.N., Welker J.M., Press M.C., Callaghan T.V., Lee J.A. Environmental constraints on the growth, photosynthesis and reproductive development of *Dryas octopetala* at a high Arctic polar semi-desert, Svalbard // Oecologia. 1995. V. 102. P. 478–489.

Zhou, Y., Deng, J., Tai, Z., Jiang, L., Han, J., Meng, G., & Li, M. H. Leaf Anatomy, Morphology and Photosynthesis of Three Tundra Shrubs after 7-Year Experimental Warming on Changbai Mountain // *Plants*. 2019. V. 8. № 8. P. 271.

Furubayashi A., Hiradate S., Araya H., Horimoto S., Fujii Y. Soil sandwich method: a new method for bioassay to evaluate the allelopathic activity in rhizosphere soils // *The Third World Congress on Allelopathy*. 2002. Abstracts. V. 3. P. 236.

УДК 581.5+581.1+631.4

**АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИСТЬЕВ И ПОЧВЫ В
ФИТОГЕННЫХ ПОЛЯХ *PULMONARIA SACCHARATA* И
*ECHINACEA PURPUREA***

Е.В. Черняева, А.Е. Журавлева, Г.М. Козленков, В.П. Викторов
*Московский педагогический государственный университет, г. Москва,
Россия, e-mail: vpvictorov@mail.ru*

Аннотация: Исследована аллелопатическая активность листьев и почвы в фитогенных полях интродуцированных видов многолетников медуницы сахарной *P. saccharata* и эхинацеи пурпурной *E. purpurea*.

Ключевые слова: аллелопатия, *Pulmonaria saccharata*, *Echinacea purpurea*, фитогенное поле.

**ALLELOPATHIC ACTIVITY OF LEAVES AND SOIL IN PHYTOGENIC
FIELDS OF *PULMONARIA SACCHARATA* AND *ECHINACEA
PURPUREA***

E.V. Chernyaeva, A.E. Zhuravleva, G.M. Kozlenkov, V.P. Viktorov
*Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia,
e-mail: vpvictorov@mail.ru*

Summary: The allelopathic activity of leaves and soil in phytogenic fields of introduced species sugar lungwort *P. saccharata* and purple echinacea *E. purpurea* was investigated.

Keywords: allelopathy, *Pulmonaria saccharata*, *Echinacea purpurea*, phytogenic field.

Современные исследования аллелопатии активно развиваются в нескольких прикладных направлениях (Reigosa, 2006). Биохимическое воздействие видов-доминант на видовой состав растительных сообществ может быть использовано как средство биологического контроля над

сорными или инвазивными видами. Молекулярные исследования природных аллелопатических соединений направлены на создание нетоксичных для окружающей среды аналогов в качестве агрохимикатов и фармпрепаратов. Биотехнологические разработки в области генной инженерии позволят перенести аллелопатические гены сельскохозяйственным культурам, чтобы повысить их продуктивность и уменьшить применение гербицидов. Виды с доказанными лекарственными свойствами представляют большой интерес для изучения их аллелопатической активности и дальнейшего разностороннего практического использования. В листьях, стеблях, соцветиях и корневищах *E. purpurea* содержатся вещества с высокой биологической активностью (Дойко, 2002). Химический состав листьев и корневищ медуницы сахарной мало изучен, в составе других видов медуниц также обнаружены биологически активные вещества фенольной природы (Бубенчикова, 2008). Несмотря на широкое распространение *P. saccharata* и *E. purpurea* в культуре, аллелопатическая активность видов не изучена, ее практический потенциал не определен. Целью работы было изучение аллелопатической активности *P. saccharata* и *E. purpurea*.

Почвенные пробы и образцы (высечки) листьев отбирали в июле на Учебно-опытном участке кафедры ботаники МПГУ (*E. purpurea*) и на экспериментальной площадке в г. Пушкино Московской области (*P. saccharata*). Через центры розеток одиночно растущих особей провели трансекты в направлении север-юг, пробы отбирали по линии трансекты (Черняева, 2014). Точки отбора почвенных образцов фиксировали вне зависимости от размера особей. Почву собирали с глубин в 0-5 см. Образцы высушили при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и просеяли через сито 2 мм. Из розеточных листьев *P. saccharata* и *E. purpurea* сделали по 50 высечек. Аллелопатическую активность образцов определяли методом «сэндвич», в агаре (Furubayashi, 2002). Навеску 1 г почвы или 150 мг листьев вносили в стерильные чашки Петри Ø35 мм и заливали 2 мл 0,7% агара «Лабораторный», рН 6,5-7. После его застывания сверху наносили второй слой агара, объемом 1 мл. По поверхности застывшего агара раскладывали по 5 семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.), сорт Данский. Анализ каждой пробы проводили в пяти аналитических повторностях. При тестировании почвы контролем служили образцы почвы, собранные с открытой площадки без растительности не далее 5 метров от места произрастания опытных растений, при тестировании листьев – аналитические повторности с дистиллятом. Чашки Петри с посевами поместили в ростовую камеру с естественным освещением и температурой 21°C. Через 75 часов проростки извлекли из агара пинцетом и измерили их

общую длину. Полученные данные обработали в пакете программ Statistica 10 (ANOVA). Индекс ингибирования или аллелопатический индекс RI (Williamson, 1988) характеризует вектор и относительную величину воздействия аллелопатического вещества на скорость роста проростков тест-культуры (или других тестируемых показателей). $RI=1-[C/T]$, когда $T \geq C$, и $RI=[T/C]-1$, когда $T < C$, где C – контрольный показатель, T – данные опыта. $RI > 0$ фиксирует стимуляцию, $RI < 0$ – ингибирование. Достоверность различий между вариантами оценивали с помощью t -критерия Стьюдента при 5% уровне значимости.

Аллелопатические вещества почвы фитогенного поля *E. purpurea* являлись тормозителями ростовых процессов, *P. saccharata* – стимуляторами (рис. 1). Радиально-поясная структура фитогенных полей отражает морфологические и биохимические особенности видов (Черняева, 2016). Установленная аллелопатическая активность почвы преимущественно была локализована в подкрановой области фитогенных полей, в пределах проекции розеточных листьев на уровень грунта (пробы 2-7). Однако небольшая активность в пробах 1 и 8 указывала на распространение водорастворимых веществ с осадками за пределы проекции листового полога растений. Наибольшие значения получили в образцах почвы из активной зоны фитогенного поля *P. saccharata* (пробы 3 и 6).

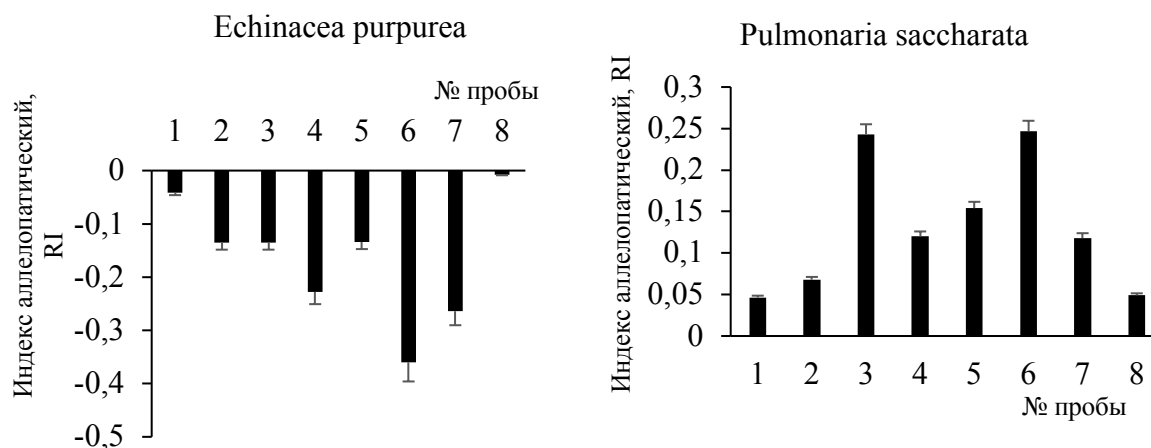


Рис. 1. Аллелопатическая активность почвы фитогенных полей *P. saccharata* и *E. purpurea*.

Аллелопатические вещества вымывались из листьев с осадками и в наибольшем количестве содержались в почве непосредственно под ними. В фитогенном поле *E. purpurea* пробы с высокой активностью почвы располагались как под листьями (проба 6), так и вблизи оснований побегов (проба 4). Водорастворимые вещества листьев *P. saccharata* и *E. purpurea*

затормозили рост проростков тест-культуры на 66% и 52% соответственно. Таким образом, аллелохимикаты *P. saccharata* при транзите с осадками из листьев в почву изменили вектор биологической активности с торможения на стимуляцию. В почве аллелопатические вещества могут претерпевать деструкцию, разведение, метаболизацию, абсорбцию и, следовательно, изменять свои биологические свойства.

Литература

Бубенчикова В.Н., Казакова В.С. Фотохимическое изучение медуницы неясной // Университетская наука: теория, практика, инновации: сб. тр. 73-й науч. конф. КГМУ и сес. Центрально-Чернозем. науч. центра РАМН: в 3 т. Курск: КГМУ, 2008. Т. 3. С. 41–44.

Дойко И.В., Тихомиров А.А., Чепелева Г.Г., Леонтьева В.М. Динамика накопления гидроксикоричных кислот в различных частях растений эхинацеи пурпурной и рудбекии волосистой, выращенных в условиях светокультуры // Химия растительного сырья. 2002. №3. С.35–37.

Черняева Е.В. Аллелопатический режим фитогенного поля спиреи японской (*Spiraea nipponica* Maxim.) // Вестник Тамбовского уни-та. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. №5. С. 1614–1617.

Черняева Е.В., Викторов В.П. История и современное состояние изучения фитогенных полей // Социально-экологические технологии. 2016. С. 89–105.

Furubayashi A., Hiradate S., Araya H., Horimoto S., Fujii Y. Soil sandwich method: a new method for bioassay to evaluate the allelopathic activity in rhizosphere soils // Third World Congress on Allelopathy. 2002. Abs. V. 3. P. 236.

Reigosa M., Pedrol N., Gonzalez L. Allelopathy: a physiological process with ecological implications. Dordrecht: Springer, 2006. 637 p.

Williamson B., Richardson D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent control // Journal of Chemical Biology. 1988. № 1. P. 181–187.

УДК 581.446.2

ПРОСТРАНСТВО ЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАК МЕТОД АНАЛИЗА ЛИСТОВЫХ СЕРИЙ У AMARYLLIDACEAE

В.В. Чуб

*Ботанический сад Московского государственного университета,
г. Москва, Россия, e-mail: choob_v@mail.ru*

Аннотация: В семействе Amaryllidaceae чешуи луковиц могут формироваться из оснований зеленых листьев, либо они представлены

внутрилуковичными чешуями без листовых пластинок (низовые чешуи). При переходе к симподиальному возобновлению предлист главной почки также может быть представлен или зеленым листом, или низкой чешуей. Этот ряд редукции можно продолжить полным исчезновением органа, о чем свидетельствует сохранение позиций всех остальных органов в листовой серии. Другой филлом, который также претерпевает редукцию, это лист главной оси, предшествующий брактеем (лист F-x). Комбинация различных степеней редукции этих органов задает пространство логических возможностей, которое достаточно плотно можно заполнить подтверждающими примерами. Не удалось найти примеров только для одного из сочетаний признаков – полностью развитого предлиста и редуцированного листа F-x.

Ключевые слова: предлист, строение луковиц, пространство логических возможностей.

THE SPACE OF LOGIC OPPORTUNITIES AS A METHOD OF ANALYSIS OF LEAF SERIES IN AMARYLLIDACEAE

V.V. Choob

Botanical Garden of Moscow State University, Moscow, Russia,

e-mail: choob_v@mail.ru

Summary: Bulb scales in Amaryllidaceae occur as the basal part of foliage leaves or as cataphylls (without leaf lamina, outgrowing the tunicate bulb). When the bulb undergoes the sympodial renewal, the prophyll of the main innovation bud could be represented by foliage leaf of cataphyll. This morphological row of reduction is to be continued by complete loss of organ (abort or ablast). This hypothesis is supported by the fact, that all the rest organs are arranged in the same order even if prophyll is not visible. The uppermost leaf of the main axis, foregoing inflorescence bracts (leaf F-x), may also be involved in reduction. The degree of reduction of both leaves defines two-dimensional space of logic opportunities, which could be densely filled with confirmative examples. The only combination of characters, failed to find justification, was total reduction of F-x accompanied by foliage prophyll of the main innovation bud.

Keywords: prophyll, bulb morphology, space of logic opportunities.

Для семейства Amaryllidaceae при переходе в генеративное состояние моноподиальное нарастание луковиц закономерно сменяется на симподиальное возобновление, поскольку цветонос занимает терминальное положение. При этом в листовой серии происходят

закономерные изменения. С одной стороны, они касаются листа, который предшествует брактеем цветоноса: основание листа становится разомкнутым, и в ряде случаев этот лист претерпевает редукцию. Было предложено называть этот лист F-х. С другой стороны, предлист главной почки возобновления, находящейся в пазухе листа, предшествующего F-х, также у ряда видов редуцируется либо до нижней чешуи, либо полностью абортируется. Целью настоящего исследования было выяснить, являются ли процессы редукции листьев взаимозависимыми, для чего был использован метод пространства логических возможностей.

Термин «пространство логических возможностей» впервые появился в работах Г.А. Заварзина (1979), который применил его для изучения микробиологических объектов, у которых ряд биохимических признаков сочетался в произвольном порядке. В начале исследования можно было построить несколько рядов с градациями N различных признаков, а затем составить все возможные их комбинации. Далее пространство заполняется биологическими объектами, у которых наблюдается соответствующее сочетание градаций признаков. Если проявления признаков не связаны друг с другом, то при накоплении достаточно большого массива данных все пространство логических возможностей будет заполнено. В случае коррелятивных изменений в пространстве логических возможностей определенное сочетание признаков не будет представлено, тогда можно говорить о запретах на данное сочетание признаков.

В качестве объектов исследования использовали *Hippeastrum hybridum* hort., *Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb., *Vallota purpurea* Herb., *Haemanthus albiflos* из коллекции каф. физиологии растений МГУ, цветущие экземпляры *Crinum moorei*, *Crinum asiaticum*, *Clivia gardenii* Hook., *Clivia miniata* (Lindl.) Bosse, *Eucharis grandiflora* Planch. et Lindl., *Eucharis sanderi* Baker из коллекции Ботанического сада МГУ (Аптекарский огород); *Sternbergia lutea* Ker-Gawl. Ex Schult. f. – из коллекции Никитского ботанического сада (г. Ялта). Для анализа видов *Narcissus*, *Crinum* × *powellii* hort. ex Baker, *Spreckelia formosissima* (L.) Herb. был использован коммерческий материал.

На примере рассмотренных видов можно построить полный морфологический ряд редукции от зеленого листа до абласта. По нашим наблюдениям у *Zephyranthes*, *Eucharis grandiflora*, *Hippeastrum* и *Spreckelia* предлист главной почки возобновления хорошо развитый, адоссированный лист с зеленой листовой пластинкой. У *Vallota* сохраняется кольцевое основание листа, но листовая пластинка редуцирована.

Дальше в ряду редукции можно поставить *Clivia*, где предлист главной почки возобновления охватывает стебель на $\frac{1}{4}$ – $\frac{3}{4}$ длины дуги окружности.

Типичный для однодольных предлист, в виде пленчатой двузубчатой чешуи в адаксиальном положении, наблюдается в роде *Crinum*. У *Haemanthus albiflos* в положении предлиста почки возобновления можно было наблюдать как рассеченный на верхушке низовой лист (Irmisch, 1860), так и филломы с частично редуцированной лопастью или с абортированной узкой пленкой в основании почки. Двухлопастная форма возникает из-за давления развивающегося соцветия на примордий предлиста: выемка между лопастями по форме и положению всегда точно совпадает с цветоносом.

У *Narcissus campornelli* Ker-Gawl. предлист главной почки возобновления представлен двумя низовыми чешуями, обнаруженными еще Ирмишем (Irmisch, 1860). Расщепление происходит, по-видимому, из-за сильного механического давления на примордий. Замыкают ряд редукции предлиста *Galanthus*, *Leucojum*, *Sternbergia* и остальные представители *Narcissus*, у которых наблюдается полный абласт (Choob, 1999; Чуб, 2010).

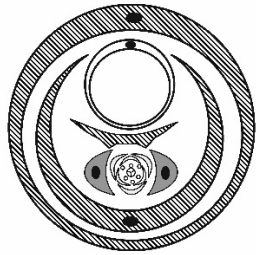
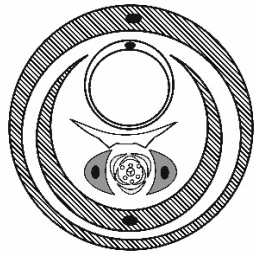
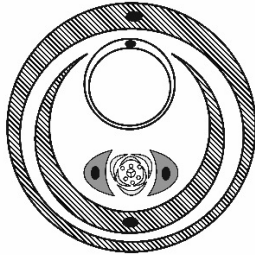
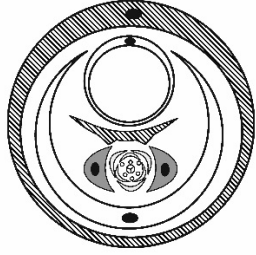
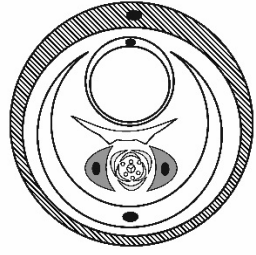
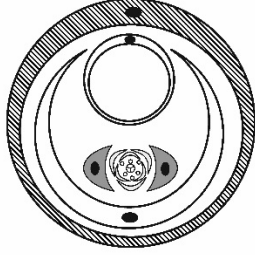
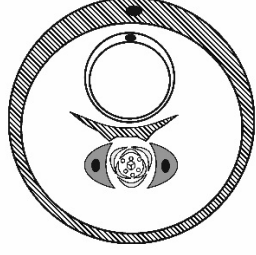
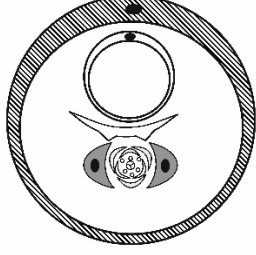
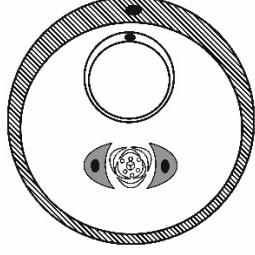
Таким образом, при анализе формы филлома, с которого начинается листовая серия главной почки возобновления, можно построить ряд от полностью развитых зеленых предлистьев (photoprophylls) через низовые чешуи (cataprophylls) к абластированным предлистьям, наличие которых важно для реализации позиционной информации в процессе установления пространственного паттерна филлотаксиса боковой оси (Чуб, 2010).

Низовые чешуи в луковицах Amaryllidaceae наблюдаются не только в начале листовой серии главной почки возобновления. Так, низовые чешуи могут отмечаться и в основании боковых цветоносов, расположенных в пазухе F-х. Это зарегистрировано у *Vallota* (Irmisch, 1860), *Leucojum* (Müller-Doblies, 1971), *Galanthus* (Choob, 1999).

В ряде работ отмечена редукция листа F-х (Vogel, Müller-Doblies, 1975), а также редукция листа, лежащего ниже F-х ($F-(x - 1)$), по нашим данным, свойственная луковицам *Eucharis grandiflora*. Возможно, что регион основания цветоноса является потенциальной зоной редукции филломов, которая происходит в силу физиологического действия развивающегося цветоноса (так называемая «зона торможения»).

Применяя принципы свободной комбинации признаков к случаям аборта / абласта филломов в районе основания цветоноса, можно построить пространство логических возможностей для разных направлений редукции (табл.). По горизонтали отражена степень редукции предлиста боковой почки возобновления, по вертикали – степень редукции филлома F-х на главной оси; почти все пространство логических возможностей удается заполнить соответствующими примерами.

Пространство логических возможностей для редукции предлиста почки
возобновления и листа F-x у Амариллисовых

	Предлист почки – зеленый лист	Предлист почки – низовой лист	Предлист почки редуцирован
Лист F-x – зеленый лист	А 	Б 	В 
Лист F-x – низовой лист	Г 	Д 	Е 
Лист F-x редуцирован	Ж 	З 	И 

Примечание: Заполнение пространства логических возможностей примерами растительных объектов. А – *Hippeastrum*, *Chlidanthus*, *Spreckelia*, *Hymenocallis*, *Zephyranthes*; Б – *Vallota*, *Panocratium*, *Amaryllis*; В – *Galanthus*, *Leucojum*, *Sternbergia*, большинство *Narcissus*; Г – *Eucharis grandiflora*; Д – *Haemanthus albiflos*; Е – *Narcissus viridiflorus*; Ж – примеров не найдено; З – *Crinum moorei*; И – *Narcissus tazetta*, *Narcissus canaliculatus*.

Интересно отметить, что хорошо развитые зеленые предлистья почки возобновления характерны для амариллисовых из Нового Света. У южноафриканских родов предлист обычно представлен нижней чешуей, тогда как у средиземноморских родов есть выраженная тенденция к абласту предлиста почки возобновления. Единственное сочетание признаков, которое не удалось обнаружить, это хорошо развитый предлист и полный

абласт листа F-х. возможно, существует некоторый физиологический запрет на такое сочетание признаков.

Таким образом, применение всего комплекса формальных методов в сочетании с методами сравнительной морфологии позволяет всесторонне охарактеризовать строение побеговой системы в случае луковиц Amaryllidaceae, выявить консервативные части в листовых сериях и показать модусы их преобразования. На продуктивность разрабатываемого подхода указывает непротиворечивость всего массива данных, полученных разными методами.

Литература

Заварзин Г.А. Пространство логических возможностей в многообразии бактерии и их филогения // Природа. 1979. № 6. С. 9–19.

Чуб В.В. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов. М.: Бином, 2010. 264 с.

Choob V.V. Phantom leaves: a new look to the old problem of branching in *Galanthus* (Amaryllidaceae) // Syst. Geogr. Pl. 1999. V. 68. P. 67–72.

Irmisch T. Beiträge zur Morphologie der Amaryllideen. Berlin: Gustav-Fischer Verl., 1860. 76 S.

Müller-Doblies D. Galanthus ist doch sympodial gebaut! // Ber. Deut. Bot. Ges. 1971. Bd. 84. № 11. S. 665–682.

Vogel S., Müller-Doblies D. Eine nachtblütige Herbst-Narzisse. Zwiebelbau und Blütenökologie von *Narcissus viridiflorus* Shoesboe // Bot. Jahrb. Syst. 1975. Bd. 96. № 1–4. S. 427–447.

УДК 372.857

ВНУТРИПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ: ТЕМА «СЕМЯ» В КОНТЕКСТЕ РЕШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В.В. Чуб

*Ботанический сад Московского государственного университета,
г. Москва, Россия, e-mail: choob_v@mail.ru*

Аннотация: У покрытосеменных семя – структура, сформированная генетически различными тканями, часть из которых сформирована материнским растением (семенная кожура), зародыш и эндосперм различаются не только по пloidности, но и по генотипу. Изучение генетики в школе начинается с законов Менделя, которые опираются на признаки семян. Вовлечение в обсуждение на уроке признаков семенной кожуры, эндосперма и характера их наследования позволяет учащимся лучше понять

процессы двойного оплодотворения, формирования семени из семязачатка, осознать биологические внутрипредметные связи.

Ключевые слова: двойное оплодотворение, семя, зародыш, генетика, моногибридное скрещивание, дигибридное скрещивание, методика преподавания биологии.

THE TOPIC OF «SEED STRUCTURE» IN THE CONTEXT OF GENETIC PROBLEM SOLUTION: INTRABIOLICAL LINKS

V.V. Choob

*Botanical Garden of Moscow State University, Moscow, Russia,
e-mail: choob_v@mail.ru*

Summary: Seeds in Angiosperms is a complicated structure, developed by genetically distinct plant tissues. Seed coat originates solely from maternal parent cells, whereas seed embryo and endosperm are derivatives of the fertilized egg and central cell, distinguished both by ploidy level and by genotype. Learning of genetics at school is traditionally started with Mendelian laws, based on seed characters. Broad discussion of seed coat and endosperm characters, the manner of their inheritance provides to the schoolchildren the opportunity to get the advanced knowledge in double fertilization, ovule and seed development. It is a resultative method of rediscovering the intrabiological links on the lessons of biology.

Keywords: double fertilization, seed, embryo, genetics, monohybrid crossing, dihybrid crossing, methods of teaching in biology.

При изучении менделевского наследования признаков материал обычно объясняют на примере признаков желтой / зеленой окраски и гладкой / морщинистой формы семени (Синюшин, 2015). Обычно школьники хорошо формально осваивают решение генетических задач на приведенных примерах, редко связывая их с курсом ботаники. Для того, чтобы углубленно изучить эту тему, следует показать внутрипредметные связи генетики с ботаникой, физиологией и биохимией растений.

Один из простейших приемов – обсуждение зеленой окраски. Можно поставить проблему, какие пигменты должны придавать окраску зеленому семени гороха (каков пигментный состав зеленого семени). Необходимо подвести школьников к мысли, что пигментный состав фотосинтезирующих тканей одинаков: хлорофиллы *a* и *b*, а также каротиноиды, которые и придают окраску желтому семени гороха. Интересно также обсудить, какие изменения в пигментном составе происходят по мере созревания семян

у гороха, какой процесс нарушает мутация, приводящая к зеленой окраске семени у гороха.

Семя цветковых растений в типичном случае состоит из трех частей: из зиготы образуется зародыш (эмбрион), из оплодотворенной центральной клетки зародышевого мешка – эндосперм, а из интегументов (покровов семязачатка) – семенная кожура. Все три компонента имеют разный генотип. Зародыш имеет гибридную природу (по одному хромосомному набору от яйцеклетки и спермия). Эндосперм также гибридный, но триплоидный: два хромосомных набора происходят от материнского растения, а один – от спермия (Чуб, 2005; Беркинблит и др., 2013). Диплоидная семенная кожура имеет генотип материнского растения. Таким образом, у структур семени три генотипа. Чтобы закрепить эти знания, можно решить генетическую задачу представленного ниже типа.

*Задача 1. Вы опылили рыльце растения с генотипом **AA bb** пыльцой второго родителя с генотипом **aa BB**. Укажите генотип зародыша, эндосперма и семенной кожуры (Синюшин, Чуб, 2016).*

Возможны и более сложные задачи с гетерозиготными родителями, тогда потребуется указать расщепление среди потомков по генотипам указанных структур среди семян, полученных при опылении.

Горох оказывается хорошим объектом для начального обсуждения, поскольку эндосперм в зрелом семени полностью израсходован на образование зародыша. Таким образом, можно сосредоточиться на различиях между семенной кожурой и зародышем.

Для того, чтобы убедиться в том, что признаки семенной кожуры и зародыша не тождественны, можно привлечь бытовые наблюдения за окраской разных частей семени у бобовых (или даже устроить небольшую практическую работу, для которой потребуются банка консервированного горошка и предварительно размоченная фасоль с окрашенной кожурой).

Практическая работа. Из банки с консервированным горошком достаньте одну горошину. Определите, в какой части семени содержатся зеленые пигменты. Есть ли пигменты в семенной кожуре? Сравните распределение пигментов в семени гороха и в семени красной фасоли. Какие пигменты придают окраску семени фасоли?

При проведении такой практической работы школьники выясняют, что семенная кожура у гороха прозрачна, тогда как у фасоли – окрашена. Поэтому в окраску семени у гороха основной вклад вносит зародыш, а у фасоли – семенная кожура. После этого можно сравнить наследование признаков семян у фасоли и гороха.

*Задача 2. Пусть за окраску семенной кожуры у фасоли отвечает ген **D**, доминантный аллель которого обеспечивает красный цвет семян. У растений с мутантным аллелем **d** семенная кожура белая. В качестве женских использовали растения из чистой линии с красными семенами, а в качестве мужских – растения из чистой линии с белой семенной кожурой. Какими будут семена, полученные сразу после опыления? Будет ли различаться результат, если провести обратное скрещивание (женское растение с белой кожурой, а мужское – с красной).*

При решении задач с фасолью получится результат, совершенно не похожий на традиционные представления об окраске семени, сформированные на примере Менделевского гороха: окраска семени будет повторять окраску, характерную для материнского растения (поскольку семенная кожура сформирована именно тканями материнского растения). Чтобы в этом убедиться, достаточно попросить школьников указать генотип семенной кожуры для обоих скрещиваний. Это явление в генетике принято называть «материнским эффектом» (когда на фенотип влияет генотип материнской особи). Расщепление по признаку окраски семян у фасоли как бы «сдвинуто на поколение» относительно гороха.

Интересно отметить, что у семени гороха семенная кожура не всегда прозрачная. У форм, близких к дикому гороху, семенная кожура имеет черно-коричневый цвет. Ген *MARBELLED TESTA* дает мраморную розовую окраску семенной кожуры, тогда как ген *HILUM BLACK* отвечает за формирование черного пятна в месте прикрепления семени к стенке боба. Эти гены гороха известны только специалистам, но полезны для обсуждения признаков окраски семени (Синюшин, Чуб, 2016).

Более сложны методически задачи с признаками эндосперма, поскольку основная сложность в том, что школьники не привыкли сопоставлять число аллелей одного гена и ploидность ткани. Более того, необходимо дополнительно обсудить, как связан генотип центральной клетки с процессом формирования зародышевого мешка. В типичном случае после мейоза образуется мегаспора, несущая по одному из аллелей для каждого гена. В дальнейшем этот генотип повторяется у яйцеклетки, тогда как у центральной клетки «копийность» аллелей повышается в 2 раза в результате слияния двух генетически идентичных ядер. Другие аллели (в одной копии) могут попасть только от отцовского родителя при двойном оплодотворении.

В качестве примера задач на признаки эндосперма можно привести «морщинистые» семена кукурузы. Здесь признак определяется не генотипом зародыша, а генотипом эндосперма.

*Задача 3. Для консервирования выращивают «сахарные» сорта кукурузы (*Zea mays convar. saccharata*). В них поступающая от листьев сахараза слабо превращается в крахмал. При созревании эндосперм накапливает мало крахмала, и плод «сморщивается» (морщинистые зерновки). За проявление признака отвечают два независимо наследующихся гена: *A* и *F*. Признак морщинистости рецессивный. Для его проявления достаточно, чтобы в клетках эндосперма был представлен либо только мутантный аллель гена *a*, либо только мутантный аллель *f*.*

*При опылении чистой линии «сахарной» кукурузы пыльцой другой чистой линии «сахарной» кукурузы получились только гладкие зерновки. Предложите генотипы материнского и отцовского растений, полученных зародышей *F1* и соответствующие им генотипы эндосперма.*

*Из зерновок от предыдущего скрещивания вырастили растения и от свободного опыления и собрали урожай зерновок *F2*. Проанализируйте генотипы этих зерновок. Постройте решетку Пеннета для генов *A* и *F*. В решетке обозначьте генотипы материнских и отцовских гамет; в ячейках решетки выпишите генотип зародыша, а также соответствующий ему генотип эндосперма (по два генотипа в одной ячейке!). На основании таблицы рассчитайте суммарное расщепление среди зерновок *F2* по признаку «сахаристости» (Олимпиады..., 2016).*

Решение подобного рода задач позволяет закрепить тему «двойное оплодотворение». При правильном методическом подходе можно также акцентировать различие в образовании эндосперма у голосеменных и покрытосеменных растений. В результате школьники будут более глубоко представлять развитие семени из структур семязачатка. Контрольные срезы знаний после проведения уроков с решением задач по генетике с предлагаемым методическим подходом показывают, что школьники более уверенно ориентируются в темах «Семя» и «Двойное оплодотворение». Кроме того, они более уверенно решают генетические задачи и выполняют тестовые задания олимпиад по биологии (Олимпиады..., 2016).

Литература

Беркинблит М.Б., Глаголев С.М., Чуб В.В. Биология: учебник для 7 класса (в 2-х ч.): ч.1. М.: БИНОМ-Лаборатория знаний, 2013. 126 с.

Олимпиады школьников "Покори Воробьевы горы", "Ломоносов -2015" / Асеев В.В. и др. М.: Изд-во экономико-правовой литературы, 2016. 72 с.

Синюшин А.А. Горох Грегора Менделя 150 лет спустя: судьба первых семерых // Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2015. № 11. С. 37–46.

Синюшин А.А., Чуб В.В. Генетика олимпиадного уровня: менделевский горох в кожуре // Потенциал. Химия. Биология. Медицина. 2016. № 2. С. 41–49.

Чуб В.В. Ботаника. Часть 1. Строение растительного организма. М.: МАКС Пресс Москва, 2005. 116 с.

УДК 581:582+378

О ДИНАМИКЕ ОБЪЁМА БОТАНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ

С.В. Шабалкина, О.Н. Пересторонина

*Вятский государственный университет, г. Киров, Россия,
e-mail: Nasturtium2017@yandex.ru*

Аннотация. На основе учебных планов (1970–2019 гг.) подготовки педагогов биологов очной формы обучения продемонстрировано изменение объёма часов, отводимых на изучение ботаники в Вятском государственном университете. Несмотря на пятилетний срок обучения в настоящее время, число часов аудиторной нагрузки сократилось более чем в два раза.

Ключевые слова: ботаника, специалист, бакалавр, педагог.

ABOUT DYNAMICS OF VOLUME OF BOTANICAL DISCIPLINES WHEN PREPARING TEACHERS

S.V. Shabalkina, O.N. Perestoronina

Vyatka State University, Kirov, Russia, e-mail: Nasturtium2017@yandex.ru

Summary. Based on the curricula (1970–2019) for the training of biologists a full-time form, the change in the volume of hours devoted to the study of botany at Vyatka State University is demonstrated. Despite the five-year training period at present, the number of hours of classroom workload has more than halved.

Keywords: botany, specialist, bachelor, teacher.

Биологическое образование представляет собой существенную часть естественнонаучной области знаний о живой природе и сущности жизни, учит подрастающее поколение бережному отношению к окружающей среде и сохранению биологического разнообразия. Оно необходимо в подготовке и воспитании студентов естественнонаучного профиля (биологов, экологов, географов и др.). Подготовка педагога биолога требует приобретения не только теоретических знаний, но и практических умений и навыков работы в учебном классе и в природе.

В г. Вятка (г. Киров) подготовка педагогических кадров была начата в начале XX века. В 1914 г. создан Учительский институт, затем преобразованный в Вятский педагогический институт (далее – Кировский государственный педагогический институт им. В. И. Ленина, Вятский государственный педагогический университет, Вятский государственный гуманитарный университет, ныне – Вятский государственный университет). Уже в первый год своего существования он имел биологический цикл с трехлетним сроком обучения. Несколько позднее открытый географический цикл объединили с биологическим в биолого-географическое отделение. В 1917 г. было создано естественно-географическое отделение.

Ботанические дисциплины всегда были неотъемлемой частью учебного процесса в системе профессиональной подготовки педагогов биологов. Анализ имеющихся в наличии учебных планов 1970–2019 гг. показал, что растительные организмы и сообщества изучаются в разных курсах. С 1970 г. по 1995 г. будущими учителями биологии и химии очной формы обучения осваивались дисциплины «Ботаника», «Физиология растений», «Основы сельского хозяйства», «Биогеография», отдельные аспекты жизни растений рассматривались в курсах «Цитология», «Генетика с основами селекции», «Экология», «Охрана природы», «Дарвинизм», а также в дисциплинах по выбору – «Геоботаника», «Экологическая анатомия растений», «Декоративное садоводство и цветоводство», «Влияние регуляторов роста на физиологические процессы у растений», «Лекарственные растения» и др.

Начиная с подготовки учителей биологии и экологии (табл.), часть ботанических дисциплин предметного блока были переименованы (стали «Практическая биология», «Теория эволюции»), к ним добавились дисциплины дополнительной специализации, преподавание которых также невозможно без рассмотрения отдельных вопросов жизни растительных организмов и сообществ – «Экология растений», «Общая экология», «Глобальная экология», «Природопользование», «Региональная экология», «Методы экологических исследований» и др.

В 2000 г. в университете начата подготовка учителей биологии со специализацией «Преподавание в классах с углубленным изучением биологии». Ряд курсов были переименованы и стали называться «Ботаника с основами фитоценологии», «Биологические основы сельского хозяйства», «Теория эволюции», «Общая экология». Углубление знаний о жизни растений происходило при освоении дисциплин специализации «Формы и уровни жизни», «Биологические системы, их строение и воспроизведение», «Комнатное цветоводство», «Фенология», а также факультативов – «Лекарственные растения» и «Фитодизайн».

Таблица

Количество часов по ботанике в разные годы

Год учебного плана	Специальность / Направление подготовки	Квалификация / Профиль	Срок обучения, лет	Число часов
1970	2106 Специальность Биология с дополнительной спец. химия	Учитель биологии и химии	5	260
1977	2106 Специальность Биология с дополнительной спец. химия	Учитель биологии и химии	5	260
1980	2106 Биология с дополнительной спец. Педагогика	Учитель биологии воспитатель-методист	5	278
1983	2106 Специальность Биология с дополнительной спец. химия	Учитель биологии и химии	5	260
1985	2106 Специальность Биология с дополнительной спец. химия	Учитель биологии и химии	5	260
1989	2106 Специальность Биология	Учитель биологии и химии	5	240
1990	2106 Специальность Биология	Учитель биологии и химии	5	240
1991	2106 Специальность Биология	Учитель биологии и химии	5	240
1996	011600 – Биология	Учитель биологии и экологии	5	296
2000	032400 Биология	Учитель биологии	5	266
2003	032400.00 (050102) Биология с дополнительной спец. география	Учитель биологии и географии	5	216
2006	050102.65 (032400.00) Биология с дополнительной спец. география	Учитель биологии и географии	5	204
2007	050100.62 Естественнонаучное образование	Профиль Биология	4	188
2009	050100.62 Естественнонаучное образование	Профиль Биология	4	188
2016	44.03.05. Педагогическое образование	Профиль Биология, химия	5	112
2017	44.03.05. Педагогическое образование	Профиль Биология, химия	5	112
2018	44.03.05. Педагогическое образование	Профиль Биология, химия	5	112
2019	44.03.05. Педагогическое образование	Профиль Биология, химия	5	112

При подготовке учителей биологии и географии перечень изучаемых ботанических дисциплин не изменился.

В связи с переходом на двухуровневую систему обучения, при подготовке бакалавров естественнонаучного образования по профилю Биология (табл.) было оставлено большое число дисциплин с малым количеством часов аудиторной нагрузки. В результате различные аспекты жизни растений и сообществ стали изучать в курсах «Ботаника», «Физиология растений», «Цитология», «Биология с основами экологии», «Биологические системы, строение и воспроизводство», «Формы и уровни жизни», «Эволюционное учение». На факультативы «Фенология», «Декоративная дендрология и цветоводство», «Биогеография и биогеография Кировской области», «Ландшафтный дизайн» приходилось в разные годы всего от 18 до 38 часов аудиторных занятий.

В 2016 г. после длительного перерыва проведён набор на направление подготовки Педагогическое образование с двумя профилями Биология, химия со сроком обучения 5 лет очно. В соответствии с учебным планом этого года мир растений изучается в курсах «Ботаника», «Физиология растений», «Основы растениеводства», «Биогеография», «Биологические системы: строение и воспроизведение», «Комнатное цветоводство». В учебном плане 2019 г. число дисциплин, связанных с изучением биологии растений, значительно сокращено.

Несмотря на то, что перечень и названия ботанических курсов постоянно меняются на протяжении более 100-летней подготовки педагогов биологов, тем не менее, учебная дисциплина «Ботаника» всегда является базовой в рабочих учебных планах. Но в последние годы происходит заметное снижение количества часов на её изучение: в 2,32 раза по сравнению с 1970 г. при том же сроке обучения, и даже в 1,68 раза по сравнению с 2007 г., когда готовили бакалавров естественнонаучного образования со сроком обучения 4 года (табл.). Это обусловлено увеличением числа часов психолого-педагогического блока и осложняет повышение уровня предметной подготовки студентов.

Конечно, сокращение часов привело и к сжатию объёма рассматриваемого материала. Так, в настоящее время на аудиторных занятиях по ботанике отводится очень мало времени на изучение растительной клетки, растительных тканей, многообразия грибов и растений (прежде всего низших), множества других тем. Преподавание осложняется не только необходимостью запоминания большого фактического материала и теоретического обобщения, но и слабой подготовкой студентов по биологии в связи с отсутствием вступительного экзамена по данному

предмету, и мотивированностью к будущей профессиональной деятельности.

Также наблюдается значительное сокращение часов на полевую практику по ботанике, во время которой особое внимание отводится региональному компоненту, а студенты закрепляют и приобретают новые умения и навыки, осваивают общепрофессиональные компетенции. Изначально, в течение длительного времени, на полевую практику отводилось четыре недели, сейчас – всего одна неделя, необходимость наличия которой постоянно отстаивается профессорско-преподавательским составом. В результате возникает ситуация, при которой будущий педагог едва ли сможет самостоятельно продемонстрировать биологические объекты не только в природе, но и на уроках биологии. Тогда как наблюдение за растительными и другими организмами и системами необходимо для формирования биологического и экологического мышления, организации инновационно-проектной деятельности учащихся.

Таким образом, в настоящее время изучению мира растений отводится недостаточно внимания не только в школьном курсе биологии, но и при подготовке педагогов биологов. Поэтому проблемы и важность ботанической составляющей в высшем профессиональном образовании всё чаще обсуждаются на различных конференциях, например, «Ботаническое образование в России: прошлое, настоящее, будущее» (Новосибирск, май 2013 г.), XII и XIV съезды Русского ботанического общества (Тольятти, сентябрь 2013 г., Махачкала, июнь 2018 г.) и др. Конечно, преподаватели университета в учебном процессе используют различные виды и способы работы, методические приёмы для формирования ботанических знаний и умений у студентов, но этого недостаточно для качественной подготовки будущих педагогов биологов.

Российские школьники, в том числе кировские, всегда были сильными соперниками, победителями и призёрами в предметных олимпиадах по биологии различного уровня, где вопросы по анатомии и морфологии растений всегда присутствуют на практическом туре. Базовая подготовка школьников к олимпиадам осуществляется учителями (прежде всего в регионах Кировской области), которые сами должны обладать навыками по работе с ботаническими объектами. В существующей ситуации, при современных рабочих учебных планах, мы рискуем потерять лидирующие позиции российских школьников в области биологии.

УДК 581.95

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕСПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ОХРАНЯЕМОГО
ВИДА – ДОДАРЦИИ ВОСТОЧНОЙ НА ТЕРРИТОРИИ
САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.С. Шереметьева, Н.А. Дурнова, М.А. Березуцкий

Саратовский государственный медицинский университет

им. В.И. Разумовского, г. Саратов, Россия,

e-mail: anna-sheremetyewa@yandex.ru

Аннотация: сообщается о находках охраняемого на территории Саратовской области растения – додарции восточной (*Dodartia orientalis* L.) на антропогенных местообитаниях региона. Большие популяции вида приурочены к техногенным местообитаниям – железнодорожным насыпям и дамбе моста. Додарция встречается также на полях, где не только сохраняется в течение многих лет, но и расширяет свою популяцию. Учитывая тот факт, что вид встречается в качестве сорного растения и в других регионах, внесен в основные сводки по сорным видам и антропогенно расширяет свой ареал, предложено вывести данное растение из основного списка «Красной книги Саратовской области».

Ключевые слова: додарция восточная, *Dodartia orientalis* L., охраняемое растение, антропогенные местообитания.

**ECOLOGICAL DESPECIALIZATION OF THE PROTECTED SPECIES
– *DODARTIA ORIENTALIS* L. IN THE SARATOV REGION**

A.S. Sheremetyeva, N.A. Durnova, M.A. Berezutsky

Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Saratov, Russia,

e-mail: anna-sheremetyewa@yandex.ru

Summary: it is reported about finds of the plant protected (*Dodartia orientalis* L.) in the territory of the Saratov region on anthropogenic habitats. Large populations of the species are confined to man-made habitats-railway embankments and bridge dams. *D. orientalis* is also founds in fields where not only holds for many years, but to expands their population. Given the fact that the species is founds as a weed and in other regions, included in the main reports on weed species and anthropogenically expands its range, it is proposed to withdraw this plant from the main list of the «Red book of the Saratov region».

Keywords: *Dodartia orientalis* L., protected plant, anthropogenic habitats.

Додарция восточная (*Dodartia orientalis* L.) – корнеотпрысковый травянистый многолетник высотой 30-60 см (Никитин, 1983). Стебель ветвистый от основания, листья мелкие. Цветки зигоморфные, венчик темно-фиолетовый длиной 15-20 мм. Плод – шаровидная коробочка (Иванина, 1981). Естественный ареал вида простирается от Причерноморья до Монголии и от Нижнего Поволжья до Ирана и Центральной Азии (Горшкова, 1955). Произрастает в полынных и злаковых степях, на глинистых, каменистых и песчаных склонах, на солонцеватых и остепненных лугах, по долинам рек и озер (Иванина, 1981). В Саратовской области вид на естественных местообитаниях изредка встречается в Саратовском, Красноармейском, Балаковском, Марксовском, Советском, Федоровском, Энгельском, Новоузенском и Александрово-Гайском районах (Еленевский и др., 2008). *D. orientalis* как редкое растение была включена в первое и второе издания «Красной книги Саратовской области». Отмечается, что лимитирующими факторами являются неумеренный выпас скота и распашка территории (Решетникова, 2006). Вид рекомендован для внесения в третье издание «Красной книги Саратовской области» (Архипова и др., 2016).

В процессе детального изучения флоры антропогенных местообитаний Саратовской области популяции *D. orientalis* были выявлены сразу на нескольких типах биотопов, созданных человеком. Характерно, что местообитания, где обнаружено данное растение, нельзя отнести к антропогенно-трансформированным естественным биотопам, где особи додарции могли сохраниться как прежние компоненты естественного фитоценоза. Во всех выявленных нами местонахождениях *D. orientalis* приурочена к классическим антропогенным биотопам, на которые диаспоры додарции могли попасть только извне.

Самые большие популяции *D. orientalis* выявлены нами на техногенных местообитаниях. Несколько десятков особей обнаружено на железнодорожной насыпи и прилегающих к ней участках станции «Саратов–2». Станция находится в центре города, вдали от степных участков, где данный вид обнаруживался в составе естественных биотопов. В массовом количестве *D. orientalis* встречается на верхней части дамбы железнодорожного моста через р. Волгу в Энгельском районе. Дамба является полностью искусственным сооружением, созданным в первой трети XX века, и расположена непосредственно в русле р. Волги на расстоянии многих километров от пунктов в Энгельском районе, где додарция выявлена на естественных биотопах. На дамбе особи *D. orientalis* приурочены к участкам, непосредственно прилегающим к железнодорожным путям, и особенно к стыкам бетонных плит. На некоторых участках дамбы данное

растение образует практически «чистые заросли». Мы предполагаем, что и в первом и втором местонахождении диаспоры додарции занесены при помощи железнодорожного транспорта.

D. orientalis обнаружена также в Саратовской области на агроценозах – на поле в окрестностях с. Меловое Красноармейского района. Несмотря на ежегодное перепахивание поля и смену культур, популяция додарции в данном пункте, по нашим наблюдениям, не только сохраняется в течение многих лет, но и расширяет занимаемую ей площадь. Во всех выявленных местонахождениях отмечено цветение и плодоношение додарции.

Произрастание *D. orientalis* на различных типах антропогенных местообитаний не является специфическим явлением, обнаруженным только на территории Саратовской области. В пределах своего обширного ареала додарция встречается как сорное растение среди посевов овса, пшеницы, ячменя, риса, в садах и у дорог. Вид включен в сводки «Сорные растения флоры СССР» (Никитин, 1983) и «Сорные растения СССР» (Сорные растения СССР, 1935). В Центральной Азии *D. orientalis* часто встречается в посевах и посадках, по оросительным системам, вдоль дорог (Никитин, 1983). Отмечено антропогенное расширение ареала вида. Как заносное растение *D. orientalis* встречается на Украине (Горшкова, 1955), в Калужской области (Маевский, 2014). Додарция занесена также в Воронежскую область (г. Борисоглебск) и встречается там по железнодорожным путям (Агафонов и др., 2012).

В связи с освоением *D. orientalis* различных типов антропогенных местообитаний как на территории Саратовской области, так и за ее пределами и антропогенным расширением ареала считаем целесообразным исключить данный вид из основного списка «Красной книги Саратовской области» и перевести его в приложение, где перечислены виды, требующие наблюдения за состоянием их популяций в регионе.

Литература

Агафонов В.А и др. Новые материалы к флоре воронежской области // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 2. С. 276–281.

Архипова Е.А. и др. Виды цветковых растений, рекомендуемые для внесения в третье издание красной книги саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2016. Т. 16. № 3. С. 303–309.

Горшкова С.Г. Род Додарция – *Dodartia* L. // Флора СССР. Т. 22. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 318–320.

Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Наука, 2008. 232 с.

Иванина Л.И. Род Додарция – *Dodartia* L. // Флора Европейской части СССР. Т. 5. Л.: Наука, 1981. С. 209.

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 635 с.

Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. Л.: Наука, 1983. 454 с.

Решетникова Т.Б. Додарция восточная // Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Торгово-промышленной палаты, 2006. С. 199–200.

Сорные растения СССР. Том 4 / Под ред. Б.А. Келлера и др. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 415 с.

УДК 502.75

ИЗУЧЕННОСТЬ РОДА *SAUSSUREA* DC. В СИБИРИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНА

М.Н. Шурупова¹, Е.Ю. Авдеева²

¹*Томский государственный университет, г. Томск, Россия,
e-mail: rita.shurupova@inbox.ru*

²*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия,
e-mail: elenaavdeev@yandex.ru*

Аннотация: Проанализированы опубликованные данные об использовании в народной медицине, химическом составе, биологической активности, статусе охраны, типе редкости и биоморфе сибирских видов рода *Saussurea* DC. Есть основания рассматривать больше трети видов в качестве перспективных с точки зрения медицины. Почти половина видов имеет статус охраняемых, при этом 9 видов по количественному критерию МСОП соответствуют различным категориям охраны, но охраняемого статуса не имеют. Среди распространенных видов только 2 можно причислить к обычным, согласно критериям редкости. Биоморфа изучалась только у 7 видов. Предложены направления комплексного изучения рода *Saussurea* в контексте использования и охраны.

Ключевые слова: *Saussurea*, лекарственное растение, охрана, редкость, биоморфа.

KNOWLEDGE ABOUT GENUS *SAUSSUREA* DC. IN SIBERIA: USAGE AND CONSERVATION ASPECTS

M.N. Shurupova¹, E.Yu. Avdeeva²

¹Tomsk State University, Tomsk, Russia, e-mail: rita.shurupova@inbox.ru

²Siberian State Medicinal University, Tomsk, Russia, e-mail: elenaavdeev@yandex.ru

Summary: Published data of usage in folk medicine, chemical composition, biological activity, protection status, type of rarity and biomorphs of Siberian species of the genus *Saussurea* DC. were analyzed. There is a reason to consider more than a third of the species as promising from a medical point of view. Almost half of the species have any conservation status, while nine species according to the quantitative criterion of IUCN correspond to different categories of protection, but do not have protected status. Among the widespread species, only two can be considered common according to the criteria of rarity. Biomorphs of only seven species was examined. Directions of complex investigation of genus *Saussurea* are proposed concerning usage and conservation.

Keywords: *Saussurea*, medicinal plant, conservation, rarity, biomorphs.

Вызовом для научного сообщества сегодня является угроза уменьшения биоразнообразия на фоне изменяющегося климата и использования природных ресурсов, ведущих к нарушению местообитаний уязвимых видов, сокращению их численности и исчезновению. Важной стратегической задачей является рациональное применение лекарственных, прежде всего антибактериальных препаратов, что возвращает фармакологов к поиску действующих веществ природного происхождения. Это актуализирует изучение биологии и экологии перспективных для медицины растений для их использования в качестве лекарственного сырья и необходимости сохранения природных запасов. Особого внимания заслуживают группы растений с богатой историей применения в народной медицине, но слабо изученные фармакологически, что является препятствием для применения препаратов из этих растений в медицине.

Перспективным в этом контексте является род *Saussurea* DC. (Горькуша, Соссюрея) семейства Asteraceae, включающий около 415 видов. В России этот род распространен преимущественно в Сибири, где он представлен 54 видами и 2 подвидами (Shurupova, Zverev, 2017). Несмотря на большое количество данных о применении видов *Saussurea* в традиционных оздоровительных системах Сибири и сопредельных территорий (Растительные..., 2005), сведения об их химическом составе и

биологической активности отрывочные, а биологические особенности и ресурсный потенциал изучались лишь у нескольких видов. Многим редким видам *Saussurea* не присвоен статус охраняемых. Виды же, включенные в региональные «Красные книги», действительно охраняются только на особо охраняемых природных территориях, а химический состав редких видов слабо или вообще не изучен. Поэтому высок риск исчезновения лекарственных видов до того, как будет выявлена их ценность для медицины. Между тем, развитие технологий культуры тканей позволяет рассматривать ценные редкие лекарственные растения в качестве потенциального источника биологически активных веществ (БАВ).

Цель представленной работы – оценить степень изученности рода *Saussurea* в Сибири, учитывая их лекарственный потенциал (применение в народной медицине, химический состав, биологическую активность), статус охраны и соответствие критерию «число местонахождений» в соответствии со стандартами МСОП, тип редкости по D. Rabinowitz (1981) и биоморфу.

В качестве источников информации использовались сводки (Растительные..., 2013), в основу таблицы легли обзорные статьи (Погодин и др., 2014; Shurupova, Zverev, 2017) и публикации, посвященные фармакологическим исследованиям (Shurupova et al., 2016; Решетов и др., 2018; Авдеева и др., 2018; Khlusov et al., 2013). Данные из тематического спектра «лекарственный потенциал – охрана – редкость» есть по 49 из 56 видов и подвидов *Saussurea* в Сибири (табл.). Из них 12 видов использовались в народной медицине, по 20 – есть сведения о химическом составе, у 15 – изучалась биологическая активность, в том числе у 13 отмечено антибактериальное действие. Статус охраняемого растения федерального или регионального масштаба присвоен 24 видам, при этом у 10 видов категория охраны не соответствует критерию МСОП (IUCN) по числу местонахождений. Как правило, число местонахождений этих видов в соответствии со стандартами МСОП должно служить основанием для присвоения более высокого статуса охраны. У 9 видов статус охраны вообще отсутствует, хотя число их местонахождений по критериям МСОП соответствует присвоению категории охраны. Среди видов с большим числом местонахождений 20 изучались в отношении типа редкости. При этом к 1 типу (обычный вид) относятся только 2 вида: *S. amara* и *S. salsa*.

Биоморфологические исследования проводились для 7 видов: *S. baicalensis*, *S. controversa*, *S. daurica*, *S. frolovii*, *S. orgaadayi*, *S. salicifolia* и *S. schanginiana*. Все они относятся к летнезеленым многолетникам. У 5 отсутствует вегетативное размножение: *S. baicalensis* и *S. orgaadayi* – каудексные монокарпики (Некратова и др., 2013; Шурупова, 2018),

Таблица

Изученность сибирских видов *Saussurea*

Виды	Применение в народной медицине	Химический состав	Биологическая активность	Статус охраны	Категория редкости
<i>S. alata</i> DC.	+	+	–	–	–
<i>S. alpina</i> (L.) DC.	–	+	+	–	4
<i>S. amara</i> (L.) DC.	+	+	+	–	1
<i>S. amurensis</i> Turcz.	+	+	+	–	4
<i>S. baicalensis</i> (Adams) Robins.	–	+	–	+	4
<i>S. cana</i> Ledeb.	–	–	–	+	–
<i>S. chamarensis</i> Peshkova	–	–	–	–**	–
<i>S. chichaczewii</i> Maneev. et Krasnob.	–	–	–	–**	–
<i>S. congesta</i> Turcz.	–	–	–	–	4
<i>S. controversa</i> DC.	+	+	+	–	2
<i>S. daurica</i> Adams	–	+	–	–	3
<i>S. denticulata</i> Ledeb.	–	–	–	+	–
<i>S. dorogostaiskii</i> Palib.	–	–	–	+++	–
<i>S. dubia</i> Freyn	–	–	–	–	4
<i>S. elongata</i> DC.	+	+	+	–**	–
<i>S. foliosa</i> Ledeb.	–	–	–	–**	4
<i>S. frolovii</i> Ledeb.	–	+	+	+++	2
<i>S. glacialis</i> Herd.	–	+	–	+++	–
<i>S. hypargyrea</i> Lipsch. et Vved.	–	–	–	–**	–
<i>S. jadrinzevii</i> Kryl.	–	–	–	+	–
<i>S. krylovii</i> Schischk. et Serg.	–	–	–	+	–
<i>S. laciniata</i> Ledeb.	–	–	–	–**	–
<i>S. latifolia</i> Ledeb.	+	+	+	–	2
<i>S. lenensis</i> M. Pop. ex Lipsch.	–	–	–	+++	–
<i>S. leucophylla</i> Shrenk.	–	+	–	–	4
<i>S. neoserrata</i> Nakai	+	+	+	–	–
<i>S. orgaadayi</i> V. Khan. et Krasnob.	+	+	+	+	–
<i>S. oxyodonta</i> Hult.	–	–	–	+++	–
<i>S. parviflora</i> (Poir.) DC.	+	+	+	+	–
<i>S. poljakowii</i> Glehn	–	–	–	+++	–
<i>S. pricei</i> Simps.	–	+	+	+	2
<i>S. pseudoalpina</i> Simps.	–	–	–	–	4
<i>S. pseudoangustifolia</i> Lipsch.	–	–	–	+++	–
<i>S. pseudosquarrosa</i> M. Pop. et Lipsch.	–	–	–	–**	–
<i>S. pulchella</i> (Fisch.) Fisch.	+	+	+	–	4
<i>S. revjakinae</i> S.V. Smirnov	–	–	–	–**	–
<i>S. robusta</i> Ledeb.	–	–	–	+	–
<i>S. sajanensis</i> Gudoshnikov	–	–	–	+	–
<i>S. salicifolia</i> (L.) DC.	+	+	+	+	3
<i>S. salsa</i> (Pall.) Spreng.	+	+	+	–	1
<i>S. schanginiana</i> (Wyd.) Fisch. ex Serg.	–	+	+	+	4
<i>S. serratuloides</i> Turcz.	–	–	–	+++	–
<i>S. soczavae</i> Lipsch.	–	–	–	+++	–
<i>S. squarrosa</i> Turcz.	–	–	–	–**	–
<i>S. stubendorffii</i> Herd.	–	–	–	+	–
<i>S. subacaulis</i> (Ledeb.) Serg.	–	–	–	–	4
<i>S. tilesii</i> (Ledeb.) Ledeb.	–	–	–	–	4

<i>S. tilesii</i> ssp. <i>putoranica</i> J. Kozh.	–	–	–	+	–
<i>S. turgaiensis</i> B. Fedtsch.	–	–	–	+++	–

Примечание: * – есть данные об антибактериальном действии, ** – статус охраны не соответствует критерию МСОП по числу местонахождений вида. 1–4 – типы редкости.

S. frolowii, *S. salicifolia* и *S. schanginiana* – каудексные поликарпики (Шурупова и др., 2015). *S. daurica* – каудексный поликарпик с выраженной способностью к образованию корневых отпрысков, *S. controversa* – короткокорневищный поликарпик (Shurupova et al., 2019).

Род *Saussurea* заслуживает пристального внимания фармакологов, так как по 20 из 56 сибирских видов и подвидов уже установлены виды биологической активности, описан состав БАВ и факты использования в народной медицине. В Сибири статус охраняемых на региональном или федеральном уровнях присвоен 24 видам *Saussurea*, еще 9 по числу местонахождений соответствуют категориям охраны МСОП. Из распространенных видов только 2 можно отнести к обычным согласно типам редкости D. Rabinowitz (1981).

Перспективность для медицины и уязвимость многих видов *Saussurea* с одной стороны и отсутствие системности в изучении этих особенностей рода с другой являются основанием для выделения следующих стратегически важных направлений в изучении рода:

- 1) планомерное скрининговое фармакологическое исследование видов, по которым информация отсутствует или фрагментированная;
- 2) фитосозологический анализ и работа по введению и совершенствованию мер охраны редких видов;
- 3) изучение биоморфы для разработки режимов рационального использования распространенных видов, а также мер охраны редких видов;
- 4) ориентировочная оценка запасов сырья ресурсных видов;
- 4) эксперименты по интродукции и искусственному выращиванию редких перспективных видов;
- 5) разработка технологий получения биомассы методом культуры тканей для ценных редких видов, не поддающихся интродукции.

Литература

Авдеева Е.Ю., Зибарева Л.Н., Кастерова Е.А., Решетов Я.Е., Шурупова М.Н., Белоусов М.В. Компонентный состав фенольных соединений семи видов *Saussurea* // Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 197–204.

Погодин И.С., Лукша Е.А., Предейн Н.А. Химический состав растений рода *Saussurea* DC., произрастающих на территории Сибири (обзор) // Химия растительного сырья. 2014. № 3. С. 43–52.

Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Том 5. Ч. 2 / Ред. А.Л. Буданцев. СПб., 2013. 312 с.

Решетов Я.Е., Белоусов М.В., Авдеева Е.Ю., Шурупова М.Н. Сравнительное исследование элементного состава и биологически активных веществ растений рода *Saussurea* // Химия раст. сырья. 2018. № 4. С. 205–214.

Шурупова М.Н., Гуреева И.И., Некратова Н.А. Особенности размножения редких видов *Saussurea* (Asteraceae) на Кузнецком Алатау // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2015. № 1 (29). С. 86–102.

Шурупова М.Н. Структура ценопопуляций и онтогенез *Saussurea baicalensis* (Asteraceae) в Кузнецком Алатау (Хакасия) // Бот. журн. 2018. Т.103. № 5. С. 616–630.

Shurupova M.N., Parshina E.P., Reshetov Ya.E., Krasnobaeva A.A., Avdeeva E.Yu., Belousov M.V. Population structure, resource potential and diagnostic features of raw materials of *Saussurea controversa* DC. // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 45. С. 34–46.

IUCN. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0, 2012 (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN).

Khlusov I., Avdeeva E., Shupletsova V. et al. Comparative In Vitro Evaluation of Antibacterial and Osteogenic Activity of Polysaccharide and Flavonoid Fractions Isolated from the leaves of *Saussurea controversa* // Molecules. 2019. Vol. 24, № 20. p. 3680.

Rabinowitz D., 1981. Seven forms of rarity. In H. Synge, Ed. The biological aspects of rare plant conservation (Chichester: John Wiley & Sons). P. 205–217.

Shurupova M.N., Zverev A.A. Conservation categories and rarity types of Siberian *Saussurea* species // International journal of environmental studies. 2017. Vol. 74, № 5. P. 724–731.

УДК 582.747.1:712.4(470-25)

ВСЕСТОРОННЯЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ВНЕДРЕНИЯ *ACER NEGUNDO* В ОЗЕЛЕНЕНИЕ МОСКВЫ

О.И. Ясинская

*Московский педагогический государственный университет, г. Москва,
Россия, e-mail: ksen.yasinka@mail.ru*

Аннотация. Доля *A. negundo* от общего количества деревьев на обследованных территориях в Москве в среднем составляет 37%.

Соотношение мужских и женских растений 1:1. Вдоль магистральных улиц листья этого вида могут иметь высокую степень поражения грибковым заболеванием *Phyllosticta negundinis*. Декоративность этого вида определяется условиями произрастания. Биологические особенности позволяют облагораживать искривленные и наклоненные деревья путем обрезки, создавать из него живые изгороди. Резкое снижение численности *A. negundo* в Москве усугубит неблагоприятную экологическую ситуацию.

Ключевые слова: *Acer negundo*, инвазионный вид, *Phyllosticta negundinis*, многоярусные заросли, озеленение.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF *ACER NEGUNDO* IMPLEMENTATION IN THE MOSCOW CITY FORESTRY

O.I. Yasinskaya

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia,

e-mail: ksen.yasinka@mail.ru

Summary: The average proportion of *A. negundo* of the total trees number in the surveyed territories of Moscow city is 37%. The male and female plants ratio is 1:1. The *Phyllosticta negundinis* fungus may affect the leaves of this species growing along the main streets. Decorative effect of this species depends on the growing conditions. Biological features of *A. negundo* allow one to refine curved and tilted trees by pruning, as well as to create hedges. Rapid decline in the number of *A. negundo* in Moscow will change the adverse environmental situation for the worse.

Keywords: *Acer negundo*, invasion species, *Phyllosticta negundinis*, multilayered stand, forestry.

A. negundo L. – североамериканский инвазионный вид. За счет нетребовательности к почве и влаге, быстрому росту этот вид использовался в озеленении многих городов в 30-70-х годах (Пояркова, 1933; Шиманюк, 1964; Аксенова, 1975). В последние 50 лет *A. negundo* широко внедрился в зеленые насаждения Москвы, образовав семенным путем многоуровневые заросли, состоящие из наклоненных и изогнутых деревьев. Образованию зарослей способствует высокая семенная продуктивность и высокая всхожесть семян (Расторгуев, 1960; Майтулина, 1980; Виноградова, 2006; Путиванова, 2008), а также способность *A. negundo* к возобновлению под собственным пологом. Цель данного исследования заключалась в проведении всесторонней оценки последствий внедрения *A. negundo* в озеленение Москвы.

Материалы и методы исследования. Наблюдения проводили в 2019 году в разных районах Москвы и Московской области. Объектом исследования были виргинильные, генеративные и сенильные растения *A. negundo*. Соотношение полов популяции *A. negundo* в разных районах Москвы выявляли путём подсчёта мужских и женских растений. Таким же образом проводилось и выявление процентного соотношения *A. negundo* и других видов деревьев, используемых в озеленении. Степень поражения деревьев грибковыми заболеваниями осуществляли по методике проведения обследований для выявления очагов болезней и вредителей (Диагностические признаки..., 2006).

Результаты и обсуждение. По нашим данным доля *A. negundo* на обследованных территориях в районе Текстильщики в среднем составляет 37%, а на некоторых улицах - более 50% от всех древесных насаждений. Что касается полового состава популяции *A. negundo*, то в Москве на обследованных территориях, как вдоль улиц, так и в поймах рек соотношение полов составляет 1:1. Результаты нашего исследования не соответствуют данным Т.Е. Dawson и J.R. Ehleringer (1993), которые отмечали различия между полом растений и их предпочтением к среде обитания: мужские особи лучше переносят дефицит чем женские. Результаты проведенного нами исследования соответствуют данным P. Medrzycki (2002), который отмечал, что в Беловежской пушце соотношение полов у *A. negundo* составляет 1:1.

Листья *A. negundo* могут поражаться мучнистой росой (*Sawadaia tulasnei* (Fuck.) Nomma, но в большей степени страдают от другого грибкового заболевания – коричневой пятнистости (*Phyllosticta negundinis*). Признаки данной болезни можно наблюдать практически на всех деревьях, но в разной степени. Уже в июне на листовых пластинках появляются желтоватые или коричневые пятна. Как правило, пятна распространяются по жилкам от центра листа к периферии и имеют неправильную угловатую форму (Диагностические признаки..., 2006). Листья, сильно пораженные данной болезнью, преждевременно усыхают и опадают уже в августе.

Мы изучали степень поражения коричневой пятнистостью *A. negundo* на трех улицах Москвы, а также на территории Щукинского полуострова (памятник природы в Северо-Западном административном округе Москвы). В Московской области были обследованы территории в окрестностях поселка Бахчиванджи (вдоль проселочной дороги вблизи леса), а также в окрестностях города Бронницы, вблизи реки. Результаты исследования показали, что в меньшей степени были поражены деревья, произрастающие в относительно благоприятных с экологической точки зрения территориях -

на Щукинском полуострове и в Подмосковье. По всей видимости, в настоящее время *Phyllosticta negundinis* может стать тем реальным фактором, который снизит инвазионную активность *A. negundo* в Москве.

Всесторонне оценивая последствия внедрения *A. negundo* в озеленение Москвы, следует, прежде всего, принимать во внимание его высокую инвазионную активность. Негативной стороной пребывания данного вида в городском озеленении является формирование многоярусных насаждений, состоящих из искривленных и наклоненных деревьев, имеющих низкую декоративность.

Благодаря регулярному окашиванию травы на многих территориях в Москве прекратилось формирование новых зарослей и возобновление *A. negundo* под собственным пологом. Однако на тех территориях, где его подрост не удаляется, *A. negundo* может сформировать практически мертвопокровные заросли. Однако если вблизи таких зарослей произрастает *Acer platanoides* L., то под пологом *A. negundo* можно наблюдать возобновление этого более теневыносливого и высокорослого вида.

Способность *A. negundo* к легкому пробуждению спящих почек позволяет проводить обрезку на высоте до 1-1,5 м, формируя низкорослые деревья, создавать живые изгороди. Улучшение внешнего облика уже имеющихся насаждений *A. negundo* можно осуществлять за счет сокращения плотности зарослей путём удаления, прежде всего, женских экземпляров, а также обрезки сильно наклонённых деревьев.

Резкое снижение численности *A. negundo* на тех территориях, где он широко распространен, приведет к усугублению неблагоприятной экологической ситуации. Следует принимать во внимание, что его спонтанно выросшие заросли нередко создают барьер между жилыми домами и оживлёнными городскими магистралями. Габитус дерева во многом определяется условиями произрастания: деревья, выросшие на открытом пространстве, имеют высокую декоративность. Поэтому в каждом конкретном случае следует учитывать последствия радикального уменьшения численности *A. negundo*.

Литература

Аксенова Н.А. Клены. М.: МГУ, 1975. 96 с.

Виноградова Ю.К. Формирование вторичного ареала и изменчивость инвазионных популяций клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2006. Вып. 190. С. 25–47.

Диагностические признаки основных вредителей и болезней древесных и кустарниковых видов растений, контроль их развития с использованием

материалов мониторинга состояния зеленых насаждений города Москвы / Мухина Л.Н. и др. М., 2006. 356 с.

Майтулина Ю.К. О морфологии и прорастании семян клёна ясенелистного из различных географических пунктов // Бюл. Гл. ботан. сада. 1980. Вып. 117. С.85–89.

Расторгуев Л.И. Клены в озеленении городов. М.: Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1960. 43 с.

Пояркова А.И. Ботанико-географический обзор кленов в связи с историей всего рода *Acer* // Флора и систематика высших растений. Сер. 1. Вып. 1. М., 1933. С. 225–374.

Путиванова Л.Г. Некоторые аспекты репродуктивной биологии трех видов *Acer* L.: половая дифференциация, структура соцветий и ритмы цветения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 201 с.

Шиманюк А.П. Кленовые // Биология древесных и кустарниковых пород СССР. М.: Просвещение, 1964. С. 212–226.

Dawson T.E., Ehleringer J.R. Genderspecific physiology, carbon isotope discrimination, and habitat distribution in boxelder, *Acer negundo* // Ecology. 1993. Vol. 7. P. 798–815.

Medrzycki P. Inwazja amerykańskiego klonu *Acer negundo* L. a |uzytkowanie ziemi w Puszczy Biatowieskiej / PhD Thesis, Faculty of Biology Warsaw Univer. 2002. P. 63–72.

LAND USE HISTORY OF A *FRITILLARIA MELEAGRIS* HABITAT IN HUNGARY

É. Biró, Zs. Simon, É. Szabó, J. Bódis

*Department of Plant Sciences and Biotechnology, University of Pannonia,
Georgikon Faculty, Festetics u. 7., H-8360 Keszthely, Hungary,
e-mail: bodis.judit.64@gmail.com*

Summary: In Hungary, *Fritillaria meleagris* is known as a species of the riparian woodlands however, it forms the large populations only on the meadows, which appeared after the woodland clearance. One of such populations we monitored on floodplain of the small river Zala in Western Hungary. Over five years of observations (2012-2016), the number of flowering *Fritillaria* individuals varied annually from 630 to 5314. To explore the history of the land use on this site we used the maps from the Military Surveys of Hungary (1784-1941), aerial photographs (1955-2016) and documents from archives.

The first written records of the settlement (Tüskeszep̄ter) are dated at 1166. The village was built in a meander of the river. By 1784, the area was occupied by

wet meadows and only small fragments of forests could be seen on the map. The main livelihood was an animal husbandry which required a lot of hay stocked for winter. Floodplain hay meadows were the most productive, however in 1895-1930 most of meadows were transferred into the arable fields, after the river Zala flow became regulated. The small-scale farming had almost disappeared by 1960s, because of 'collectivization'. Big hay-cut machinery has started to be used and still can be seen on the meadows nowadays.

Fritillaries populations occur only in the areas which have been continuously managed as hay meadows, both non-improved and semi-improved. Although traditional animal husbandry is not economically sustainable in Hungary anymore, the EU support traditional management to be continued on historic floodplain meadows.

Keywords: number of flowering plants, military surveys, river regulation, hay meadow.

ИСТОРИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТООБИТАНИЙ *FRITILARIA MELEAGRIS* В ВЕНГРИИ

Е. Биро, З. Симон, Е. Сзабо, Д. Бодис

Университет Паннонии, Кезтели, Венгрия, email: bodis.judit.64@gmail.com

Аннотация: В Венгрии *Fritillaria meleagris* известен как вид, приуроченный к пойменным лесам, однако крупные популяции он формирует только на лугах, появившихся после сведения лесов. Мы проводили мониторинг одной из таких популяций в пойме небольшой реки Зала в Западной Венгрии. За пять лет наблюдений (2012-2016) численность цветущих особей рябчика варьировала по годам от 630 до 5314. Для изучения истории этой территории мы использовали карты из Военных обзоров Венгрии (1784-1941), аэрофотоснимки (1955-2016) и документы из архивов. Первое письменное упоминание о поселении Tüskeszenterpéter относится к 1166. Деревня была построена на меандре реки. К 1784 территория была покрыта пойменными лугами, лес остался маленькими фрагментами. Сено запасали на зиму на корм домашним животным. Пойменные луга были наиболее продуктивными. Однако в 1895-1930 большинство лугов было распахано после зарегулирования реки Зала. Фермерское землепользование почти исчезло к 1960-м годам, уступив место колхозам. Крупная техника используется для заготовки сена и в наше время. Популяции рябчика сохранились на лугах, которые всегда были в сенокосном использовании. Хотя традиционное животноводство в Венгрии больше экономически не

выгодно, оно сохраняется на старых пойменных лугах, благодаря целевому финансированию из Евросоюза.

Ключевые слова: Численность цветущих особей, военные обзоры, регулируемые реки, сенокосный луг.

In Hungary, *Fritillaria meleagris* is known as a species of the riparian woodlands however, it forms the large populations only on the meadows which appeared after the woodland clearance (Bartha et al., 2015). The reason for this is that individuals can develop better in the sunny conditions of meadows. They have not got any competitors in early time, when are in the blossom. In fact, the mowing at the right time is favourable for seed spread/ propagation. In spite of its protection, *F. meleagris* in Hungary is an endangered plant, but its populations are decreasing, endangered all over Europe too. They are threatened of exclusively anthropogenic sources, such as the river control, tilling and the destruction of their habitats.

We monitored a population on floodplain of the small river Zala in Western Hungary. To explore the history of the land use on this site we used the maps from the Military Surveys of Hungary (1784-1941), aerial photographs (1955-2016) and documents from archives. We examined the habitats, recorded the number of flowering *Fritillaria* individuals and other protected plants over five years of observations (2012-2016).

The first written records of the settlement (Tüskeszentpéter) are dated at 1166. The village was built in a meander of the river [1]. By 1784, the area was occupied by wet meadows and only small fragments of forests could be seen on the map (Fig. 1-2). The main livelihood was animal husbandry which required a lot of hay stocked for winter [1]. Floodplain hay meadows were the most productive, however in 1895-1930 most of meadows were transferred into the arable fields, after the river Zala flow became regulated (Fig. 3-4) and the mills on river Zala became closed one after another (Fig. 5-6). The small-scale farming had almost disappeared by 1960s, because of ‘collectivization’ (Fig.7-8). Big hay-cut machinery have started to be used and still can be seen on the meadows nowadays.



Fig. 1-2. The First Military Survey (1784) and the Second Military Survey (1856). [1] First Military Survey 1784. <http://mapire.eu/hu/> (accessed: 2017.07.14.) [2] Second Military Survey: 1856. <http://mapire.eu/hu/> (accessed: 2017.07.14.)



Fig. 3-4. The Third Military Survey (1879) and The Military Survey of Hungary (1941) [3] Third Military Survey: 1879. <http://mapire.eu/hu/> (accessed: 2017.07.14.) [4] Military Survey of Hungary: 1941. <http://mapire.eu/hu/> (accessed: 2017.07.14.)

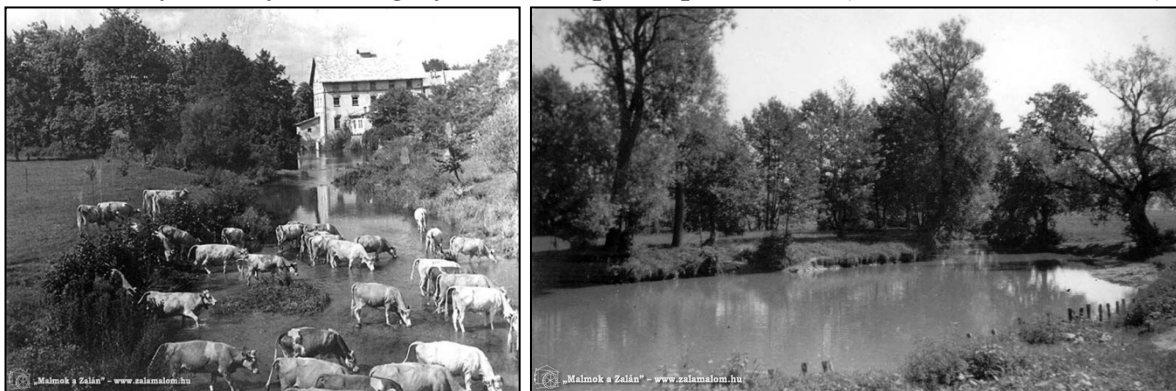


Fig. 5-6. There were about 35 mills on the small river Zala until the 1960s. Mowing was the main land use, but the grazing was also important. [5, 6] www.zalamalom.hu (accessed: 2017.07.14.)



Fig. 7-8. During the collectivization: 2nd May 1966 and 9th March 1975.
[7, 8] www.fentrol.hu/hu/ (accessed: 2017.07.14.)

Botanical survey

Over five years of observations (2012-2016), the number of flowering *Fritillaria* individuals varied annually from 630 to 5314. The Fritillaries prefer the habitats of 'Alluvial meadows of river valleys' (6440) and 'Lowland hay meadows' (6510) (Zhang, 1983; Silvertown et al., 1999; Tatarenko et al., 2013). Fritillaries are on the right bank of the river Zala, however do not occur on the left bank. Although the habitats are similar on the two banks, we realized that the western part (with Fritillaries) regularly has spring water cover, but dries out for summer. The eastern part (with other protected species but no *Fritillaria*) is not flooded in spring but the groundwater is near to the surface during the summer.



Fig. 9-10. 25th April 2013 The deepest places, where children searching for fish, while upper parts blooming the *Fritillaria*, in the shallow water.

Covering of the water on the meadows can affect the number of flowering plants. In 2013, after a long rainfall in spring, the intensity of flowering was moderate, but in 2016 lots of flowering plants were counted in the area after the high water in March. If the meadow remains under water for too long (2013), it is

not fortunate, but if the water goes to the beginning of April (2016), it is optimal for the plant.

Conclusions

Fritillaries population occur only in the areas which have been continuously managed as hay meadows, both non-improved and semi-improved for more than 300 years. Although traditional animal husbandry is not anymore economically sustainable in Hungary, the EU support traditional management to be continued on historic floodplain meadows.

Acknowledgement

The work/publication was supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

References

Bartha D., Király G., Schmidt D., Tiborcz V., Barina Z., Csiky J., Jakab G., Lesku B., Schmotzer A., Vidéki R., Vojtkó A., Zólyomi Sz. (szerk.). Magyarország edényes növényfajainak elterjedési atlasza. (Distribution atlas of vascular plants of Hungary) // Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 2015. 329 pp.

Silvertown J., Dodd M. E., Gowing D. J., Mountford J. O. Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities // Nature. 1999. V. 400. № 6739. P. 61.

Tatrenko I., Dodd M., Rothero D., Gowing D. Citizen science in meadow studies: population dynamics in *Fritillaria meleagris* on North Meadow (Wiltshire, UK). In: Kurchenko E. I., Tatrenko, I. V. (eds): Research and conservation of floodplain meadows. Proceedings of International Workshop. Kaluga, 2013. P. 95-99.

Zhang L. Vegetation ecology and population biology of *Fritillaria meleagris* L. at the Kungsängen Nature Reserve, eastern Sweden (Doctoral dissertation, Sv. växtgeografiska sällsk.). 1983.

[1] <http://tuskeszentpeter.ingyenweb.hu/keret.cgi?/tortenet.html> (accessed: 2018.02.02.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Ревушкин А.С., Боровик Т.С. Сравнительный анализ онтогенеза и структуры ценопопуляций растений рода <i>Dasystephana</i>	3
Ревушкин А.С., Щёголева Н.В. Особенности подготовки профессиональных ботаников в Томском университете	7
Ревушкин А.С., Щёголева Н.В., Борисенко А.Л. Опыт подготовки преподавателей в рамках программы магистратуры «Биологическое образование» в Томском университете	10
Ронжина Д.А. Листовые параметры у видов рода <i>Veronica</i> L. в связи с их экологической приуроченностью	15
Рубцов В.В., Уткина И.А. Биоразнообразие дуба черешчатого и его повреждение филлофагами в южной лесостепи	20
Савинов И.А. Современная биоморфология и молекулярная филогенетика высших сосудистых растений: есть ли точки соприкосновения?	24
Савиных Н.П. Об архитектурных единицах или ещё раз о категориях модулей у растений	30
Саксонов С.В., Ильина В.Н., Сенатор С.А. Изучение ценопопуляций редких видов растений при ведении Красной книги Самарской области	34
Саксонов С.В., Ильина В.Н., Сенатор С.А. Региональные особенности ценопопуляционных исследований (Самарская область)	39
Саодатова Р.З. Охраняемые растения России на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН	43
Сараева Л. И. Изучение состояния ценопопуляции редкого вида <i>Tulipa uniflora</i> (Liliaceae) в засушливый период на территории Даурского заповедника	47
Сахоненко А.Н., Матюхин Д.Л. Онторморфогенез некоторых видов рода Калина – <i>Viburnum</i> L.	52
Ситнова С.Ф., Чжан Лу, Архипова Т.В. Морфологические особенности формирования адвентивных побегов у сеткреазии пурпурной (<i>Setcreasea purpurea</i>)	57
Соколова В.В., Высоцкая О.Н. Плодоношение гинкго двулопастного (<i>Ginkgo biloba</i> L.) в Москве	60
Соколова Е.И. Популяционные исследования охраняемых видов растений в восточном Донбассе	64

Стаменов М.Н. Экобиоморфы <i>Quercus robur</i> L. и <i>Q. petraea</i> в фитоценозах останцовых магматических гор Пятигорья	68
Стахеева Т.С., Васильева О.Г., Коновалова Л.Н. Сохранение биологического разнообразия растений в генобанке <i>in vitro</i> ГБС РАН на примере семейства <i>Egicaseae</i>	73
Степанова Е.Н., Петухова Л.В., Мейсурова А.Ф., Иванова С.А., Зуева Л.В., Андреева Е.А. Значение биоморфологии для ландшафтного и флористического дизайна	77
Сухолозова Е.А., Сухолозов Е.А. К вопросу о взаимоотношениях видов <i>Cuscuta</i> sp. с насекомыми-галообразователями рода <i>Smicronyx</i>	81
Сытин А.К. Архитектурные модели однолетних астрагалов (<i>Astragalus</i> L., <i>Fabaceae</i>)	86
Таловская Е.Б., Барсукова И.Н. Модификация архитектуры <i>Thymus petraeus</i> (<i>Lamiaceae</i>) в степях Южной Сибири	89
Тарасова Т.Е. Энтомофауна микрорайона Крутые Ключи	93
Таршис Л.Г. Особенности микроструктуры корней дикорастущих и интродуцированных в закрытом грунте видов семейства <i>Orchidaceae</i> Juss.	97
Телевинова М.С., Антонова И.С. О разнообразии побеговых систем некоторых представителей рода <i>Ulmus</i> L.	103
Трофименко В.Г. Биоморфологическая структура флоры города Луганска	108
Тукова Д.Е., Бетехтина А.А., Веселкин Д.В. Строение корней осок из местообитаний с разной степенью увлажнения	111
Тумелевич М.Л., Гетманец И.А. Разнообразие эвгленовых водорослей Челябинской области	115
Уланова Н.Г. Основные тренды динамики видового богатства после природных и антропогенных «катастроф» в ельниках Европейской части России	119
Федорова С.В. Несколько формул для определения площади проекции листовой пластинки растения	125
Фролова А.В., Матюхин Д.Л. Особенности прироста и формирования кроны у представителей рода <i>Chamaecyparis</i> семенного происхождения	130
Харитонцев Б.С. Варианты формирования экосистем на примере растительности юга Тюменской области	135

Холбоева С. А., Басхаева Т. Г. Формирование профессиональных компетенций у студентов биологов Бурятского государственного университета в период полевых практик по ботанике	139
Храпко О.В. Биологические и морфологические особенности дальневосточных <i>Polystichum</i> Roth (Сем. Aspidiaceae Mett. ex Frank)	144
Цыпурская Е.В. Растения картофеля (<i>Solanum tuberosum</i> L.) в условиях <i>in vitro</i> : морфофизиологические и биохимические характеристики	148
Цырендоржиева О.Ж. Аномалии стебля древесной лианы – <i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr. et Maxim.) Maxim.), формирующейся в зависимости от механизма прикрепления к стеблю	153
Цыренова Д.Ю. Микроморфология отмельного эфемера <i>Coleanthus subtilis</i> (Роасеae) на нижнем Амуре	157
Челтыгмашева Л.Р. Особенности побегообразования представителей рода <i>Hemerocallis</i> L.	162
Черемушкина В.А. Разнообразие биоморф видов рода <i>Scutellaria</i> L. (sect. <i>Lupulinaria</i> Juz.) в Центральной Азии	167
Черняева Е.В., Быкова Д.А., Викторов В.П. Некоторые эколого-физиологические особенности <i>Dryas octopetala</i> в условиях Московского мегаполиса	172
Черняева Е.В., Журавлева А.Е., Козленков Г.М., Викторов В.П. Аллелопатическая активность листьев и почвы в фитогенных полях <i>Pulmonaria saccharata</i> и <i>Echinacea purpurea</i>	177
Чуб В.В. Пространство логических возможностей как метод анализа листовых серий у <i>Amaryllidaceae</i>	180
Чуб В.В. Внутрипредметные связи: тема «Семя» в контексте решения генетических задач	185
Шабалкина С.В., Пересторонина О.Н. О динамике объёма ботанических дисциплин при подготовке педагогов	190
Шереметьева А.С., Дурнова Н.А., Березуцкий М.А. Экологическая деспециализация охраняемого вида – Додарции восточной на территории Саратовской области	195
Шурупова М.Н., Авдеева Е.Ю. Изученность рода <i>Saussurea</i> DC. в Сибири: перспективы использования и охрана	198
Ясинская О.И. Всесторонняя оценка последствий внедрения <i>Acer negundo</i> в озеленение Москвы	203
Biró É., Simon Zs., Szabó É., Bódis J. Land use history of a <i>Fritilaria meleagris</i> habitat in Hungary	207

