

**Федеральное агентство научных организаций
Российская академия наук, Сибирское отделение
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный парк «Тункинский»
Иркутский государственный университет
Русское ботаническое общество, Иркутское отделение**

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ЕВРАЗИИ

**Материалы II Всероссийской научной конференции
с участием иностранных ученых,
посвященной памяти доктора биологических наук, профессора,
заслуженного деятеля науки РФ
Леонида Владимировича Бардунова (1932–2008 гг.)
(Иркутск, Кырен, 11–15 сентября 2017 г.)**

Иркутск
Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
2017

УДК 581.5(1-924/-925)
ББК 28.5
П78

Конференция проведена при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций (Соглашение № 007-02-1567 от 9.06.2017 г. между ФАНО и СИФИБР СО РАН на предоставление субсидии на финансовое обеспечение проведения конференции) и гранта РФФИ № 17-04-20464-г на организацию и проведение конференции.

Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: Материалы II Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти Л.В. Бардунова (1932–2008 гг.) (Иркутск, Кырен, 11–15 сентября 2017 г.). – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. – 224 с.

Конференция посвящается памяти доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Леонида Владимировича Бардунова (1932–2008 гг.) и рассматривает актуальные вопросы ботаники как комплексной отрасли знаний.

Problems of studying and preserving the plant world of Eurasia: Proceedings of the II All-Russian Conference with the international participation, dedicated to the memory of Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation L.V. Bardunov (1932–2008) (Irkutsk, Kyren, September 11–15, 2017). – Irkutsk: V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS Publishers, 2017. – 224 p.

The conference is dedicated to the memory of Doctor of Biological Sciences, Professor, and Honored Scientist of the Russian Federation Leonid Vladimirovich Bardunov (1932–2008). Contemporary issues of the botanical science considered as a multi-dimensional branch of tree of knowledge are discussed.

Ответственные редакторы

кандидат биологических наук *А.В. Верхозина*,
кандидат биологических наук *Д.А. Кривенко*

Печатается по решению Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского института физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Л.В. БАРДУНОВА, ЕГО ВКЛАД В ИЗУЧЕНИЕ ФЛОРЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

ВКЛАД Л.В. БАРДУНОВА В ИЗУЧЕНИЕ МХОВ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

С. Г. Казановский

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, kazan@sifibr.irk.ru

CONTRIBUTION OF L.V. BARDUNOV IN THE STUDY OF MOSSES OF NORTH ASIA

S. G. Kazanovsky

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The report is devoted to the role of outstanding Russian bryologist, Professor L.V. Bardunov in the studies of mosses in North Asia (the south of Siberia and the south of Russian Far East). From its vast scientific heritage, 170 works are devoted to the mosses of the south of Siberia and the Russian Far East. His studies made a great contribution to the bryofloristics and bryogeography of the region.

Леонид Владимирович Бардунов родился 2 июля 1932 г. во Владивостоке. В этом городе прошли его детские и юношеские годы, в которые и пробудился интерес к познанию живой природы. Будучи школьником, он принимал участие в экспедициях ученого-энтомолога А.И. Куренцова. По окончании средней школы, Леонид Владимирович поступает на биолого-почвенный факультет Иркутского государственного университета. По его словам, специализироваться он собирался в области энтомологии. По окончании первого курса он попадает в экспедицию к выдающемуся ботанику, систематику, фитогеографу М.Г. Попову. Встреча с этим замечательным ученым и человеком решила научную судьбу Леонида Владимировича. Все летние сезоны студенчества прошли в экспедициях, организованных М.Г. Поповым в Прибайкалье, во время которых студент проявил себя как прекрасный коллектор и исследователь флоры.

По окончании университета Л.В. Бардунов поступает в аспирантуру в Ботанический институт им В.Л. Комарова АН СССР в Ленинграде. Его руководителем становится Л.И. Савич-Любичка – блестящий ученый-бриолог, под руководством которой Л.В. Бардунов начинает планомерное изучение флоры мхов Байкальской Сибири. До того времени флора мхов Сибири никем планомерно не изучалась. Не было ни одного сибирского района или региона, в котором бы проводились специальные бриофлористические исследования. Существовали отдельные разрозненные данные по мохообразным Сибири, собранные разными ботаниками и геоботаниками. Леонид Владимирович стал первым бриологом, начавшим подобные исследования. Во время аспирантской подготовки (1955–1958 гг.) Л.В. работал над темой: «Флора листостебельных мхов побережий и гор Северного Байкала», в 1958 г. успешно защищает кандидатскую диссертацию, по результатам которой через 3 года выходит монография (Бардунов, 1961).

По завершению обучения в аспирантуре Л.В. Бардунов возвращается в Иркутск, в Восточно-Сибирский биологический институт СО АН СССР, много путешествует, изучает бриофлору горных районов Южной Сибири, формирует бриологический отдел в Гербарии им. М.Г. Попова в Институте. В 1960-е годы выходит монография по флоре мхов Восточного Саяна (Бардунов, 1965), а затем и первый «Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири» (Бардунов, 1969), который охватывает все группы листостебельных мхов, кроме сфагновых. Этот определитель не утратил своего значения до сих пор, хотя спустя почти полвека накопились новые данные, как по видовому составу мхов данной территории, так и по распространению отдельных видов, вошедших в данный определитель.

Многочисленные данные по мхам горных районов Южной Сибири Л.В. Бардунов обобщает в докторской диссертации «Флора листостебельных мхов Алтая и Саяна», которую

успешно защищает в 1973 г. в Киеве (Бардунов, 1973). В работе приведено 460 видов мхов, относящихся к 43 семействам и 162 родам, более трети видов, а именно 170, ранее для Алтая и Саян известны не были и впервые собраны автором, около 10 видов были выявлены в более ранних сборах других исследователей, 16 видов явились новыми для бриофлоры Сибири, 6 видов оказались новыми для флоры СССР, один вид – *Briobrittonia pellucida* R.S. Williams (= *B. longipes* (Mitt.) D.G. Horton) явился новым для Азии. Спустя год после защиты докторской диссертации выходит из печати монография «Листостебельные мхи Алтая и Саян» (Бардунов, 1974), в которой дан подробный анализ флоры мхов этой обширной территории.

Леонида Владимировича всегда привлекала природа родного Приморья. Посещая ежегодно родной край, он находил время для бриологических экскурсий. Кандидатская диссертация его первого аспиранта, В.Я. Ардеевой (Черданцевой), также была посвящена бриофлоре Южного Приморья. В течение почти двух десятилетий накопилось довольно много материалов по богатейшей флоре мхов юга российского Дальнего Востока, которые были обобщены в совместной с В.Я. Черданцевой монографии «Листостебельные мхи Южного Приморья» (1982). В монографии приведено 420 видов, относящихся к 48 семействам и 167 родам, почти четверть, а именно 102 вида для данной территории приведены авторами впервые, 16 видов оказались новыми для бриофлоры СССР, описан новый вид *Brachymenium exiloides* Bard. et Czerd.

Один, или в составе авторских коллективов Леонид Владимирович составлял списки и конспекты особо охраняемых природных территорий Сибири и Дальнего Востока: Зейского (Абрамова и др., 1987), Уссурийского (Бардунов, Черданцева, 1978, 2006), Лазовского (Бардунов и др., 1991, 2002), Витимского (Жукова, Бардунов, 1987; Бардунов, 2000, 2005) заповедников, Прибайкальского национального парка (Макрый и др., 2008).

Л.В. Бардунов принимал активное участие в составлении государственных и региональных Красных книг как автор-составитель, член редакционных коллегий и редактор разделов мохообразных. При его активном участии вышли Красные книги СССР (1984), РСФСР (1988), Российской Федерации (2008), Республики Бурятия (2002), Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа (2002), Забайкальского края (2017), Усть-Ордынского Бурятского автономного округа (2003, 2006).

Л.В. Бардунов создал школу ботаников и бриологов, подготовил 14 кандидатов биологических наук, среди которых бриологи В.Я. Ардеева (Черданцева), А.Н. Васильев, Е.И. Косович, С.Г. Казановский, А.Н. Мордвинов, Е.И. Иванова, Д.Я. Тубанова, Н.В. Дударева, Е.С. Преловская, геоботаник А.В. Гаращенко, лишенологи Т.В. Макрый, С.Э. Будаева, А.В. Лиштва, специалист по флоре сосудистых растений А.В. Верхозина.

Имя Л.В. Бардунова увековечено в названиях листостебельных мхов, в его честь названы род *Bardunovia* Ignatov et Ochuga и 2 вида – *Orthodontopsis bardunovii* Ignatov et B.C. Tan, *Dicranum bardunovii* Tubanova et E. Ignatova и 2 видов цветковых растений – *Megadenia bardunovii* Попов и *Corispermum bardunovii* Попов.

Научное наследие Л.В. Бардунова довольно велико и разнообразно, полный список работ включает 217 наименований, это монографии, статьи в научных журналах, научно-популярные издания, рецензии и др., львиная доля работ (170) в той или иной степени посвящены мохообразным Северной Азии, прежде всего юга Сибири и российского Дальнего Востока.

Литература

- Абрамова Л.И., Бардунов Л.В., Губанов И.А., Игнатов М.С., Коренюк С.Н., Новиков В.С., Петелин Д.А., Стецуря Н.Н. Мохообразные и сосудистые растения Зейского заповедника (Флора и фауна заповедников СССР). М. 1987. 71 с.
- Бардунов Л.В. Флора листостебельных мхов побережий и гор Северного Байкала: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1958. 21 с.
- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи побережий и гор Северного Байкала. М. 1961. 120 с.
- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи Восточного Саяна. М.; Л. 1965. 160 с.
- Бардунов Л.В. Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири. Л. 1969. 330 с.

- Бардунов Л.В. Флора листостебельных мхов Алтая и Саян: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Киев. 1973. 52 с.
- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи Алтая и Саян. Новосибирск. 1974. 168 с.
- Бардунов Л.В. Очерк бриофлоры Сибири. Новосибирск. 1992. 97 с.
- Бардунов Л.В. Материалы по флоре листостебельных мхов Витимского государственного заповедника. Иркутск. 2000. 36 с.
- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи // Биота Витимского заповедника: флора. Новосибирск. 2005. С. 72–97.
- Бардунов Л.В., Гамбарян С.К., Черданцева В.Я. Мохообразные // Флора, мико- и лишенобиота Лазовского заповедника (Приморский край). Владивосток. 1991. С. 35–60.
- Бардунов Л.В., Гамбарян С.К., Черданцева В.Я. Мохообразные // Флора, микобиота и растительность Лазовского заповедника. Владивосток. 2002. С. 49–67.
- Бардунов Л.В., Черданцева В.Я. Мохообразные // Флора и растительность Уссурийского заповедника. М. 1978. С. 127–148.
- Бардунов Л.В., Черданцева В.Я. Листостебельные мхи Южного Приморья. Новосибирск. 1982. 206 с.
- Бардунов Л.В., Черданцева В.Я. Мохообразные // Флора, растительность и микобиота заповедника «Уссурийский». Владивосток. 2006. С. 51–78.
- Жукова А.Л., Бардунов Л.В. Материалы к флоре печеночных мхов Витимского государственного заповедника (Центральная Сибирь) // Бот. журн. 1987. Т. 72. № 8. С. 1065–1068.
- Красная книга Забайкальского края. Растения. Новосибирск. 2017. 384 с.
- Красная книга Республики Бурятия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск. 2002. 340 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. 2008. 855 с.
- Красная книга РСФСР. Растения. М. 1988. 498 с.
- Красная книга СССР. М. 1984. Т. 2. 466 с.
- Красная книга Усть-Ордынского Бурятского автономного округа. Иркутск. 2003. 164 с.
- Красная книга Усть-Ордынского Бурятского автономного округа. Иркутск. 2006. 164 с.
- Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа. Растения. Чита. 2002.
- Макрый Т.В., Казановский С.Г., Бардунов Л.В., Сафонова Т.А., Егорова И.Н., Морозова Т.И., Петров А.Н., Плешанов А.С., Преловская Е.С., Шейфер Е.В. Споровые растения Прибайкальского национального парка. Новосибирск. 2008. 368 с.
-

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ:
ТАКСОНОМИЯ, СИСТЕМАТИКА И ФИЛОГЕНИЯ РАСТЕНИЙ

**ТИПОВЫЕ ОБРАЗЦЫ ТАКСОНОВ СЕМЕЙСТВА Caryophyllaceae В КОЛЛЕКЦИИ
ГЕРБАРИЯ ИМ. М.Г. ПОПОВА (NSK)**

Н. В. Власова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия, nat.vlasova54@yandex.ru

**TYPE SPECIMENS FOR TAXA OF FAMILY Caryophyllaceae IN THE COLLECTION
OF M.G. POPOV HERBARIUM (NSK)**

N. V. Vlasova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Summary. Data on type specimens for specific and infraspecific taxa of fam. Caryophyllaceae from Eastern Siberia are given. Type specimens are kept in M.G. Popov Herbarium of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS (NSK). Holotypes, isotypes, lectotypes, isolectotypes, syntypes and paratypes have been identified.

В лаборатории систематики и флорогенетики Центрального сибирского ботанического сада СО РАН проводятся исследования по инвентаризации типовых образцов Гербария им. М.Г. Попова (NSK) (USU_440537). Цель исследований – выявление, оцифровка и создание каталога типовых образцов сосудистых растений, хранящихся в Гербарии. Как известно, один из важнейших принципов ботанической номенклатуры, принцип типификации, устанавливает, что применение названий таксономических групп определяется посредством номенклатурных типов (McNeill et al., 2012). Номенклатурный тип вида или внутривидового таксона должен храниться постоянно в определенном Гербарии, или коллекции, или учреждении. Существует специальная терминология для обозначения разных вариантов типовых образцов (Алексеев и др., 1989).

Для таксонов из крупных родов семейства Caryophyllaceae выявлен следующий материал: *Stellaria angarae* Popov – голотип, *S. angarae* var. *baicalensis* Popov – 2 синтипа, *S. schischkinii* Peschkova – 3 паратипа, *S. kolymensis* A.P.Khokhr. – аутентик, *S. krylovii* N.V.Vlassova et Artemov – изотип; *Silene chamarensis* Turcz. var. *udocanica* Peschkova – голотип и изотип; *S. jenseensis* Willd. var. *kodarensis* Peschkova – голотип, *S. jenseensis* subsp. *popovii* Zuev – голотип и изотип; *Elisanthe aprica* (Turcz.) Peschkova subsp. *daurica* Zuev – голотип. Типовые образцы названий таксонов семейства Caryophyllaceae, хранящиеся в Гербарии им. М.Г. Попова, включают 7 голотипов, 12 изотипов, 5 паратилов, 3 синтипа, 10 лектотипов, 5 изолектотипов.

Если при обнаружении не был указан голотип, или позднее он был утрачен, то из первоначального материала выбирается лектотип. Так для *Dianthus superbis* L. f. *albus* Popov в качестве лектотипа был выбран, в соответствии с протологом, следующий образец: «Оз. Байкал, с-з [северо-западное] побережье, бухта Болсодей, горы, 22 VIII 1954, Л. Бардунов, [В.] Каплин» (NSK) (Власова, Байков, 2016). При обнаружении данного таксона в монографии «Конспект флоры побережий озера Байкал», в разделе “Diagnoses plantarum novarum”, указание типа не включало слово «тип», но была дана ссылка на единственный сбор (Попов, Бусик, 1966: 213). В таком случае применима статья 40.3 ICN, когда упоминание единственного экземпляра, или сбора, или иллюстрации является приемлемым для обозначения типа, даже если этот элемент и не обозначен как тип (McNeill et al., 2012). Из Чарской котловины была обнаружена разновидность *D. versicolor* Fisch. ex Link var. *ninelli* Peschkova. В Гербарии оказалось 5 гербарных листов var. *ninelli*, имеющих идентичный текст этикеток, соответствующий протологу. Кроме того, все растения находятся в одной стадии

развития. Так как при обнаружении *D. versicolor* var. *ninelli* был указан сбор, состоящий из нескольких образцов, и ни один из них автором не подписан как «тип», возникла необходимость выбора лектотипа. В качестве лектотипа был выбран экземпляр с хорошо сохранившимися цветками, имеющий определение автора “var. *ninelli* m.”, 4 остальных образца, также с определением автора, представляют собой изолектотипы, еще 2 образца с других местонахождений, указанных в протологе, относятся к паратипам.

При обнаружении *Melandrium apetalum* Fenzl var. *vegetum* Popov (l. c.: 213), в разделе “Diagnoses plantarum novarum”, не была указана дата сбора. Однако, в разделе «Конспект флоры», для данной разновидности приводится место и дата сбора: «Маломорское поб.: Сарма, на конусе выноса р. Сармы, 1951, М. Попов, Л. Бардунов». Гербарный образец с датой сбора «25 VIII 1951 г.», имеющий этикетку, соответствующую протологу и определению, подписанное М.Г. Поповым: “*Melandrium apetalum* (L.) Fenzl var. *vegetum* M. Pop. nov. var.” был обозначен нами в качестве лектотипа. Другой гербарный лист, с аналогичной этикеткой и определением М.Г. Попова, датой сбора «25 VIII 1953 г.», относится к числу аутентиков. Л.В. Бардунов отмечает в своих воспоминаниях о полевом сезоне летом 1951 г.: «... На Байкале мы ... работали в течение примерно недели в конце августа на побережье Малого Моря, в районе пос. Сарма...» (2007: 10). Таким образом, имеются основания для выбора в качестве лектотипа образца с датой сбора именно 1951 года. Сканированные копии типовых образцов из Гербария им. М.Г. Попова размещены на портале Jstor (<http://plants.jstor.org/>) и в Венской базе данных “Virtual Herbaria” (<http://herbarium.univie.ac.at/database/search.php>).

Исследование выполнено при поддержке фонда Andrew W. Mellon Foundation (грант № 41300650) и РФФИ в рамках научного проекта № 15-29-02429.

Литература

- Алексеев Е.Б., Губанов И.А., Тихомиров В.Н. Ботаническая номенклатура. М. 1989. 198 с.
Бардунов Л.В. В поле и за микроскопом. Новосибирск. 2007. 143 с.
Власова Н.В., Байков К.С. Типовые образцы таксонов рода *Dianthus* L. (Caryophyllaceae) в коллекции Гербария им. М.Г. Попова (NSK) // Раст. мир Азиатской России. 2016. № 3 (23). С. 18–21.
Попов М.Г., Бусик В.В. Конспект флоры побережий озера Байкал. М.; Л. 1966. 216 с.
McNeill J., Barrie F.R., Buck W.R., Demoulin V., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Marhold K., Prado J., Prud'homme van Reine W.F., Smith G.F., Wiersema J.H. and Turland N.J. International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011. Kőgnigstein. 2012. 232 p.

О ПОЛОЖЕНИИ *Coleanthus subtilis* Seidl ex Roem. & Schult. В СИСТЕМЕ ЗЛАКОВ (Poaceae)

А. А. Гнутиков,¹ Н. Н. Носов,² Н. С. Пробатова,³ А. В. Родионов²

¹ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, alexandr2911@yandex.ru

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

³ ФНЦ Биоразнообразие наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия

ON THE POSITION OF *Coleanthus subtilis* Seidl ex Roem. & Schult. IN THE SYSTEM OF THE GRASS FAMILY (Poaceae)

A. A. Gnutikov,¹ N. N. Nosov,² N. S. Probatova³ & A. V. Rodionov²

¹ Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

² V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

³ Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia

Summary. The preliminary results of the molecular phylogenetic study on the position of *Coleanthus subtilis* in the system of the Grass Family are presented. Sequencing and comparative analysis of the ITS1-5.8 rRNA gene-ITS2 se-

quence of nuclear genome and the *trnL–trnF* and *trnK–rps16* of chloroplast genome revealed that *Coleanthus* is the closest to the genus *Phippsia*, grouping with *Puccinellia* and allied genera.

Coleanthus subtilis Seidl ex Roem. & Schult. (влагалищцетветник маленький) – преимущественно евразийский, но заходящий в Сев. Америку прибрежно-отмельный вид, однолетний-эфемер. Ареал вида характеризуется как полидизъюнктивный, распадающийся на части, изолированные друг от друга протяженными пространствами (Нечаев, Нечаев, 1973).

C. subtilis обладает удивительной способностью появляться и исчезать в одних и тех же местах через продолжительные промежутки времени. Например, обнаруженный на отмелях р. Волхов и её притоков (Новгородская обл.) в 1929 г., вид в течение 70 лет считался исчезнувшим, и вновь был найден только в 2001 г. (Юрова, 2001). Такие же длительные промежутки времени между находками его наблюдались на Дальнем Востоке России – на Амуре (Нечаев, Нечаев, 1973), в Северном Зауралье (Ломоносова, 2006) и Западной Сибири (Кузьмин, 2015). Одноцветковые колоски без продолжения оси колоска (у злаков возникают, вероятно, в результате редукции первично многоцветковых колосков (Цвелёв, 1974)), отсутствие колосковых чешуй и лодикул, утрата одной тычинки из трех (характерных для большинства злаков) – эти признаки свидетельствуют о значительной эволюционной продвинутости *C. subtilis*. Наряду с этим, первичное диплоидное число хромосом – $2n = 14$ (см. Болховских и др., 1969), характерное для этой линии злаков (Цвелёв, 1987; Родионов и др., 2013), указывает на древность рассматриваемого таксона. По продолжительности жизненного цикла *C. subtilis* относят к своеобразным «гидропонным» эфемерам, проходящим все стадии онтогенеза в течение 20–30 дней (Нечаев, Гапека, 1970). Особенности экологии вида, чрезвычайно мелкие размеры, своеобразное строение соцветий (Курченко, 2006) и неопределенность систематического положения давно привлекали внимание исследователей.

C. subtilis является единственным представителем монотипного рода. Одни авторы относят род к монотипной подтрибе *Coleanthinae* Rouy трибы *Poeae* R.Br. (Цвелёв, 1976; Цвелёв, Пробатова, 2012), другие весьма широко понимают подтрибу *Coleanthinae*, включая в нее, помимо рода *Coleanthus* также роды *Catabrosa* P.Beauv., *Catabrosella* (Tzvelev) Tzvelev, *Colpodium* Trin., *Hyalopoa* (Tzvelev) Tzvelev, *Paracolpodium* (Tzvelev) Tzvelev, *Phippsia* (Trin.) R.Br., *Puccinellia* Parl., *Sclerochloa* P.Beauv. и *Zingeria* P.A.Smirn. (Soreng et al., 2015). Ранее эту подтрибу называли *Puccinelliinae* Soreng & J.I.Davis, куда входили перечисленные роды, за исключением *Catabrosella*, *Hyalopoa*, *Zingeria* (Soreng et al., 2003).

Молекулярно-филогенетические исследования рода специально не проводились, а принятые взгляды на положение рода в системе злаков были противоречивыми.

Из всего разнообразия молекулярных маркеров при исследовании геномов злаков наиболее часто применяются последовательности внутренних транскрибируемых спейсеров ITS1-ген 5.8S рРНК-ITS2 и последовательности хлоропластной ДНК. Нами были секвенированы последовательности ITS1-ген 5.8S рРНК-ITS2 ядерного генома, а также *trnL–trnF* и *trnK–rps16* хлоропластного генома *C. subtilis*. Секвенирование образцов проводили по методу Сэнгера на генетическом анализаторе ABI3500 в Центре коллективного пользования БИН РАН. Филогенетический анализ проведен с помощью метода максимального правдоподобия с учетом оптимальных моделей нуклеотидных замен в MEGA v. 7.0.16.

По всем исследованным фрагментам род *Coleanthus* группируется с видами рода *Phippsia*, образуя монофилетическую кладу. Эта кладка входит в состав большой очень хорошо поддержанной клады, соответствующей подтрибе *Coleanthinae* (= *Puccinelliinae*). Ранее *Puccinelliinae* не выделяли в отдельную подтрибу, считая, что виды этой группы близкородственны видам рода *Poa* L. (подтриба *Poinae* Dumort.) и происходят от них (Цвелёв, 1964; Алексеев, 1988). Две изученные последовательности *C. subtilis* по ITS почти не отличаются друг от друга. По хлоропластным последовательностям *trnL–trnF* мы наблюдаем разные мотивы в положении 1110–1112. У одного образца *C. subtilis* в этом положении («Хабаровский край, Ульчский р-н, пойма р. Амур в нижнем течении, о. Вассинский, напротив с. Савинское, песчано-илистые отмели, 02.07.2014, № 11, собр. М.В. Крюкова, опр. Н.С. Пробатова») нахо-

дится нуклеотидный мотив TGA, как и у видов из родов *Puccinellia* и *Catabrosa*, а у другого образца *C. subtilis* («Хабаровский край, Ульчский р-он, пойма р. Амур в нижнем течении, о. Киселевский, ниже с. Киселевка, песчано-илистые отмели, 05.07.2014, № 12, собр. М.В. Крюкова, опр. Н.С. Пробатова») – мотив СТА, как у видов рода *Phippsia*. Внутри подтрибы наблюдается политомия группы *Coleanthus* + *Phippsia* с сестринскими кладами *Puccinellia* + *Sclerochloa* и *Catabrosa* (все виды, за исключением *C. werdermannii* (Pilg.) Nicora & Rúgolo) + *Paracolpodium*. Клада, включающая *Coleanthinae*, в свою очередь является сестринской к кладе, содержащей виды подтриб *Poinae* Dumort. и *Alopecurinae* Dumort. Таким образом, род *Coleanthus*, вместе с близкими родами *Phippsia*, *Puccinellia*, *Sclerochloa*, *Catabrosa* и *Paracolpodium*, формируют обособленную подтрибу в составе трибы *Poeae*, куда не входят двуххромосомные злаки *Zingeria* и *Colpodium* s. str.

Наши исследования показывают иной круг родства такого необычного объекта, родство которого трудно было установить по морфологическим признакам. Специфические условия обитания – быстро затопляемые песчано-илистые отмели рек и озер – позволили виду пройти раунды вторичного упрощения, в результате чего *C. subtilis* стал очень существенно отличаться от ближайших родственных видов. Молекулярно-филогенетические исследования в таких сложных случаях – это единственно надежный метод установления родства между таксонами. В качестве аналогии можно вспомнить о вторично упрощенных таксонах семейства Hydatellaceae, положение которых в системе цветковых растений было точно установлено только с помощью методов молекулярной филогении (Ples et al., 2012).

Работа выполнена в лаборатории биосистематики и цитологии БИН РАН по госзаданию № 01201255614 при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-04-06438.

Литература

- Алексеев Е.Б. Род *Catabrosella* (Tzvel.) Tzvel. // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1988. Т. 93. Вып. 5. С. 95–109.
- Болховских З.В., Гриф В.Г., Захарьева О.И., Матвеева Т.С. Хромосомные числа цветковых растений. Л. 1969. 926 с.
- Курченко Е.И. Синфлоресценция *Coleanthus subtilis* (Poaceae) // Бот. журн. 2006. Т. 91. № 2. С. 200–205.
- Ломоносова М.Н. Семейство Злаки – Poaceae (Gramineae) // Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа. Новосибирск. 2006. С. 238–261.
- Нечаев А.П., Гапека З.И. Эфемеры меженной полосы берегов Нижнего Амура // Бот. журн. 1970. Т. 55. № 3. С. 1127–1137.
- Нечаев А.П., Нечаев А.А. *Coleanthus subtilis* (Tratt.) Seidl в Приамурской части ареала // Бот. журн. 1973. Т. 58. № 3. С. 440–446.
- Родионов А.В., Коцеруба В.В., Ким Е.С., Пунина Е.О., Носов Н.Н. Эволюция геномов и хромосомных наборов злаков // Цитология. 2013. Т. 55. № 4. С. 225–229.
- Цвелёв Н.Н., Пробатова Н.С. Обзор родов *Deschampsia*, *Agrostis*, *Calamagrostis* (Poaceae – *Poeae*) и система злаков флоры России // Комаровские чтения. 2012. Вып. 59. С. 7–75.
- Цвелёв Н.Н. Система злаков (Poaceae) и их эволюция // Комаровские чтения. 1987. Вып. 37. С. 62–69.
- Цвелёв Н.Н. Подтриба Влагалищецветниковые – *Coleanthinae* Rouy // Злаки СССР. Л. 1976. С. 526–527.
- Цвелёв Н.Н., Петрова Л.Р. Об эволюции соцветия злаков (Poaceae), природе и функциях лодикул // Бот. журн. 1974. Т. 59. № 12. С. 1713–1720.
- Цвелёв Н.Н. О роде *Colpodium* Trin. // Новости сист. высш. раст. 1964. Т. 20. С. 5–19.
- Юрова Э.А. Флористические находки в Новгородской области // Бот. журн. 2001. Т. 86. № 4. С. 154–155.
- Soreng R.J., Peterson P.M., Davidse G., Judziewicz E.J., Zuloaga F.O., Filgueiras T.S., Morrone O. Catalogue of new world grasses (Poaceae): IV. Subfamily *Pooideae* // Smithsonian Institution Contributions from the United States National Herbarium. 2003. Vol. 48. P. 1–730.
- Soreng R.J., Peterson P.M., Romaschenko K., Davidse G., Zuloaga F.O., Judziewicz E.J., Filgueiras T.S., Davis J.I., Morrone O. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae) // J. Syst. Evol. 2015. Vol. 53. No 2. P. 117–137.
- Ples W., Rudall P.J., Sokoloff D.D., Remizowa M.V., Macfarlane T.D., Logacheva M.D., Graham S.W. Molecular phylogenetics of Hydatellaceae (Nymphaeales): Sexual-System homoplasy and a new sectional classification // Am. J. Bot. 2012. Vol. 99. No. 4. P. 663–676.

NEW REGIONAL RECORDS OF THE GENUS *Cotoneaster* Medik. (Rosaceae Juss.) IN MONGOLIA

V. Gundegmaa,¹ T. Munkh-Erdne² & B. Uugantsetseg¹

¹ Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar, Mongolia

² Institute of General and Experimental Biology MAS, Ulaanbaatar, Mongolia, tmunkhu@gmail.com

Summary. This is a revision of the taxonomic composition of the Mongolian genus *Cotoneaster* Medik. At present, there are 5 species in the flora of Mongolia. We added 6 new regional records of 2 species (*C. neo-popovii*, *C. uniflorus*) on phytogeographical regions of included in the vascular flora of Mongolia.

Introduction. The genus *Cotoneaster* Medik. (Rosaceae Juss.) is little known taxonomically in Mongolia. V.I. Grubov (1982) first registered 3 species, later N. Ulzikhutag (1984) added 4 species, I.A. Gubanov's conspectus (1996) included 5 species and at the last M. Urgamal et al. (2014) registered 5 species of the genus in the flora of Mongolia (tab. 1).

Table 1. History of the genus *Cotoneaster* species number in the flora of the Mongolia

Sources and references Species	Grubov (1982)	Ulzikhutag (1984)	Gubanov (1996)	Urgamal et al. (2014)	At present (in this pa- per)
<i>C. megalocarpus</i> Popov	+	+	+	+	+
<i>C. melanocarpus</i> Lodd., G.Lodd. & W.Lodd.	+	+	+	+	+
<i>C. mongolicus</i> Pojark.	+	+	+	+	+
<i>C. neo-popovii</i> Czer.	–	–	+	+	+
<i>C. uniflorus</i> Bunge	–	+	+	+	+
Total species number	3	4	5	5	5

Material & Methods. The *Cotoneaster* specimens from the Herbarium of the Institute of general and experimental Biology (UBA), Mongolian Academy of Science, the Herbarium of the National University of Mongolia (UBU) as well as additional data, were used for the study. In a totally 218 sheets of specimens collected by numerous scientists during a period from between 1912 to 2016 years were studied. The nomenclature and taxonomy follow works of A.I. Poyarkova (1939).

Results & Discussion. The taxonomy of *Cotoneaster* in Mongolia is revised here. Currently 5 species are listed for Mongolia. This is the revision of the phytogeographical regions composition of the Mongolia which was based on the Herbarium (UBA). The distribution data was carried in phytogeographical regionalization (Urgamal et al., 2014) of the Mongolia (tab. 2).

Table 2. The number of phytogeographical regions of the Mongolia for *Cotoneaster* species (by V.I. Grubov, 1982)

Species name	Number of phytogeographical regions
<i>C. melanocarpus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14
<i>C. megalocarpus</i>	7
<i>C. mongolicus</i>	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12
<i>C. neo-popovii</i>	2+ (it's paper), 3+ (it's paper), 4, 6+ (it's paper)
<i>C. uniflorus</i>	1, 2, 3, 4+ (it's paper), 6+ (it's paper), 7, 8, 13, 14+ (it's paper)

(+) new added to phytogeographical region numbers of the flora.

We according to our research were identified there in 6 new regional records of 2 species in the *Cotoneaster* in Mongolia (tab. 3).

Table 3. New distribution records of *Cotoneaster* species in phytogeographical regions of Mongolia

№	Species number	Location	Date	Collector
1	2	3	4	5
1.	+ <i>C. neo-popovii</i>	Province Selenge, Khuder somon, Khuder gol river	16.VIII.1972	Sh. Dariimaa, D. Zumbelmaa, D. Norov

1	2	3	4	5
2.	+ <i>C. neo-popovii</i>	Province Bulgan, Khylganat somon, Selenge gol river	29.VI.1980	Sh. Dariimaa, D. Zumbelmaa, D. Norov
3.	<i>C. neo-popovii</i>	Province Bulgan, Khylganat somon, Selenge gol river	30.VI.1980	Sh. Dariimaa, D. Zumbelmaa, D. Norov
4.	+ <i>C. neo-popovii</i>	Province Uvs, Tarialan somon, Kharkhiraa uul Mt.	10.VIII.1964	Ts. Davaajamts, Ch. Sanchir
5.	+ <i>C. uniflorus</i>	Province Tuv, Argalant somon, Argalant uul Mt.	16.VIII.1972	V.I. Grubov
6.	+ <i>C. uniflorus</i>	Province Bayan-Ulgii, Tsengel somon, Ikh Turgen uuls Mt.	06.VIII.2016	V. Gundegmaa
7.	+ <i>C. uniflorus</i>	Province Uvs, Turgen somon, Burgastai gol river in Tugen uul Mt.	25.VII.1964	Ts. Davaajamts, Ch. Sanchir
8.	+ <i>C. uniflorus</i>	Province Khovdo, Altai somon, Khartolgoit uul Mt.	21.VIII.1981	Z. Razkovskay

(+) new records added to phytogeographical region numbers of the flora of Mongolia (fig. 1, 2).

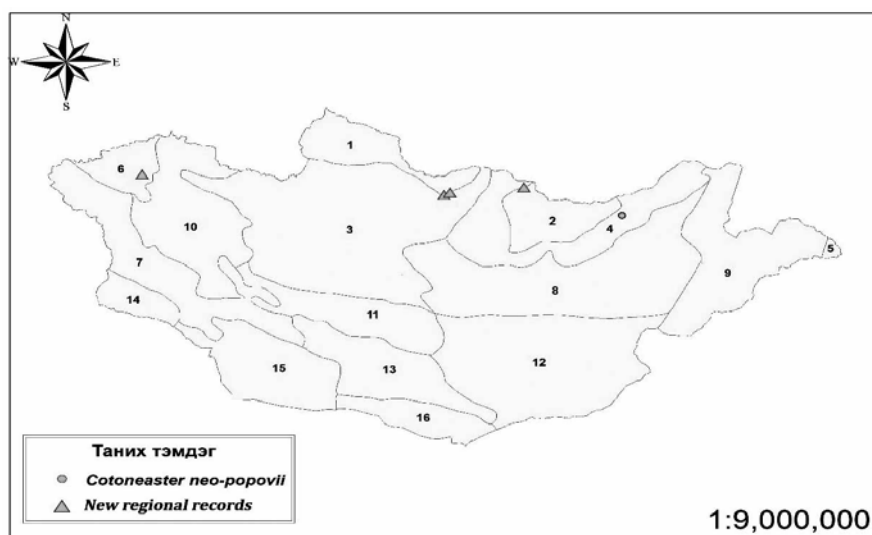


Fig. 1. New distribution of *Cotoneaster neo-popovii* Czer. in phytogeographical regions of Mongolia.

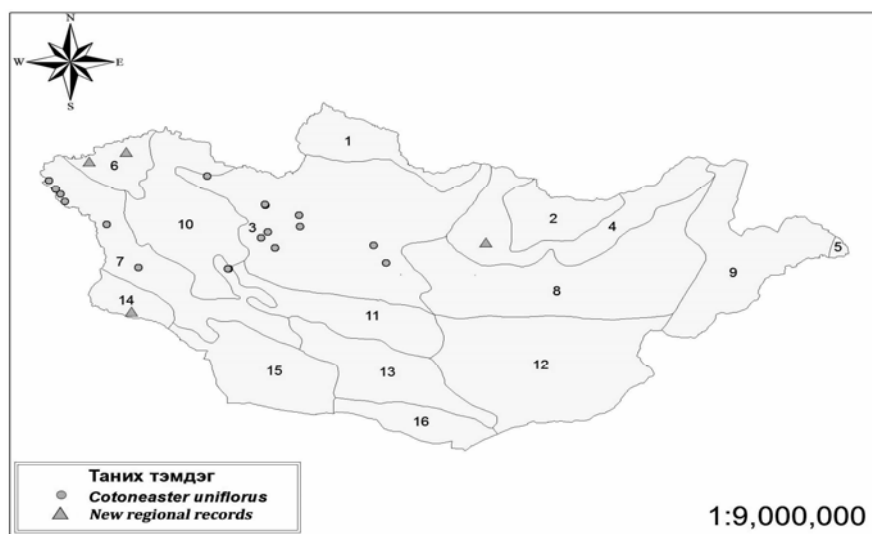


Fig. 2. New distribution of *Cotoneaster uniflorus* Bunge in phytogeographical regions of Mongolia.

References

- Grubov V.I. Key of the vascular plants of Mongolia. Leningrad. 1982. 170 p. [In Russian].
 Gubanov I.A. *Cotoneaster* // Conspectus of the flora of Outer Mongolia. Moscow. 1996. 59–60 p. [In Russian].
 Poyarkova A.I. *Cotoneaster* // Fl. URSS. Leningrad. 1939. Vol. 10. 320–333 p. [In Russian].

- Ulzikhutag N. The key to the forage plants pastures and grasslands of the Mongolian People's Republic. Ulaanbaatar. 1985. 262 p. [in Mongolian].
- Ulzikhutag N. Dictionary of Latin-Mongolian-Russian names of vascular plants in People's Republic of Mongolia // Scientific Proceeding of the State Terminology Commission. Ulaanbaatar. 1984. No. 129–133. 156–445 p.
- Urgamal M., Oyuntsetseg B., Nyambayar D., Dulamsuren Ch. Conspectus of the vascular plants of Mongolia. Ulaanbaatar. 2014. 146p.
-

СКАЛЬНАЯ ЦЕНОФЛОРА УРАЛА – КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ФЛОРОГЕНЕЗА В ЭТОЙ ГОРНОЙ СТРАНЕ

М. С. Князев

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия, knyasev_botgard@mail.ru

THE PETROPHYTE FLORA OF THE URALS AS THE KEY OF ITS GENESIS

M. S. Kniazev

Botanical Garden UB RAS, Ekaterinburg, Russia

Summary. The original petrophyte flora (rocky floristic element) of the Urals covers only part of the Ural region in its traditional geographical boundaries, approximately from 63° N till 52° N, excluding the steppe zone. The petrophyte flora of the Urals is divided into "Northern group" (from 63° N till Chusovaya River – 58° N and Lobva River – 59° N) and "Southern group" (from the valleys of the Chusovaya and Lobva till the steppe area). The boundary between "Northern" and "Southern" groups does not match the modern borders of vegetative zones – passes within southern-taiga subzone, closer to the border with middle-taiga subzone and possibly marks the ancient (LGT?) vegetative border, for example, between the area of typical tundra-steppe (within permafrost distribution) and communities closer to the modern forest-steppe (out of permafrost). In addition, within the "Southern group" expressed the petrophyte flora subgroups, corresponding to: a) the northern steppe plots and enclaves on a plain, b) southern steppe enclaves in the mountainous areas of the South Urals. Assuming a certain conservatism of such communities, as well as their relative protection from the mass-invasion of steppe, forest, meadows (etc.) species, it should be assumed that these communities not formed during the Holocene, but in the final dry-and-froze (LGT?) period of the late Pleistocene era and mostly retained their ancient species structure.

Среди работ, посвящённых генезису флоры Урала, основными остаются три монографии П.Л. Горчаковского, опубликованные почти 50 лет назад. Прежде всего, это «Основные проблемы исторической фитогеографии...» (Горчаковский, 1969), где рассматриваются общие вопросы флорогенеза. Кроме того, им опубликованы отдельные монографии, посвященные европейскому неморальному комплексу (Горчаковский, 1968) и «высокогорной» (точнее альпийской, гипарктической и монтанной) флоре Урала (Горчаковский, 1975). Очевидно, что неморальным и «высокогорным» элементам флоры автор придавал особое значение для понимания особенностей флорогенеза на Урале. Однако эти два ценоэлемента флоры Урала относительно бедны оригинальными видами (эндемиками, субэндемиками, географическими реликтами), исключая апомиктические расы родов *Alchemilla*, *Hieracium*. По нашей оценке, на Урале есть лишь три, весьма слабо выделенных, неморальных эндемика северокавказского происхождения: *Cicerbita uralensis* (Rouy) Beauverd, *Knautia tatarica* (L.) Litvinow, *Tulipa riparia* Knjaz., Kulikov & E.G. Philippov, и 1 южносибирского происхождения *Anemonoides uralensis* (Fisch.) Holub (близок или идентичен *A. coerulea* DC.). П.Л. Горчаковский (1969, 1975) приводит только 18 «высокогорных» амфимиктических эндемиков Уральской горной страны. С учётом таксономических и флористических исследований последних 50 лет, 9 из них уже не рассматриваются как эндемики; с другой стороны, к этой группе добавлены ещё 13–14 альпийских эндемиков. Тем не менее, 22–23 слабо обособленных альпийских и монтанных эндемичных видов (0.7 % уральской флоры) резко контрастируют с обилием (около 130) эндемиков и субэндемиков высокогорий и среднегорий, зачастую морфологически превосходно обособленных, отмечаемых в Алтае-Саянской горной стране. В целом, в Уральской горной стране, включая северные окраины Подуральского плато, Заволжье и Предуралье, насчитывается до 120 эндемичных или почти эндемичных амфимиктических

видов, из которых 88 – обитатели скал, осыпей, щебнистых участков на равнинах и низкогорьях. У П.Л. Горчаковского (1969) все они относятся к группе «скальных и горно-степных эндемиков». Эта группа весьма неоднородна и, на основании особенности распространения и экологических предпочтений, может быть разделена на две вполне обособленных. Это около 30 эндемиков и субэндемиков степей, окаймляющих южную оконечность Урала, и 58 эндемиков горных лесостепей, скальных обнажений южнотаёжной зоны собственно Урала. Общие субэндемичные виды этих двух фитоценозов единичны, как, например, *Serratula gmelinii* Tausch., *Trinia muricata* Godet. Петрофитные виды, имеющие на Урале и сопредельных районах обособленные фрагменты ареала (географические реликты), также, за немногими исключениями, могут быть отнесены к тем же двум экологическим и географическим группам: 1) имеющие обособленные анклавы ареала на Урале и, 2) в степях, окаймляющих его южную оконечность.

С рядом оговорок, можно утверждать, что уральская флора вряд ли старше 150 тыс. лет, что существенно упрощает флорогенетический анализ. Тем не менее, крайне неустойчивая палеоклиматическая обстановка в позднем плейстоцене, с соответствующими циклическими сменами доминирующих растительных сообществ (Гричук, 1982, 2002), обусловила, даже за этот, относительно короткий временной отрезок, возникновение около 120 неэндемиков, формирование нескольких историко-экологических свит (Князев, 2014), из которых комплекс петрофитных видов скальных обнажений речных долин генетически, по всей видимости, связан с доминирующими сообществами крио-ксеротических климатических эпох позднего плейстоцена. Гипотеза о природе и возрасте петрофитного ценокомплекса Урала была сформулирована ещё И.М. Крашенинниковым (1937, 1939), впоследствии поддержана А.Н. Пономаревым (1949, 1952). Согласно этому воззрению, скальные растения Урала являются не мигрантами из степных или лесостепных сообществ современного типа, а реликтами перигляциальной плейстоценовой лесостепи (тундростепи). Скальные виды Урала имеют преимущественно саяно-алтайское происхождение, представлены на Урале эндемичными видами, очень близкими к алтае-саянским предкам или анклавами тех же видов, обособленными от основной части ареала. Значительная дизъюнкция, тем более, формирование эндемичных рас, исключает лишь недавнее, голоценовое по возрасту, обособление; предполагается (поздне-) плейстоценовый возраст уральских популяций таких видов.

Следует обратить внимание на экологические особенности видов, произрастающих на скальных обнажениях. Они устойчивы к дефициту влаги, в то же время, обладают значительной холодостойкостью – способны зимовать при полном отсутствии или с минимальным снежным укрытием, на участках с глубоким зимним промерзанием грунта. Эти адаптации соответствуют крио-ксеротическим палеоклиматическим эпохам. Естественно предположить, что в крио-ксеротические периоды плейстоцена, виды, произрастающие на скальных местообитаниях, выходили из этих убежищ и получали более широкое распространение в перигляциальной лесостепи; при очередном изменении климата – сохранялись, как и в настоящее время, в колониях на скальных обнажениях. Мы считаем все колонии петрофитов на скальных обнажениях в пределах зон средней, южной тайги и лесостепи Урала обеднёнными, лишь немного подновлёнными дериватами тундростепных сообществ. Со времени окончания последнего крио-ксеротического периода LGT (деградации и отступления к северу щита покровного оледенения 17–12.8 тыс. лет назад) состав таких колоний не должен был принципиально измениться поскольку: а) на скальных обнажениях локально сохраняются условия крио-ксеротических эпох плейстоцена – виды с другими адаптациями (типичные лесные, луговые, многие степные виды) здесь неустойчивы; б) проникновение на территорию колоний новых гипоарктических и альпийских видов, после завершения последнего максимума оледенения (LGM 20–17 тыс. лет назад) вряд ли было возможно, в) быстрое восстановление лесов в голоцене привело к изоляции колоний, затруднив иммиграцию на их территорию типичных степных и лесостепных видов.

На основании приведённой выше аргументации, мы считаем комплекс петрофитных видов равнин и предгорий ключевым для понимания процесса флорогенеза на Урале, в меньшей степени, окаймляющих его степей. Мы предполагаем, что сравнительный анализ комплекса петрофитных видов скальных обнажений речных долин флоры Урала позволяет провести приблизительную реконструкцию: а) видового состава холодных перигляциальных степей (их петрофитного уральского варианта) последнего крио-ксеротического периода LGT, б) расположения растительных зон на тот же период, в) оценить влияние «подновлений» таких колоний за счёт новейших миграций, прежде всего, лесостепных видов.

На протяжении последних 25 лет мы провели исследования по распространению видов скальных обнажений и осыпей в долинах рек. В общей сложности, учтен видовой комплекс петрофитных видов сосудистых растений на 605 скальных обнажениях, где отмечено 346 облигатных и факультативных петрофитных видов и подвидов, что составляет примерно 10 % всей Флоры Урала. В данном сообщении мы приведём лишь самый общий итог исследований. А именно: приведём список исследованных групп скальных обнажений, дендрограмму сходства комплексов петрофитных видов этих групп и краткое обсуждение результатов. В сравнении большие серии скальных обнажений протяженных долин рек, например, на рр. Чусовая, Юрюзань, Белая нами разделены на меньшие группы, поскольку предварительные сравнения показали (Князев, 2009; Белковская, Князев, 2011), что комплекс скальных видов в пределах протяжённых речных долин закономерным образом меняется от верхнего к нижнему участку течения. С другой стороны, данные по скальной растительности небольших серий обнажений соседних рек, в ряде случаев, объединялись в одну группу. Таким образом, данные по 605 скальным обнажениям были сведены к 41 группам.

Ниже приведём список групп скальных обнажений. После номера группы в кавычках приводится условное название группы – соответствует названию реки (или двух соседних рек); в ряде случаев, через тире, даётся уточнение географического положения участка. В круглых скобках даётся число изученных скальных обнажений.

1 «Вишера» – р. Вишера и левый приток Улс (23); 2 «Язьва» – от устья р. Колчим до пос. В. Яйва (7); 3 «Берёзовая» – левый приток р. Колва на участке от устья р. Бубыл (Бурундук) до урочища Нижняя Берёзовая (15); 4 «Колва» – на участке близ устья р. Цепия (3); 5 «Лозьва I» – верхнее течение р. Лозьва между устьями рр. Ауспия и Вижай (7); 6 – «Лозьва II» – от устья р. Вижай до р. Талица, а также скалы при слиянии рр. Южная и Северная Талица (5); 7 «Северная Тошемка» – правый приток р. Лозьва (5); 8 «Вижай» – правый приток р. Лозьва (9); 9 «Ивдель» – р. Ивдель и правый приток Тальтия (20); 10 «Сосьва» – р. (Южная) Сосьва, а также левый приток Шегульта (20); 11 «Вагран» – правый приток р. Сосьва (7); 12 «Каква» – правый приток р. Сосьва (15); 13 «Яйва» – р. Яйва от устья р. Чикман до Камня Вязового и её левый приток Чаньва (7); 14 «Косьва» – на участке течения близ г. Губаха от пос. Кировский до ж.-д. моста (4); 15 «Усьва» – на участке ниже ж.-д. ст. Усьва (5); 16 «Чусовая I» – р. Чусовая от устья р. Шишим до с. Чусовое (20); 17 «Чусовая II» – от с. Чусовое до устья Сылвицы (45); 18 «Чусовая III» – между устьями Сылвицы и Сылвы (27); 19 «Уфа» – р. Уфа от г. Красноуфимска до устья р. Ай (7); 20 «Лобва» – правый приток р. Сосьва от устья р. Йов до р. Бол. Катасьпа (7); 21 «Тура» – р. Тура от г. Нижняя Тура до шоссе Екатеринбург-Серов (7); 22 «Тагил» – р. Тагил на участке от устья р. Баранчи до р. Мугай и правый приток Салда (15); 23 «Нейва» – р. Нейва от устья р. Большая Ленёвка до г. Алапаевска, а также два обнажения на левом притоке Синячиха (19); 24 «Реж» – от Колташёвского камня (выше г. Реж) до с. Коптелово (26); 25 «Пышма» – р. Пышма от Старопышминских скал до курорта Курьи, правый приток Кунара и левый приток Рефт (17); 26 «Исеть» – р. Исеть от устья р. Сысерть до г. Каменск-Уральска и скалы на левых притоках Камышенка, Каменка (30); 27 «Синара» – скалы по левому притоку р. Багаряк от пос. Багаряк до устья и по р. Синара от устья р. Багаряк до границы с Курганской областью (16); 28 «Сылва» – р. Сылва от г. Кунгура до п. Пермь-Серга и левый приток Бабка (10); 29 «Ирень» – р. Ирень от истоков до устья р. Бым и обнажения по правым притокам Суда,

Кунгурка (20); 30 «Ай I» – р. Ай от п. Межевой до с. Лаклы (25); 31 «Ай II» – нижнее течение р. Ай от с. Дуван-Мечетлино до устья и левые притоки Кушкаяк, Еланьш, Лемазы, Мелекас (8); 32 «Юрюзань I» – р. Юрюзань от г. Усть-Катава до пос. Малояз и левый приток Катав (18); 33 «Юрюзань II» – нижнее течение р. Юрюзань от с. Идельбаево 2-е до пос. Караяр (14); 34 «Сим» – р. Сим от с. Серпиевка до г. Аша (9); 35 «Нугуш» – р. Нугуш (правый приток Белой) от с. Галиакберово до Нугушского водохранилища (11); 36 «Белая I» – р. Белая от г. Белорецк до устья р. Авзян (12); 37 «Белая II» – от р. Авзян до р. Кана (24); 38 «Белая III» – от р. Кана до урочища Акбута (исключительно) (18); 39 «Белая IV» – по берегам Юмагузинского водохранилища от урочища Акбута (включительно) до плотины (14); 40 «Миасс-Уй» – верхние участки долин рр. Уй и Миасс, с притоками, на северо-восточной окраине Учалинского мелкосопочника (9); 41 «Урал I» – р. Урал от устья р. Б. Кизил до с. Берёзовка (12).

Кроме того, для сравнения, привлечены литературные данные по скальной растительности Приполярного Урала и сопредельных территорий Республики Коми: 42 «Пижма – Мыла» – левые притоки нижнего течения р. Печора: Пижма, Мыла, Цильма (5); 43 «Кожва» – левый приток р. Печора (3); 44 «Седью – Ухта» – левые притоки р. Ижма: Седью, Ухта, Белая Кедва (7); 45 «Большая Сыня» (3); 46 «Щугор» (3) – все данные по работе Ю.П. Юдина (1963) и 47 «Ильч» (13) – по монографии А.Н. Лавренко с соавт. (1995).

Для сопоставления комплексов петрофитных видов скальных обнажений проведён кластерный анализ и построена дендрограмма сходства 47 выше приведённых групп (рис.). Использован индекс сходства Оттаи-Баркмана, который считается более корректным при сравнении разновеликих флор (Малышев, 1999; Barkmann, 1958); применен метод кластеризации UPGMA (не взвешенный, парно-групповой); использована статистическая программа NTSYS 2.

Все комплексы петрофитной ценофлоры флоры Урала объединились в рыхлый «центральный кластер», обособившись от наиболее северных групп (Приполярный Урал и сопредельные районы Республики Коми) и петрофитной ценофлоры «Урал I» –единственной группы из степной зоны. Это вполне естественное деление. Оригинальная уральская флора практически заканчивается восточнее, западнее хребта, севернее 63° с. ш. (Князев, 2014) и на границе со степной зоной. На Приполярном Урале и в сопредельных районах Республики Коми петрофитный комплекс не просто обеднён, но практически лишён оригинальных уральских элементов – эндемиков, субэндемиков, многих географических реликтов. Точно также, в степной зоне, окаймляющей Урал, практически исчезают характерные дифференциальные виды флоры Урала, но появляются новые эндемики, субэндемики, северо-туранские реликты, свойственные приуральской степи (Князев, 2014). Одним словом, оригинальная уральская флора охватывает лишь часть Урала в его географических границах. Упомянутый рыхлый «центральный кластер» хорошо очерчивает границы флоры Урала. «Центральный кластер», в свою очередь делится на два подкластера северных (Северный Урал) и южных петрофитных флор (Средний Урал и лесостепная зона Южного Урала).

Отмечаемое исключение – рр. Усьва и Косьва: долины рр. Усьва и Косьва, хотя и относятся географами к Среднему Уралу, соседствуют с долиной р. Яйва (Северный Урал) и берут начало из одного с ней горного массива, поэтому флористически объединяются с более северными территориями.

Какие именно дифференциальные виды и их группы определяют наблюдаемое различие между северными и южными петрофитными ценофлорами Урала? Для северных скальных обнажений характерны многочисленные местонахождения, альпийских и гипоарктических по происхождению, «перигляциальных реликтов» (Горчаковский, 1969), но практически отсутствуют местонахождения типичных лесостепных видов; для южных групп скальных обнажений отмечается обратная закономерность. На наш взгляд (Князев, 2009; Белковская, Князев, 2012), частично, такое деление можно объяснить тем, что северные петрофитные ценофлоры – это мало изменённые дериваты тундростепных сообществ, тогда как южные – б. м. трансформированы миграцией лесостепных видов. С другой стороны, следует

учитывать другую возможность – в этом делении может отражаться зональное распределение растительности, сложившееся позднем плейстоцене (например, в LGT – 17–12.8 тыс. лет назад), отчасти сохранившееся, в современном географическом распределении петрофитной ценофлоры. Выявленное деление может маркировать границы между зоной типичных перигляциальных тундростепей, в районах развития вечной мерзлоты, и более южных «остепенных тундростепей», вне её развития. Скорее всего, мы имеем «результатирующую картинку», отражающую оба фактора – следы древних границ растительных зон, неравномерно модифицированные более поздними флорогенетическими событиями.

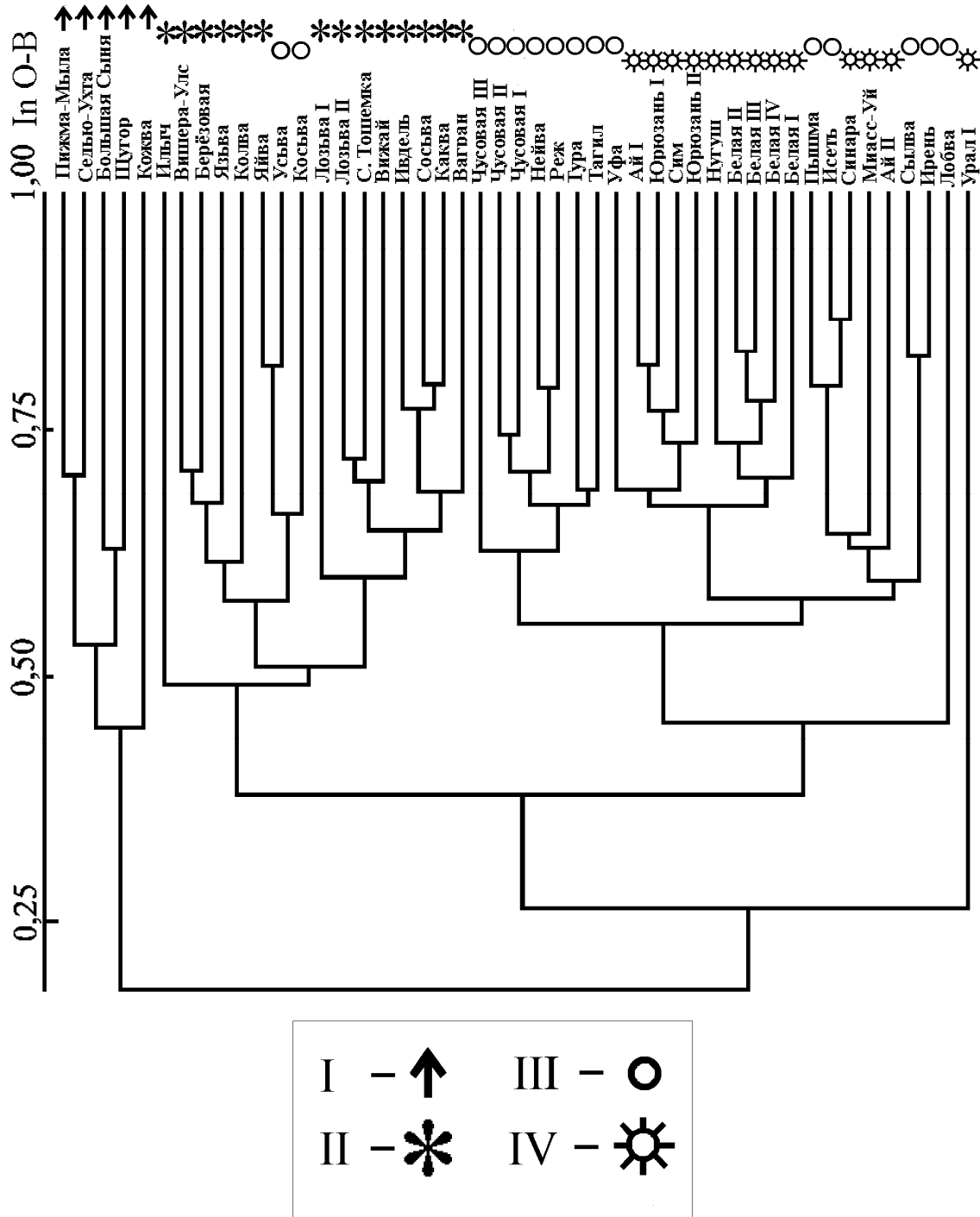


Рис. Дендрограмма сходства петрофитных комплексов сосудистых растений 47 групп скальных обнажений в долинах рек Урала. Индекс сходства Оттаи – Баркмана.

Метод кластеризации UPGMA (не взвешенный, парно-групповой).

Поясняющие пиктограммы: I «стрелка» – Приполярный Урал и сопредельные территории Республики Коми;
II «звёздочка» – Северный Урал; III «кружок» – Средний Урал; IV «солнечный значок» – Южный Урал.

Отвлекаясь от конкретных причин, следует отметить, что граница перехода от северных к южным петрофитным ценофлорам не совпадает с современными границами растительных зон. Так в Зауралье этот переход происходит на севере южнотаёжной подзоны между бассейнами р. (Южная) Сосьва (рр. Сосьва, Вагран, Каква) и р. Тура (рр. Тура, Тагил). При переходе от южнотаёжной подзоны (р. Пышма) к северной лесостепной (рр. Исеть, Синара, Багаряк) и далее к югу лесостепной зоны (Миасс-Уй) отличия петрофитных ценофлор менее выражены. В Предуралье смена северных и южных петрофитных ценофлор проходит в зоне южной тайги между рр. Косьва и Чусовая. Феномен достаточно неожиданный: более резкое изменение петрофитных ценофлор, казалось бы, следовало ожидать южнее – между долиной р. Чусовой (тайга) и долинами рр. Ирень, Сылва в Кунгурской лесостепи. Следует отметить, что Кунгурская островная лесостепь, конечно же, не результат голоценовой миграции степной растительности, тем более, не результат новейшей антропогенной трансформации, а феномен вполне древний (Овёснoв, 2009), по всей видимости, сформировавшийся в позднем плейстоцене, что, в частности, подтверждается наличием нескольких эндемиков Кунгурской лесостепи. Поэтому, на наш взгляд, как резкая смена петрофитных ценофлор между долинами Косьвы и Чусовой, так и менее резкая между долиной Чусовой и Кунгурской лесостепью сложилась не позднее LGT и относится к системе позднеплейстоценовых растительных зон и фитохорий. Петрофитный комплекс Кунгурской лесостепи (Сылва, Ирень) образует естественный частный кластер с группами, относящимися к равнинным участкам современной северной лесостепи (Ай II, Исеть, Синара-Багаряк, Миасс-Уй). Южноуральские группы, соответствующие центральной горной части Южного Урала (Уфа, Белая, Нугуш, Юрюзань, Сим, Ай I), формируют ещё один частный кластер. Эта серия колоний петрофитных видов, хотя и простирается далеко на юг, но, по всей видимости, также могла сохранить видовой состав и черты южного варианта позднеплейстоценовых холодных лесостепей, поскольку ограждена с запада, востока и юга облесёнными хребтами (защищена от новейших миграций степных видов).

На основании проведённого анализа могут быть сформулированы следующие выводы:

1) Комплекс оригинальной петрофитной ценофлоры Урала охватывает лишь часть территории Урала в его традиционных географических границах, примерно от 63° с. ш. на севере до степной зоны на юге.

2) Петрофитная ценофлора Урала делится на две подгруппы «северная» (примерно от 63° с. ш. к югу до долин рр. Чусовая и Лобва) и «южная» (от долин рр. Чусовая и Лобва на севере до границы со степной зоной).

3) Граница между «северной» и «южной» петрофитными ценофлорами не совпадает с современными границами растительных зон – проходит в пределах южнотаёжной подзоны, ближе к границе со среднетаёжной подзоной и, возможно, маркирует древнюю (периода LGT?) флористическую и фитоценотическую границу, например, между зоной типичных тундростепей (в пределах распространения вечной мерзлоты) и сообществами, более близкими к современной лесостепи (вне сплошной зоны распространения вечной мерзлоты).

4) Также выражены, хотя и менее резко, географические группы петрофитных ценофлор: а) соответствующие современному распространению равнинной северной лесостепи и северных островных лесостепей (кластер Сылва-нижняя–Ирень–Исеть–Миасс-Уй) и б) более южных островных участков лесостепи в горных районах Южного Урала (кластер Юрюзань – Ай II–Белая–Нугуш). Предполагая определённую консервативность таких сообществ, а также их относительную защищённость от массовой инвазии из сообществ современного типа (прежде всего, миграции из настоящих степей), следует допустить, что эти группы петрофитных сообществ сформировались не в течение голоцена, а в заключительные ксеротические эпохи позднего плейстоцена и, в основном, сохранили свой позднеплейстоценовый видовой состав.

Литература

- Белковская Т.П., Князев М.С. Скальные виды сосудистых растений в долинах рек бассейна Вишеры (Северный Урал) // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 12. С. 1616–1626.
- Горчаковский П. Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала. Свердловск. 1969. 286 с.
- Горчаковский П.Л. Растения европейских широколиственных лесов на восточном пределе их ареала. Свердловск. 1968. 208 с.
- Горчаковский, П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. М. 1975. 283 с.
- Гричук В.П. Растительность Европы в позднем плейстоцене. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. Атлас-монография. М. 1982. С. 92–109.
- Гричук В.П. Растительность позднего плейстоцена. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет. Атлас-монография. М. 2002. С. 64–88.
- Князев М.С. Бобовые (Fabaceae Lindl.) Урала: видообразование, географическое распространение, историко-экологические свиты. Дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург. 2014. 607 с.
- Князев М.С. Петрофитная растительность в долине реки Чусовая // Ботанические исследования на Урале: Матер. регион. конф. Пермь. 2009. С. 177–182.
- Князев М.С., Золотарёва Н.В., Подгаевская Е.Н. Реликтовые фрагменты лесостепи в Зауралье // Бот. журн. 2012. Т. 97. №.10. С.28–44.
- Крашенинников И.М. Анализ реликтовой флоры Южного Урала в связи с историей растительности и палеогеографией плейстоцена // Сов. ботаника. 1937. № 4. С. 16–45.
- Крашенинников И.М. Основные пути развития растительности Южного Урала в связи с палеогеографией северной Евразии в плейстоцене и голоцене // Сов. ботаника. 1939. № 6–7. С. 67–99.
- Лавренко А.Н., Улле З.Г., Сердитов Н.П. Флора Печеро-Ильчского биосферного заповедника. СПб. 1995. 256 с.
- Мальшев Л.И. Основы флористического районирования // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 1. С. 3–14.
- Овеснов С.А. Кунгурская лесостепь: феномен или фантом? // Ботанические исследования на Урале: Матер. регион. конф. Пермь. 2009. С. 270–275.
- Пономарев А.Н. О лесостепном комплексе и сибирских влияниях во флоре севера Европейской части СССР // Изв. Естеств.-науч. инст. Перм. гос. ун-та.: сб. науч. тр. Молотов. 1952. Т. 13, Вып. 4–5. С. 315–326.
- Пономарев А.Н. О лесостепном флористическом комплексе Северного и северной части Среднего Урала // Бот. журн. 1949. Т. 34. № 4. С. 381–388.
- Юдин Ю.П. Реликтовая флора известняков северо-востока Европейской части СССР // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л. 1963. С. 493–571.
- Barkmann J.J. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes, including a taxonomie, survey and description of their vegetation units in Europe. Assen. 1958. 628 p.

ФИЛОГЕОГРАФИЯ И ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ *Waldsteinia aggr.ternata* Fritsch НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

А. Д. Коновалов,¹ В. В. Павличенко,² В. В. Чепинога,^{1,3} М. В. Протопопова²

¹ Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия,
marina.v.protopopova@gmail.com, vpavlichenko@gmail.com

³ Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, victor.chepinoga@gmail.com

PHYLOGEOGRAPHY AND EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS OF THE SIBERIAN AND THE FAR EASTERN POPULATIONS OF *Waldsteinia aggr. ternata* Fritsch

A. D. Konovalov,¹ V. V. Pavlichenko,² V. V. Chepinoga^{1,2} & M. V. Protopopova²

¹ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

³ V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The present study is aimed to the evolutionary relationship establishment of populations of the nemoral relict species *Waldsteinia ternata* Fritsch along its Siberian-East Asian range using molecular genetic markers. The genetic distance level and the common variants of the ITS1 region in genomic DNA confirmed the hypothesis of the East Asian origin of the Siberian populations but did not allow to unambiguous confirm the species status of the Far Eastern and the Western Sayan populations. The results also indicated the genetic differentiation of *W. ternata* populations along the northern macroslope of the Khamar-Daban and relatively short-term their isolation from the Eastern and the Western Sayan populations.

Настоящая работа была направлена на установление эволюционной взаимосвязи популяций неморального реликтового вида *Waldsteinia ternata* Fritsch на протяжении его сибирско-восточноазиатского ареала с использованием молекулярно-генетических методов. Вид трактуется как южно-сибирский эндемик с сильно дизъюнктивным ареалом, первоначально описан из его основного местонахождения на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан. В Южной Сибири *W. ternata* также известен из изолированных участков ареала в предгорьях Восточного и Западного Саянов. После протяженного разрыва *W. ternata* встречается на Дальнем Востоке. Удаленность западносибирских и дальневосточных популяций от основного местонахождения *W. ternata* на хр. Хамар-Дабан в комплексе с выявленными морфологическими различиями дают основание для выделения их в качестве самостоятельных видов (Степанов, 1994; Пробатова, Баркалов, 2006). Однако в настоящее время нет единого мнения ни о систематическом статусе отдельных популяций, ни о направлениях их распространения после завершения оледенения в голоцене.

В работе проводили сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей молекулярно-генетических маркеров ITS1–ITS2, *trnV*, *rpl20-rps12*. Сбор материала осуществляли из популяций с хр. Хамар-Дабан (р. Дулиха, р. Безымянная), в предгорьях Восточного Саяна (р. Белая Зима) и Приморском крае (вблизи пос. Сиреневка и Раздольное). Для анализа также были использованы образцы, собранные в предгорьях Западного (р. Большой Кебеж) и Восточного Саяна (р. Олот), хранящиеся в Гербариях ИРК и ИРКУ. ДНК выделяли из высушенных листьев с помощью СТАВ метода (Doyle, Doyle, 1987) с модификациями (Протопопова и др., 2016). ПЦР проводили с использованием универсальных праймеров (Utelli, 2000; Wang et al., 2009). Для определения нуклеотидной последовательности *trnV* региона и выявления низкокопийных вариантов ITS1–ITS2 полученные ампликоны лигировали в плазмидный вектор pTZ57R/T (Thermo Fisher Scientific) с последующей трансформацией клеток *E. coli*. Секвенирование ампликонов и плазмид проводили по методу Сэнгера с использованием набора BigDye Terminator Cycle Sequencing kit v. 3.1 (Applied Biosystems, США) на генетическом анализаторе серии 3500 (Applied Biosystems, США). Выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили с помощью алгоритма MUSCLE, филогенетический анализ – метода максимального правдоподобия с учетом оптимальных моделей нуклеотидных замен в MEGA v. 7.0.16.

Анализ ITS1–ITS2 выявил высокую внутривидовую и внутрииндивидуальную вариативность региона ITS2 одновременно с низким числом систематических замен. Поэтому для анализа был использован только ITS1 регион. Было выявлено несколько гаплотипов ITS1. Первый – был характерен для приморских популяций; второй, производный от первого, – для всех сибирских популяций (хр. Хамар Дабан, Восточный и Западный Саяны). Третий гаплотип был обнаружен одновременно со вторым у особей из одной популяции с хр. Хамар-Дабан (р. Безымянная) и в образце с Западного Саяна. Несколько низкокопийных вариантов ITS1 региона, формирующих общую гаплогруппу, было выявлено у популяций с Восточного Саяна. Эти гаплотипы являются, по-видимому, производными от второго типа последовательности.

Результаты показали наличие как минимум четырех гаплотипов хлоропластного региона *rpl20-rps12*. Для приморских популяций выявлено два гаплотипа, которые объединялись в общий кластер. Для популяций с хр. Хамар-Дабан был характерен третий вариант гаплотипа. Для восточно-саянских популяций было выявлено два гаплотипа: один – уникальный; второй – «хамар-дабанского» типа.

Анализ региона *trnV* выявил 4 гаплотипа. Первый, наиболее древний – характерен только для приморских популяций, второй, производный от первого варианта, – для популяций с поймы р. Безымянная (хр. Хамар-Дабан) и Восточного Саяна. Третий гаплотип – выявлен у популяций с поймы р. Дулиха (хр. Хамар-Дабан), который является, по-видимому, производным от предыдущего гаплотипа. В образце *W. ternata* с Западного Саяна был об-

наружен четвертый вариант последовательности *trnV*, производный от "приморского" гаплотипа.

Таким образом, величина генетического расстояния и наличие общих вариантов ITS1 региона свидетельствует в пользу восточноазиатского источника происхождения сибирских популяций *W. ternata*, однако не позволяет однозначно подтвердить видовой статус приморских и западносибирских популяций. Результаты показали наличие генетической дифференциации популяций *W. ternata* вдоль северного макросклона хр. Хамар-Дабан и свидетельствуют в пользу их непродолжительной изоляции с популяциями из Восточного и Западного Саянов.

Авторы благодарят кураторов Гербариев ИРК и ИРКУ за предоставление образцов для анализа, Н.С. Пробатову и Е.А. Пименову за помощь в сборе образцов из Приморского края.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-34-60135, № 16-05-00783) и РНФ в рамках научного проекта 17-74-10074.

Работа выполнена с использованием коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск).

Литература

- Пробатова Н.С., Баркалов В.Ю. Семейство Розовые – Rosaceae // Флора российского Дальнего Востока. Владивосток. 2006. С. 160–168.
- Протопопова М.В., Павличенко В.В., Коновалов А.Д., Золотовская Е.Д., Байрамова Э.М., Чепинога В.В. Перспективы использования внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS1 и ITS2) для идентификации редких видов растений на примере рода *Waldsteinia* (Rosaceae) // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2016. Т. 17. С. 5–11.
- Степанов Н.В. Новый вид рода *Waldsteinia* (Rosaceae) из Западного Саяна // Бот. журн. 1994. Т. 79. № 9. С. 109–114.
- Doyle J.J., Doyle J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochem. Bull. 1987. Vol. 19. P. 11–15.
- Wang L., Abbott R. J., Zheng W., Chen P., Wang Y., Liu J. History and evolution of alpine plants endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau: *Aconitum gymnantrum* (Ranunculaceae) // Mol. Ecol. 2009. Vol. 18. No. 4. P. 709–21.
- Utelli A., Roy B., Baltisberger M. Molecular and morphological analyses of European *Aconitum* species (Ranunculaceae) // Plant Syst. Evol. 2000. Vol. 224. No. 3–4. P. 195–212.

МИКРОЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СИБИРСКИХ ВИДОВ *Elymus margaritae* И *E. komarovii* (Poaceae) ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Е. В. Кобозева,^{1,2} А. В. Агафонов¹

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия, ekobozeva87@mail.ru,
agalex@mail.ru

² Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

MICROEVOLUTIONARY RELATIONSHIPS AMONG SIBERIAN SPECIES *Elymus margaritae* AND *E. komarovii* (Poaceae) ON EXPERIMENTAL DATA

E. V. Kobozeva^{1,2} & A. V. Agafonov¹

¹ Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

² National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Summary. To study the microevolutionary relationships between *Elymus margaritae* and *E. komarovii* morphological, reproductive and electrophoretic (SDS profiles of storage endosperm proteins) criteria have been used. The conclusion is drawn that *E. margaritae* is the isolated species from phylogenetic close *E. komarovii*. Along with the morphological criterion, the most adequate one for specificity of *E. margaritae* is the criterion of reproductive isolation.

Вид *Elymus margaritae* A.V. Agaf., Kobozeva & B. Salomon был описан по сборам из Республики Алтай (голотип: Усть-Коксинский р-н, г. Красная; паратип: Кош-Агачский р-н, пл. Укок), но первоначально эти образцы относили к *E. komarovii* (Nevski) Tzvelev (Агафонов и др., 2015). Перед описанием нового вида *E. margaritae*, растения наблюдали при смене поко-

лений в условиях открытого грунта и климокамеры. Был сделан вывод, что особи предполагаемого нового вида сохраняли природную морфологию, заметно отличную от типичных форм *E. komarovii*. При изучении нового вида актуальными являются вопросы, связанные с происхождением, изменчивостью, генетической специфичностью и возможностью гибридизации *E. margaritae* с другими видами. Цель данного исследования – изучить взаимоотношения *E. margaritae* с морфологически наиболее близким видом *E. komarovii*, выявить их специфичность и возможность к взаимной интрогрессии. Материалом для исследований послужили отдельные образцы и популяционные выборки *E. margaritae* и *E. komarovii*, собранные сотрудниками ЦСБС СО РАН в различных местообитаниях Южной Сибири (см. табл.).

Таблица. Местонахождения изученных сибирских популяций и отдельных образцов *Elymus margaritae* и *E. komarovii*

Код образца	Местонахождение (коллекторы*)
<i>E. margaritae</i> (Республика Алтай)	
AUK-0650	Кош-Агачский р-н, пл. Укок, 2438 м, 49°30.418' N, 88°05.012' E (1, 4)
AUK-0633	Кош-Агачский р-н, пл. Укок, 2217 м, 49°33.909' N, 87°58.356' E (1, 2)
GUK-1009	Усть-Коксинский р-н, г. Красная, 2028 м, 50°4.495' N, 85°13.073' E (2, 3)
<i>E. komarovii</i> (Республика Алтай)	
AUK-9803	Кош-Агачский р-н, пл-горье Укок, р. Сарыгас 1 км выше места впадения в р. Жумалы, 2120 м, 49°33.455' N, 87°58.329' E (1)
AKU-0458 AKU-0407	Кош-Агачский р-н, 10 км на север от пос. Чаган-Узун по Чуйскому тракту, лог Куюктанар (1, 2)
АКТ-0417	Кош-Агачский р-н, Северо-Чуйский хр., ущелье Актру, 2061 м, 50°6.518' N, 87°48.193' E (1, 2)
АСН-8920	Онгудайский р-н, 5 км на запад по автотрассе от перевала Чике-Таман, горная тропа от р. Большой Ильгумень, 970 м, 50°38.481' N, 86°22.124' E (1)
<i>E. komarovii</i> (Республика Бурятия)	
GAR-0501	Окинский р-н, бер. р. Гарган, 1610 м, 52°05.947' N, 100°23.005' E (1, 2)
ULZ-0503	Окинский р-н, редколесье в дол. р. Улзыта, 1595 м 52°11.529' N, 100°20.171' E (1, 2)

Примечание к таблице. *Коллекторы: 1 – А. Агафонов, 2 – Д. Никонова (Герус), 3 – Е. Кобозева, 4 – В. Salomon.

Для выявления характера репродуктивной совместимости видов создана серия гибридов образца *E. margaritae* AUK-0650 в шести комбинациях скрещиваний с выборочными образцами *E. komarovii* из Горного Алтая и Восточного Саяна. Гибридизацию растений проводили по экспресс-методике для рода *Elymus* (Агафонов, 2004). Анализ зрелых колосьев растений F₁ показал их полную стерильность, которая на стадии цветения проявлялась в виде закрытых, не растрескивающихся пыльников (Рис. 1–5). Для сравнения на рисунке приведен фрагмент колоса внутривидового гибрида между восточно-саянским и горно-алтайским образцами *E. komarovii* GAR-0501 × АКТ-0417, у которого нормальные, раскрытые пыльники (Рис. 6). Это означает, что образец AUK-0650, отнесенный нами к новому виду, репродуктивно изолирован от обширного генного пула *E. komarovii*, для которого было показано репродуктивное единство биотипов из разных точек сибирского ареала (Агафонов, Кобозева, 2016).

Для более точной оценки взаимоотношений видов *E. margaritae* и *E. komarovii* нами был проведен анализ SDS-электрофоретических спектров запасных белков семян с индивидуальных растений из нескольких популяций Горного Алтая и Восточного Саяна. Полиморфизм по полипептидному составу спектров дает возможность проследить уровни родственности между биотипами, популяциями или видами. При выполнении электрофоретического анализа запасных белков в системе SDS-PAGE (Laemmli, 1970) нами использована методика выделения изолированного эндосперма и экстракции белков из отдельных зерновок многолетних злаков трибы *Triticeae* (Агафонов, Агафонова, 1992). Было изучено в общей сложности 30 образцов изучаемых видов. Природные особи *E. margaritae* из популяции GUK-1009, с которых были взяты зерновки для анализа, различались длиной остей колосковых чешуй (КЧ): 2–3 мм (короткие) и 7–8 мм (длинные). Спектры зерновок с растений с разной длиной

КЧ различий внутри популяции не показали. Это означает, что изменчивость данного признака не отражается на полипептидном составе белков эндосперма.

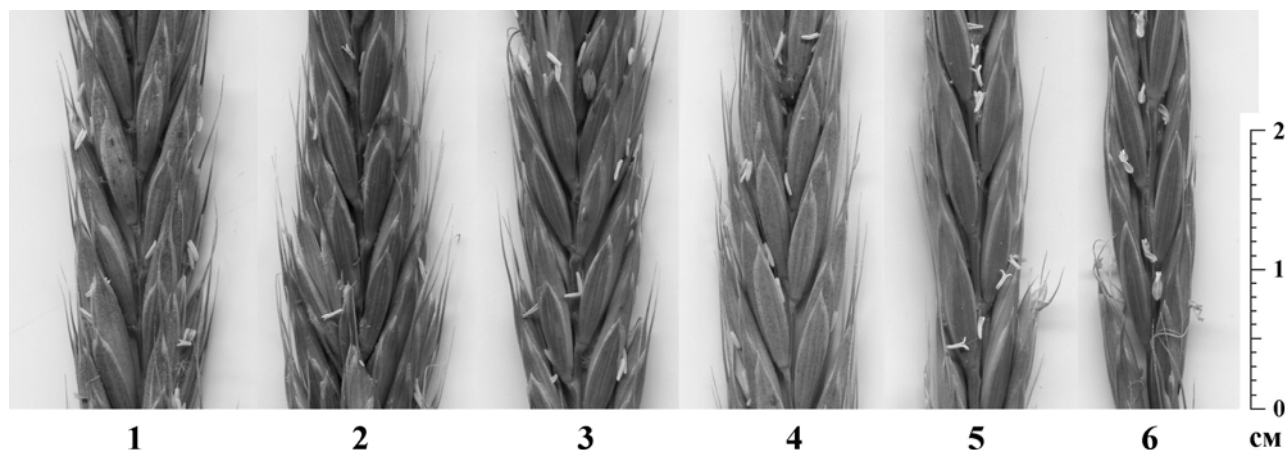


Рис. 1–6. Фрагменты колосьев гибридных растений F_1 , полученных в скрещиваниях между родительским образцом *Elymus margaritae* AUK-0650 и выборочными образцами *E. komarovii* из Горного Алтая и Восточного Саяна (1–5), а также внутривидового гибрида *E. komarovii* (6).

1 – АКУ-0407 × АУК-0650, 2 – АУК-0650 × АСН-8920, 3 – АКТ-0417 × АУК-0650, 4 – GAR-0501 × АУК-0605, 5 – АКУ-0458 × АУК-0650, 6 – GAR-0501 × АКТ-0417.

В целом, спектры образцов *E. margaritae* GUK-1009 хорошо отличались от полиморфных спектров *E. komarovii* из разных местообитаний. При этом образцы *E. margaritae* с пл. Укок АУК-0650 и АУК-0633 имели совпадение между собой по компонентам в некоторых зонах спектра, но также полностью отличались от образцов *E. komarovii*. Вместе с тем, нельзя исключить, что при совместном произрастании *E. margaritae* и *E. komarovii* на пл. Укок периодически происходят интрогрессивные процессы, обогащающие генофонд обоих видов. Популяция *E. margaritae* на горе Красная более изолирована от других мест произрастания *E. komarovii* на хребтах Алтая и, возможно, является стабильным огомозиготным таксоном, филогенетически отделившимся от *E. komarovii*.

Таким образом, можно сделать вывод, что *E. margaritae* является обособленным видом от филогенетически близкого *E. komarovii*. Отчетливых признаков межвидовой интрогрессии при совместном произрастании на плато Укок нами не обнаружено. Наряду с морфологическим, наиболее сильным критерием специфичности *E. margaritae* является критерий репродуктивной изоляции, как было показано для других видов рода *Elymus* (Агафонов, 2004).

В статье использовался материал УНУ ЦСБС СО РАН

«Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» (УСУ 440534).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-34-00505 и №16-04-01605.

Литература

- Агафонов А.В. Внутривидовая структура и репродуктивные отношения между *Elymus mutabilis* и *E. transbaicalensis* (Poaceae) в Южной Сибири с позиций таксономической генетики // Генетика. 2004. Т. 40. № 11. С. 1490–1501.
- Агафонов А.В., Кобозева Е.В., Salomon В. Новый вид рода *Elymus* L. (Poaceae) из Горного Алтая // Раст. мир Азиатской России. 2015. № 4 (20). С. 36–40.
- Агафонов А.В., Агафонов О.В. SDS-электрофорез белков эндосперма у представителей рода пырейник (*Elymus* L.) с различной геномной структурой // Сиб. биол. журн. 1992. Вып. 3. С. 7–12.
- Агафонов А.В., Кобозева Е.В. Репродуктивная дифференциация *Elymus komarovii* (Poaceae) в связи с проблемой таксономической идентификации // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. ст. по матер. XV междунар. науч.-практ. конф. Барнаул. 2016. С. 310–315.
- Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. Vol. 227. No. 5259. P. 680–685.

ОСОБЕННОСТИ ОТМЕЛЬНО-ПРИБРЕЖНОЙ ФЛОРЫ ЗАЛИВОВ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О. А. Костромина

Братский государственный университет, Братск, Россия, oxi.bratsk@mail.ru

FEATURES OF THE SHALLOW COASTAL FLORA OF THE GULFS OF THE BRATSK RESERVOIR

О. А. Kostromina

Bratsk State University, Bratsk, Russia

Summary. The species composition and structure of the flora is a reliable indicator of the state of the water and coastal ecosystems in the reservoir. A systematic analysis of the near-water flora of the two bays of the Bratsk water reservoir was carried out, the level of species richness of the flora, the taxonomic diversity and its systematic structure, Distribution of species between systematic categories. Ecological-cenotic analysis showed that light-coniferous, forest-steppe, meadow and wetland groups of plants predominate on the shores of the Gulf of Iya and the Dolonovsky Bay, characteristic of the investigated area, in which the main landscape-forming communities are light coniferous forests and meadows. The participation of water-marsh plants is typical for the banks of reservoirs, rivers and lakes. Areological analysis showed the similarity of floras in terms of prevalence – mainly the Circumpolar or boreal Holarctic (CC), Euro-Asian (EA) and Euro-Siberian (EU) species. Analysis of the biomorphological structure also showed greater similarity, which can be explained by the similarity of habitats and adaptability of plants to habitat conditions.

Изучение состава флоры водохранилищ, как крупных рукотворных объектов природы, необходимо при изучении структуры и динамики функционирования его экосистем, а также перспективно с позиции многолетнего экологического мониторинга, поскольку позволяет выявить действующие факторы среды, разнообразие экотопов, а также степень их трансформации (Авакян и др., 1987).

Братское водохранилище является одним из крупнейших искусственных водоемов в России и в мире (65 % площади и 78 % объема). Оно расположено в южном направлении от г. Братск. Площадь водного пространства в пределах района 3.6 тыс. км², объем воды – 132 км³. Наибольшая глубина возле Пьяного Быка – 150 м, средняя глубина – 32 м. Уровень воды достиг проектной отметки (401.65 м над ур. моря) в сентябре 1967 г., после шести лет заполнения водохранилища. Акватория водоема расположилась в пределах возвышенного плоскогорного рельефа, в связи с чем большая часть берегов образовавшегося водоема врезана в склоны холмов Ангарского кряжа Средне-Сибирского плоскогорья. Географическое положение, морфоскульптура и геодинамика берегов, а также сезонная динамика уровня режима водоема создают определенный набор условий развития и функционирования водных, прибрежно-водных и береговых экосистем. В этой связи, Братское водохранилище представляет собой интересный объект для оценки экологического состояния фитоценологических комплексов околосредных и наземных экосистем.

Цель данной работы – выявление состава и структуры гидрофильной флоры залива Ия и залива Долоновского Братского водохранилища. Геоботанические и флористические исследования проводились в течение 3 лет, за это время был собран гербарный материал, составлены геоботанические описания. Кроме этого, при камеральной обработке результатов использовался гербарный материал университета.

Заливы относятся к крупным заливам водохранилища, их акватория расположена в зоне тайги. Большая часть берегов характеризуется крутыми склонами холмов и сплошной залесенностью территории первичными преимущественно суходольными лесами из сосны и лиственницы с примесью вторичных березово-осиновых лесов. Берега по большей части обрывистые с резким переходом к воде. Пологие берега характерны для участков ключей и ручьев, впадающих в залив, где расположились леса из ели, осоковые болота, а также в местах понижений между холмами. Пойма впадающих в заливы рек и ручьев зарастает сорными и заносными видами растений, которые вытаптываются и поедаются скотом, выше по течению пойма переходит в осоковое болото.

В результате проведенных исследований на берегу залива Ия выявлено 196 видов из 42 семейств и 126 родов; на берегу Долоновского залива выявлено 118 видов, 33 семейства и 90 родов (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительный таксационный анализ семейственного спектра

№	Семейство	Ия		Долоновский	
		Количество видов	% от общего числа видов	Количество видов	% от общего числа видов
1	Poaceae	23	11.70	8	6.7
2	Rosaceae	22	11.20	13	10.9
3	Ranunculaceae	17	8.70	10	8.4
4	Fabaceae	17	8.70	11	9.2
5	Asteraceae	17	8.70	15	12.6
6	Caryophyllaceae	8	4.10	5	4.2
7	Boraginaceae	7	3.50	–	–
8	Brassicaceae	7	3.50	5	4.2
9	Lamiaceae	6	3.10	4	3.4
10	Cyperaceae	6	3.10	2	1.7
11	Geraniaceae	5	2.60	4	3.4
12	Liliaceae	4	2.04	3	2.5
ВСЕГО		139	66.30	80	65.5

Многообразие видов в семействах Poaceae, Asteraceae, Rosaceae, Ranunculaceae указывает на бореальный характер флоры. Видовое богатство семейств Fabaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae характерно для светлых флор и подчеркивает аридный характер данной флоры из-за неравномерного увлажнения в разные сезоны года. Для открытых местообитаний, лесостепных и собственно степных флор характерны семейства Brassicaceae, Lamiaceae, Cyperaceae, для лесостепных флор – семейство Boraginaceae.

Общий спектр многовидовых семейств заливов отражает смешанный характер флоры исследуемого района. Это характерно для берегов водохранилищ, рек и озер.

Головная часть родового спектра в заливе Ия включает первые 10 родов, объединяющие 51 вид, что соответствует (26.1 %) флоры, на остальные 116 родов приходится 145 вида (73.9 %). В Долоновском заливе первые 10 родов, объединяют 27 видов, что соответствует (22.9 %) флоры, на остальные 80 родов приходится 91 вида (77.1 %). В родовом спектре более явно проявляется луговой и прибрежный характер флоры. Во флоре залива Долоновский проявляется существенное степное влияние в лесных сообществах.

Опираясь на эколого-ценотического спектра, можно сделать вывод о том, что на берегах заливов преобладают светлых, лесостепных, луговых и водно-болотных группы растений (табл. 2), это характерно для исследуемого района, в котором основным ландшафтообразующими сообществами являются светлых леса и луга. Участие водно-болотных растений характерно для берегов водохранилищ, рек и озер. Достаточно большой процент сорных растений в заливе Долоновский отражает влияние рекреационной нагрузки.

В ходе ареалогического анализа флоры заливов Ия и Долоновского (Малышев, Пешкова, 1984) установлено значительное преобладание видов, которые имеют циркумполярный или бореальный голарктический (КЦ) ареал – 67 видов, что составляет 34.2 % от общего числа флоры в заливе Ия и 39 видов, что составляет 33.1 % от общего числа флоры в Долоновском заливе (табл. 3). Ареалогический анализ показал сходство флор по распространенности – в основном это Циркумполярный или бореальный голарктический (КЦ), Евроазиатские (ЕА) и Евросибирские (ЕС) виды.

При выявлении биоморфологической структуры флоры во флоре залива Ия преобладают травянистые растения – 177 видов (90.33 %) и 106 видов (89.8 %) соответственно. Проведенный анализ состава экоморф, показал преобладание стержнекорневых (17.9 %) и (22.01 %), длиннокорневищных (17.9 %) и (14.3 %), а также короткокорневищных (17.3 %) и

(16.1 %) травянистых растений. Это характерно для прибрежной растительности с достаточным и избыточным увлажнением. Плотнокустовые экоморфы (5.1 %) и (6.05 %) развиваются на плотных кислых почвах с плохой аэрацией, рыхлокустовые (7.7 %) и (6.09 %) – встречаются на микроповышениях и растут на достаточно богатых и неплотных почвах. Однолетние (10.2 %) и (12.7 %) растения в основном представлены сорными видами, что говорит о влиянии антропогенного воздействия (рекреация, выпас). Древесные и полудревесные формы (кустарники – 12 видов (6.05 %) и 8 видов (6.8 %), полукустарники – 1 вид – 0.51 %, от общего числа флоры и кустарнички 5 видов (2.6 %) и 2 вида (1.6 %)) в основном приурочены к прибрежным лесам.

Таблица 2. Эколого-ценотический состав флор

№	Эколого-ценотическая группа	залив Ия		залив Долоновский	
		Количество видов	% от общего числа видов	Количество видов	% от общего числа видов
1	Темнохвойно-лесная (ТХ)	9	4.60	5	4.2
2	Светлохвойно-лесная (СХ)	74	37.80	54	45.8
3	Пребореальная (ПБ)	5	2.60	1	0.9
4	Лесостепная (ЛС)	32	16.30	22	18.5
5	Горностепная (ГС)	9	4.60	4	3.4
6	Луговая (ЛГ)	25	12.80	10	8.5
7	Водно-болотная (ВБ)	17	8.70	7	5.9
8	Гипарктомонтанная (ГМ)	2	1.01	2	1.7
9	Водная (ВД)	1	0.51	1	0.9
10	Прирусовая (ПР)	6	3.06	8	6.8
11	Сорная (СОР)	7	3.50	4	3.4
12	Собственно степная (СС)	7	3.50	–	–
13	Пустынно-степная (ПС)	1	0.51	–	–
14	Горная общестепная (ММ)	1	0.51	–	–
ВСЕГО		196	100	118	100

Таблица 3. Ареалогический анализ заливов

№	Хорологическая группа (общий ареал)	залив Ия		залив Долоновский	
		Количество видов	% от общего числа видов	Количество видов	% от общего числа видов
1	Циркумпольный или бореальный голарктический (КЦ)	67	34.20	39	33.1
2	Американо-азиатский (АА)	5	2.60	2	1.7
3	Евразийский (ЕА)	47	24.00	35	29.6
4	Общеазиатский (ОА)	3	1.50	2	1.7
5	Североазиатский (СА)	23	11.70	11	9.3
6	Южно-сибирский или монгольский (ЮС)	14	7.10	4	3.4
7	Евросибирский (ЕС)	27	13.80	22	18.6
8	Центрально-азиатский (ЦА)	1	0.51	–	–
9	Северо-восточно-азиатский (СВ)	3	1.50	2	1.7
10	Восточно-азиатский (ВА)	4	2.08	–	–
11	Маньчжуро-даурский (МД)	2	1.01	1	0.9
ВСЕГО		196	100	118	100

Литература

- Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища М. 1987. 325 с.
Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Прибайкалье и Забайкалье). Новосибирск. 1984. 264 с.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КЛОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ *Elodea canadensis* Michx. В ВОДОЕМАХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Е. В. Минчева,¹ Т. Е. Перетолчина,¹ Ю. С. Букин,^{1,2} А. П. Куклин,³ Л. С. Кравцова¹

¹ Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, elenakuznetsova01@gmail.com

² Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия, bukinyura@mail.ru

³ Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия, kap0@mail.ru

GENETIC STRUCTURE AND CLONAL DIVERSITY OF *Elodea canadensis* Michx. IN FRESH WATERS OF EASTERN SIBERIA

E. V. Mincheva,¹ T. E. Peretolchina,¹ Yu. S. Bukin,^{1,2} A. P. Kuklin³ & L. S. Kravtsova¹

¹ Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

² Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

³ Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

Summary. We studied the genetic structure and clonal diversity of invasive species *Elodea canadensis* in Eastern Siberia, based on the analysis of microsatellite loci. In spite on vegetative reproduction, the *E. canadensis* is characterized by high variability among microsatellite loci and significant values of F_{ST} , even between closely situated populations of elodea from the same river basin. Genetic pattern of *E. canadensis* in fresh waters of Eastern Siberia is comparable with one in lakes of Finland and influenced both navigation, fishing, waterfowl, and physiological features (the formation of numerous turiones on the same plant).

Одним из агрессивных вселенцев на территории Российской Федерации является *Elodea canadensis*. Это инвазивный вид родом из Северной Америки с ярко выраженными эдификаторными свойствами, относится к двудомным растениям и способен к быстрому вегетативному (клональному) размножению (фрагментами стеблей и зимующими почками – турionsами). В известных местах заноса наблюдаются только однополюе популяции.

Элодея распространилась в Атлантической Европе, Средиземноморье, Скандинавии, Азии и Австралии, в умеренных широтах Евразии восточная граница её искусственного ареала проходит по Западной Сибири (Майстренко и др., 2005). Впервые достоверно элодея была занесена в Европу в 1836 г. (Игнатов и др., 1990), а в начале 80-х годов появилась в бассейне Невы (Жакова, 2008). На территории Восточной Сибири зарегистрирована не ранее 60-х гг. XX века (Базарова, Пронин, 2010). В Восточной Сибири распространение элодеи носит очаговый характер (Кожова, Ижболдина, 1992; Базарова, Пронин, 2006, 2010; Кравцова и др., 2010). На Дальнем Востоке до сих пор не отмечена (Флора..., 2006).

Для оценки эволюционного потенциала инвазивных видов и степени их влияния на биоту естественных экосистем необходимо изучение генетического разнообразия и популяционно-генетической структуры. Исследование элодеи канадской с помощью молекулярно-генетических методов на территории России еще не проводилось. Учитывая недавнее вселение элодеи канадской (не ранее 70-х гг. XX века) в оз. Байкал и быстрое распространение ее в водоемах Восточной Сибири (Базарова, Пронин, 2010), для исследования генетической структуры популяций этого вида необходимо использовать только самые полиморфные и быстро эволюционирующие генетические маркеры. Таковыми являются микросателлиты.

Образцы элодеи были собраны в следующих водоемах: оз. Байкал, р. Ангара, Усть-Илимское водохранилище (Иркутская обл.); дельта р. Селенга, оз. Щучье, оз. Гусиное (Респ. Бурятия), оз. Шакша и оз. Кенон (Забайкальский край). Дополнительно, для сравнения, были собраны образцы из Фиановского пруда в г. Пущино (Московская обл.) (рис.). Амплификацию составных микросателлитных локусов проводили с помощью флуоресцентно-меченых праймеров, разработанных Т. Хуотари с соавт. (Huotari et al., 2011) для исследования генетической структуры *E. canadensis*, интродуцированной в водоемы Финляндии в 1884 г. Всего было проанализировано 273 образца *E. canadensis* по шести микросателлитным локусам.

С помощью программы Structure четкой генетической структуры выявлено не было. Это позволяет нам предположить, что вселение элодеи в водоемы Восточной Сибири произошло из одного источника. По литературным данным вектор расселения элодеи шел от За-

падной Европы (Финляндия) через Западную и Среднюю Россию в Западную и Восточную Сибирь. Однако в некоторых группах были выявлены уникальные «частные» аллели, встречающиеся только в какой-либо одной популяции. Так, самое большое число частных аллелей – 10 выявлено для элодеи из Бурятии. Частные аллели отражают самостоятельную эволюцию популяций, образовавшихся в результате эффекта основателя. Это подтверждается достоверными значениями F_{ST} (табл.). При этом отсутствие четко выраженной структуры можно объяснить непрерывным переносом фрагментов стеблей и турионов между водоемами активным судоходством, рыболовством и водоплавающими птицами.

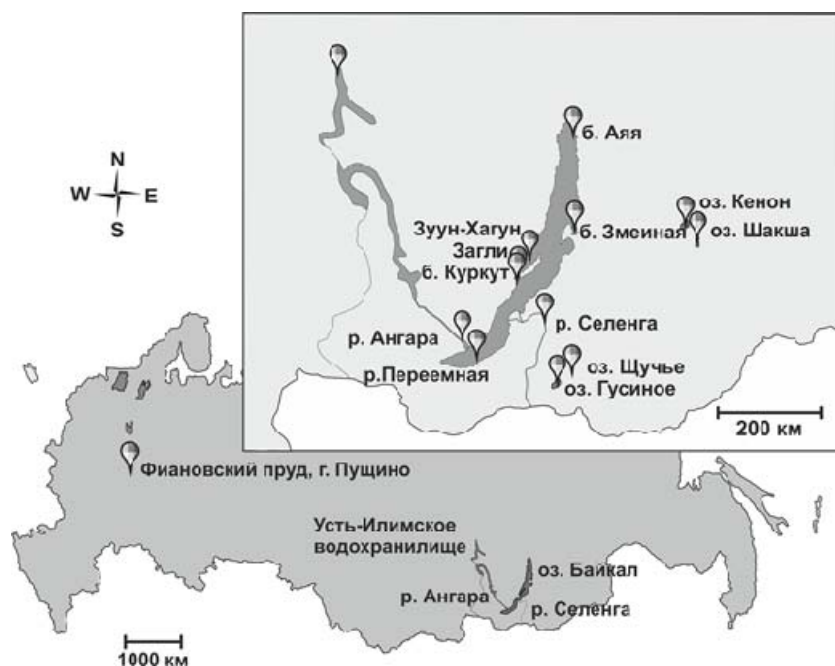


Рис. Карта сбора образцов *Elodea canadensis*.

Таблица. Значения F_{ST} -критерия между шестью группами *Elodea canadensis*

Популяция	1. Ангара	2. Бурятия	3. Чита	4. Усть-Илимск	5. Пушино
2. Бурятия	0.148	–	–	–	–
3. Чита	0.082	0.048	–	–	–
4. Усть-Илимск	0.126	0.047	0.073	–	–
5. Пушино	0.206	0.185	0.221	0.139	–
6. Байкал	0.121	0.033	0.044	0.077	0.211

Генетическое разнообразие элодеи канадской в Европе оказалось довольно высоким даже в географически близких водоемах (в частности, в озерах Финляндии). Интересно, что уровень генетического разнообразия элодеи в водоемах Восточной Сибири сопоставим с таковым в водоемах Финляндии (Huotari et al., 2011). Что, по-видимому, обусловлено способностью к образованию на одном растении многочисленных турионов, в которых не исключены соматические мутации.

Литература

- Базарова Б.Б., Пронин Н.М. *Elodea canadensis* Michaux. на границе мирового водораздела Ледовитого и Тихого океанов // Российский журн. биол. инвазий. 2010. № 3. С.2–11.
- Базарова Б.Б., Пронин Н.М. Динамика и современное состояние водной растительности Чивыркуйского залива оз. Байкал // Сиб. экол. журн. 2006. Т. 13. № 6. С. 767–772.
- Жакова Л.В. Чужеродные виды в водных и прибрежно-водных фитоценозах Невской губы. 2008. [http://www.zin.ru/conferences/rtable2007/Pdf/doklad_Zhakova.pdf].
- Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. Конспект флоры адвентивных растений Московской области // Флористические исследования в Московской области. М. 1990. С. 5–105.

- Кожова О.М., Ижболдина Л.А. Элодея канадская в Байкале // Экологические исследования Байкала и байкальского региона. Иркутск. 1992. С. 137–165
- Кравцова Л.С., Ижболдина Л.А., Механикова И.В., Помазкина Г.В., Белых О.И. Натурализация *Elodea canadensis* Mich. в озере Байкал // Российский журн. биол. инвазий. 2010. № 2. С. 2–23.
- Майстренко С.Г., Неронов Ю.В., Бобков А.И. Элодея канадская (*Elodea canadensis* Michaux.) в водоемах Байкальской Сибири // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). Борок. 2005. С. 50.
- Флора российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения советского Дальнего Востока». Т. 1–8. (1985–1996). Владивосток. 2006. 456 с.
- Huotari T., Korpelainen H., Leskinen E., Kostamo K. Population genetics of the invasive water weed *Elodea canadensis* in Finnish waterways // Plant Syst. Evol. 2011. Vol. 294. No. 1–2. P. 27–37.
-

К ВОПРОСУ О ТИПИФИКАЦИИ НАЗВАНИЙ ВИДОВ РОДА *Mertensia* (Boraginaceae), ОПИСАННЫХ ИЗ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

О. Д. Никифорова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия, Nikiforovansk@yandex.ru

ON THE QUESTION OF THE TYPIFICATION OF THE NAMES OF SPECIES OF THE GENUS *Mertensia* (Boraginaceae), DESCRIBED FROM BAIKAL SIBERIA

O. D. Nikiforova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Summary. Questions of typification of names of three species: *Mertensia jensisejensis* Popov, *Pulmonaria stylosa* Fisch., *Steenhammera serrulata* Turcz., described from Baikal Siberia and now related to the genus *Mertensia* Roth (Boraginaceae) are discussed.

Род *Mertensia* был установлен A.W. Roth в 1797 году и долгое время не был признан в качестве самостоятельного таксона. По мере описания новых видов одни авторы традиционно относили их к роду *Pulmonaria*. Например, в составе этого рода из Сибири Ф.Б. Фишер описал *Pulmonaria stylosa* Fisch. (Fischer, 1812). В дальнейшем российские ботаники обычно следовали J.G.C. Lehmann (1818) и описанные виды включали в род *Lithospermum* L. Так, Н.С. Турчанинов с Охотии описал *L. rivulare* Turcz., с Камчатки – *L. kamczaticum* Turcz. (Turczaninow, 1840a), которые, в настоящее время, принадлежат роду *Mertensia*. В дальнейшем, он, следуя авторитету H.G.L. Reichenbach, 11 азиатских видов из родов *Pulmonaria* и *Lithospermum* перевел в род *Steenhammera* Turcz., несмотря на существующее название рода *Mertensia*, и из Байкальской Сибири обнародовал вид *Steenhammera serrulata* Turcz. (Turczaninow, 1840b).

Работу по типификации таксонов, которые в настоящее время относят к роду *Mertensia*, проводил М.Г. Попов, в связи с обработкой семейства *Boraginaceae* для «Флоры СССР» (Попов, 1953в). На некоторых типовых образцах имеются его пометки со словом «Turpus», которые он обычно писал на листе красным карандашом. В дальнейшем типификацию продолжил Р.В. Камелин: на некоторых типовых образцах он оставил свои рукописные заметки, но, к сожалению, эта работа оказалась незавершенной, а ее результаты неопубликованными.

В связи с этим возникла необходимость тщательного изучения гербарных фондов по роду *Mertensia* в Гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова (БИН РАН, LE), а также поиск нового типового материала и его опубликования. В результате исследования выявлены типовые образцы трех видов, описанных из Байкальской Сибири.

Mertensia jensisejensis Popov [14 II] 1953, Бот. матер. Герб. Бот. инст. Комарова Акад. наук СССР, 15: 254, 256, in slave: Попов, [14 IV] 1953, Список раст. Герб. Фл. СССР, 12: 40, № 3566, descr.; он же [5 II] 1953, Фл. СССР, 19: 244, descr. ross., cum cit. shed.

По протологу: «По р. Енисею... Ad fl. Jensisej»; Иркутская обл. Балаганский р-н, окр. дер. Щербаковковой. Подножье лесистых гор, в долине р. Еловки, на лужайках близ просачивающихся ключей. Собр. Н. Мальцев. 1907 VI 27.

Определение точной даты и литературного источника действительного обнародования названия *Mertensia jennissejensis* вызвало затруднения. Во «Флоре СССР» в номенклатурной цитате вида М.Г. Попов (1953в) указал, что вид обнародован как изданные эксикаты в «Списке растений Гербария Флоры СССР» (Попов, 1953б). На самом деле вид фигурирует в трех публикациях (Попов, 1953а, б, в), вышедших из печати в 1953 г., из которых наиболее ранней следует считать публикацию в «Ботанических материалах» (Попов, 1953а).

Два гербарных листа, из трех хранящихся в Гербарии LE, являются частью серии эксикат и имеют типографские этикетки, идентичные тексту в «Списке растений...» (Попов, 1953б). Третий лист снабжен рукописной этикеткой с текстом, несколько отличным от опубликованного, и с двумя датами: «14 июня 1907 цв. 4 июля 1907 пл.», тогда как на печатных этикетках дата одна: 27 VI 1907 (14 VI по юлианскому календарю). На каждом из трех листов смонтированы части двух растений: в цветущем и в плодоносящем состоянии. Поскольку указанные на этикетках населенный пункт, местообитание, коллектор и дата сбора цветущих растений совпадают, мы считаем все три образца частями одного сбора. Разночтения в рукописной и печатных этикетках объясняем дополнениями, сделанными М.Г. Поповым при подготовке эксикат к изданию.

В качестве лектотипа мы выбираем растение, смонтированное на этом листе в цветущем состоянии, поскольку в протологе указана дата сбора цветущих экземпляров. Растение с того же листа с плодами мы обозначаем в качестве эпитипа. Цветущие и плодоносящие растения на остальных листах этой изданной серии являются изолектотипами и изоэпитипами соответственно.

***Pulmonaria stylosa* Fisch.** in Mem. Soc. Nat. Mosc. 1812, 3: 62. ≡ *Steenhammera stylosa* Turcz. 1840 in Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou, 13, 2: 248. ≡ *Mertensia stylosa* (Fisch.) DC. 1846 in Prodr. 10: 91.

Н о л о т у р у s: «Herb. Fischer. stylosa m. Treskin, Sibior.» (LE).

По протологу: «Описан из Сибири [Иркутская губерния]».

Вид описан Ф.Б. Фишером (Fischer, 1812) по образцам, присланным из Сибири. Краткая этикетка написана рукой Ф. Фишера (F. Fischer). В качестве коллектора указан «Treskin», что согласуется с его примечанием к статье: «Descriptio plantarum rariorum Sibiriae», где он сделал ссылку, которую пометил звездочкой. В ней Ф.Б. Фишер указал автора коллекций, благодаря которому были описаны его виды. Содержание ссылки следующее: «Эти коллекции господина Трескина, губернатора Иркутска, фактически являются подарком для общества. Следует, однако, бесконечно сожалеть о том, что отсутствуют сведения о месте, а также времени и года их сбора». Как видно из этой ссылки, гербарные образцы *Mertensia stylosa* были собраны действительным статским советником, Николаем Ивановичем Трескиным, который 1806–1819 года являлся губернатором Иркутска.

Этот образец единственный в коллекции LE, что дает основание считать его голотипом. В протологе отсутствуют конкретные сведения о месте сбора данного вида. Однако из названия статьи Ф.Б. Фишера явствует, что этот вид описан из Сибири, а указания ссылки уточняют классическое местообитание вида – Иркутская губерния.

***Steenhammera serrulata* Turcz.** in Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou, 1840, 13, 2: 246. ≡ *Mertensia serrulata* (Turcz.) DC. 1846 in Prodr. 10: 89.

Первоначальное название вида *Lithospermum serrulatum* Turcz. оказалось невалидным (Turczaninow, 1838). Позднее Н.С. Турчанинов (Turczaninow, 1840b) обнародовал его как *Steenhammera serrulata* Turcz.

По протологу: «In lapidosis subalpinus inter fluvia Barguzin et Angaram superiorem, ad torrents inter alpes Kavokta et Ukalkit».

В протологе Н.С. Турчанинов процитировал два местонахождения «inter fluvia Barguzin et Angaram» и «alpes Kavokta et Ukalkit». В Гербарии LE хранятся 5 образцов с гербарными этикетками, подписанными рукой автора, местонахождения которых соответствуют данным протолога. На этикетке одного образца место сбора обозначено как «inter fluvia Barguzin et

Angaram», а гербарные этикетки 4 остальных образцов идентичные, с местонахождением – «alpes Kavokta et Ukalkit».

Таким образом, типовой материал состоит более чем из одного сбора. Согласно статье Art 8.1 ICN (McNeill et al., 2012), типом названия вида или внутривидового таксона может считаться единственный экземпляр, хранящийся в одном гербарии или иной коллекции или учреждения. В данном случае ни один из имеющихся экземпляров не может рассматриваться в качестве типа (голотипа), поэтому необходим выбор гербарного образца, который будет служить лектотипом названия таксона *Steenhammera serrulata*. В качестве лектотипа нами выбран образец, на гербарной этикетке которого рукой автора написано законное первоначальное название таксона *Steenhammera serrulata* с пометкой «m», а место сбора обозначено «inter fluvia Barguzin et Angaram», которое в протологе цитируется первым. Остальные гербарные образцы являются синтипам.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-29-02429.

Литература

- Попов М.Г. О системе и филогенетическом развитии рода *Mertensia* Roth (*Boraginaceae*) на основании сравнения американских и азиатских видов // Ботан. материалы Гербария Ботан. ин-та им. Комарова Акад наук СССР. Т. 15. М.; Л. 1953а. С. 248–266.
- Попов М.Г. Список растений Гербария Флоры СССР. 1953б. Т. 12. Вып. 81–86. № 3566. С. 40–41.
- Попов М. Г. Род *Mertensia* Roth // Флора СССР. М.; Л. 1953в. Т. 19. С. 238–258.
- Fischer F.E.L. Descriptio plantarum rariorum Sibiriae // Mem. Soc. Imp. Nat. Moscou. 1812. Т. 3. P. 56–82.
- Lehmann J.G.C. Plantae e familia Asperifoliarum nuciferae. Berolini. 1818. 478 p.
- McNeill J., Barrie F.R., Buck W.R., Demoulin V., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Marhold K., Prado J., Prud'homme van Reine W.F., Smith G.F., Wiersema J.H. and Turland N.J. International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011. Kőnigstein. 2012. 232 p.
- Roth A.W. Catalecta Botanica, quibus Plantae novae et minus cognitae describuntur atque illustrantur. 1797. Vol. 1. Lipsae. P. 34–35.
- Turczaninow N.S. Catalogus plantarum in regionibus baicalensibus et Dahuria sponte crescentium // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1838. P. 1–23.
- Turczaninow N.S. A Decades quatuor plantarum hucusque non descriptarum Sibiriae. Maxime orientalis et regionum confinium incolarum // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1840a. Vol. 13. No. 1. P. 60–80.
- Turczaninow N.S. Observations sur quelques Genres et especes de la famille de *Borraginees* // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1840b. Vol. 13. No. 2. P. 241–259.

ФИЛОГЕНИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО РОДА *Orostachys* Fisch. (Crassulaceae)

А. Ю. Никулин, В. Ю. Никулин, А. А. Гончаров

ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия,
gontcharov@biosoil.ru

PHYLOGENY AND PHYLOGEOGRAPHY OF EAST ASIAN GENUS *Orostachys* Fisch. (Crassulaceae)

A. Yu. Nikulin, V. Yu. Nikulin & A. A. Goncharov

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia

Summary. Recent advances in molecular phylogeny and phylogeography studies on the genus *Orostachys* are presented. Non-monophyletic nature of the genus and estimated time of divergence of its major lineages are discussed. It was shown that genetic structure of the subsections contradicts current taxonomy.

Род *Orostachys* (горноколосник) считается одним из наиболее обособленных морфологически в подсемействе *Sempervivoideae* Arn. (Crassulaceae) и характеризуется полурозеточной жизненной формой с терминальными колосовидными (початковидными) соцветиями (Ohba, 1978; Бялт, 1999). По разным оценкам *Orostachys* насчитывает от 10 до 22 видов

(Eggl et al., 1995; Бялт, 1999; Ohba, 2005; Гончарова, 2006). Большая часть ареала рода приходится на Сибирь и Дальний Восток. Горноколосники встречаются так же на Урале, в Монголии, Китае, Японии и Корее, некоторые виды достигают Средней Азии. Наибольшее число видов сосредоточено в восточной части ареала (Северо-Восточный Китай, Российский Дальний Восток и Япония).

В роде выделяют две секции: *Orostachys* и *Schoenlandia* Cornu (Ohba, 1978, 2005). Последняя признается некоторыми авторами в качестве подрода (Бялт, 1999) или рода *Kungia* K.T. Fu (Fu, Ohba, 2001). Виды типовой секции классифицируются в двух подсекциях – *Orostachys* и *Appendiculatae* (Boriss.) H. Ohba, различающихся формой листа (плоские или вальковатые) и наличием или отсутствием на них придатков (шипов, хрящеватых выростов и др.).

Молекулярно-филогенетические анализы показали, что подсекции *Orostachys* и *Appendiculatae* являются монофилетическими группами, но при этом они не проявляют близости друг к другу и не формируют соответствующую родовую кладу, что указывает на сборную природу *Orostachys*. Установлено, что типовая подсекция является частью клады рода *Hylotelephium* Ohba, а подсекция *Appendiculatae* занимает обособленное положение на древе. Нами было установлено, что род *Meterostachys* Ohba входит в состав устойчивой клады подсекции *Appendiculatae* и кластеризуется с *O. thyrsoflora* Fisch. Близость *Meterostachys* к подсекции *Appendiculatae* поддержана не только высокими значениями бутстрепа, но и наличием молекулярных синапоморфий в их ITS-регионе. Согласно результатам молекулярной датировки, дивергенция клад подсекции *Appendiculatae* и *Hylotelephium/Orostachys* подсекции *Orostachys* пришлось на первую половину миоцена – 20–18 млн. лет назад. Большинство видов *Orostachys* подсекции *Appendiculatae*, вероятно, возникли на границе миоцена и плиоцена – около 6 млн. лет назад, тогда как виды подсекции *Orostachys* образовались значительно позднее – 1.5 млн. лет назад.

Большинство горноколосников имеет ограниченные ареалы, что характерно для толстянковых в целом, и, как правило, относительно узкую экологическую нишу. Вместе с тем, два вида – *O. malacophylla* (Pall.) Fisch. (подсекция *Orostachys*) и *O. spinosa* (L.) Meyer (подсекция *Appendiculatae*) распространены от тихоокеанского побережья Дальнего Востока до Восточной Сибири и Южного Урала соответственно и населяют разнообразные экотопы. При этом горноколосники не имеют механизмов для распространения семян, что ставит вопрос о способах и истории столь широкого расселения этих видов, а так же их генетической структурированности.

Сравнение ITS рДНК последовательностей выявило дивергенцию популяций *O. spinosa* на восточную и западную группы, предположительно, произошедшую около 3.5 млн. лет назад. Использование обширной выборки из разных частей ареала (207 растений из 25 популяций) и нескольких высокоинформативных маркеров (*trnH-psbA*, *trnQ-rpS16* и *rpl32-trnL* межгенных спейсеров хпДНК) подтвердило наличие этих групп популяций в виде и выявило присутствие необычно большого числа гаплотипов – 86. Особый интерес представляет практически полное отсутствие в выборке общих (совместных) и высокая доля уникальных гаплотипов (68 %). Сеть гаплотипов состоит из двух дивергентных групп, отделенных самой длинной ветвью сети, представленной 11-ю мутационными шагами. К первой (Восточной) группе относились 27 гаплотипов (92 образца), обнаруженных в 10 популяциях из восточной части ареала вида (Амурская обл., юг Хабаровского и Приморского краев, Северо-Восточный Китай). Примечательно, что две относительно близкие географически и генетически популяции (с Шантарских о-ов и Магаданской обл.) не примыкали к этой группе, как ожидалось, а вошли в состав Западной гаплогруппы, представленной 59-ю гаплотипами (115 образцов) из 15 популяций севера Хабаровского и Забайкальского краев, Магаданской, Иркутской и Новосибирской областей, Республик Башкортостан и Алтай.

Результаты наших анализов показали, что популяции *O. spinosa*, населяющие горы Алтая, характеризуются наиболее высокими показателями разнообразия и могут рассматриваться как предковые. Это позволяет предложить гипотетический сценарий возникновения и

расселения вида в Евразии. Разделение предковых линий основных клад трибы *Telephieae* ('t Hart) Ohba & Thiede (подсекции *Appendiculatae* и *Hylotelephium/Orostachys* подсекция *Orostachys*) произошло в первой половине миоцена – 20–18 млн. лет назад, вероятно, в районе Ирано-Туранского нагорья/Гиндукуша. Распространение предков клады *Hylotelephium/Orostachys* подсекции *Orostachys* шло, вероятно, на восток через Гималаи, а предок подсекции *Appendiculatae* мог продвигаться в северо-восточном направлении вдоль Памиро-Алайской горной системы до гор Южной Сибири где, по нашему мнению, находится центр происхождения *O. spinosa*. Последующее распространение этого вида происходило в нескольких направлениях: на запад, до предгорий Южного Урала и на восток, предположительно тремя линиями (в район оз. Байкал, Северо-Восточную Азию (Якутия, Магадан) и юго-восточном направлении по бассейну Амура (Китай, Приморский край)). Последняя линия и дала начало генетически отличной Восточной группе гаплотипов. Полученные данные указывают, что граница между Западной и Восточной гаплогруппами пролегает западнее Большого Хинганского хребта на северо-востоке Китая и по хребту Джагды на востоке Амурской области.

Анализ филогенетических отношений в подсекции *Orostachys* на основе сравнения ITS рДНК последовательностей показал, что морфовиды, слагающие ее, почти не отличаются друг от друга и не могут быть четко разграничены по этому маркеру. При использовании более вариабельных последовательностей межгенных спейсеров хпДНК 23 популяции (367 образцов) 6 видов и одного подвида (*O. boehmeri* (Makino) H.Nara, *O. furusei* Ohwi, *O. maximowiczii* Byalt, *O. gorovoi* Dudkin & S.Gontch., *O. paradoxa* (Khokhr. & Vorosch.) Czeper., *O. malacophylla* var. *malacophylla* (Pall.) Fisch. и *O. malacophylla* var. *aggregata* (Makino) O.Ohba) были распределены между 4 гаплогруппами (A–D), ни одна из которых не может быть соотнесена ни с одним из существующих таксонов. Три из 4 гаплогрупп объединяют представителей 3–5 морфовидов и лишь в состав наименее многочисленной (3 гаплотипа, 6 образцов, 1 популяция) и наиболее дивергентной гаплогруппы D вошли представители одного таксона – *O. malacophylla* var. *aggregata*. Гаплогруппа A объединяла наибольшее число гаплотипов, образцов и популяций (25, 189 и 22), при этом дивергенция между гаплотипами в группе была наименьшей, и они отличались друг от друга преимущественно 1–2 мутациями. Дивергенция в гаплогруппах B и C была значительно выше, а число входящих в них гаплотипов, образцов и популяций меньше. Ранее высказанное нами предположение о том, что в подсекц. *Orostachys* наблюдается дивергенция между моно- и поликарпическими таксонами (Kozyrenko et al., 2013) не нашло своего подтверждения, поскольку в расширенной выборке моно- и поликарпические таксоны вошли в состав одних и тех же гаплогрупп, а в одном случае даже имели общий гаплотип (H29, встреченный в популяции *O. malacophylla* var. *malacophylla* и нескольких образцах *O. paradoxa* из географически удаленной популяции).

Очевидно, что филогенетическая и филогеографическая структуры *Orostachys* подсекции *Orostachys* не могут быть однозначно объяснены влиянием изменений климата в плейстоцене, они не отражены особенностями морфологии и противоречат традиционной таксономии группы. Можно предположить, что мы имеем дело с криптическим разнообразием в относительно молодой группе.

Литература

- Бялт В.В. Монография рода горноколосьник *Orostachys* Fisch. (Crassulaceae). Дис. ... канд. биол. наук. СПб. 1999. 290 с.
- Гончарова С.Б. Очитковые (*Sedoideae*, Crassulaceae) флоры российского Дальнего Востока. Владивосток. 2006. 223 с.
- Eggl U., 't Hart H., Nyffeler R. Towards a consensus classification of the Crassulaceae // Evolution and systematics of the Crassulaceae. Leiden. 1995. P. 173–192.
- Fu K.J., Ohba H. Crassulaceae. Flora of China. St. Louis; Beijing. 2001. Vol. 8. P. 202–268.
- Kozyrenko M.M., Gontcharova S.B., Gontcharov A.A. Phylogenetic relationships among *Orostachys* subsection *Orostachys* species (Crassulaceae) based on nuclear and chloroplast DNA data // J. Syst. Evol. 2013. Vol. 51. No. 5. P. 578–589.

Ohba H. Generic and infrageneric classification of the old world *Sedoideae* (Crassulaceae) // J. Sci. Univ. Tokyo. 1978. Sec. III. Vol. 12. No. 4. P. 139–198.

Ohba H. *Orostachys* // Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae. Springer. 2005. P. 135–142.

ФИЛОГЕНИЯ РОССИЙСКИХ ВИДОВ РОДА *Spiraea* L. (Rosaceae Juss.) ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ И МОЛЕКУЛЯРНЫМ ДАННЫМ

Т. А. Полякова

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, Москва, Россия, tat-polyakova@yandex.ru

PHYLOGENY OF *Spiraea* L. (Rosaceae Juss.) INFERRED FROM MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR DATA IN RUSSIA

T. A. Poliakova

N.I. Vavilov Institute of General Genetics RAS, Moscow, Russia

Summary. Preliminary data from phylogenetic analysis based on molecular (noncoding internal transcribed spacers ITS regions of nuclear rDNA and noncoding *trnL–trnF* regions of chloroplast DNA) and morphological characters of 14 species of *Spiraea* from Russia supports the monophyly of the Genus *Spiraea*. The molecular and morphological data are congruent with each other. The total length of the aligned combined sequences of ITS1, ITS2, *trnL–trnF* spacers included 891 bp, of which 781 were constant, 86 – variable, 50 – parsimony-informative. In the studied spacers of nuclear and chloroplast DNA single-nucleotide substitutions and single-nucleotide indels were detected; and in nuclear ITS spacers, in addition to single-nucleotide polymorphisms, 5–8 nucleotide insertions were identified (*S. salicifolia* L., *S. humilis* Pojark., *S. trilobata* L., *S. hypericifolia* L.). Closely related species of *Spiraea* mainly were placed on the phylogenetic tree according to the genus classification described earlier (Poyarkova, 1939).

Спиреи (*Spiraea* L.) произрастают в умеренных зонах Северного полушария, род насчитывает более 100 таксонов в мировой флоре и около 25 таксонов на территории России. Изучение филогении рода *Spiraea* с привлечением молекулярно-генетических маркеров активно ведется в течение последнего десятилетия (Potter et al., 2007a, b; Huh, 2012a, b; Khan et al., 2015). Исследование фрагментов хлоропластного генома *trnL–trnF* у корейских видов спиреи, а также привлеченных сиквенсов из международной базы генетических данных GenBank, показало отсутствие согласованности многих изученных таксонов с морфологией и географическим распространением (Huh, 2012a, b). Такое отсутствие конгруэнтности объясняется частыми ошибками в идентификации видов спиреи, а также из-за встречающихся в естественных популяциях гибридных особей спиреи. Данные по филогении, полученные китайскими исследователями (Khan et al., 2015) на основе анализа сиквенсов ITS ядерной рибосомальной ДНК и 6 фрагментов хлоропластной ДНК, противоречат существующей системе рода *Spiraea* с делением на три группы – секции и не согласуются с исследованиями американских ученых (Potter et al., 2007b). Однако в эти работы включены китайские, североамериканские и корейские виды спиреи. Филогенетические исследования российских видов *Spiraea* начаты недавно (Полякова, Шатохина, 2015).

Для настоящего исследования отобраны образцы 14 российских видов рода *Spiraea* из различных мест произрастания в Сибири и на Дальнем Востоке, при этом отбирались виды, не вызывающие сомнения в таксономической принадлежности. В анализ включены диагностические морфологические признаки, преимущественно связанные с опушением вегетативных и генеративных органов спиреи. Геномная ДНК выделена с использованием модифицированного СТАВ протокола. Для ПЦР использовали наборы GenePak® PCR Core (ООО «Лаборатория Изоген»). Для амплификации фрагмента ITS оперона использовали праймеры ITS6 и ITS9, разработанные для восточноазиатских видов трибы Spiraeae (Potter et al., 2007b) и успешно протестированные нами ранее (Polyakova, 2014; Полякова и др., 2015). Для амплификации хлоропластного фрагмента *trnL–trnF* использовали универсальные праймеры (Taberlet et al., 1991). Полученные ПЦР-фрагменты были очищены набором реагентов для быстрой элюции ДНК из агарозных гелей Diatom DNA Elution (ООО «Лаборатория Изоген»).

Секвенирование фрагментов проводили в ЗАО «Евроген» (для ITS в обоих направлениях). Сиквенсы были попарно выравнены в программе BioEdit, множественное выравнивание выполнено в программе ClustalW2 с последующей визуальной проверкой спорных позиций на хроматограммах. Эволюционные построения выполнены в программе MEGA 6 (Tamura et al., 2013). Эволюционные дистанции анализируемых видов *Spiraea* получены методом максимального правдоподобия (Maximum Likelihood) с использованием модели Тамура-Нея (Tamura, Nei, 1993). Консенсусные деревья построены с бутстреп-поддержкой в 1000 реплик (Felsenstein, 1985). Всего в анализе было охвачено около 230 нуклеотидных последовательностей, из них 200 были получены нами (110 сиквенсов фрагмента ITS ядерной рДНК для 110 образцов; 90 сиквенсов хлоропластного фрагмента *trnL–trnF* с двумя парами праймеров для 45 образцов), остальные сиквенсы близкородственных североамериканских и азиатских видов были привлечены из GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide>). В качестве внешней группы взяты образцы *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim. и *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun. Часть полученных сиквенсов депонирована нами в GenBank (KU321584–KU321585, KU321587–KU321589, KU321591).

По полученным объединенным последовательностям спейсеров ITS1, ITS 2, *trnL–trnF* был проведен филогенетический анализ, куда в конечном наборе данных были включены 891 позиция, из которых 781 п. н. были константны, 86 – вариабельны, 50 – филогенетически информативны. В изученных спейсерах ядерной и хлоропластной ДНК (ITS1, ITS 2, *trnL–trnF*) обнаружены преимущественно однонуклеотидные замены (точечные мутации), всего 79; однонуклеотидные индели – 14; а для ядерных спейсеров ITS, кроме однонуклеотидных полиморфизмов, выявлены вставки – 5-нуклеотидная у видов *S. salicifolia* L. и *S. humilis* Pojark., 7-нуклеотидная – у *S. trilobata* L., 8-нуклеотидная – у *S. hypericifolia* L. Предварительные данные филогенетического анализа показали, что род *Spiraea* монофилетического происхождения и в целом молекулярные и морфологические данные согласуются между собой. Изученные виды спиреи демонстрируют четкую топологию построенных деревьев по фрагментам ITS и *trnL–trnF*. Так, на филогенетическом дереве, построенном на основе анализа нуклеотидных последовательностей региона ITS с помощью метода максимального правдоподобия, виды распределились на два подрода: *Protospiraea* и *Metaspiraea*, близкородственные виды расположены условно по секциям, циклам и рядам, описанным у А.И. Поярковой (1939). В сформированных 3 кладах выявлены высокие значения бутстреп-поддержки в узлах ветвления – от 69 до 99. Одна клада объединяет виды секции *Chamaedryon* Ser. родства *S. chamaedryfolia* s. l. (*S. chamaedryfolia* L., *S. flexuosa* Fisch. ex Cambess., *S. elegans* Pojark.) и подразделена на 2 субклады – *S. elegans* из различных мест произрастания и остальные виды, однако *S. flexuosa* попадает между образцами *S. chamaedryfolia* различного происхождения, что указывает на подвидовой статус *S. flexuosa*. Вторую кладу образуют виды цикла *Mediae* (*S. media* Schmidt, *S. dahurica* (Rupr.) Maxim.). Отдельная клада объединяет близкородственные виды секции *Spiraria* Ser. (*S. salicifolia*, *S. humilis*). Вид *S. beauverdiana* (секция *Calospira* K. Koch) попадает между секциями *Chamaedryon* и *Spiraria*, но по всем морфологическим и молекулярным признакам близок к последней. Все близкородственные таксоны ожидаемо оказались в сестринских субкладах, а также несколько происхождений одного и того же вида расположены в соседних ветвях. Конфликта таксономических данных на древе не наблюдается, однако виды секции *Chamaedryon* не образуют хорошо поддерживаемой и четкой клады. При построении древа на основе объединенных данных сиквенсов региона ITS и спейсера *trnL–trnF* результаты оказались сходными.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 15-04-03093 и №15-44-05103, а также Программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Биоразнообразии природных систем” и “Эволюция органического мира и планетарных процессов”.

Литература

Полякова Т.А., Шатохина А.В. Филогенетические взаимоотношения российских видов рода *Spiraea* L. (Rosaceae Juss.) по морфологическим и молекулярным данным // 50 лет без К.И. Мейера: XIII Московское совещ. по филогении растений: Матер. междунар. конф.. М. 2015. С. 263–265.

- Полякова Т.А., Шатохина А.В., Ширманов М.В., Бондаренко Г.Н. Оценка таксономических отношений у сибирских представителей секции *Chamaedryon* Ser. рода *Spiraea* L. (Rosaceae Juss.) на основе анализа нуклеотидного полиморфизма ITS-региона // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. статей по материалам XIV междунар. науч.-практ. конф. Барнаул. 2015. С. 353–358.
- Пояркова А.И. Род Таволга – *Spiraea* L. // Флора СССР. М.; Л. 1939. Т. 9. С. 283–305.
- Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap // *Evolution*. 1985. Vol. 39. No. 4. P. 783–791.
- Huh M.K. Analysis of the phylogenetic relationships in the genus *Spiraea* based on the nuclear ribosomal DNA ITS region // *J. Life Sci.* 2012b. Vol. 22. No. 3. P. 285–292.
- Huh M.K. Phylogenetic relationships in the genus *Spiraea* (Rosaceae) inferred from the chloroplast DNA region, *trnL-trnF* // *Amer. J. Plant Sci.* 2012a. No. 3. P. 559–566.
- Khan G., Zhang F.Q., Gao Q.-B., Fu P.Ch., Xing R., Wang J.L., Liu H.R., Chen Sh.L. Phylogenetic analyses of *Spiraea* (Rosaceae) distributed in the Qinghai-Tibetan Plateau and adjacent regions: insights from molecular data // *Plant Syst. Evol.* 2015. Vol. 301. No. 1. P. 11–21.
- Polyakova T.A. Nuclear Ribosomal DNA ITS Region Variability in the Genus *Spiraea* from Asian Russia // *Molecular Phylogenetics Contributions to the 4th Moscow International Conference “Molecular Phylogenetics” (MolPhy-4)*. Moscow. 2014. P. 58.
- Potter D., Eriksson T., Evans R.C., Oh S., Smedmark J.E.E., Morgan D.R., Kerr M., Robertson K.R., Arsenault M., Dickinson T.A., Campbell C.S. Phylogeny and classification of Rosaceae // *Plant Syst. Evol.* 2007a. Vol. 266. No. 1–2. P. 5–43.
- Potter D., Still S.M., Grebenc T., Ballian D., Božič G., Franjiaæ J., Kraigher H. Phylogenetic relationships in tribe *Spiraeae* (Rosaceae) inferred from nucleotide sequence data // *Pl. Syst. Evol.* 2007. Vol. 266. No. 1–2. P. 105–118.
- Taberlet P., Gielly L., Pauton G., Bouvet J. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA // *Plant Mol. Biol.* 1991. Vol. 17. No. 5. P. 1105–1109.
- Tamura K., Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees // *Mol. Biol. Evol.* 1993. Vol. 10. No. 3. P. 512–526.
- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. // *Mol. Biol. Evol.* 2013. Vol. 30. No. 12. P. 2725–2729.

ФИЛОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕЛИКТОВЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

М. В. Протопопова,¹ В. В. Павличенко,¹ А. Д. Коновалов,² В. В. Чепинога^{2,3}

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия,
marina.v.protopopova@gmail.com, vpavlichenko@gmail.com

² Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия, *konovalov.alexey.d@gmail.com*
³ *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia, victor.chepinoga@gmail.com*

PHYLOGEOGRAPHIC PATTERNS OF SOME RELICT PLANT SPECIES POPULATIONS FROM BAIKAL SIBERIA

M. V. Protopopova,¹ V. V. Pavlichenko,¹ A. D. Konovalov² & V. V. Chepinoga^{2,3}

¹ *Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

² *Irkutsk State University, Irkutsk, Russia*

³ *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia*

Summary. Several nemoral relict plant species were studied: *Eranthis sibirica* DC., *Waldsteinia ternata* Fritsch и *Anemone baicalensis* Turcz. The results showed that despite the fact that all species form hyper-population (Chepinoga et al., 2015) on the northern macro-slope of the Khamar-Daban ridge gene flows are limited on long-range areas. At least the western part of the refugium may be considered as one of the places with a relatively independent populations history. The levels of genetic distance between the Khamar-Daban, the the Eastern and the Western Sayan populations indicate relatively short-term isolation from each other. The results indicate that the genetic distance between the Khamar-Daban populations of *W. ternata* and *A. baicalensis* and their closely related East Asian species (or populations) is much lower than previously assumed on the basis of morphological analysis and their geographical distribution. For *W. ternata* results also show the benefit of East Asian origin of the source of the Siberian populations.

Проведно изучение нескольких неморальных реликтовых видов растений: *Eranthis sibirica* DC., *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch и *Anemone baicalensis* Turcz. Все виды являются эндемичными для Южной Сибири и имеют ареалы с обширными дизъюнкциями. Происхож-

дение дизъюнкций связано, очевидно, с серией плейстоценовых оледенений, приведших к фрагментации зоны широколиственных лесов в пределах Северной Азии.

Материал для исследований собран в пределах основного участка ареала на северном макросклоне хр. Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье). В исследовании использованы также образцы *E. sibirica* и *W. ternata* из изолированных местонахождений в предгорьях Восточного Саяна (р. Белая Зима), *W. maximowicziana* (Juz. ex Teppner) Probat. из Надеждинского р-на Приморского края (близ пп. Сиреневка и Раздольное), а также образец *W. tanzibeica* Stepanov, собранный в предгорьях Западного Саяна и хранящийся в гербарии IRKU. Оба последних вида выделены из *W. ternata* и являются близкородственными последнему (Степанов, 1994; Пробатова, 2015).

Был проведен сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей ITS региона ядерной ДНК и хлоропластных молекулярных маркеров *rpl20-rps12*, *psbA-trnH* и *trnV*. Секвенирование образцов проводили по методу Сэнгера на генетическом анализаторе ABI3500. Выравнивание нуклеотидных последовательностей проводили с помощью алгоритма MUSCLE, филогенетический анализ – с помощью метода максимального правдоподобия с учетом оптимальных моделей нуклеотидных замен в MEGA v. 7.0.16.

Результаты показали, что, несмотря на образование исследованными реликтовыми видами гиперпопуляций (Чепинога и др., 2015), объединяющих популяции бассейнов соседних рек, вдоль северного макросклона хр. Хамар-Дабан перенос генов является лимитированным. По меньшей мере, западный участок ареала видов в пределах хребта может рассматриваться как одно из мест с относительно независимой историей развития. Дополнительным подтверждением этому факту является целый комплекс видов из числа реликтовых, ограниченных в своем распространении западной частью северного макросклона (Чепинога и др., 2017).

Степень выявленных отличий между популяциями с хр. Хамар-Дабан и Восточного и Западного Саянов свидетельствует в пользу их непродолжительной изоляции друг от друга. Полученные результаты указывают на то, что генетическая дистанция между хамардабанскими популяциями *W. ternata* и *A. baicalensis* и их близкородственными восточноазиатскими видами (либо подвидами) гораздо меньше (Протопопова и др., 2016), чем это предполагалось ранее на основании данных морфологического анализа и их географического распространения. Для *W. ternata* полученные результаты также свидетельствуют в пользу восточноазиатского источника происхождения сибирских популяций.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-34-60135, № 16-05-00783 и РНФ в рамках научного проекта 17-74-10074.

Литература

- Пробатова Н.С. Валидизация комбинации *Waldsteinia maximowicziana* (Teppner) Probat. (Rosaceae) // Новости сист. выс. раст. 2015. Т. 46. С. 237.
- Протопопова М.В., Павличенко В.В., Коновалов А.Д., Золотовская Е.Д., Байрамова Э.М., Чепинога В.В. Перспективы использования внутренних транскрибируемых спейсеров (ITS1 и ITS2) для идентификации редких видов растений на примере рода *Waldsteinia* (Rosaceae) // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2016. Т. 17. С. 5–11.
- Степанов Н.В. Новый вид рода *Waldsteinia* (Rosaceae) из Западного Саяна // Бот. журн. 1994. Т. 79. № 9. С. 109–114.
- Чепинога В.В., Мишина А.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В., Быстров С.О., Вилор М.А. Новые данные о распространении некоторых неморальных реликтовых растений в предгорьях хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Бот. журн. 2015. Т. 100. № 5. С. 478–489.
- Чепинога В.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В. Выявление вероятных плейстоценовых микрорефугиумов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Сиб. экол. журн. 2017. № 1. С. 44–50.

СТРУКТУРА «ВОДНОГО ЯДРА» ФЛОРЫ ОЗЕР-СТАРИЦ РЕКИ МЕДВЕДИЦЫ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

О. В. Седова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского,
Саратов, Россия, sedova_ov@mail.ru

THE "WATER CORE" STRUCTURE OF MEDVEDICA RIVER'S OXBOWS IN THE SARATOV REGION

O. V. Sedova

N.G. Chernyshevskii Saratov State National Research University, Saratov, Russia

Summary: The results of the "water core" flora of Medvedica river's oxbows research are presented in this article. Taxonomic analysis of the "water core" flora was carried out. It was revealed that the "water core" plants make up 9 % of the studied flora of the small artificial ponds and belong to 22 species, 16 genera and 12 families.

Озера-старичи (ОС) – одна из самых многочисленных групп водоемов в Саратовской области. В полевые сезоны 2009–2016 гг. были изучены 33 ОС р. Медведицы. На семи из них проводились ежегодные мониторинговые исследования флоры и растительности (Волкова, Седова, 2012; Волкова и др., 2013).

Под термином «водное ядро» флоры понимается совокупность видов истинно-водных и земноводных растений, встречающихся на том или ином участке территории или акватории (Папченков и др., 2003). Изучение флоры проводилось общепринятыми методами (Катанская, 1981; Лисицына, 2003). Для оценки доли гидрофитов в изученной флоре применялся индекс гидрофитности I_{Hg} (Свириденко, 1997).

Во флоре исследованных ОС р. Медведицы выявлено 248 видов и 9 гибридов из 160 родов, 63 семейств, четырех классов и четырех отделов. Значительная часть видов (252) относится к отделу Magnoliophyta, отделы Equisetophyta и Polypodiophyta включают по два вида, отдел Charophyta – один вид. Многие гидробиотники, и мы в том числе, считают, что водную флору необходимо рассматривать отдельно от флоры заходящих в воду береговых растений. Водная флора исследованных озер насчитывает 53 вида, 40 родов и 25 семейств, что составляет 21 % от всей флоры изученных озер (рис.).



Рис. Структура флоры озер-старичи.

Рассчитанный для гидрофитов по отношению ко всей флоре индекс I_{Hg} (I-V) составил – 0.6, что показывает высокое участие в сложении флоры ОС прибрежно-водного компонента и свидетельствует о несформированной водной флоре этой группы водных объектов. Низкая доля настоящих водных растений во флоре ОС объясняется условиями ее образования. Гидрорегим ОС напрямую зависит от гидроклиматических характеристик периода исследования. В годы высокого уровня половодья котловины ОС переполняются, и гидрофитная растительность не успевает полностью возобновиться. Либо напротив, после низкого паводка на реке, в засушливые годы, котловины многих озер пересыхают и полностью зарастают гидро-

фитными, мезофитными и ксерофитными растениями. Поэтому изученная флора несет в себе черты флоры сухопутных местообитаний.

Индекс I_{Hg} (I-III) общей гидрофитности для водной флоры равен – 0.2, что свидетельствует о преобладании гелофитных растений над истинно водными (гидрофитами).

Растения «водного ядра» изученной флоры составляют всего лишь 9 % от всей флоры ОС и представлены 22 видами, 16 родами и 12 семействами. В этом списке лидирует семейство Potamogetonaceae с пятью видами, а также семейства Lemnaceae (4 вида) и Hydrocharitaceae (3), на долю которых приходится более 50 % водного компонента флоры (табл.). В спектре ведущих семейств вообще отсутствуют такие семейства, как Haloragaceae и Najadaceae, представители которых отмечены во флоре р. Медведицы (Шелест, Болдырев, 2014).

Таблица. Таксономический состав «водного ядра» флоры ОС р. Медведицы

Семейство	Число родов	Доля от общего числа родов, %	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Potamogetonaceae	1	6.25	5	22.70
Lemnaceae	2	12.50	4	18.16
Hydrocharitaceae	3	18.75	3	13.62
Nymphaeaceae	2	12.50	2	9.08
Ceratophyllaceae	1	6.25	1	4.54
Characeae	1	6.25	1	4.54
Elatinaceae	1	6.25	1	4.54
Hippuridaceae	1	6.25	1	4.54
Lentibulariaceae	1	6.25	1	4.54
Polygonaceae	1	6.25	1	4.54
Ranunculaceae	1	6.25	1	4.54
Salviniaceae	1	6.25	1	4.54
Всего	16	100.00	22	100.00

В составе гидрофильной составляющей флоры ОС наибольшим видовым разнообразием отличается род *Potamogeton* с пятью видами и род *Lemna* – три вида, 91 % родов содержат по одному виду. Высокое число маловидовых родов и семейств в таксономическом спектре «водного ядра» характерно для других гидрофильных флор Саратовской области (Бекренева и др., 2009; Закурдаева и др., 2013; Седова, 2009; Седова и др., 2016), однако, во флоре ОС их число возрастает, так как неустойчивый гидрорежим приводит к образованию разнообразных экологических ниш, и, как следствие, большому видовому богатству.

Анализируя частоту встречаемости видов «водного ядра» флоры ОС выявили, что наиболее распространенными (встречаются более чем в 50 % ОС) являются *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Ceratophyllum demersum* L. и *Hydrocharis morsus-ranae* L. Эти виды являются парциально активными и первыми заселяют водоемы после интенсивного паводка. Они свободно плавают на поверхности или в толще воды, предпочитают стоячие водоемы с оптимальной для них глубиной 10–50 см (реже до 1.0 м), что характерно для многих изученных ОС. Часто встречаются (30–49 %) *Salvinia natans* (L.) All., *Persicaria amphibia* (L.) S.F.Gray, *Stratiotes aloides* L., *Lemna trisulca* L. Нечасто (19–30 %) встречающихся видов в изученных озерах насчитывается четыре – *Potamogeton acutifolius* Link., *Utricularia vulgaris* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith. К редко (10–18 %) встречающимся видам принадлежат *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach, *Nymphaea candida* J.Presl, *Potamogeton lucens* L., *P. nodosus* Poir., *P. pectinatus* L. Очень редко (1–9 %) встречающимися являются *Elatine hydropiper* L., *Hippuris vulgaris* L., *Elodea canadensis* Michx., *Lemna minuta* Humb., Bonpl. & Kunth и *Potamogeton perfoliatus* L.

В состав «водного ядра» изученной флоры входит редкий для области вид, занесенный в региональную Красную книгу (2006) – *Hippuris vulgaris* с категорией и статусом 3 (R) или редкий вид. Так же в исследованной флоре ОС был выявлен вид, находящийся в Приложении

к Красной книге Саратовской области (2006) – *Nuphar lutea*, как нуждающийся в особом внимании к состоянию в природной среде.

Во флоре ОС обнаружено два адвентивных вида – *Elodea canadensis* и *Lemna minuta*, регистрация последнего является пока единственной находкой на территории Саратовской области.

Литература

- Бекренева Е.С., Закурдаева М.В., Седова О.В. К изучению флоры прудов национального парка «Хвалынский» // Самарская Лука: пробл. регион. флоры и глоб. экол. 2009. Т. 18. № 4. С. 118–124.
- Волкова В.Д., Седова О.В. Гидрофильная растительность озер- стариц реки Медведицы в Лысогорском районе Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12. Вып. 2. С. 65–72.
- Волкова В.Д., Седова О.В., Болдырев В.А. Динамика растительного покрова пойменных озер реки Медведицы в Саратовской области // Вестн. Тамбов. гос. ун-та: Творческое наследие В.И. Вернадского: прошлое, настоящее, будущее: Матер. междунар. науч. шк.-конф. Тамбов. 2013. С. 762–766.
- Закурдаева М.В., Бекренева Е.С., Седова О.В., Болдырев В.А. Гидрофильная флора и растительность малых техногенных водоемов города Саратова // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2012. Т. 12. Вып. 3. С. 64–71.
- Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения. Л. 1981. 187 с.
- Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов. 2006. 528 с.
- Лисицына Л.И. Гербаризация водных растений, оформление коллекций // Гидрботаника: методология, методы: Матер. шк. по гидрботанике. Рыбинск. 2003. С. 49–55.
- Папченков В.Г., Шербаков А.В., Лапиров А.Г. Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // Гидрботаника: методология, методы: Матер. шк. по гидрботанике. Рыбинск. 2003. С. 27–38.
- Свириденко Б.Ф. Структура водной флоры Северного Казахстана // Бот. журн. 1997. Т. 82. № 11. С. 46–57.
- Седова О.В. Современное состояние флоры и растительности мелководий Волгоградского водохранилища в административных границах Саратовской области // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2009. Т. 9. Вып. 2. С. 61–68.
- Седова О.В., Болдырев В.А., Сеницына М.В. Структура "водного ядра" малых искусственных водоемов Саратовской области // Хартия Земли – практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития: Сб. матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. Казань. С. 199–202.
- Шелест В.Д., Болдырев В.А. Флора и растительность реки Медведицы и ее озер- стариц // Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14. Вып. 3. С. 71–75.

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ, БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОС. КРАСНОБОРСКИЙ ПУДОЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

С. А. Трофимова,¹ Н. В. Клёцина²

¹ Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия, trofimova.sa@mail.ru

² МКОУ ООШ д. Каршево, Россия, karshevo@rambler.ru

STRUCTURE OF SYSTEMATIC, BIOMORPHOLOGICAL AND ECOLOGICAL COMPOSITION OF THE SEED PLANTS FLORA OF THE KRASNOBORSKII VILLAGE OF THE PUDOZH RAION OF THE REPUBLIC OF KARELIA

S. A. Trofimova¹ & N. V. Clezina²

¹ Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

² Main Secondary School Karshevo, Russia

Summary. The paper presents a systematic analysis of biomorphological and ecological structure of the flora of seed plants village Krasnoborsk Pudozh region the Republic of Karelia. It was defined and described 139 plant species belonging to 39 families. The leading position was occupied by the representatives of Asteraceae (12 %), Rosaceae (11 %) and Poaceae (9 %). It was dominated by herbaceous perennials (67 %), hemicryptophytes (43 %) among the biomorphs. Most of the plants belonged to environmental groups mesophytes (75 %), heliophytes (70 %) and mesotrophs (77 %).

Изучение биоразнообразия экосистем тайги предполагает исследование не только малонарушенных лесных территорий, но и трансформированных антропогенным воздействием урбозкосистем. В этом случае следует уделять особое внимание описанию видового состава растений городов и сёл, поскольку именно от его разнообразия зависит многообразие других организмов, и устойчивость экосистемы в целом (Горчаковский, 1979).

На рубеже XX и XXI веков в Карелии были проведены обширные исследования урбанофлоры, как столицы республики, – г. Петрозаводска, так и малых городов (Антипина, 2002). Вместе с тем, урбанофлора посёлков среднетаежной подзоны изучена недостаточно.

Целью работы было составление аннотированного списка видов семенных растений пос. Красноборский Пудожского р-на Республики Карелия.

Пос. Красноборский, центр Красноборского сельского поселения Пудожского района, расположен в 22 км к юго-западу от г. Пудож (по автодороге), и в 222 км к юго-востоку от ближайшей железнодорожной станции – Медвежья гора. К северу от посёлка находится оз. Мурмозеро, на юге – р. Виксенда (Карелия: энциклопедия, 2009). В 2013 г. численность населения в поселке составляла 410 человек. Территория изучаемой местности расположена в юго-восточной части Фенноскандии в подзоне средней тайги.

Исследование урбанофлоры пос. Красноборский проводили маршрутным методом с камеральной обработкой результатов (Раменская, Андреева, 1982; Антипина и др., 2001).

На территории пос. Красноборский было выявлено 139 аборигенных и адвентивных видов семенных растений из 39 семейств. Самые представительные семейства: Aseraceae – 17 видов растений (12 % общего числа видов), Rosaceae – 15 видов (11 %), Poaceae – 12 видов (9 %). Лидирует, как и в г. Петрозаводске, семейство Asteraceae (Рудаковская, 2007).

От 4 до 9 видов растений приходится на семейства Cyperaceae, Fabaceae, Ranunculaceae, Apiaceae, Vacciniaceae, Caryophyllaceae. По 2–3 вида растений насчитывают семейства: Salicaceae, Campanulaceae, Betulaceae, Brassicaceae, Ericaceae, Pinaceae, Hypericaceae, Liliaceae, Urticaceae. Одним видом растений представлены такие семейства, как: Caprifoliaceae, Primulaceae, Oxalidaceae, Empetraceae, Rutaceae, Cupressaceae, Papaveraceae и др.

Следует отметить, высокое положение гигрофильных семейств Cyperaceae и Ranunculaceae, что обусловлено наличием переувлажненных местообитаний. Об этом также свидетельствует обнаружение растений семейств Droseraceae и Menyanthaceae.

По общему габитусу и длительности жизненного цикла среди описанных видов растений преобладают многолетние травы – 93 вида (67 % общего числа видов), однолетники и двулетники – 23 вида (17 %). Доля деревьев, кустарников и кустарничков составляет 11 %, полукустарников и полукустарничков – 2 %.

Преобладание травянистых многолетников характерно для умеренно континентального климата. Так, во флоре малых городов Карелии их доля составляет 57 % (Тимофеева, 2006). В процессе эволюции травянистые многолетники возникли позже, чем древесные растения (Серебряков, 1962), но получили широкое распространение, в том числе и в исследуемом регионе. По-видимому, это связано с небольшими размерами растений, относительно короткой продолжительностью их жизни и особенностями жизнедеятельности (интенсивные фотосинтез и дыхание, высокий уровень транспирации) травянистых многолетников (Лархер, 1978).

Относительно меньшее число видов однолетников и двулетников (17 %) по сравнению с их числом в составе флоры малых городов Карелии (33 %) свидетельствует о невысокой степени синантропизации флоры пос. Красноборский (Тимофеева, 2016).

По расположению и степени защищенности почек возобновления в исследуемой урбанофлоре доминируют гемикриптофиты – 60 видов растений (43 %). Криптофиты представлены 30 видами (22 %), терофиты – 23 видами (17 %). Группа фанерофитов включает 13 видов (9 %), что несколько выше, чем в региональной флоре, и, по-видимому, связано, с интродукцией древесных растений (Рудаковская, 2007).

Среди исследованных видов растений пос. Красноборский преобладают мезофиты (растения умеренно увлажненных местообитаний) – 104 вида (75 %). Влаголюбивых

растений существенно меньше – 26 видов (16 %), а ксерофитов (растений засушливых мест) только 9 видов (6 %). Полученный спектр экологических групп свидетельствует о разнообразии биотопов на территории населенного пункта, и о достаточном их водоснабжении, обусловленном близостью оз. Мурмозера и р. Виксенды.

Большинство из описанных растений относятся к гелиофитам (светолюбивым растениям) – 98 видов (70 %). Группа семигелиофитов (теневыносливых растений) – включает 37 видов (27 %), сциофитов (крайнетеневыносливых) лишь 4 вида (3 %). Преобладание светолюбивых видов свидетельствует о благоприятных для растений условиях освещения.

Состав почв обеспечивает растениям исследуемой урбанофлоры умеренное питание. Число мезотрофов, растений, предпочитающих среднее количество минеральных веществ в почве, составляет 108 видов (77 %). Олиготрофов, растений бедных почв – 11 %, а эвтрофов, растений плодородных почв – 12 %.

Следует отметить, что проведённое исследование следует считать рекогносцировочным, поскольку была определена и описана лишь основная часть видов урбанофлоры семенных растений пос. Красноборский. Тем не менее, полученные данные позволяют выделить такие общие с малыми городами Карелии черты урбанофлоры посёлка, как сходство систематической структуры и повышение числа видов растений открытых местообитаний.

К особым чертам урбанофлоры пос. Красноборский следует причислить относительно небольшой видовой состав растений, обусловленный, по-видимому, малым числом биотопов; наличие болотных и лесных растений, что связано с близостью водоёмов и леса; отсутствие ярко выраженных признаков синантропизации флоры, что, по-видимому, свойственно малым населённым пунктам, отдалённым от железнодорожных путей.

Литература

- Антипина Г.С. Конспект флоры сосудистых растений города Петрозаводска. Петрозаводск. 2001. 110 с.
Антипина Г.С. Урбанофлора Карелии. Петрозаводск. 2002. 200 с.
Горчаковский П.Л. Тенденции антропогенных изменений растительного покрова Земли // Бот. журн. 1979. Т. 64. № 12. С. 1697–1713.
Карелия: энциклопедия: в 3 т. К–П. Петрозаводск. 2009. Т. 2. 464 с.
Лархер В. Экология растений. М. 1978. 384 с.
Раменская М.Л., Андреева В.И. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л. 1982. 432 с.
Рудаковская О.А. Особенности формирования флоры на урбанизированной территории в условиях средней тайги (на примере г. Петрозаводска, Карелия). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Петрозаводск. 2007. 28 с.
Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М. 1962. 377 с.
Тимофеева В.В. Флора малых городов южной Карелии (состав, анализ). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб. 2006. 18 с.

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ *Tulipa uniflora* Besser ex Baker (Liliaceae) В СТЕПЯХ ПРИАНГАРЬЯ

О. А. Чернышева,¹ Д. А. Кривенко^{1,2}

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, helga8408@mail.ru

² Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия, krivenko.irk@gmail.com

SOME TOPICAL QUESTIONS OF STUDY *Tulipa uniflora* Besser ex Baker (Liliaceae) IN THE STEPPES OF PREANGARA REGION

O. A. Chernysheva¹ & D. A. Krivenko^{1,2}

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

² Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The systematics of the genus *Tulipa* is discussed in the work. Special attention is paid to the distribution and morphology of the species of the subgenus *Orithyia* – *Tulipa uniflora* Besser ex Baker in the steppes of Preangara region.

Тюльпаны (*Tulipa* L., Liliaceae Juss.) обособились от ближайших предков в начале–середине миоцена (10–20 млн. лет назад), в зоне пустынь и предгорий Тянь-Шаня (территория современного Казахстана). Здесь находится центр видового разнообразия рода *Tulipa*. Отсюда тюльпаны распространились до степей южной Сибири и пустынь Ирана, и до Монголии и гор Южной Европы (Иващенко, 2005).

Систематика рода *Tulipa* чрезвычайно сложная (Zonneveld, 2009; Christenhusz et al., 2013) – как в силу объективных, заложенных природой свойств тюльпанов, так и вследствие системных и субъективных ошибок предшествующих поколений ботаников. Виды описывались как по гербарным образцам, в отрыве от природных популяций живых растений, так и по живым экземплярам неизвестного происхождения из ботанических садов и частных коллекций. В силу естественной изменчивости тюльпанов эти образцы часто имели внешний облик, нехарактерный для диких особей данного вида или, напротив, сходный с особями других видов (Christenhusz et al., 2013).

В последней обзорной работе посвященной систематике тюльпанов, вышедшей в 2013 г. под авторством кураторов ботанических садов Кью и Королевского садоводческого общества, признается 76 видов рода *Tulipa* (Christenhusz et al., 2013). Авторы обзора, подразделяют род на четыре подрода – *Clusianae* (Baker) Zonn., *Eriostemones* (Boiss.) Raamsd., *Orithyia* (D. Don) Baker и *Tulipa*. От подразделения подрода *Tulipa* на секции они отказались; по их мнению, при имеющихся данных такое подразделение не может быть обосновано, и избыточно с практической точки зрения. В то же время ими признается самостоятельность рода *Amana* Honda выделенного из рода *Tulipa* и не поддерживается повышение ранга подродов *Clusianae* и *Orythiia* до родов. На сегодняшний день общепринятой системы рода не существует, одновременно с этим общепризнано, что род *Tulipa* является монофилитичным.

Подрод *Orithyia* один из малоизученных в роде *Tulipa*. Изначально он был предложен в качестве промежуточного между подродами *Tulipa* и *Amana* (Honda) Z.M. Mao (Phillips, Rix, 1981). Но как было установлено (Clennett et al., 2012) *Amana* является самостоятельным родом и состоит в более тесном родстве с родом *Erythronium* L., в то время как *Orithyia* принадлежит роду *Tulipa*. К подроду относятся самые восточные виды тюльпанов *T. uniflora* Besser ex Baker, *T. heteropetala* Ledeb., *T. heterophylla* Baker и *T. sinkiangensis* Z.M. Mao. Последний вид малоизучен, близок к *T. heterophylla* и вероятно является его синонимом (Бочанцева, 1962). Виды подрода *Orithyia* характеризуются наличием голых оболочек луковиц с внутренней стороны или реже они бывают у верхушки прижато-волосистыми, голыми тычиночными нитями, завязью с длинным столбиком, равным самой завязи (Введенский, 1935). У тюльпанов этой секции, сохранился древний признак семейства – выраженный столбик, равный по длине завязи и относительно мелкие цветки (Бочанцева, 1962).

Для территории Приангарья во «Флоре Сибири» (Власова, 1987) указано два вида тюльпанов *T. uniflora* и *T. heteropetala*. Изучение этих близкородственных видов нуждается в дополнительном и специальном исследовании. Переходный характер различий в витальных признаках цветка, плохо сохраняющихся в гербарных материалах, образцы с плодами достоверно не отличаются, затрудняет их идентификацию. Р.В. Камелин (1998) высказывал мнение о наличии облигатной ценоэкологической связи *T. heteropetala* с гораздо более высокогорной криофильно-петрофильной растительностью, в отличие от низкогорно-степного *T. uniflora* s. str., строго ограничивая распространение *T. heteropetala* высокогорьями, главным образом, Южного Алтая и Тарбагатая. Однако С.Ф. Ledebour (1829) описал *T. heteropetala* по сборам из окрестностей Усть-Бухтарминска, ныне затопленные степные низкогорные массивы южных отрогов Ульбинского хребта из системы хребтов Западного Алтая. Последнее обстоятельство не позволяет связывать *T. heteropetala* целиком с верхнепоясными растительными формациями. В.В. Чепинога в «Конспекте флоры Иркутской области» (2008) отмечает, что в IRK, IRKU, LE, NSK и ТК ему не удалось найти гербарных подтверждений действительного наличия *T. heteropetala* на территории Иркутской области, а во «Флоре Сибири» (Власова, 1987), по-видимому, все виды подрода *Orithyia* «смешаны». Во

«Флоре Китая» (Xinqi, Mordak, 2000) также отмечено, что образцы *T. heteropetala* из Китая идентифицировались по неправильно определенным растениям *T. uniflora*. M.J.M. Christenhusz et al. (2013) указывают, что отнесение *T. heteropetala*, *T. heterophylla* и *T. sinkiangensis* в подрод *Orithyia* еще предстоит проверить. Возможно также, что эти виды принадлежат к другим подродам рода *Tulipa* или могут быть выделены в особый род. М.Г. Попов (1957) подчеркивает, что ангарские растения *T. uniflora* отличаются от классических алтайских особей – с Синей Сопки, как и от своеобразных растений с Шилки.

Исследуемый нами вид *T. uniflora* – третичный реликт (Пешкова, 1972), основная часть ареала которого сосредоточена в Средней и Центральной Азии. В Сибири *T. uniflora* отмечен на крайнем юге Даурии и после большого разрыва в ареале встречается в Приангарских степях на выходах карбонатных пород. Также известны местонахождения в Туве, Хакасии, Красноярском крае и на Алтае (Власова, 1987; Красная ..., 2012; 2016). Жизненный цикл тюльпана находится в дисгармонии с существующими природными условиями. Цветет *T. uniflora* в конце апреля–начале мая и в Приангарье (наши данные), и в Казахстане (Шарипов, Пратов, 1997). Если в Средней и Центральной Азии раннее цветение – явление необходимое и диктуется засушливостью лета, то в Предбайкалье, как правило, приходится на май-июнь, а осадки выпадают в июле-августе, отмеченные особенности жизненного ритма можно объяснить только историческими причинами. В Приангарье встречается на злаково-разнотравных степных каменистых склонах восточной, юго-восточной экспозиции, малочисленными популяциями. В сообществах с участием *T. uniflora* также отмечены два реликтовых вида из рода *Astragalus* L.: *A. angarensis* Turcz. ex Bunge и *A. testiculatus* Pall.

Собственные исследования проводились в 2017 г на территориях Усть-Удинского, Осинского, Боханского районов Иркутской области. В Усть-Удинском и Осинском районах выявлены новые местонахождения *T. uniflora*. Всего изучено 6 природных ценопопуляций (ЦП) вида. В каждой ЦП у 15 случайных особей, находящихся в генеративном состоянии, измерено до 13 морфологических признаков, собран материал для молекулярно-генетических исследований.

У всех особей *T. uniflora*, изученных в природной обстановке в 2017 г., было два листа. Пересмотрев наши сборы 2013 г., из тех же местонахождений, обнаружено, что у особей вида встречается и три листа. Видимо это можно объяснить более благоприятными погодными условиями в 2013 г. На основании проведенных опытов З.П. Бочанцевой (1962) было установлено, что малое количество листьев является приспособительной реакцией тюльпанов на условия внешней среды. При этом необходимо отметить, что при описании морфологических признаков *T. uniflora*, в отечественных литературных источниках (Введенский, 1935; Грубов, 1982; Галанин, Беликович, 2011; и др.) приводится количество листьев в числе двух, и только во «Флоре Китая» (Xinqi, Mordak, 2000), количество листьев указано два или три.

Из вышесказанного следует, что исследование тюльпанов на территории Сибири является актуальной задачей. Обследование как можно большего количества местонахождений тюльпанов с целью изучения их морфологической и генетической структуры помогут пролить свет на систематику видов рода *Tulipa* в целом и подрода *Orithyia* в частности.

Литература

- Бочанцева З.П. Тюльпаны. Морфология, цитология и биология. Ташкент. 1962. 408 с.
Власова Н.В. *Tulipa* – Тюльпан // Флора Сибири. Asteraceae–Orchidaceae. Новосибирск. 1987. Т. 4. С. 102–103.
Галанин А.В., Беликович А.В. Род *Tulipa* // Флора Даурии. Осоковые, Лилейные. Владивосток. 2011. Т. 3. С. 109–110.
Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии (с атласом). Л. 1982. С. 62, 67.
Иващенко А.А. Тюльпаны и другие луковичные Казахстана. Алматы. 2005. 192 с.
Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул. 1998. 240 с.
Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения). Иркутск. 2008. 327 с.
Красная книга Алтайского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Барнаул. 2016. Т. 1. 292 с.
Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений и грибов. Красноярск. 2012. Т. 2. 572 с.

- Пешкова Г.А. Третичные реликты в степной флоре Байкальской Сибири // Научные чтения памяти М.Г. Попова. Иркутск. 1972. Чт. 12–13. С. 25–58.
- Попов М.Г. Флора Средней Сибири. М.; Л. 1957. Т. 1. 555 с.
- Введенский А.И. Тюльпан – *Tulipa L.* // Флора СССР. М.; Л. 1935 Т. IV. С. 320–369.
- Шарипов А., Пратов У. Тюльпаны. Ташкент. 1997. 145 с.
- Christenhusz M.J.M., Govaerts R., David J.C., Hall T., Borland K., Roberts P.S., Tuomisto A., Buerki S., Chase M.W., Fay M.F. Tiptoe through the tulips – cultural history, molecular phylogenetics and classification of *Tulipa* (Liliaceae) // Bot. J. Linn. Soc. 2013. Vol. 172. No. 3. P. 280–328.
- Clennett J.C.B., Chase M.W., Forest F., Maurin O., Wilkin P. Phylogenetic systematics of *Erythronium* (Liliaceae): morphological and molecular analyses // Bot. J. Linn. Soc. 2012. Vol. 170. No. 4. 504–528.
- Ledebour C.F. Icones plantarum novarum vel imperfecte cognitarum fl oram rossicam, imprimis altaicam, illustrantes. Cent. 1. Rigae etc., 1829. v + 26 p., 100 tabs.
- Rix M., Phillips R. The Bulb Book: A Photographic Guide to over 800 Hardy Bulbs. London. 1981. 192 p.
- Xinqi Ch., Mordak H.V. *Tulipa* // Flora of China Flagellariaceae through Marantaceae. St. Louis; Beijing. 2000. Vol. 24. P. 123–126.
- Zonneveld J.M.B. The systematic value of nuclear genome size for “all” species of *Tulipa L.* (Liliaceae) // Plant Syst. Evol. 2009. Vol. 281. No. 1–4. P. 217–245.
-

О РАСПРОСТРАНЕНИИ *Oxytropis squamulosa* DC. (Fabaceae) В ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Д. Г. Чимитов,^{1,2} О. В. Иметхенова¹

¹ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия, dabac@mail.ru

² Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия, oimet@mail.ru

ABOUT THE DISTRIBUTION OF *Oxytropis squamulosa* DC. (Fabaceae) IN THE WESTERN TRANSBAIKALIA

D. G. Chimitov^{1,2} & O. V. Imetkhenova¹

¹ East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

² Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Summary. According to the literature are given data of the distribution of the relict species *Oxytropis squamulosa* DC. in Buryatia. In addition, new locations of this species are indicated.

Выяснение распространения реликтовых видов растений имеет значение для понимания истории формирования растительного покрова определенной территории. Исследования современного распространения таких таксонов, а также их биологии позволяют делать выводы об особенностях условий существования в прошедшие эпохи.

Одним из интересных видов растений нашего региона является *Oxytropis squamulosa* DC. – реликт миоцен-плиоценовой флоры (Пешкова, 1972б), распространен также в Забайкалье, Тыве, Монголии и на Алтае.

В Бурятии известны местонахождения вида из окр. с. Тынгари Болдок (Turczaninov, 1842), с. Хоринск, с. Удинское, с. Нарын-Ацагат, с. Старый Онохой, по р. Курба, г. Кяхта, с. Усть-Кяхта, с. Зандин, у оз. Гусиного (Попов, 1957; Пешкова, 1972а; Положий, 1987; Определитель..., 2001).

В Гербарии Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (UUN) хранится лист, ранее не указывавшийся для данной территории: Республика Бурятия, Иволгинский р-н, к северу от с. Ганзурино, восточный склон гряды, 18 VII 2007, А.Ю. Королук, Е.А. Королук.

Нами собраны растения в нескольких новых точках: Республика Бурятия, Мухоршибирский р-н, окр. с. Балта, песчаный склон, 11 V 2014, Д.Г. Чимитов (рис.); Республика Бурятия, Хоринский р-н, с. Додо-Гол, пески рядом с озером, 10 VI 2014, Д.Г. Чимитов, О.В. Иметхенова; Республика Бурятия, Заиграевский район, окр. с. Ацагат, Горпостовский мост, степной склон к р. Уда, 15 VII 2014, Д.Г. Чимитов; Республика Бурятия,

Иволгинский р-н, окрестности с. Гурульба, отроги хр. Хамар-Дабан, склон южной экспозиции, псаммофитная степь, 01 IV 2017, Д.Г. Чимитов, О.В. Иметхенова.

Полученные сведения о распространении вида в Западном Забайкалье свидетельствуют о более широком его представительстве в южной части Бурятии. Вид является псаммофитом, реже встречается на каменистых субстратах.



Рис. *Oxytropis squatulosa*: Республика Бурятия, Мухоршибирский р-н, окр. с. Балта, песчаный склон, 11 V 2014.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01399 и в рамках проекта № 0337-2016-0001 «Структура разнообразия растительного покрова и ресурсный потенциал модельных видов растений в Байкальском регионе» (ИОЭБ СО РАН).

Литература

- Определитель растений Бурятии. Улан-Удэ. 2001. С. 201.
Попов М.Г. Флора Средней Сибири. М.; Л. 1957. Т. 1. 554 с.
Пешкова Г.А. Степная флора Байкальской Сибири. М. 1972а. 207 с.
Пешкова Г.А. Третичные реликты в степной флоре Байкальской Сибири // Научные чтения памяти М.Г. Попова. Иркутск. 1972б. Чт. 12–13. С. 25–58.
Положий А.В. *Oxytropis* DC. – Остролодочник // Флора Сибири. Fabaceae (Leguminosae). Новосибирск. 1994. Т. 9. С. 74–151.
Turczaninow N. Flora baicalensi-dahurica seu description plantarum in regionibus cis- et transbaicalensibus atque in Dahuria sponte nascentium // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1842. Vol. 15. No. 4. P. 711–796.

ЭФИРНЫЕ МАСЛА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *Solidago* L. И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАТИКЕ

О. В. Шелепова, Ю. К. Виноградова

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва, Россия, shelepova-olga@mail.ru

ESSENTIAL OILS OF SOME SPECIES OF THE GENUS *Solidago* L. AND THE POSSIBILITY OF THEIR USE IN TAXONOMY

O. V. Shelepova & Yu. K. Vinogradova

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS, Moscow, Russia

Summary. The content and component composition of essential oils of 5 species of the genus *Solidago*, growing in the European part of Russia, was studied. It was found that the yield of essential oil decreased in the following series of *Solidago canadensis* L. (up to 0.44 %), *S. graminifolia* (up to 0.35 %), *S. rupestris* (up to 0.22 %), *S. gigantea* (up to

0.16 %), *S. virgaurea* (up to 0.05%). There are no qualitative differences between the compositions of the essential oils of 4 species, the main major components were α - and β -Pinenes, Limonene, Bornil acetate, Germacrene D and Caryophyllene oxide. The component composition of the essential oil of *S. graminifolia* (*Eu. graminifolia*) differed from the composition of 4 *Solidago* species, it was dominated by Sabinen and β -Phellandrene.

В ряде случаев эфирные масла растений являются специфичными, и по их составу можно установить принадлежность растения к данному семейству и роду, а иногда и даже виду. Такая особенность представляет несомненный интерес с таксономической точки зрения.

В работах по систематике зачастую используют качественный состав и количественное содержание эфирных масел как показатели видовой самостоятельности. Но в тоже время в литературе присутствуют два взаимоисключающих взгляда на выделение хемотипов и хеморас: ряд авторов считает правомерным выделять хемоформы в качестве генетически устойчивой внутривидовой таксономической единицы, другие не согласны с такой точкой зрения (Королюк, 2002).

Основные компоненты эфирного масла – низшие терпеноиды (моно- и сесквитерпеновые соединения) – представляют собой одну из важнейших группу вторичных метаболитов растений, набор которых определяется особенностями их биосинтеза. Направление и интенсивность биосинтеза низших терпеноидов предетерминированы во многом генетически и в тоже время он очень чувствителен ко многим факторам, например, таким как эколого-климатические условия их произрастания.

В род *Solidago* L. включено порядка 100 видов, произрастающих преимущественно в Северной Америке (Semple, Cook, 2006). В европейской части России аборигенным видом является *Solidago virgaurea* L. – сильно полиморфный вид, состоящий из ряда эколого-географических рас. Кроме того, в восточноевропейской части произрастает несколько заносных североамериканских видов – *S. gigantea* Aiton, *S. canadensis* L., *S. rupestris* Raf., а также *S. graminifolia* (L.) Salisb. и *S. graminifolia* (L.) Salisb. В настоящее время *S. graminifolia* вместе с еще четырьмя близкородственными видами, естественно произрастающими в Северной Америке и в Мексике, рассматривается как самостоятельный род *Euthamia* (Nuttall) Cassini и носит название *Euthamia graminifolia* (L.) Nutt. (Haines, 2006).

Собранные образцы растений сушили в пучках в подвешенном состоянии на воздухе при обычной температуре в затененном месте. Высушенное сырье хранили от 1 до 3 месяцев. Эфирное масло из воздушно-сухого материала получали методом гидродистилляции. Компонентный состав эфирного масла определен в ЦКП ФИЦ «Биотехнологии» РАН (RFMEFI62114X0002) на газовом хроматографе Shimadzu GS 2010 с масс-детектором GCMS–QP 2010 по ранее опубликованной методике (Шелепова, 2016).

Анализ показал, что *S. virgaurea* содержит следовые количества эфирного масла (0.03–0.05 %). Несколько большие количества эфирного масла обнаружены у *S. gigantea* (0.03–0.16 %). И максимальные уровни эфирного масла зафиксированы в трех видах – *Eu. graminifolia* (до 0.35 %) > *S. canadensis* (до 0.44 %) > *S. rupestris* (до 0.22 %) (табл. 1).

Содержание эфирного масла заметно варьирует на разных фазах онтогенеза растений. И если у *S. gigantea* в фазу начала цветения содержание эфирного масла практически вдвое увеличивается (от 0.034 % до 0.136 %), то у *S. canadensis* более высокие уровни эфирного масла зафиксированы в фазу вегетации (0.700 %). Очевидно, что у анатомически и функционально отличающихся органов растений продуцируется разное количество эфирного масла. Как видно из таблицы 1, и у *S. gigantea*, и у *S. canadensis* в фазе начало цветения в соцветиях (присутствуют вегетативные и генеративные органы) продуцируется больше эфирного масла, чем в листьях (только вегетативная часть).

Еще одним параметром, влияющим на содержание эфирного масла растений, являются экологические условия их произрастания. Так, максимальные уровни эфирного масла у *S. gigantea* зафиксированы в образцах, собранных в самой северной точке – Тверская обл., Кимрский р-н. В данной точке сбора в растениях *S. canadensis* практически отсутствовало эфирное масло, а максимальные его уровни зафиксированы в более южных местах произрастания.

Таблица 1. Содержание эфирного масла у представителей рода *Solidago* L.

Вид	Место сбора	Орган	Содержание масла, %
<i>S. virgaurea</i>	Московская обл., окр. Звенигорода	Соцветия	0.034
		Соцветия	0.029
	Тверская обл., Кимрский р-н	Соцветия	0.048
<i>S. gigantea</i>	ГБС	Листья (вегетация)	0.034
	ГБС	Лист (начало цветения)	0.029
		Соцветие (начало цветения)	0.107
	Московская обл., окр. Звенигорода	Соцветие	0.070
	Тверская обл., Кимрский р-н	Соцветие	0.160
<i>S. canadensis</i>	ГБС	Листья (вегетация)	0.700
	ГБС	Лист (начало цветения)	0.101
		Соцветие (начало цветения)	0.390
	Тверская обл., Кимрский р-н	Соцветие	0.070
	Пензенская обл., Земетчинский р-н	Соцветие	0.440
<i>S. graminifolia</i>	Московская обл., окр. Звенигорода	Соцветие	0.550
<i>S. rupestris</i>	Абхазия, Гагры	Соцветие	0.220

Исследованные виды отличались не только содержанием эфирного масла, но и его компонентным составом. В составе масла определено до 97 компонентов, для данных видов характерно смещение синтеза терпеновых соединений в сторону продуцирования сложных по структуре и энергоемких соединений. Так, в составе масла количество ациклических терпенов и терпеноидов не превышает 11 %, доля циклических соединений составляет 40–94 %, доля сесквитерпенов – 2–56 %.

Анализ компонентного состава эфирного масла исследованных видов позволил выявить, что для 4 видов рода *Solidago* характерно наибольшее сходство состава, в тоже время для *Eu. graminifolia* характерен свой уникальный набор терпеновых соединений эфирного масла, что может подтвердить правомерность выделения этого вида из рода *Solidago* в род *Euthamia*. В составе масла этого вида доминировали 2 компонента – сабинен 22.6 % и β -фелландрен – 39.7 %. У всех остальных исследованных видов последнее соединение не идентифицировано, а количество сабинена не превышало 1 % (табл. 2). Основными мажорными компонентами эфирного масла 4 видов *Solidago* были α - и β -пинены, лимонен, борнил ацетат, гермакрен D и кариофилен оксид.

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла видов рода *Solidago*

Компанент	<i>S. virgaurea</i>	<i>S. gigantea</i>	<i>S. canadensis</i>	<i>S. rupestris</i>	<i>S. gramifolia</i>
α -пинен	1.2	0.8	41.6	1.3	1.9
сабинен	0.0	0.1	0.6	0.4	22.6
β -пинен	0.3	0.4	3.5	0.8	14.3
β -фелландрен	0.0	0.0	0.0	0.0	39.7
лимонен	0.6	0.3	22.5	4.0	0.0
борнил ацетат	22.6	58.0	8.3	20.9	2.7
гермакрен D	1.6	0.9	8.7	38.8	0.9
кариофилен оксид	11.5	3.4	0.5	0.8	0.0

Литература

- Королюк Е.А., Покровский Л.М., Ткачев А.В. Химический состав эфирного масла представителей рода *Galatella* Cass. (Asteraceae Dumort.) из Западной Сибири // Химия раст. сырья. 2002. № 1. С. 5–18.
- Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Олехнович Л.С., Зайчик Б.Ц., Ружицкий А.О. Вариации состава эфирного масла и накопления салициловой кислоты у *Mentha arvensis* var. *piperascens* (Lamiaceae) при интродукции в Московском регионе // Растит. ресурсы. 2016. Т. 52. № 3. С. 414–424.
- Haines A. *Euthamia* // Flora of North America. Flora of North America. Asteraceae, Astereae and Senecioneae. Oxford; New York. 2006. Vol. 20. Part. 2. P. 97–106.
- Semple J.C., Cook R. E. *Solidago* // Flora of North America. Asteraceae, Astereae and Senecioneae. Oxford; New York. 2006. Vol. 20. Part. 2. P. 107–166.

ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ КРИПТОГАМНОЙ БИОТЫ

ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК НА БРИОКОМПОНЕНТ ЛЕСОВ ЮЖНОГО УРАЛА

Э. З. Баишева, П. С. Широких, О. Н. Ануфриев
Уфимский Институт биологии РАН, Уфа, Россия, elvbai@mail.ru

EFFECT OF CLEAR-CUTTING ON BRYOPHYTES OF DARK-CONIFEROUS FORESTS IN THE SOUTHERN URALS

E. Z. Baisheva, P. S. Shirokikh & O. N. Anufriev
Ufa Institute of Biology RAS, Ufa, Russia

Summary. In the Southern Urals, the changes in bryophyte composition of the secondary forests originated after felling in the indigenous tall-herbs -mossy and tall-herbs dark coniferous forests have been investigated. The clear-cutting facilitated the appearance of the long-term secondary birch and aspen forests, which differ from natural forests by another tree species composition. The bryophyte composition in the secondary forests is characterized by lower species diversity, lower proportion of liverworts and mean number of bryophyte species per sample plots. In total, 30–35 % of species growing in the indigenous communities, were not observed in the secondary forests.

Антропогенная трансформация лесных экосистем влияет на все компоненты лесных сообществ, включая мохообразные. В процессе естественного лесовосстановления после сплошных рубок формируются длительно производные вторичные леса, состав древостоя и экологический режим которых отличается от аналогичных показателей условно-коренного леса (Широких и др., 2012 и др.). Проведенные ранее исследования показали, что состав мохообразных южно-уральских условно-коренных и спелых вторичных лесов, возникающих на месте их рубки, имеет существенные различия, которые затрагивают как общее видовое богатство бриоценофлор, так и количественную представленность видов разных субстратных групп. Снижение разнообразия мохообразных в большей степени характерно для производных сообществ, замещающих широколиственно-темнохвойные леса, в меньшей – для сосняков-зеленомошников, которые подвержены влиянию периодических естественных нарушений (пожаров) и характеризуются невысоким разнообразием бриофитов и низкой долей редких видов (Баишева и др. 2015).

Данная работа продолжает начатые исследования и направлена на сравнение бриокомпонента условно-коренных и вторичных лесов, формирующихся на месте рубки горных травяных и зеленомошно-высокотравных елово-пихтовых лесов Южного Урала, которые характеризуются высоким разнообразием бриофитов, а также представляют значительный хозяйственный интерес и подвергаются интенсивным рубкам.

В работе использован метод хроносиквенсов, когда вместо наблюдений на постоянных пробных площадях происходит пространственно-временное замещение сукцессионных сообществ. Район исследований – Южно-Уральский государственный природный заповедник (ЮУГПЗ) и прилегающие территории Белорецкого и Учалинского районов Республики Башкортостан и Катав-Ивановского района Челябинской области. ЮУГПЗ был учрежден в 1979 г. До организации заповедника леса данной территории активно эксплуатировались, поэтому здесь представлено высокое разнообразие как условно-коренных, так и вторичных лесов, возникших после рубок в процессе естественного лесовозобновления. Согласно геоботаническому районированию Республики Башкортостан, район исследования находится в пределах Арышпаровско-Аршинского центрально-возвышенного округа темнохвойных и смешанных широколиственно-темнохвойных лесов, крупнотравных лугов, березового и хвойного криволесья, входящего в Южно-Уральскую горную провинцию (Жудова, 1966). В основу работы положено 175 описаний условно-коренных вторичных лесов (по 35 описаний для каждого типа). Геоботанические описания выполнены на пробных площадях размером 400

кв.м. На каждой площади выявлен полный состав сосудистых растений и мохообразных (на всех типах субстратов – стволы деревьев, гнилая древесина, выходы камней и др.), для напочвенных мхов оценено проективное покрытие.

Было обследовано 5 типов лесных сообществ: условно-коренные зеленомошно-высокотравные пихтово-еловые леса ассоциации **Bistorto majoris-Piceetum obovatae** Martynenko 2009 prov. (класс **Vaccinio-Piceetea** Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939) и замещающие их вейниково-разнотравно-зеленомошные березовые леса субассоциации **B.m.-P.o. betuletosum pubescentis** Shirokikh et al. 2012 prov., а также условно-коренные елово-пихтовые высокотравные вейниково-папоротниковые леса ассоциации **Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae** Solomeshch et al. ex Martynenko et al. 2008 (класс **Milio effusi-Abietetea sibiricae** Zhitlukhina ex Lashchinkiy et Korolyuk 2015) и формирующиеся на месте их рубок вторичные вейниково-разнотравные березовые леса субассоциации **C. p.-P. o. betuletosum pubescentis** Shirokikh et al. 2012 и широколиственные осиново-березовые леса субассоциации **C. p.-P. o. populetosum tremulae** Shirokikh et al. 2012. Подробная характеристика флористического состава и особенностей экологии данных сообществ представлена в работе П.С.Широких с соавторами (Широких и др., 2012).

Видовое богатство бриокомпонента изученных условно-коренных лесов складывается главным образом за счет эпиксильных и напочвенных видов (табл.). Несмотря на многочисленные выходы камней, разнообразие облигатных эпилитов в этих сообществах низкое, так как скальные выходы в районе исследования в основном представлены породами вулканогенного происхождения, на которых встречается намного меньше видов, чем на известняках. Скальные выходы и валуны в этих сообществах чаще всего обрастают дернинами бореальных напочвенных мхов, реже – видами, характерными для гнилой древесины. Эпифитный комплекс также развит слабо, так как деревья лиственных пород в изученных сообществах темнохвойных лесов представлены единично.

Во вторичных березовых лесах, замещающих зеленомошно-высокотравные пихтово-еловые леса, отмечено снижение видового богатства бриофитов на 8 %. Количество видов, общих для сообществ условно-коренных и вторичных лесов – 46 (64 % от бриокомпонента условно-коренных лесов и 70 % – вторичных). В березовых лесах, возникающих на месте рубок елово-пихтовых травяных лесов, видовое богатство мохообразных снизилось на 10 %, количество общих видов составляет 56 (70 % бриофлоры условно-коренных лесов и 78 % вторичных лесов). Для осинников на эти показатели приходится 8 %, 55 видов, 69 % и 76 %, соответственно. Таким образом, на обследованных пробных площадях, несмотря на относительно небольшое снижение видового богатства мохообразных во вторичных лесах (на 8–10 %), состав их бриокомпонента существенно отличается, так как приблизительно 30–35 % видов, встреченных в сообществах условно-коренных лесов, замещаются на другие таксоны. Кроме того, во вторичных лесах снижаются такие показатели, как среднее количество видов в описании и доля печеночников в синтаксоне (табл.).

Показатели проективного покрытия древостоя условно-коренных и вторичных лесов сходны. Проективное покрытие травяного яруса во вторичных березняках на 10–20 % ниже, чем в условно-коренных лесах, а в осинниках – такое же, как в лесах до рубки. Анализ субстратных групп бриофитов показал снижение количества напочвенных видов во всех вторичных лесах, а также возрастание доли эпифитов в осинниках (при отнесении вида к той или иной группе учитывался тот тип субстрата, на котором в лесах региона вид имел более высокое постоянство) (табл.).

Среди видов, которые не были отмечены во вторичных лесах *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv., *A. tenellum* (Röhl.) Bruch et al., *Polytrichum pallidisetum* (Funck) G.L.Sm. (характерные для почвенных обнажений, в частности, вывалов в старовозрастных ельниках), *Iwatsukiella leucotricha* (Mitt.) W.R.Buck & H.A.Crum, *Crossogyna autumnalis* (DC.) Schljakov, *Tritomaria exsectiformis* (Breidl.) Loeske, *Mnium lycopodioides* Schwägr., *M. marginatum* (Dicks.) P. Beauv., *Thuidium assimile* (Mitt.) A.Jaeger, *Obtusifolium obtusum* (Lindb.) S.W.Arnell, *Lejeu-*

nea cavifolia (Ehrh.) Lindb. и др. Среди видов, которые увеличивают свое постоянство во вторичных березняках – *Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A.Crum, *Stereodon pallescens* (Hedw.) Mitt., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm, *Campylidium sommerfeltii* (Myrin) Ochуга, *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch et al. и др. В осинниках относительно высокое постоянство имеют виды-эпифиты, не характерные для темнохвойных лесов: *Serpoleskea subtilis* (Hedw.) Loeske, *Orthotrichum speciosum* Nees, *O. obtusifolium* Brid., *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwägr., *Anomodon longifolius* (Brid.) Hartm., *A. viticulosus* (Hedw.) Hook. & Taylor, *Pylaisia selwynii* Kindb., *Homalia trichomanoides* (Hedw.) Bruch et al. Учитывая то, что значительная часть лесных бриофитов имеет низкое обилие и рассеянное распространение, не всегда представляется возможным достоверно утверждать, является ли исчезновение каждого конкретного вида следствием вырубки или других причин. Тем не менее, тенденция снижения видового богатства, изменения состава бриокомпонента и сокращение числа редких видов прослеживается во всех обследованных вторичных лесах.

Таблица. Некоторые фитоценоотические показатели изученных сообществ

Номер синтаксона	I	II	III	IV	V
ОПП древесного яруса, %	65	66	65	66	63
ОПП травяного яруса, %	60	47	65	56	64
ОПП мохового яруса, %	55	46	10	12	11
Число видов бриофитов	71	65	79	71	72
Среднее число видов в описании	17.2	16.5	17	13.4	14.2
Доля печеночников, %	18.3	16.9	21.5	16.9	16.7
Число / средняя доля видов субстратных групп бриофитов в описании					
Эпифиты	4 / 0.38	3 / 1.96	5 / 1.67	6 / 3.51	13 / 16.06
Эпиксилы	23 / 50.73	25 / 46.60	27 / 52.33	25 / 59.46	29 / 59.79
Эпилиты	6 / 3.29	6 / 4.48	6 / 3.93	6 / 2.86	6 / 3.93
Виды почвы и лесной подстилки	38 / 45.60	31 / 46.95	41 / 42.07	34 / 34.16	24 / 20.22

Примечание к таблице. Номер синтаксона: I – условно-коренные леса ассоциации **Bistorto majoris-Piceetum obovatae**, II – вторичные березняки субассоциации **B.m.-P.o. betuletosum pubescentis**, III – условно-коренные леса ассоциации **Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae**, IV – вторичные березняки субассоциации **C. p.-P. o. betuletosum pubescentis**, V – вторичные осинники субассоциации **C. p.-P. o. populetosum tremulae**. ОПП – общее проективное покрытие.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00985.

Литература

- Баишева Э.З., Мартыненко В.Б., Широких П.С. Мохообразные лесных экосистем Республики Башкортостан. Уфа. 2015. 352 с.
- Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. Уфа. 1966. 123 с.
- Широких П.С., Кунафин А.М., Мартыненко В.Б. Синтаксономия вторичных лесов средних стадий сукцессий центрально-возвышенной части Южного Урала // Растительность России. 2012. № 20. С. 109–134.

РОЛЬ ОПЕНКА (*Armillaria*) В ОСЛАБЛЕНИИ КЕДРОВО-ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

Н. А. Белова,¹ Т. И. Морозова²

¹ Байкальский государственный природный биосферный заповедник, пос. Танхой, Россия, baikalnr@mail.ru

² Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория, Иркутск, Россия, ti.morozova@mail.ru

THE ROLE OF *Armillaria* IN REDUCING PINE-FIR STANDS OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION

N. A. Belova¹ & T. I. Morozova²

¹ Baikal State Nature Biosphere Reserve, Tankhoi, Russia, baikalnr@mail.ru

² Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, Irkutsk, Russia, ti.morozova@mail.ru

Summary. "Proposalby" the cedar forests of fruiting bodies of *Armillaria* revealed 23.9 % of the trees IV–VI categories of sanitary condition. In the fir, blueberry-fern wet forest of the Baikal nature reserve fruit bodies observed at 4.5 % of

living and 76.2 % of the windbreak fir trees. The proportion of infected fir without taking into account the windbreak is 6.8 %. A large part of the affected trees are located closer to the trail. Tour the trails in nature reserves are proposed to lay the decking or between windfall debarked trunks filled with sawdust, wood chips.

Исследования проведены в «припоселковых» кедровниках Бабушкинского лесничества Кабанского лесхоза, прилегающих к Байкальскому заповеднику и в пихтовом чернично-папоротниковом зеленомошном лесу Байкальского заповедника.

Описание пробных площадей: ВПП 1 – Кедровые насаждения, Бабушкинское лесничество; кв. 23, выд. 20, состав 9К1С + Б, класс возраста IV; 30/24; бонитет IV; Чер; полнота 0.5. Расположены с восточной стороны лесной дороги. Примыкают к болоту. В травяном покрове: мхи, черника, реже брусника, на опушке вдоль дороги – злаки. ВПП 2 – Кедровые насаждения, Бабушкинское лесничество; кв. 23, выд. 19, состав 10К + С, класс возраста III; 30/25; бонитет IV; Чер-злм; полнота 0.6. Расположены с западной стороны лесной дороги. Тип леса чернично-зеленомошный. Пологий западный склон. В этих насаждениях с 2007 г. наблюдается усыхание кедров.

ППП № 10. Выдринское лесничество. Кв. 221, выд. 8, состав 9П1Б + К + Е. Класс возраста IV; 18/17; бонитет IV, Пап/Д₂; полнота 0.6; 0.15 га; 202 дер. Травяной покров: черника, майник двулистный, седмичник европейский, щитовник, орляк, ожика волосистая, зеленые мхи.

В насаждениях у болота (ВПП 1) санитарное состояние уже в 2013 г. было неудовлетворительное (индекс состояния 2.8), к 2015 г. оно ухудшилось, ИС – 2.9. На ПП 2 также продолжается усыхание кедров (ИС 2.43). Многие кедров на этих ПП заражены опенком, окаймленным трутовиком, сосновой губкой, щелелистником обыкновенным. Плодовые тела опенка (*Armillaria*) выявлены на 23.9 % деревьев IV–VI категории санитарного состояния (Белова, Морозова, 2016). Куртинное усыхание кедров, наблюдаемое на этом участке леса, также характерно для опенка.

В 2014 г. на ППП № 10 доля деревьев с плодовыми телами опенка составляла 7.46 % общего числа деревьев на пробной площади. В 2015 г. плодовые тела опенка наблюдались на 10 пихтах, что составляет 6.1% из учтенных 164 пихт.

В 2016 г. на ППП № 10 проведены учеты деревьев с плодовыми телами опенка (табл. 1).

Таблица 1. Сведения о наличии плодовых тел опенка на деревьях лесопатологической ППП № 10 Байкальского заповедника в 2016 г.

Порода деревьев	Учено деревьев	Категория санитарного состояния	Количество зараженных деревьев	Процент	В т. ч. номера деревьев, входящих в перечеты
П	154	II-III	7	4.5	42, 86, 87, 141
	2	IV	1		
	5	V	3		29, 146
	21	VIII	16	76.2	38, 41A, 129
Всего:	182/161		27/11	14.8/6.8	9
Б		V	1		153
		VI, VIII	5		
Всего:			6		1
Рб		II	3		14, 37, 62
		VIII	4		176
Всего:			7		4

Плодовые тела отмечены на 4.5 % живых и 76.2 % бурелома пихтовых деревьев. Доля зараженных пихт без учета бурелома составляет 6.8 %. Большая часть пораженных деревьев расположена ближе к тропе.

В Байкальской Сибири из грибов, повреждающих древесные породы, чаще встречаются *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen и *A. mellea* (Vahl) P.Kumm. Грибы поражают ослабленную корневую систему деревьев, вызывают белую гниль древесины, повреждают многие древесные породы (до 200 видов). Мицелий гриба распространяется по корневой системе де-

рева, мицелиальные тяжи могут заселять корни здоровых рядом растущих деревьев. На тропах, туристических стоянках чаще повреждается корневая система, и корни заселяются спорами грибов. Экскурсионные тропы в заповедниках следует прокладывать настилами или просто между окоренными ветровальными стволами засыпают опилками, щепой чтобы во время экскурсий корни деревьев не повреждались.

Фруктовые тела появляются на уже сильно ослабленных, усыхающих деревьях. Если учесть, что фруктовые тела на живых деревьях образуются относительно редко, можно предположить, что зараженность деревьев в насаждениях еще выше (Бисирова, Агафонова, 2011).

Литература

- Белова Н.А., Морозова Т.И. Динамика состояния кедровых древостоев Байкальского заповедника и сопредельных территорий // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Всерос. конф. с междунар. участием. Красноярск. 2016. С. 27–28.
- Бисирова Э.М., Агафонова Н.Н. Ксилотрофные грибы припоселковых кедровников Томской области и их численность характеристика // Болезни и вредители в лесах России: век XXI: Докл. всерос. конф. и V ежегодных чтений памяти О.А. Катаева. Красноярск. 2011. С 70–72.

РЕДКИЕ И РЕЛИКТОВЫЕ ЛИШАЙНИКИ ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗОВ И КАМЕНИСТЫХ ВЫХОДОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ГОРНЫХ ХРЕБТАХ БУРЯТИИ

С. Э. Будаева

Заповедное Подлеморье, пос. Усть-Баргузин, Россия, sbudaeva@mail.ru

RARE AND RELICT LICHENS OF FOREST CENOSES AND ROCKY OUTPUTS ON THE SHORES OF BAIKAL LAKE AND THE MOUNTAIN RANGES OF BURYATIA

S. E. Budaeva

Zapovednoye Podlemorye, Ust-Barguzin, Russia

Summary. The work deals with rare and relict lichens as *Lobaria isidiosa*, *L. pulmonaria*, *L. retigera*, *Sticta wrightii*, *S. nylanderiana*, *Coccocarpia palmicola*, *Cetrelia olivetorum*, *Cetraria annae*, *Graphis scripta* and *Bacidina phacodes* growing on rocky outputs, on the trunks of fir on the coast of lake Baikal, on the mountain ranges of the Barguzin, Ikat, Ulan-Burgasy, Golondinsky, on the foothills of the Tunka bald mountains.

Территорию Республики Бурятия с юга и востока охватывает чудесное творение природы – оз. Байкал. На северо-восточном побережье озера расположен Государственный природный биосферный заповедник Баргузинский, организованный в 1916 г. с целью увеличения популяции соболя. 11 января 2017 г. отмечена 100-летняя юбилейная дата основания Баргузинского заповедника. Его территория включает западные склоны Баргузинского хребта с его отрогами. Также западные склоны Баргузинского хребта охватывает территории Забайкальского национального парка и Фролихинского заказника. Забайкальский природный национальный парк занимает восточное побережье оз. Байкал, включая п-ов Святой Нос, Чивыркуйские гольцы и Ушканьи о-ва. Южнее оз. Байкал расположены хребты Голондинский, Икатский и Улан-Бургасы. Кроме указанных выше горных массивов, на территории Бурятии расположены хребты Улюнский, Ганзуринский, Заганский и Хамар-Дабан; Тункинские и Китойские гольцы.

Материал и методы. В Бурятии автором проводились исследования лишайников в лесных ценозах и горных ландшафтах различных типах лесов в 1970–1972 гг. на территории Баргузинского заповедника. Исследования лишайников проводились маршрутным методом в лесных ценозах по долинам рек Давше, Езовка, Большая, Керма, Дугульдзёры, Шумилиха, окрестности Хариусовые озёра, на мысах Валукан, Езовочный, Инденский (Чёрный), на склонах Баргузинского хребта (Будаева, 1989). С 1973 г. исследования проводились в лесных ценозах Селенгинского среднегорья, в предгорьях восточного склона Баргузинского хребта в окрестностях пп. Алла, Ярикто, Нестериха, в предгорьях Тункинских гольцов в окрестностях

пос. Аршан, на Витимском плоскогорье в окрестностях пос. Озёрного, по долине реки Яндола, на склонах Морского хребта по долинам рек Таланчанка, Мостовка, Большая (Будаева, 2012). В 1997–1999 гг. исследования лишайников и мхов проводились совместно с д-р биол. наук, проф. Л.В. Бардуновым на территории Забайкальского национального парка (Будаева, 1999, 2002). В 2001–2003 гг. совместные с Л.В. Бардуновым исследования по изучению лишайников и мхов продолжились по долинам рек Итанцы, Кика, Турка, склонам хребтов Улан-Бургасы, Голондинского и восточному побережью озера Байкал (Будаева, 2007, 2012). Лишайники «сада камней» по долине р. Ина в предгорьях Икатского хребта исследовались в 2002–2004 гг. (Будаева, 2006). Исследования лишайников на территории Баргузинского заповедника были продолжены в 2007–2009 и 2014 гг. (Будаева, 2012, 2013а, б, в). В 2012–2014 гг. исследования лишайников проводились в бухтах Окунёвое, Сорожья, Змеёвая, о. Бакланий. Гербарий лишайников, собранный и обработанный автором хранится в ИОЭБ СО РАН и Научном отделе ФГБУ «Заповедное Подлесье», г. Улан-Удэ. Сверялись определения лишайников в БИН им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург и в ИБ им. Н.Г. Холодного, г. Киев. Названия таксонов даны по Т.Л. Esslinger (2008), некоторых видов по Г.П. Урбанавичюс (2010).

Результаты и обсуждение. По результатам исследования лесных ценозов Баргузинского государственного заповедника, разнообразие лишайников составляет 304 вида, относящихся к 34 семействам, 97 родам (Будаева, 1989, 2013а). На этой территории выявлены редкие виды: 1. *Lobaria isidiosa* (Müll.Arg) Vain., 2. *L. pulmonaria* (L.) Hoffm., 3. *L. retigera* (Bory) Trevisan, 4. *Asahinea scholanderi* (Llano) W.Culb. et C.Culb. 5. *Masonhalea richardsonii* (Hooker) Kärnefelt, 6. *Pyxine soreliata* (Ach.) Mont., 7. *Leptogium hildenbrandii* Nyl., 8. *Pananria conoplea* (Ach.) Bory, 9. *Usnea longissima* Ach., 10. *Sticta nylanderiana* Zahlbr., 11. *Heterodermia speciosa* (Wulfen) Trevis, 12. *Peltigera elizabetha* Gyelnik, 13. *Graphis scripta* (L.) Ach., 14. *Xyloshistes platycarpa* (Nyl.) Vain., 15. *Nephroma arcticum* (L.) Torss, 16. *Ramalina thrausta* (Ach.) Nyl., 17. *Cetraria annae* Oxn., 18. *Cladonia bellidiflora* (Ach.) Schaerer, 19. *Umbilicaria vellea* (L.) Hoffm., 20. *Phaeophyscia hispidula* (Ach.) Ess., 21. *Physconia persidosa* (Erichsen) Moberg, 22. *Stereocaulon rivulorum* H. Magn., 23. *Stereocaulon glareosum* (Savicz) H. Magn., 24. *Mycobilimbia tetramera* (De Not.) Vitik., 25. *Bacidina phacodes* (Körber) Vězda, 26. *Tuckneraria laureri* (Kremp.) Randle et Saag. 27. *Collema nigrescens* (Hudson) DC., 28. *Sticta wrightii* Tuck. Последний вид лишайника отмечен на камнях на мысе Езовочном, был определён В.П. Савичем в 1971 г. Редкие виды лишайников чаще произрастают на пихтах, выходах камней по долинам рек Большая, Езовка, Давша, Шумилиха, по побережью оз. Байкала на мысах Немнянда, Инденский, Езовочный, Тоненький. Редкие виды лишайников родов *Lobaria*, *Sticta* и виды *Pyxine soreliata*, *Graphis scripta*, *Heterodermia speciosa* относятся к неморальному элементу, они широко распространены в лесах тропических областей. В 1975 г. в ущелье р. Алла на восточном склоне Баргузинского хребта обнаружен реликтовый вид 29. *Nephromopsis komarovii* (Elenk.) Wei., в 2005 г. там также обнаружен 30. *Normandina pulchella* (Borrer) Nyl., произрастающий на слоевище *Pyxine soreliata*. На восточных склонах Баргузинского хребта в окрестностях п. Ярикто обильно отмечается 31. *Coccocarpia palmicola* (Sprengel) Arv. et D.J.Galloway и *Normandina pulchella*, 32. *Cetrelia olivetorum* (Nyl.) W.Culb. et C.Culb. Виды 29–31 относятся неморальному элементу лишайнобиоты. В 1997–1999 гг. по результатам исследований Забайкальского национального парка в урочищах Монахово, окрестностях п. Курбулик, бухте Змеёвая, на о. Бакланий, на Чивыркуйском плато, разнообразие лишайников составляет 221 вид (Будаева, 2002). В 2012–2014 гг. продолжились исследования лишайников в лесных ценозах в бухтах Змеёвая, Окунёвое, Сорожья составлен систематический список лишайников, включающий 242 видов, относящихся к 7 порядкам, 28 семействам, 76 родам. Редкими видами лишайников, включенными в Красную книгу Российской Федерации, являются: *Asahinea scholanderi*, *Lobaria pulmonaria*, *Masonhalea richardsonii*, *Pyxine soreliata*, *Tuckneraria laureri*. К редким видам относятся: *Graphis scripta*, *Nephroma arcticum*, *Flavoparmelia caperata*, *Arthopyrenia grisea*, *Bacidina phacodes*, *Ramalina sinensis* Jatta. Разнообразие лишайников в

2002–2004 гг. в предгорьях Икатского хребта на камнях Ининского «сада камней» составило 180 видов. Редкие виды лишайников произрастают в лиственнично-берёзовых лесах в окрестностях курорта Аршан Тункинского национального парка (Будаева, 2012): *Cetrelia olivetorum*, *Lobaria pulmonaria*, *L. retigera*, *Asahinea scholanderi*, *Tuckneraria laureri*, *Nephromopsis komarovii*, *Cetraria annae*, 33. *Heterodermia japonica* (Sato) Swihcow et Krog, 34. *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog. Для Фролихинского заказника приводятся 111 видов лишайников, относящихся к 16 семействам 42 родам. Указываются редкие виды лишайников *Lobaria pulmonaria*, *L. retigera*, *Cetraria annae* (Будаева, 2013б). На восточном побережье оз. Байкал выявлено 152 вида лишайников, относящихся к 22 семействам, 50 родам. Среди них редкими являются *Asahinea scholanderi*, 35. *Anamylopsora pulcherima* (Vainio) Timdal, 36. *Boreoplaca ultrafrigida* Timdal, *Pananria conoplea*, *Puxine sorediata* (Будаева, 2007, 2012). Таким образом, выявлено 36 видов редких реликтовых лишайников тропического происхождения, плейстоценового периода на побережье оз. Байкал на горных хребтах Баргузинский, Икатский, Голондинский, Улан-Бургасы, Хамар-Дабан, в прегорьях Тункинских гольцов. По результатам собственных исследований автора с 1970 г. и литературным данным, составлен список лишайников Бурятии, включающий 734 вида, относящихся к 199 родам, 56 семействам (Будаева, 2012).

Литература

- Будаева С.Э. Лишайники лесов Забайкалья. Новосибирск. 1989. 104 с.
Будаева С.Э. Эколого-ценотическое и экотопическое распределение лишайников Забайкальского природного национального парка // Биоразнообразие Байкальской Сибири. Новосибирск. 1999. С. 217–230.
Будаева С.Э. Лишайники Бурятии. Улан-Удэ. 2000. 143 с.
Будаева С.Э. Материалы к флоре лишайников Забайкальского национального парка // Бот. журн. 2002. Т. 87. № 5. С. 55–62.
Будаева С.Э. Лишайники лесных ценозов «сада камней» Икатского и восточного склона Баргузинского хребтов // Флора лишайников России: состояние и перспективы исследований: Тр. Междунар. совещ., посвящённого 120-летию Всеволода Павловича Савича. СПб. 2006. С. 45–49.
Будаева С.Э. Особенности распределения широко распространённых лишайников восточного побережья оз. Байкал // Сиб. экол. журн. 2007. Т. 14. № 6. С. 1025–1031.
Будаева С.Э. Аннотированный список лишайников Республики Бурятия. Улан-Удэ. 2012. 182 с.
Будаева С.Э. Аннотированный список лишайников Баргузинского государственного природного биосферного заповедника // Природные комплексы: Тр. Баргузинского государственного природного биосферного заповедника. Улан-Удэ. 2013а. Вып. 10. С. 129–164.
Будаева С.Э. Новые находки редких лишайников во Фролихинском государственном заказнике // Вестник БГУ. Биология, география. Улан-Удэ. 2013б. Вып. 4. С. 46–48.
Будаева С.Э. Лишайники зарослей кедрового стланика Бурятии // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология, Экология. 2013в. Т. 6. № 3 (1). С. 110–112.
Голубкова Н.С. Семейство стиктовые (Stictaceae) // Жизнь растений. М. 1977. Т. 3. С. 451–452.
Урбанавичюс Г.П. Список лишайников России. Санкт-Петербург. 2010. 194 с.
Esslinger T.L. A Cumulative Checklist for the Lichen-forming, Lichenicolous and allied Fungi of the Continents United States and Canada. Fargo. 2008. 247.

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) В БАЙКАЛЕ И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРИТОКАХ

Е. А. Волкова, Н. А. Бондаренко

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, cathvolkova@mail.ru

SPECIES RICHNESS AND DISTRIBUTION OF *Spirogyra* (Zygnematophyceae, Charophyta) TAXA IN LAKE BAIKAL AND SOME OF ITS TRIBUTARIES

E. A. Volkova & N. A. Bondarenko

Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

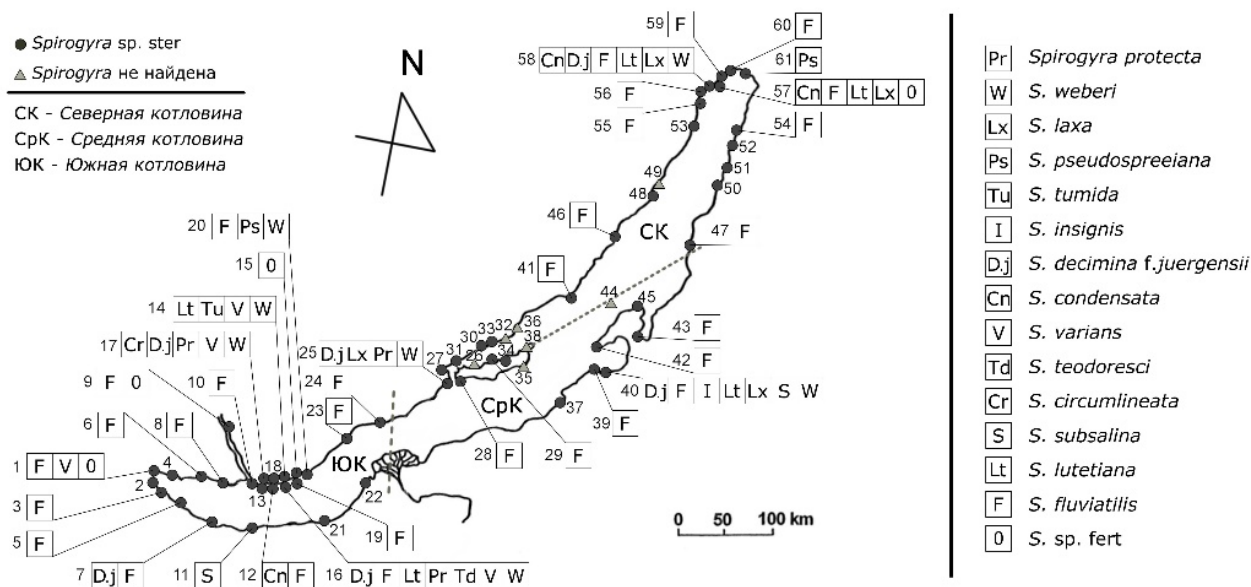
Summary. Associations of *Spirogyra* were found in 54 stations out of 61 investigated during 2012–2016. In total, 15 taxa of *Spirogyra* were identified; eight taxa are given for the first time for Eastern Siberia, eight taxa are new for the Lake Baikal flora and nine taxa are new for its vicinity. The Sørensen coefficient of similarity indicated a low specificity.

ty in species composition between investigated sites in all three Baikal basins (≥ 0.7) and between the southern basin and the southern streams (Chernaya and Bolshaya Kotinka Rivers) (0.6). This suggests that all of the taxa we identified represented the core of *Spirogyra* diversity in the lake and its vicinity.

В 2010–2011 гг. в нескольких участках Байкала (зал. Лиственничный и бух. Большие Коты) стали регистрироваться изменения в структуре фитобентоса, в частности не характерных для открытой байкальской литорали представителей рода *Spirogyra* Link (Kravtsova et al., 2014; Timoshkin et al., 2016), которые прежде встречались только в мелководных хорошо прогреваемых бухтах и сорах (Ижболдина, 2007). Целью данной работы являлось изучение видового богатства, особенностей развития и пространственного распределения представителей рода *Spirogyra* в оз. Байкал и некоторых его притоках.

За период исследования (2012–2016 гг.) было собрано и обработано 588 качественных проб из 57 участков Байкала, рек Черной, Большой Котинки, Малой Котинки, Тьи и Ангары. Сбор и обработка водорослей проводились в соответствии с методикой Л.А. Рундиной (1998). Температуру и pH среды измеряли с помощью приборов HI 98501 Checktemp и HI 98129 COMBO Hanna. Для видовой идентификации в основном использовали определители J.Z. Kadlubowska (1984), Л.А. Рундиной (1998), R. Stancheva et al. (2013). Для оценки видового богатства спирогиры в разных котловинах Байкала рассчитывали коэффициент T. Sørensen (1948).

Ассоциации спирогиры обнаружены в 54 станциях из 61 исследованных, причем в фертильном состоянии в 37 исследованных станциях. В 12 станциях обнаружено больше, чем 2 фертильных вида. На основе конъюгирующего материала было идентифицировано 15 таксонов рода *Spirogyra*, 8 из которых приводятся впервые для Восточной Сибири, 8 видов новые для флоры Байкала и 9 – новые для его окрестностей. Ниже приведен список видов, обнаруженных в фертильном состоянии на исследуемой территории. Станции обнаружения видов за период исследования (2012–2016 гг.) представлены на рисунке.



Станции: 1. пос. Култук 2. м. Шаманский 3. г. Слюдянка 4. пос. Ангасолка 5. г. Байкальск 6. м. Половинный 7. пос. Выдрино 8. м. Толстый 9. р. Ангара 10. зал. Лиственничный 11. м. Тахной 12. м. Березовый 13. Емельяниха 14. р. Черная 15. 300 м. сев Черной 16. бух. Большие Коты 17. р. Большая котинка 18. р. Малая котинка 19. Варначка 20. пос. Большое Голоустное 21. пос. Бабушкин 22. пос. Боярский 23. бух. Песчаная 24. пос. Бугульдейка 25. зал. Тутайский (о-в Ольхон) 26. Заагли-Нур 27. м. Шида (Малое море) 28. бух. Перевозная (о-в Ольхон) 29. пос. Хужир (о-в Ольхон) 30. м. Курма (Малое море) 31. бух. Харгойская (Ольхон) 32. бух. Карганте 33. м. Ото-Хушун (Малое море) 34. м. Нюргон (Малое море) 35. м. Ижимей (о-в Ольхон) 36. Зама-Зундук 37. м. Тонкий 38. зал. Хул (о-в Ольхон) 39. м. Крестовый 40. пос. Максимиха 41. м. Рытый 42. м. Святой нос 43. бух. Сорожья 44. о-в Большой Ушканий 45. м. Орловый 46. м. Заворотный 47. бух. Давша 48. бух. Анюта 49. м. Елохин 50. м. Урбикан 51. м. Большой Амнундакан 52. бух. Хакусы 53. м. Лударь 54. бух. Ая 55. Байкал, южнее устья р. Тьи 56. губа Слюдянская 57. Сеногда 58. пос. Заречное 59. р. Тья 60. г. Северобайкальск 61. Ерки

Рис. Распространение видов рода *Spirogyra* в Байкале, его притоках и реке Ангаре.

Порядок Zygnematales С.Е.Bessey – Зигнемовые.

Семейство Zygnemataceae Kützing – Зигнемовые.

Род *Spirogyra* Link – Спирогира.

Spirogyra protecta Wood. Высшая водная растительность, песок. Т 11.4–23.3 °С, conductivity 119–121 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 8.04–8.62.

Spirogyra weberi Kützing. Высшая водная растительность, песок. Т 10.44–23 °С, conductivity 118.2–309.4 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7.66–8.62.

Spirogyra laxa Kützing. Высшая водная растительность, песок. Т 23.3 °С, conductivity 119 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 8.04.

Spirogyra pseudopreeiana Jao. Высшая водная растительность, песок. Т 14 °С, pH 7.66.

Spirogyra tumida Jao. Песок, Т 8–9 °С, 7.82.

Spirogyra insignis (Hassall) Kützing. Песок. Т 8 °С, pH 7.75.

Spirogyra decimina var. *juergensii* (Kützing) O. V. Petlovany. Песок. Т 11.4–21 °С, conductivity 118.2–129.7 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7.72–8.29.

Spirogyra condensata (Vaucher) Dumortier. Песок, камни. Т 13–15.6 °С, pH 8.32.

Spirogyra cf. *varians* (Hassall) Kützing. Песок, камни. Т 8–15.6 °С, conductivity 122.4 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 8.32.

Spirogyra teodoresci Transeau. Песок, камни. Т 12.7 °С, conductivity 122.4 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 8.32.

Spirogyra cf. *circumlineata* Transeau. Песок. Т 12.7–17.5 °С, conductivity 118.7–122.4 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7–8.32.

Spirogyra subsalina Cedercreutz. Т 9–14 °С.

Spirogyra cf. *lutetiana* Petit. Высшая водная растительность, песок. Т 15.6–22.2 °С, conductivity 92 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7.44–8.66.

Spirogyra cf. *fluviatilis* Hilse. Камни. Т 9.2–19.5 °С, conductivity 92–128.6 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7.09–8.51.

Spirogyra sp. fert. Камни. Т 9.2–19.5 °С, conductivity 92–128.6 $\mu\text{S cm}^{-1}$, pH 7.09–8.51.

Большинство обнаруженных таксонов космополитные эврибионтные представители данного рода. Видовое богатство спирогиры между тремя байкальскими котловинами было $\geq 70\%$ и соответствовало значениям индекса видового сходства по Т. Sørensen (1948) 0.8 между северной и южной, 0.7 между южной и средней, 0.7 между средней и северной котловинами соответственно. Индекс видового сходства между южной котловиной и ее притоками был ниже, чем между байкальскими котловинами, однако также был довольно высоким (0.6). Высокие значения меры сходства Сёренсена во всех котловинах Байкала, а также его южных притоках свидетельствуют о низкой специфичности состава обнаруженных на этой территории ассоциаций спирогиры.

Литература

- Ижболдина Л.А. Атлас и определитель водорослей фитобентоса и перифритона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии. Новосибирск. 2007. 248 с.
- Рундина Л.А. Зигнемовые водоросли России (Chlorophyta: Zygnematomyceae, Zygnematales). СПб. 1998. 351 с.
- Kadlubowska J.Z. Conjugatophyceae I. Chlorophyta VIII. Zygnematales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart 1984. Band 16. P. 1–532.
- Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons // Biologiske Skrifter. 1948. Vol. 5. P. 1–34.
- Stancheva R., Hall J.D. McCourt R., Sheath R.G. Identity and phylogenetic placement of *Spirogyra* species (Zygnematomyceae, Charophyta) from California streams and elsewhere // J. Phycol. 2013. Vol. 49. No. 3. P. 588–607.
- Timoshkin O.A., Samsonov D.P., Yamamuro M. et al. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // J. Great Lakes Res. 2016. Vol. 42. No. 3. P. 487–497.

К БРИОФЛОРЕ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. Г. Воронова

Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, o.g.voronova@utmn.ru

ON THE BRIOFLORA OF THE REGIONAL PARKS IN THE SOUTH OF THE TYUMEN REGION

O. G. Voronova

Tyumen State University, Tyumen, Russia

Summary. The paper presents the list of the moss species registered in the regional parks in the south of the Tyumen Region: KARTASHOVSKY BOR, MEDYANSKAYA ROSHCHA, PANIN BUGOR, OKRESTNOSTI SELA VAGAJ as the result of the first study in this territory. The habitats, substrates, and the sporulation occurrence for 37 species which refer to 28 genera, 18 families, 6 orders, 3 classes of *Polytrichopsida*, *Tetraphidopsida* and *Bryopsida* are described.

В рамках инвентаризации особо охраняемых природных территорий юга Тюменской области в 2007 году сотрудниками отдела охраны окружающей природной среды ООО «ТюменНИИгипрогаз» впервые было проведено комплексное обследование четырех памятников природы (далее – п/п) регионального значения: «Карташовский бор», «Медянская роща» и «Панин бугор» в Тобольском районе; «Окрестности села Вагай» – в Вагайском (Хозяинова и др., 2008; Хозяинова, 2009). Работа осуществлялась по заказу Департамента недропользования и экологии Тюменской области.

П/п "Карташовский бор", «Медянская роща», «Окрестности села Вагай» созданы в 1968 г. решением исполнительного комитета Тюменского областного Совета депутатов трудящихся от 22.08.68 № 515 «Об охране памятников природы» и занимают следующие площади: 138,65 га, 119,72 га, 62,89 га, соответственно. П/п «Панин бугор» организован по распоряжению администрации Тюменской области от 12.05.1998 «О создании памятника природы регионального значения «Панин бугор» в г. Тобольске» и занимает площадь 468 га.

Согласно физико-географическому районированию Тюменской области все п/п расположены в южной подзоне лесной ландшафтной зоны в континентальном климате и характеризуются сложной мозаикой распределения преимущественно лесных и болотных типов растительных сообществ. Среди лесов преобладают елово-березово-моховые, елово-березово-кедрово-зеленомошные, елово-березово-травянистые, елово-пихтово-кедровые, среди болот – грядово-мочажинно-сфагново-кустарничковые и травяно-моховые (Бакулин и др., 1996). П/п "Карташовский бор", «Медянская роща», «Окрестности села Вагай» расположены в пойме р. Иртыш на высоких хорошо дренируемых пойменных гривах, сложенных преимущественно супесчано-суглинистыми аллювиальными отложениями. Общей чертой уникальности их территорий является локальное распространение крупнотравяных лесных урочищ по отношению к окружающим пойменным болотным и луговым участкам (Хозяинова и др., 2008). На территории п/п «Панин бугор», расположенного на правом коренном берегу р. Иртыш, находятся уникальные участки растительного покрова характерные для подзоны мелколиственных лесов и лесостепи, и даже элементы степной растительности (Хозяинова, 2009).

В ходе инвентаризации флоры п/п при выполнении геоботанических описаний растительных сообществ по общепринятым методикам (Шенников, 1964; Работнов, 1983) Н.В. Хозяиновой был собран гербарий мхов, переданный для определения и дальнейшего использования в работе на кафедру ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры Тюменского государственного университета. Выполненные коллектором геоботанические описания относятся к пяти ассоциациям: пихтово-осоково-зеленомошная (1), пихтово-зеленомошная (2), березово-сосново-щитовниковая (3) – п/п «Карташовский бор»; сосново-зеленомошная (4) – п/п «Медянская роща» и (5) – п/п «Окрестности села Вагай»; березово-разнотравная (6) – п/п «Панин бугор» (участок Казачьего лога). Указанная нумерация

ассоциаций использована в списке видов мхов, составленном на основе обработки 43 многовидовых образцов. Виды приведены в соответствии с системой, предложенной М.С. Игнатовым с соавторами (Игнатов и др., 2006).

В представленном списке видов мхов п/п указаны местообитание, субстрат, наличие спороношения отмечено знаком «S+».

Порядок *Polytrichales* M.Fleisch.

Семейство *Polytrichaceae* Schwägr.

1. *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv. На умеренно влажной почве (6). S+.
2. *Polytrichastrum longisetum* (Sw. ex Brid.) G.L.Sm. На валежнике (3).
3. *Polytrichum commune* Hedw. На умеренно влажной почве (2, 3).
4. *P. juniperinum* Hedw. В основании ствола сосны обыкновенной (2).
5. *P. strictum* Brid. На умеренно влажной почве (3).

Порядок *Tetraphidales* M. Fleisch.

Семейство *Tetraphidaceae* Schimp.

6. *Tetraphis pellucida* Hedw. На пнях, валежнике (3).

Порядок *Dicranales* H.Philib. ex M.Fleish.

Семейство *Dicranaceae* Schimp.

7. *Dicranum flagellare* Hedw. На пнях, валежнике (3).
8. *D. fuscescens* Turner На валежнике (3).
9. *D. montanum* Hedw. На пнях (3).
10. *D. polysetum* Sw. На почве от умеренно влажной до заболоченной (3, 5).
11. *D. scoparium* Hedw. На валежнике (3).
12. *D. undulatum* Schrad. ex Brid. На умеренно влажной почве (3).

Семейство *Ditrichaceae* Limpr.

13. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. В основании ствола сосны обыкновенной (2).

Порядок *Orthotrichales* Dixon

Семейство *Orthotrichaceae* Arn.

14. *Orthotrichum speciosum* Nees На валежнике (4). S+.

Порядок *Bryales* Limpr.

Семейство *Bryaceae* Schwägr.

15. *Bryum caespiticium* Hedw. В основании ствола сосны обыкновенной, на умеренно влажной почве (2).

Семейство *Mielichhoferiaceae* Schimp.

16. *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. В основании ствола сосны обыкновенной, на сухаре (2), на умеренно влажной почве (2, 6), на валежнике (3).

Семейство *Mniaceae* Schwägr.

17. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T.J.Kop. В основании ствола сосны обыкновенной (2), на почве от умеренно влажной до заболоченной (2, 3, 5, 6). S+.
18. *P. ellipticum* (Brid.) T.J.Kop. В основании ствола сосны обыкновенной (2), на умеренно влажной почве (1).
19. *P. medium* (Bruch et al.) T.J.Kop. На заболоченной почве (2, 5).

Семейство *Aulacomniaceae* Schimp.

20. *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. На умеренно влажной почве, опаде, валежнике (3).

Порядок *Hypnales* Dumort.

Семейство *Plagiotheciaceae* (Broth.) M.Fleisch.

21. *Plagiothecium laetum* Bruch et al. На умеренно влажной почве (2).

Семейство *Climaciaceae* Kindb.

22. *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr На умеренно влажной почве (1). S+.

Семейство *Hylocomiaceae* (Broth.) M. Fleisch.

23. *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al. На почве от умеренно влажной до заболоченной (1, 2, 5).

24. *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. На почве от умеренно влажной до заболоченной (1, 2, 3, 5), опаде (3), в основании ствола сосны обыкновенной (2).

25. *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. На почве от умеренно влажной до заболоченной (1, 2, 5, 6).

Семейство *Brachytheciaceae* Schimp.

26. *Brachythecium salebrosum* (F. Weber & D. Mohr) Bruch et al. На почве от сухой до заболоченной (1, 2, 5), валежнике (4), в основании ствола сосны обыкновенной, на сухаре (2). S+.

Семейство *Calliergonaceae* (Kanda) Vanderpoorten, Hedenäs, C.J. Cox & A.J. Shaw

27. *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb. На опаде, валежнике (3), умеренно влажной почве (6).

28. *Warnstorfia exannulata* (Bruch et al.) Loeske На умеренно влажной почве (6). Вид впервые отмечен для территории г. Тобольска. Дата сбора 01.07.2007.

Семейство *Scorpidiaceae* Ignatov & Ignatova

29. *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske В основании ствола сосны обыкновенной, на сухаре (2).

Семейство *Pylaisiaceae* Schimp.

30. *Callicladium haldanianum* (Grev.) H.A. Crum На валежнике (4).

31. *Calliergonella lindbergii* (Mitt.) Hedenäs На заболоченной почве (5).

32. *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. На умеренно влажной почве (1).

33. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch et al. В основании ствола сосны обыкновенной (2), на валежнике (4). S+.

Семейство *Leskeaceae* Schimp.

34. *Leskea polycarpa* Hedw. На валежнике (4).

Семейство *Amblystegiaceae* G. Roth

35. *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch et al. На сухой и умеренно влажной почве (2, 6), в основании ствола сосны обыкновенной (2), на валежнике (4).

36. *Campylidium sommerfeltii* (Murgin) Ochuga В основании ствола сосны обыкновенной, на сухаре (2).

37. *Drepanocladus polygamus* (Bruch et al.) Hedenäs На умеренно влажной почве (2).

В результате проведенных исследований на территории вышеназванных п/п отмечено 37 видов мхов, относящихся к 28 родам, 18 семействам, 6 порядкам, 3 классам *Polytrichopsida*, *Tetraphidopsida*, *Bryopsida*, из них для п/п «Карташовский бор» – 31 вид, «Окрестности села Вагай» – 8, «Панин бугор» – 7, «Медянская роща» – 6. Видовое разнообразие мхов по ассоциациям распределилось следующим образом: пихтово-зеленомошная – 16, березово-сосново-щитовниковая – 15, сосново-зеленомошная – 13, березово-разнотравная – 7, пихтово-осоково-зеленомошная – 6. По отношению к занимаемому субстрату наибольшее разнообразие характерно для эпигейных и эпиксильных (валежник, пни, сухара) мхов: 22 и 17 видов, соответственно. В основании стволов сосны обыкновенной отмечено 12 видов, на опаде – 3. По отношению к степени увлажнения субстрата преобладают мезофиты – 59 %.

Литература

- Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области: учеб. пособие. Свердловск. 1996. 240 с.
Игнатова М.С., Афонина О.М., Игнатова Е.А. Список мхов восточной Европы и северной Азии // *Арктоа*. 2006. № 15. С. 1–130.

Работнов Т.А. Фитоценология. М. 1983. 296 с.

Хозяинова Н.В. Флора и растительность памятника природы «Панин бугор» в черте города Тобольска // Урбозкосистемы: проблемы и перспективы развития: Матер. IV междунар. науч.-практ. конф. Тюмень. 2009. С. 172–175.

Хозяинова Н.В., Баянов Е.С., Бураков С.А., Максимов А.А. Результаты инвентаризации памятников природы «Карташовский бор», «Медянская роща», «Окрестности села Вагай» // Земля Тюменская: Ежегодник Тюменского областного краеведческого музея. 2007. Тюмень. 2008. Вып. 21. С. 292–328.

Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л. 1964. 448 с.

ЭПИГЕЙНЫЕ И ЭПИФИТНЫЕ ВОДОРОСЛИ ИЗ МОНГОЛИИ

И. Н. Егорова

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, egorova@sifibr.irk.ru

EPIGENIC AND EPIPHYTIC ALGAE FROM MONGOLIA

I. N. Egorova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. Epigenic and epiphytic algae from Mongolia, found the author, are discussed in this paper.

При проведении экспедиционных работ в Монголии в 2014 г. автором были собраны полевые образцы (Егорова, 2015). Часть из них находится в обработке. Здесь приведены первые результаты исследований водорослей, растущих на поверхности почвы или высших растений в Гобийском Алтае и нагорье Хэнтэй. Водоросли изучали при помощи постановки культур, как опубликовано ранее (Егорова, 2011, 2012; и др.).

Всего выявлено 25 видов из пяти отделов: Cyanoprocarvota – 6 видов, Xanthophyta – 2, Eustigmatophyta – 1, Chlorophyta – 13, Streptophyta – 3 вида. В составе отдела Cyanoprocarvota обнаружены представители родов *Aphanocapsa*, *Nostoc*, *Hassallia*, *Scytonema* и *Phormidium*. Из числа Xanthophyta – *Xanthonema* и *Heterococcus*; Eustigmatophyta – cf. *Eustigmatos*; Chlorophyta – *Bracteacoccus*, *Chlorella*, *Chlorolobion*, *Chlorosarcinopsis*, *Coelastrella*, *Diplosphaera*, *Pleurastrum*, *Pseudococcomyxa*, cf. *Radiosphaera*, *Spongiochloris*, *Stichococcus* и *Tetracystis*; Streptophyta – *Klebsormidium* и *Interfilum*.

В образцах из Гобийского Алтая зарегистрированы водоросли *Aphanocapsa*, *Heterococcus*, *Chlorosarcinopsis*, *Diplosphaera* и *Tetracystis*. За исключением *Chlorosarcinopsis* и *Heterococcus*, все упомянутые выше водоросли обнаружены в пробах, собранных на территории нагорья Хэнтэй.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № в рамках научного проекта № 12-04-01365, а также в рамках Гос. задания 52.1.10 от 2015–2017 гг.

Литература

Егорова И.Н. Новые виды в составе наземной альгофлоры Байкальского региона // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2011. Т. 4. № 3. С. 18–22.

Егорова И.Н. Видовой состав водорослей в ассоциациях с *Rhytidium rugosum* (BRYOPHYTA) в Сохондинском заповеднике (Забайкальский край) // Бот. журн. 2012. Т. 97. № 8. С. 1051–1061.

Егорова И.Н. О наземных водорослях нагорья Хэнтэй // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития: Матер. междунар. конф. 2015. Улан-Батор. С. 100–103.

О РАЗМНОЖЕНИИ ЗЕЛЕННЫХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ (Chlorophyta)

И. Н. Егорова,¹ О. Н. Болдина²

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, egorova@sifibr.irk.ru

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, olgab1999@mail.ru

ABOUT REPRODUCTION OF GREEN MICROALGAE (Chlorophyta)

I. N. Egorova¹ & O. N. Boldina²

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

² V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Summary. The data about the reproduction of two representatives of Chlorophyta: *Chlorosarcinopsis* sp. IRK–A 64 and *Pleurastrum* cf. *sarcinoideum* IRK–A 190 are given.

Зеленые водоросли, в широком понимании, довольно четко отграниченная группа организмов, подвижные и неподвижные представители которой обладают зеленым хлоропластом. Окраска хлоропласта и ассимиляционные пигменты сходны с таковыми высших растений. По данным молекулярно-генетических исследований, эта древняя линия оксигенных фотосинтезирующих эукариот возникла между 700 и 1500 млн. лет назад; рано разделилась на две больших группы: Streptophyta и Chlorophyta (цит. по Leliaert et al., 2012). В мировом таксономическом онлайн ресурсе AlgaeBase, по состоянию на 2012 г., насчитывалось 4548 видов хлорофитовых водорослей (Guiry, 2012).

Внутри филума Chlorophyta на основе характеристик ультраструктуры (таких как конфигурация жгутикового аппарата, особенности процесса клеточного деления) традиционно выделяют четыре класса: Ulvophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorophyceae и Prasinophyceae. Водоросли класса Prasinophyceae (преимущественно морские одноклеточные организмы) представляют собой парафилетическую группу. Предки современных прازیнофициевых «предопределили» разнообразие ядра Chlorophyta, которое включает три больших класса, упомянутых выше: Ulvophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorophyceae (UTC). Представители ульвофициевых – преимущественно морские обитатели, встречаются также в пресных водах и в наземных экотопах; требуксиевофициевые и хлорофициевые водоросли обитают в пресных, соленых, морских водах, населяют почву и различные наземные субстраты. Кроме того, идентифицированы еще две небольших рано дивергировавших линии так называемого «ядра» Chlorophyta: Chlorodendrophyceae (морские водоросли, встречаются в пресных водах) и Pedinophyceae (обитатели морских, солоноватых, пресных вод, почвы) (Mattox, Stewart, 1984; Turmel et al., 2008; Leliaert et al., 2012; Marin, 2012; Arora et al., 2013; Lemieux et al., 2014; Fůsíková et al., 2014; и др.).

В составе всех классов рассматриваемого отдела присутствуют организмы микроскопических размеров. Преимущественно именно микроскопические хлорофитовые смогли освоить не только водные, но и самые различные наземные экотопы, в которых вода, обычно не наличествует в массе, а находится в парообразном состоянии, капельно-жидком, или в виде тонких пленок. Многочисленные эколого-флористические работы, посвященные изучению наземных водорослей, в большинстве своем, выявляют представителей «ядра» Chlorophyta (UTC), способных при благоприятных условиях наращивать значительную биомассу. Это свободноживущие, ассоциированные с другими организмами, симбиотические или ведущие паразитический образ жизни водоросли. Несмотря на продолжительный период исследований, сведения о размножении и жизненных циклах этих организмов до сих пор, в целом, недостаточны, что существенно затрудняет понимание путей их распространения и оставляет нерешенными многие другие вопросы.

Хлорофитовые водоросли, населяющие так называемые «вневодные» местообитания, представлены одноклеточными подвижными и неподвижными, ценобиальными, колониальными, образующими сарциноидные комплексы, нитчатыми, разноритчатыми, сифональными, пластинчатыми организмами. Для них характерно размножение бесполым и половым пу-

тем. Различают два типа бесполого размножения: вегетативное и размножение при помощи специализированных клеток (спор). Вегетативное размножение у одноклеточных, лишенных оболочки водорослей происходит делением клеток надвое; у более сложно организованных водорослей – фрагментацией нитей или талломов. Особый вариант вегетативного размножения – размножение при помощи акинет. Акинеты образуются из вегетативных клеток при ухудшении условий существования, обладают утолщенной оболочкой, накапливают запасные вещества, способны переживать неблагоприятные периоды в состоянии анабиоза или криптобиоза, в благоприятных условиях прорастают в новую вегетативную особь. Широко представлено бесполое размножение при помощи спор (споруляция), подвижных (зооспор) или неподвижных (автоспор, апланоспор и др.), образующихся в спорангиях. Нередко споруляция происходит наряду с вегетативным и половым размножением.

Половое размножение изучено меньше и установлено для значительно меньшего числа водорослей. Половой процесс подразделяют на две основные группы: соматогамный и гаметогамный. В первом случае копулируют две вегетативные (соматические) клетки. При гаметогамном половом процессе копулируют специализированные клетки – гаметы, образующиеся в гаметангиях. Выделяют изогамный половой процесс (изогамия), гетерогамный (гетерогамия или анизогамия), оогамный. Довольно специфичен и известен для немногих представителей вольвокальных (монадных и некоторых других) атактогамный половой процесс. Выдвинуто предположение, что при переходе к наземному образу жизни ряд линий зеленых водорослей утратили способность к половому воспроизведению. Однако у некоторых таких видов выявлены мейотические гены в составе геномов и транскриптомов (Füčíková et al., 2015; и др.), в ряде случаев зарегистрировано половое размножение.

Нами из наземных местообитаний изолированы и культивируются два представителя микроскопических зеленых фотоавтотрофов сарциноидного типа организации, наблюдения за которыми выявили новые данные о размножении хлорофитовых водорослей. Культуры поддерживаются в коллекции культур водорослей СИФИБР СО РАН – IRK–A (Egorova, 2016; и др.). На основании морфологических признаков изученные организмы отнесены к хлорофициевым и ульвофициевым водорослям. Сведения о *Chlorosarcinopsis* sp. IRK–A 64 (Chlorophyceae) частично публиковались (Egorova et al., 2016). Другой изолят зарегистрирован как *Pleurastrum* cf. *sarcinoideum* Groover et Bold штамм IRK–A 190 (Ulvoophyceae), данные о виде приводятся впервые. Для изучаемых водорослей характерно бесполое и половое размножение. Для *Pleurastrum* ранее не было известно половое размножение.

Бесполое размножение вегетативное (десмосхизис, диссоциация клеточных пакетов) и споруляция. Вегетативное размножение регистрируется наиболее часто, как правило, не требует специальных условий для его инициации. Размножение с образованием монадных репродуктивных клеток происходит при изменении условий среды: освещенности, температуры, влажности, – иницируется относительно легко в культурах разного возраста. Монадные клетки метаболические с двумя изоконтными жгутиками на апикальном конце, округляются после остановки и сбрасывания жгутов, прорастают в новую вегетативную особь.

Половое размножение у *Chlorosarcinopsis* sp. IRK–A 64, вероятно, может быть определено как атактогамное. Установлена копуляция репродуктивных клеток путем изо-и анизогамии, в самых различных сочетаниях, с образованием подвижной планозиготы в результате базальной, латеральной и/или базально-латеральной плазмогамии. У *Pleurastrum* cf. *sarcinoideum* наблюдалась копуляция репродуктивных клеток путем изогамии, она преобладает, реже регистрировали и гетерогамии (анизогамии); слияние клеток происходило преимущественно латеральной плазмогамией. Для обоих представителей зарегистрирована копуляция более чем двух репродуктивных клеток (3–4, и более) в самых различных сочетаниях. Процесс копуляции был отслежен до стадии образования зиготы.

Chlorosarcinopsis sp. IRK–A 64 и *Pleurastrum* cf. *sarcinoideum* IRK–A 190 проявляют способность к гомоталлическому половому воспроизведению: наблюдали слияние репродуктивных клеток, образовавшихся внутри одной и той же материнской клетки. Это происходит

нечасто, обычно репродуктивные клетки копулируют после освобождения из оболочки материнской. При копуляции внутри материнской клетки наблюдалась только изогамия. Для освободившихся монадных клеток регистрировали как изогамную, так и анизогамную копуляцию.

Приводимые в сообщении сведения являются первыми, демонстрирующими особенности реализации гомоталлического пути полового воспроизведения у наземных сарциноидных хлорофитовых водорослей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-04-01365, а также в рамках Гос. задания 52.1.10 от 2015–2017 гг.

Литература

- Arora M., Anil A.Ch., Leliaert F., Delany J., Mesbahi E. *Tetraselmis indica* (Chlorodendrophyceae, Chlorophyta), a new species isolated from salt pans in Goa, India // Eur. J. Phycol. 2013. Vol. 48. No. 1. P. 61–78.
- Egorova I.N. The culture collection of algae at the Siberian institute of plant physiology and biochemistry Siberian branch of Russian Academy of Sciences – IRK–A // Biotechnology as an Instrument for Plant Biodiversity Conservation (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): Proc. of the VII Intern. Sci. and Practic. Conf. Simferopol. 2016. P. 149.
- Egorova I.N., Mincheva E.V., Boldina O.N. Green microalgae of the genus *Chlorosarcinopsis* Herndon (CHLOROPHYTA) from Zabaikalskiy region (Russia) // Biotechnology as an Instrument for Plant Biodiversity Conservation (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): Proc. of the VII Intern. Sci. and Practic. Conf. Simferopol. 2016. P. 31.
- Fučíková K., Pažoutová M., Rindi F. Meiotic genes and sexual reproduction in the green algal class Trebouxiophyceae (Chlorophyta) // J. Phycol. 2015. Vol. 51. No. 3. P. 419–430.
- Fučíková K., Leliaert F., Cooper E.D., Škaloud P., Hondt S.D., DeClerck O., Gurgel C.F.D., Lewis L.A., Lewis P.O., Lopez-Bautista J.M., Delwiche Ch.F., Verbruggen H. New phylogenetic hypotheses for the core Chlorophyta based on chloroplast sequence data // F. Ecol. Evol. 2014. Vol. 2. No. 63. P. 1–12.
- Guiry M.D. How many species of algae are there? // J. Phycol. 2012. Vol. 48. No. 5. P. 1057–1063.
- Leliaert F., Smith D.R., Moreau H., Herron M.D., Verbruggen H., Delwiche C.F. Phylogeny and molecular evolution of the green algae // Cr. Rev. Pl. Sci. 2012. Vol. 31. P. 1–46.
- Lemieux C., Otis C., Turmel M. Chloroplast phylogenomic analysis resolves deep-level relationships within the green algal class Trebouxiophyceae // BMC Evol. Biol. 2014. Vol. 14. P. 211.
- Marin B. Nested in the Chlorellales or independent class? Phylogeny and classification of the Pedinophyceae (Viridiplantae) revealed by molecular phylogenetic analyses of complete nuclear and plastid-encoded rRNA operons // Protist. 2012. Vol. 163. No. 5. P. 778–805.
- Mattox K.R., Stewart K.D. Classification of the green algae: a concept based on comparative cytology // The Systematics of the Green Algae. London. 1984. P. 29–72.
- Turmel M., Brouard J.-S., Gagnon C., Otis C., Lemieux C. Deep division in the Chlorophyceae (Chlorophyta) revealed by chloroplast phylogenomic analyses // J. Phycol. 2008. Vol. 44. No. 3. P. 739–750.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФЛОРЫ МХОВ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

С. Г. Казановский,¹ О. М. Афонина²

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, kazan@sifibr.irk.ru

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, stereodon@yandex.ru

STATE OF KNOWLEDGE OF MOSS FLORA OF BAIKAL NATURE RESERVE

S. G. Kazanovsky¹ & O. M. Afonina²

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

² V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Summary. In 2016 during the field investigation 24 new species were revealed for the moss flora of Baikal Reserve. Due to the intensive using of molecular genetic methods, there have been significant changes in the taxonomy of mosses. Therefore it is necessary to review some herbarium samples in IRK of such systematic groups as *Schistidium*, *Brachythecium*, *Dicranum* etc. and to prepare new version of an annotated list of mosses of Baikal Reserve.

Байкальский заповедник, основанный в 1969 г., расположен на южном побережье озера Байкал в центральной части хребта Хамар-Дабан. Площадь заповедника составляет 1657 км².

Это один из интереснейших районов Прибайкалья по климатическим условиям и по разнообразию природных ландшафтов. Климатические условия северного и южного макросклонов хребта сильно различаются. На северных склонах Хамар-Дабана выпадает 800–900 мм осадков, на побережье – до 1500 мм и более. Южный склон отличается высокой континентальностью, здесь выпадает менее 400 мм осадков. На Хамар-Дабане выделяются три высотных пояса растительности. На северном макросклоне лесной пояс представлен пихтовыми и пихтово-кедровыми лесами, который сменяется субальпийским поясом с господством кедрового стланика и рододендрона, а также участками субальпийских лугов; выше господствует тундровая растительность. На южном макросклоне в лесном поясе встречаются сосновые и лиственничные леса, а крутые хорошо прогреваемые склоны занимают остепненные луга.

Изучение флоры мхов Байкальского заповедника в течение двух полевых сезонов (1989–1990 гг.) проводилось С.Г. Казановским в рамках изучения бриофлоры хребта Хамар-Дабан. В 1991 им был опубликован не аннотированный список мхов Байкальского заповедника, включающий 182 вида (Казановский, 1991). Позднее в кандидатской диссертации «Бриофлора хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье)» на основе определения собственных коллекций, а также сборов Л.В. Бардунова, С.М. Поповой, А.А. Киселевой, А.Р. Панкевич для заповедника приводятся дополнительные данные по флоре мхов, список включает 213 видов (Казановский, 1993).

Это неплохой показатель, на фоне данных по мхам других близ расположенных заповедников; так для Катунского заповедника известно 215 видов (Писаренко, 2001), для Джергинского – 299 (Тубанова, уст. сообщение), для Витимского – 208 (Бардунов, 2005), для Сохондинского – 276 (Афонина и др., 2012).

Кратковременные исследования, проведенные на территории Байкальского заповедника в 2016 г., позволили выявить 24 новых вида: *Amphidium mougeotii* (Bruch, Schimp. et W.Gümbel) Schimp., *Andreaea papillosa* (Lindb.) Podp., *Brachythecium trachypodium* (Brid.) Ignatov et Huttunen, *Brachythecium dahuricum* Ignatov, *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout, *Cynodontium strumiferum* (Hedw.) Lindb., *Dichodontium pellucidum* (Hedw.) Schimp., *Dicranum bardunovii* Tubanova et E.Ignatova, *Didymodon zanderi* Afonina et Ignatova, *Grimmia jacutica* Ignatova, Bednarek-Ochyra, Afonina et J.Muñoz, *Isopterygiopsis mulleriana* (Schimp.) Z.Iwats., *Kiaeria* cf. *starkei* (F.Weber et D.Mohr) I.Hagen, *Lescurea incurvata* (Hedw.) E.Lawton, *L. saxicola* (Bruch et al.) Molendo in Lorentz, *Oxystegus tenuirostris* (Hook. et Taylor) A.J.E.Sm., *Platygyrium repens* (Brid.) Bruch et al., *Pseudohygrohypnum subeugyrium* (Renauld et Cardot) Ignatov et Ignatova, *Rhynchostegium aquaticum* A.Jager, *Sciuro-hypnum curtum* (Lindb.) Ignatov, *Sphagnum compactum* Lam. et DC., *Stereodon plicatulus* Lindb., *S. subimponens* (Lesq.) Broth., *Syntrichia norvegica* F.Weber, *Tortula hoppeana* (Schultz) Ochyra. Такое дополнение к списку в какой-то степени является показателем недостаточно полной выявленности флоры мхов заповедника.

Отсутствие в списке видов рода *Encalypta*, а также отсутствие или слабая представленность родов семейства Pottiaceae вероятно связано со слабой обследованностью южных склонов хребта Хамар-Дабан, где имеются подходящие ксерофитные условия для таких видов.

Надо также иметь в виду, что за последнее время в связи с использованием молекулярно-филогенетических методов произошли большие изменения в таксономии мхов, и назрела необходимость ревизии гербарных материалов, собранных в заповеднике и хранящиеся в ИРК. Прежде всего, по таким систематическим группам как *Brachythecium* s.l., *Schistidium*, *Dicranum*, *Mnium*, *Hedwigia*, *Oncophorus*, *Sphagnum* и некоторым другим. В настоящее время эта работа проводится, а также заканчивается идентификация вновь собранных материалов. После завершения планируется публикация полного аннотированного списка видов мхов Байкальского заповедника.

Авторы выражают большую признательность сотрудникам и дирекции Байкальского заповедника за организацию полевых работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01156.

Литература

- Афони́на О.М., Мамонтов Ю.С., Чернядьева И.В. Мхи и печеночники Сохондинского государственного заповедника. СПб. 2012. 200с.
- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи // Биота Витимского заповедника: флора. Новосибирск. 2005. С. 72–97.
- Казановский С.Г. К бриофлоре Байкальского заповедника // Бриология в СССР, ее достижения и перспективы. Конференция, посвященная 90-летию со дня рождения А.С. Лазаренко. Львов. С. 94–98.
- Казановский С.Г. Бриофлора хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье). Дисс. ... канд. биол. наук. Иркутск. 1993. 399 с.
- Писаренко О.Ю. Мохообразные // Флора и растительность Катунского заповедника. Новосибирск. 2010. С. 206–227.
-

ПЕЧЕНОЧНИКИ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н. А. Константинова, Ю. С. Мамонтов, А. Н. Савченко

Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, Анапты, Россия, nadya50@list.ru

HEPATICS OF BAIKAL STATE NATURE RESERVE

N. A. Konstantinova, Yu. S. Mamontov & A. N. Savchenko

Polar-Alpine Botanical Garden-Institute Kola SCI Center RAS, Apatity, Russia

Summary. Based on identification of ca. 1000 specimens collected by authors in 2001, 2002 and 2016 in Baikalskiy State Nature Reserve we reveal 172 species of hepatics. Apart of widespread boreal, boreo-montane, arctomontane, montane, arctoboreal-montane species many worldwide rare hepatics were found. Peculiarities of flora and the role of nature reserve as reservat of worldwide rare hepatics are discussed.

Байкальский государственный природный биосферный заповедник находится в Республике Бурятия и расположен в центральной части хребта Хамар-Дабан, протянувшегося в широтном направлении вдоль южного побережья озера Байкал. Площадь его 1678 кв. км, ширина охранной зоны колеблется от 0.5 до 4 км, общая площадь 3470 кв. км (baikal-zapovednik.ru).

В 2001 г. по приглашению сотрудников заповедника Г.П. Урбанавичюса и И.Н. Урбанавичене, Н.А. Константинова и А.Н. Савченко провели сборы печеночников в северной, обращенной к Байкалу части заповедника, в частности, в долинах рек Аносовка, Выдриная, Осиновка Танхойская, Переемная, а также на горе Осиновка (Голец Осиновский), а в 2002 г. работали на южном макросклоне в долинах рек Темник, Верхняя Хандагайта, Бырха, Абидуй, в урочище Самсалта, на горе Сохор и через Камушинский перевал спустились к Байкалу по реке Переемная. В 2016 г. Ю.С. Мамонтовым и сотрудником заповедника Н.С. Гамовой выполнено обследование западной части заповедника. Пройден кольцевой маршрут с северного макросклона Хамар-Дабана на южный и обратно – по долинам рек Выдриная, Верхняя Ключевая, Верхняя Хандагайта, Темник, Нижняя Хандагайта, Куртерей. Наиболее интересные находки были частично опубликованы, однако только к настоящему времени удалось идентифицировать основной массив образцов (около 1000 образцов). На основании определений собранных образцов впервые составлен список видов, представленных на территории заповедника, включающий 172 вида. Тем не менее, очевидно, что состав флоры печеночников заповедника выявлен далеко не полностью, поскольку за столь краткий период обследования выявить флору достаточно полно невозможно. О неполноте выявления флоры свидетельствует отсутствие в сборах некоторых нередких в Южной Сибири видов, для которых в заповеднике достаточно подходящих местообитаний (например, *Liochlaena subulata* (A.Evans) Schljakov, *Neoorthocaulis floerkei* (F.Weber & D.Mohr) L.Söderstr., De Roo & Hedd., *Scapania paludosa* (Müll.Frib.) Müll.Frib., *Schljakovianthus quadrilobus* (Lindb.) Konstant. & Vilnet и др.).

Высокое видовое богатство флоры печеночников заповедника объясняется прежде всего большим разнообразием природных условий. На южном макросклоне встречаются не-

большие участки со степной растительностью, а в верхних поясах Хамар-Дабана на склонах горы Сохор (2316.7 м над ур. моря), гора Осиновка (1935 м над ур. моря), представлен тундры, однако, наибольшие площади заняты в заповеднике лесами, в том числе пихтовыми лесами с участием в покрове реликтового комплекса, а также тополевики с вальдштейнией и другие. На территории заповедника многочисленны ручьи и реки, есть водопады, каменистые россыпи и осыпи, скальные выходы и другие местообитания, благоприятные для произрастания печеночников. Второй фактор, но не менее важный – история формирования флоры в составе которой, благодаря природным и историческим факторам сохранились реликты предшествующих флор. В частности, на территории заповедника находятся два из четырех основных плейстоценовых микрорефугиумов, выделяемых В.В. Чепинога с соавт. (2017).

Основу флоры печеночников заповедника, как и всех горных голарктических флор этой группы растений, составляют широко распространенные бореальные, бореально-монтанные, арктобореомонтанные, монтанные и арктомонтанные виды с циркумполярным или почти циркумполярным распространением. Наряду с ними во флоре заповедника представлены как арктические циркумполярные виды (*Lophoziaopsis pellucida*, *L. polaris*, *Scapania brevicaulis*), так и неморальные (*Syzygiella autumnalis* (DC.) K.Feldberg, Váňa, Hentschel & Heinrichs.) и аридные (*Clevea nana* (Shimizu & S.Hatt.) Borovich. & Bakalin, *Mannia fragrans* (Balb.) Frye & L.Clark, *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi, *Targionia hypophylla* L.) печеночники.

Специфика флоры печеночников заповедника заключается, прежде всего, в относительно большой доле во флоре печеночников заповедника азиатских и азиатско-американских видов. Азиатские печеночники представлены в заповеднике как видами преимущественно тропических и южно-полушарных родов: *Bazzania* (*B. manczurica* Bakalin и *B. parabidentula*), *Frullania* (*F. kopenhagenii*), *Porella* (*P. gracillima* Mitt.), *Cololejeunea* (*C. subkodamae* Mizut.), *Plagiochasma* (*P. japonicum* (Steph.) C.Massal.), так и видами широко распространенных на севере голарктики родов *Lophozia*, *Scapania*, *Cephaloziella* и др. Из трех известных в России видов с преимущественно сибирским ареалом, два (*Scapania sphaerifera* H.Buch & Tuom. и *Lophozia lantratoviae* Bakalin) нередки в заповеднике. Несколько недавно описанных из Сибири и Дальнего Востока печеночников выявлены в заповеднике. Помимо упомянутых ранее двух видов *Bazzania* (*B. manczurica* и *B. parabidentula*), описанных В.А. Бакалиным (Bakalin, 2016), это *Cephaloziella konstantinovae* Mamontov & Vilnet. В заповеднике найдена и *Plectocolea ovalifolia* (Amakawa) Bakalin & Vilnet – преимущественно восточно-азиатский вид, известный в России в основном с Дальнего Востока (Bakalin, 2014). Группа азиатских видов включает также более широко распространенные в Сибири, на Дальнем Востоке России и в Японии виды, например, *Solenostoma pseudopyriflorum* Bakalin & Vilnet, *Porella gracillima* Mitt. и др.

В заповеднике представлены и несколько видов с преимущественно амфипацифическим бореально монтанным ареалом, например, *Solenostoma obscurum* (A.Evans) R.M.Schust., *Fuscocephaloziopsis pachycaulis* (R.M.Schust.) Váňa & L.Söderstr., которые, видимо, находятся в заповеднике на западной границе своего распространения. Из преимущественно американско-азиатских видов в заповеднике широко распространена *Calycularia laxa* Lindb. & Arnell, изредка встречается *Diplophyllum obtusatum* (R.M.Schust.) R.M.Schust.

Значительный интерес представляют редкие в мире виды с дизъюнктивными ареалами, найденные в заповеднике. Один из них – *Anastrepta orchadensis* (Hook.) Schiffn. – известен в России только из Байкальского заповедника. Именно в заповеднике впервые в России была найдена *Tetralophozia filiformis* (Steph.) Urmí – дизъюнктивный вид, обнаруженный позже в нескольких точках нахождения в Сибири и на Дальнем Востоке. Редкий в мире и исчезающий в Европе *Biantheridium undulifolium* (Nees) Konstant. & Vilnet выявлен в заповеднике в тундровом поясе на участках сфагновых болот на горе Осиновка и на склонах горы Сохор.

Широко представлен в заповеднике комплекс эпиксильных видов – спутников старовозрастных лесов. Наряду с распространенными видами гниющей древесины (*Crossocalyx*

hellerianus (Nees ex Lindenb.) Meyl., *Scapania apiculata* Spruce, *Tritomaria exsecta* (Schmidel) Schiffn. ex Loeske, *Tritomaria exsectiformis* (Breidl.) Schiffn. ex Loeske в заповеднике местами обилён дизъюнктивный, известный из немногих точек в мире эпиксильный вид *Odontoschisma jishibae* (Steph.) L.Söderstr. & Váňa. В нескольких местонахождениях выявлен сравнительно редкий вид темнохвойных лесов *Cephalozia macounii* (Austin) Austin.

Созологическая роль заповедника заключается, прежде всего, в высокой репрезентативности на его территории разнообразия печеночников Южной Сибири. По приблизительным подсчетам в настоящий момент в заповеднике представлены около 75 % видов флоры печеночников Южной Сибири и это притом, что, как указывалось ранее, флора заповедника выявлена далеко неполно. На территории заповедника найдены 5 видов (*Nardia breidleri* (Limpr.) Lindb., *Odontoschisma jishibae* (как *Iwatsukia jishibae* (Steph.) Kitagawa), *Plagiochasma japonicum*, *Protolophozia elongata* (Steph.) Schljakov, *Scapania sphaerifera* H.Buch & Tuom. из числа включенных в Красную книгу России (2008) и 14 видов, включенных в Красную книгу Бурятии (2013). Кроме упомянутых выше видов Красной книги России, входящих и в Красную книгу Бурятии, это *Anastrepta orcadensis*, *Calycularia laxa*, *Cephalozia macounii*, *Cololejeunea subkodamae*, *Gymnomitrium commutatum* (Limpr.) Schiffn., *Obtusifolium obtusum* (Lindb.) S.W.Arnell, *Plagiochasma japonicum*, *Riccia glauca* L., *Tetralophozia filiformis*. Один вид (*Biantheridium undulifolium* – включен в список редких и исчезающих печеночников мира.

Данные этикеток для всех изученных образцов внесены в информационную систему CRIS (Cryptogamic Russian Information System), находящуюся в открытом доступе по адресу: <http://kpabg.ru/h/>

Авторы признательны сотрудникам заповедника Г.П. Урбанавичюсу, И.Н. Урбанавичене и Н.С. Гамовой принимавшим непосредственное участие в организации и проведении экспедиций, а также дирекции заповедника, предоставившей возможность работы в заповеднике и обеспечившей лошаадьми и транспортом. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-29-02662.

Литература

- Bakalin V.A. The Revision of *Jungermannia* s. l. in the North Pacific: the Genera *Endogemma*, *Jungermannia* s. str., *Metasolenostoma*, *Plectocolea* and *Solenostoma* (Hepaticae) // Bot. Pac. 2014. Vol. 3. No. 2. P 55–128.
- Bakalin V.A. A revision of Lepidoziaceae (Hepaticae) in the Russian Far East I. *Bazzania* // Bot. Pac. 2016. Vol. 5 No. 1. P 33–52
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. 2008. С. 599–662.
- Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Улан-Удэ. 2013. С. 395–412.
- Чепинога В.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В. Выявление вероятных плейстоценовых микрорефугиумов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Сиб. экол. журн. 2017. № 1. С. 44–50.

CONTEMPORARY BRYOLOGICAL RESEARCH IN WYOMING, USA

Y. I. Kosovich-Anderson

University of Wyoming, Laramie, U.S.A., yelenaanderson@aol.com

Summary. For over 15 years of bryological research in Wyoming, U.S.A., the author has succeeded in building up a rich collection of mosses and liverworts, which contains over 23,500 voucher specimens. This herbarium is currently the largest collection of Wyoming bryophytes in existence, being a valuable resource documenting the state bryophyte flora for further taxonomic, ecological, and phytogeographical studies.

The state of Wyoming in the U.S.A., the world-renowned land of national parks and natural monuments, remains bryological “terra incognita” for many botanists. So far, bryophyte distribution and conservation status have not been published for either of the National Park Service or U.S. Forest Service units in the state. The recently published Flora of North America (2007, 2014) included only part of the available information on the moss flora of Wyoming.

For over 15 years, the author has been collecting mosses and liverworts in the Rocky Mountains and Great Plains regions of Wyoming. Much of the author's work was dedicated to developing a bryophyte inventory of nationally protected areas of the state: Shoshone, Medicine Bow, Bighorn, and Black Hills National Forests, and Devils Tower National Monument. As a result of collecting efforts, the scope of the author's herbarium has grown considerably for the past years. To date, this herbarium is the largest collection of Wyoming bryophytes in existence.

Bryological research has been started by the author in Wyoming in the early 2000s. Back then, the bryophyte flora had been poorly and unevenly documented. The portion of the state within Albany County has been more often visited by researchers and better collected due to its proximity to the University of Wyoming with its Rocky Mountain Herbarium. The first bryophyte collecting in the state was by Aven Nelson in the late 19th century, later expanded by C.L. Porter in the 1930s. Their collecting effort resulted in the first publications citing Wyoming bryophyte species. The history of early bryological research in Wyoming also includes the outstanding names of F.J. Hermann, T.C. Frye, L.N. Goodding, E. Lawton, and W.G. Solheim. During the 1980–1990s, bryology experts from the leading institutions of the eastern part of the United States were attracted to Wyoming (W.R. Buck, P.M. Eckel, N.G. Miller, W.D. Reese and others), however, their field research were very limited. By the beginning of the author's research, many sections of Wyoming remained totally unexplored bryologically, and the label information for many species was incomplete and sketchy (Kosovich-Anderson 2017).

The quick facts about the author's herbarium

The collection is statewide in scope, with additional representation of the bryophyte floras of other parts of the Southern and Central Rocky Mountains. The total number of voucher bryophyte specimens from Wyoming is over 23,500 (including roughly 2,500 specimens of liverworts) and about 30 000 fully processed duplicates. Each specimen label contains detailed GPS location data. The core of the herbarium is the material from the Rocky Mountain portion of Wyoming (foothills, montane, subalpine and alpine zones, with elevations ranging from 2000 to 3700 m + above s. l.): southeastern Wyoming (Pole, Laramie, and Sierra Madre Mts., and also Medicine Bow Mts., including the highest peaks of Snowy Range), west-central Wyoming (Wind River Range – beyond the Wind River Indian Reservation), and northern and north-western Wyoming (Beartooth and Bighorn Mts., Absaroka Range). The bryophyte flora of the High Plains (mainly from the east of the state) is less well represented. Collection to date spans 22 (of 23) counties of the state: Albany, Big Horn, Campbell, Carbon, Crook, and others. The herbarium is very diverse taxonomically. The most frequently collected families and genera are Amblystegiaceae, Brachytheciaceae, Bryaceae, Grimmiaceae, Hypnaceae, Leskeaceae, Mielichhoferiaceae, Mniaceae, Orthotrichaceae, Polytrichaceae, and Pottiaceae; *Grimmia* Hedwig, *Hygrohypnum* Lindberg, *Hypnum* Hedwig, *Orthotrichum* Hedwig, *Philonotis* Bridel, *Pohlia* Hedwig, *Ptychostomum* Hornschuch, *Schistidium* Bruch & Schimper and *Syntrichia* Bridel. A number of specimens were annotated by experts on taxonomic groups: liverworts, in particular families Lophoziaceae, Cephaloziaceae, Cephaloziellaceae, etc. (annot. V. Bakalin), mosses, namely the families Brachytheciaceae (annot. M. Ignatov), Bryaceae (annot. J. Spence), Mniaceae (annot. T. Koponen), Amblystegiaceae, Calliergonaceae (annot. L. Hedenäs & W.A. Weber), Dicranaceae (annot. J.-P. Frahm & R.R. Ireland), Pottiaceae (annot. M.T. Gallego, K. Kellman, W.A. Weber, P. Eckel & R. Zander), and the genera *Orthotrichum* (annot. D. Vitt), *Pohlia* (annot. J. Shaw), *Philonotis* (annot. B. Shaw & T. Koponen), and *Sphagnum* Linnaeus (annot. R. Andrus & J. Shaw). About 25 % of the herbarium material represent problematic and / or highly polymorphic taxa for additional microscopic and molecular investigations.

Up to the present, the author's herbarium investigation has documented no less than 30 moss species and 8 genera that are additions to Wyoming flora; one species is new to the North American continent, one variety is newly described (Flora ..., 2007, 2014). The first annotated checklists of the Medicine Bow National Forest, Shoshone National Forest, and Devils Tower National Monument have been completed to be published. The specimens from the author's herbarium are presently being included in a nationwide data base of the bryophytes of the major herbaria, and the online

database of the Rocky Mountain Herbarium (Kosovich-Anderson, 2014; RM Herbarium Specimen Database, 2017).

Location of the duplicate specimens: Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, U.S.A. (ASC); State University of New York, Binghamton, New York, U.S.A. (BING); University of Bonn, Bonn, Germany (BONN); California Academy of Sciences, San Francisco, California, U.S.A. (CAS); University of Colorado Museum, Boulder, Colorado, U.S.A. (COLO); Duke University, Durham, South Carolina, U.S.A. (DUKE); Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, U.S.A. (F); University of Helsinki, Helsinki, Finland (H); Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia (MHA); Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri, U.S.A. (MO); University of Montana, Missoula, Montana, U.S.A. (MONTU); Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Sweden (S); University of California, Berkeley, California, U.S.A. (UC); United States National Herbarium / Smithsonian Institution, Washington DC., U.S.A. (US); Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia (VBGI).

References

- Flora of North America. Bryophytes: Mosses. New York; Oxford. 2007. Vol. 27. Part 1. 713 p.
Flora of North America. Bryophytes: Mosses. New York; Oxford. 2014. Vol. 28. Part 1. 702 p.
Kosovich-Anderson, Y.I. Modern herbarium resource for bryological studies in Wyoming // The Jepson Globe. 2014. Vol. 24. No. 1. P. 9.
Kosovich-Anderson, Y.I. The conspectus of the bryophyte flora of Wyoming // A technical report for Wyoming Natural Diversity Database. Cheyenne. 2017. in progress.
RM Herbarium Specimen Database. 2017. [www.rmh.uwyo.edu/data/search.php].
-

ГОДИЧНЫЕ ПРИРОСТЫ БОКОПЛОДНЫХ МХОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. Костина, Н. С. Барабанищикова

Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия, mkostina@list.ru, baraba@list.ru

ANNUAL GROWTH OF PLEUROCARPOUS MOSSES IN MIXED FOREST FLOOR IN MOSCOW PROVINCE

M. V. Kostina & N. S. Barabanshikova

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

Summary. The growth of several pleurocarpous mosses has been studied in hemiboreal forest in Moscow Province in 2013–2016. The rather warm and wet 2016 summer was especially favorable and increments in this year were greater than in other years. However the microclimate differences were found affecting the growth more than overall climatic factors. The differences in moss growth by years are more sound in hemiboreal zone than those for the same moss species in forest-tundra and tundra environments.

Зона хвойно-широколиственных лесов является южной границей формирования мохового яруса в умеренной зоне. В образовании мохового яруса активное участие принимают бокоплодные мхи. Знание величин годовых приростов доминантных видов бокоплодных мхов лесной подстилки в этой зоне и сравнение их с приростами в таежной, лесотундровой и тундровой зонах позволит прояснить многие вопросы, связанные с биологическими возможностями этих видов по скорости освоения пространства и создания годичной продукции.

Нами ранее (Костина и др., 2016) представлены сведения о годовых приростах 7 видов бокоплодных мхов в 2013–2014 гг. Для получения более полного представления о ростовом потенциале мхов и о влиянии на этот процесс погодных и микроклиматических условий, необходимы многолетние наблюдения.

Цель настоящего исследования данной работы – подытожить данные о величинах годовых приростов моховых куртин тех же видов за 2015–2016 гг., – самые контрастные по погодным условиям за весь четырехлетний период наблюдений.

Исследования проводились в 2015–2016 гг. в мезофильно-разнотравно-черничном сосняке с елью на северо-востоке Московской области.

Объектами исследования служили несколько видов крупных мхов, а именно *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst., *R. subpinnatus* (Lindb.) T.J.Kop., *R. triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. и *Hylocomium splendens* (Hedw.) D.S.G. Наиболее массовыми в районе проведения исследования и образующими обширные покровы являются *Rhytidiadelphus subpinnatus* и *Pleurozium schreberi*, а редко встречающимися (несколько небольших микроценопопуляций) – *Ptilium crista-castrensis*, *Hylocomium splendens* и *Rhytidiadelphus triquetrus*.

У изученных нами видов границы между годовыми приростами не выражены. Поэтому для определения величин годовых приростов мы использовали метод перевязок (Корчагин, 1960), усовершенствованный М.В. Костиной с соавт. (2016). На расстоянии 2–3 мм от верхушки побега перевязывали пластиковыми ленточками, используемыми при оформлении букетов, предварительно расщепив эти ленточки на узкие полоски. Ленточки завязали в конце апреля, а показания снимали в начале октября.

Для сравнения влияния микроклиматических условий на рост побегов у одного и того же вида местообитания были выбраны таким образом, чтобы они по степени увлажнённости и освещению были максимально контрастными.

Ранее проведенные исследования (Костина и др., 2013, 2016) показали, что мхи, растут с конца мая и до третьей декады сентября, т.е. в основном увеличивают свои линейные размеры в течение лета.

Для выяснения влияния температурных и других климатических факторов на рост мхов мы воспользовались данными Гисметео (Gismeteo: <https://www.gismeteo.ru>) и сопоставили их с полученными данными о величинах годовых приростов (таб. 1).

Таблица 1. Сравнение погодных условий летних месяцев 2013–2016 гг. в Московской области

Показатель	Год			
	2013	2014	2015	2016
Средняя температура, °С	19.0	18.8	17.9	19.5
Осадки, мм	241	160	227	350

Результаты. Наиболее благоприятные условия для роста мхов сложились в теплом и влажном 2016 г. Наименьшие приросты мхи имела в холодном 2015 г. (таб. 2).

Величины годовых приростов в районе проведения исследования в большей степени определялись микроклиматическими условиями произрастания, чем погодными факторами. Однако если в 2013–2014 гг. средние значения у одного и того же вида одной и той же микроценопопуляции различались максимум на 19 %, то в 2015–2016 гг. – на 35 % (таб. 2).

Следует обратить внимание на то, что в 2016 г. все виды продемонстрировали максимальные значения годовых приростов. Особенно впечатляющие результаты в этом отношении показал *Rhytidiadelphus squarrosus*, некоторые побеги которого выросли на 145 мм.

В 2016 год у *Hylocomium splendens*, нарастающего симподиально, наблюдалось образование двух приростов, т. е. сформировалась система побегов, которая обычно образуется у этого вида за два вегетационных сезона. Длина первого прироста была от 52 до 70 мм (таб. 2), а длина второго – до 40 мм.

Сравнение величин годовых приростов *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens* с литературными данными (Гончарова, Беньков, 2005; Кнорее, Ваганов, 2005; Ermolaeva et al., 2013), показало, что они намного превышают длины годовых приростов в горной тундре и

в лесном поясе Хибин, в лесо-болотных комплексах Западной Сибири, в лесотундре, в северной и средней тайге бассейна р. Енисей.

По всей видимости, величины годовых приростов в более теплой зоне широколиственных лесов могли бы превышать значения в зоне хвойно-широколиственных лесов, но южная граница распространения рассмотренных нами видов мхов определяется не погодными условиями, а фитоценотическими, т. е. сменой эдификаторов – ели и сосны на широколиственные породы.

Таблица 2. Годичные приросты побегов у исследуемых видов мхов в 2015–2016 гг. (мм)

Вид	Место произрастания	2015 г.		2016 г.	
		Mean ± Std.Err	Min–Max	Mean ± Std.Err	Min–Max
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	В просвете между кронами елей	33.6 ± 2.5	29–37	48.6 ± 2.5	41–54
<i>R. triquetrus</i>	Под кроной ели	26.1 ± 1.96	23–30	35.3 ± 1.8	34–40
<i>R. squarrosus</i>	Под кроной черемухи в тени	55.1 ± 13.0	43–69	84.25 ± 1.3	78–105
<i>R. squarrosus</i>	На светлой сырой лужайке	76.6 ± 1.4	64–93	101.3 ± 1.6	89–145
<i>R. subpinnatus</i>	Под кроной ели о	34.0 ± 1.02	30–40	43.4 ± 1.02	46–58.2
<i>R. subpinnatus</i>	В просвете между кронами сосны	42.0 ± 2.6	37–59	68.1 ± 2.6	49–61.6
<i>R. subpinnatus</i>	В траве, в микропонижении	74.4 ± 2.6	65–83	99.0 ± 2.5	85–111
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	На влажной лужайке	39.1 ± 1.9	34–46	53.4 ± 1.2	47–72
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Под кроной молодой ели	31.8 ± 0.9	25–35	36.25 ± 1.0	33–40
<i>P. crista-castrensis</i>	В просвете между кронами сосны и ели	39.6 ± 1.3	32–50	48.46 ± 1.6	45–72
<i>Hylocomium splendens</i> (нарастание симподиальное)	В просвете между кронами	49.0 ± 2.1	45–58	58.0 ± 0.9	52–70
<i>H. splendens</i> (нарастание моноподиальное)	Там же	66.3 ± 2.8	49–75	81.6 ± 2.8	75–99
<i>Pleurozium schreberi</i>	На песчаном мезоповышении	15.8 ± 0.6	14–19	19.0 ± 0.6	16–21
<i>P. schreberi</i>	Под кроной сосны, в чернике	37.0 ± 0.9	30–45	47.0 ± 0.9	39–63

Литература

Гончарова И.А., Беньков А.В. Динамика приростов зеленых мхов в лесоболотных комплексах юга Западной Сибири // Лесоведение. 2005, № 1. С. 43–51.

Кнорре А.А. Вагинов Е.А. Особенности роста и годовая продукция *Hylocomium splendens* (Hylocomiaceae) в северных экосистемах // Раст. ресурсы. 2005. Вып. 4. С. 12–21.

Костина М.В., Сафронова Г.А., Барабанщикова Н.С. Влияние погодных и микроклиматических условий на величину годовых линейных приростов и строение побеговых комплексов некоторых бокоплодных мхов Московской области // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2016. Т. 121. Вып. 1. С. 53–64.

Ermolaeva O.V., Shmakova N.Yu., Lukyanova L.M. On the growth of *Polytrichum*, *Pleurozium* and *Hylocomium* in the forest belt of the Khibiny Mountains // Arctoa. 2013. Vol. 22. P. 7–14.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ «ЗООХЛОРЕЛЛЫ» – СИМБИОНТА БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК

Н. В. Кулакова

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, kulakova@lin.irk.ru

MOLECULAR IDENTIFICATION AND PHYLOGENY OF “ZOOCHLORELLA” SYMBIONT IN BAIKAL SPONGES

N. V. Kulakova

Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. Molecular-genetic identification and phylogenetic analysis of symbiotic algae were studied in Baikal endemic sponges inhabiting photic zone of lake. Two phylogenetic lineages of Trebouxiophyceae were identified in all studied sponges.

Проведена молекулярно-генетическая идентификация и филогенетический анализ симбиотической водоросли байкальских эндемичных губок, обитающих в фотической зоне озера. Во всех исследованных видах губок были идентифицированы две филогенетические линии, принадлежащие *Trebouxiophyceae*.

Таксономическая идентификация симбионта байкальских эндемичных губок *Lubomirskia baicalensis* (Pallas, 1771), так называемой «зоохлореллы», до настоящего времени является неточной. Установлено, что одноклеточные зеленые водоросли локализованы внутри клеток губки, где их количество достигает нескольких десятков на одну клетку. Некоторые виды губок эндемичного семейства *Lubomirskiidae*, обитающих в зоне фотосинтеза, содержат фотосимбионтов (Ефремова, 2001), при этом такой симбиоз может быть облигатным (*Lubomirskia baicalensis*) или факультативным (*L. abietina*, *Baikalospongia recta*, *Resenkovia sp.* и др.). Предполагается, что симбиотические взаимоотношения водоросли и губки являются взаимовыгодными, и продукты фотосинтеза водорослей используются для метаболизма губки-хозяина, которая, в свою очередь, обеспечивает защиту от внешних факторов и поставляет питательные вещества для симбионта.

Для определения таксономического положения «зоохлореллы» исследовали шесть видов губок *Lubomirskia baicalensis*, *L. abietina*, *L. incrustance*, *Baikalospongia bacillifera*, *B. intermedia* и *B. martinsoni*. Небольшой фрагмент губки (30–50 мг) гомогенизировали, отделяли от спикул и скелета с помощью центрифугирования (5 мин при 3000 rpm) и использовали для экстракции ДНК. Суммарную ДНК выделяли с помощью реагента TRIzol LS (Invitrogen, Ambion, USA). Амплификацию фрагмента гена *rbcL* проводили с использованием праймеров, описанных в работе Н. Elsaied & Т. Naganuma (2001). Полученные ПЦР фрагменты клонировали в вектор для ТА-клонирования (Евроген, Россия). Клоны со вставками секвенировали на приборе ABI Prism 3500xl для определения первичных нуклеотидных последовательностей. Поиск ближайших гомологов проводили путем сравнения с последовательностями из базы данных GenBank NCBI. Построение филогенетических деревьев проводили с помощью программ MEGA 6.0 и MrBayes v. 3.2.1.

В результате исследования установлено, что полученные последовательности относятся к семейству *Trebouxiophyceae* и роду *Choricystis* и представляют отдельную от *Chlorella* филогенетическую линию. Максимальное нуклеотидное сходство составило 96 % с последовательностями *Choricystis minor* и *C. parasitica*. В каждом из исследованных видов губок были обнаружены два генетических варианта *Choricystis*, образующие отдельные филогенетические клады. Незначительное количество в базе данных нуклеотидных последовательностей гена *rbcL* видов рода *Choricystis* не позволяет провести более детальный анализ байкальского фотосимбионта. Таким образом, два различных *Choricystis sp.* предположительно являются фотосимбионтами исследованных видов губок из родов *Lubomirskia* и *Baikalospongia*. Два варианта нуклеотидных последовательностей гена *rbcL* были обнаружены у всех исследованных видов губок. Вероятно, свободноживущий *Choricystis* способен адаптироваться к широкому спектру байкальских губок. Также можно предположить, что одновременное присутствие двух вариантов *Choricystis* способствует специфичной адаптации каждого к определенным условиям освещения.

Литература

- Elsaied H., Naganuma T. Phylogenetic Diversity of Ribulose-1,5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase Large-Subunit Genes from Deep-Sea Microorganisms // Appl. Environ. Microbiol. 2001. Vol. 67. No. 4. P. 1751–1765.
Ефремова С.М. Губки // Аннотированный список видов фауны озера Байкал и его водосборного бассейна: В 2 т. Новосибирск. 2001. Т. 1. Кн. 1. С. 179–192.
-

ВОДОРΟΣЛИ В ПОЧВАХ ОСТРОВА ОЛЬХОН (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е. Н. Максимова, О. Г. Лопатовская

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия, evgen_max@list.ru

ALGAE IN THE SOILS OF OLGHON ISLAND (IRKUTSK REGION)

E. N. Maksymova & O. G. Lopatovskaya

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Summary. In soils of the island of Olkhon in culture 40 species of algae from four division are revealed: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa and Chlorophyta. The division of Chlorophyta dominates. Questions of occurrence and distribution of algae are considered, the interrelation of a specific variety of algae with ecological characteristics of soils is traced.

Почвенные водоросли являются составной частью флоры и, так же как и высшие растения определяют разнообразие видовой структуры экосистемы в целом, что служит показателем ее устойчивости. Поэтому изучение видового разнообразия почвенных водорослей является немаловажным аспектом сохранения биоразнообразия таких уникальных природных территорий как о. Ольхон на оз. Байкал. Тем не менее, сведения об эдафотрофных водорослях острова и их экологии на сегодняшний день единичны (Лопатовская и др., 2016).

На видовое разнообразие почвенных водорослей влияют множества биогенных и абиогенных факторов среды. Распределение водорослей по почвенному профилю зависит от гранулометрического состава почв, водного режима, кислотности и др. Общеизвестно, что максимальное видовое разнообразие водорослей отмечается в поверхностных горизонтах почв, и наибольшего значения их продуктивность достигает на открытых пространствах или в пионерных растительных сообществах.

Отбор почвенных образцов был проведен в 2014 г., согласно общепринятым в почвоведении методам. Было заложено 14 почвенных разрезов в разных районах острова: мыс Хобой (разрезы 1–2), п. Узуры (разрезы 3–4), мыс Шибетский (разрезы 5–6), мыс Ташкай (разрезы 7–8), оз. Шара-Нур (трансект-катена, разрезы 9–14). Выращивание водорослей велось по стандартным методикам (Зенова, Штина, 1990; Кузяхметов, 2001).

В процессе альгологических исследований в почвах острова Ольхон выявлено 40 видов водорослей, относящихся к четырем отделам: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa, Chlorophyta. В виду существенных таксономических перестроек в группе отделов водоросли и недостаточности данных по альгофлоре почв острова, проведение таксономического анализа не представляется возможным. Наиболее полно изучены почвы трансект-катены, заложеной в районе соленого озера Шара-Нур, где обработано 20 почвенных образцов из пяти разрезов.

Анализ состава выявленной альгофлоры показал, что в почвах преобладает отдел Chlorophyta – 20 видов, второе по значимости место занимает отдел Cyanobacteria – 15 видов, на третьем и четвертом местах располагаются Euglenozoa – 3 вида и Bacillariophyta – 2 вида. Такое распределение видов по отделам свойственно лесным почвам, что, казалось бы, не типично для преобладающих на острове каштановых почв, однако это объясняется наиболее подробным изучением почв восточной части острова, как раз покрытой сосняками. Господствующий род во флоре выделить нельзя, так как большинство родов является одновидовыми, а роды *Nostoc*, *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Euglena* и *Tetracystis* представлены 3 видами. Нет ни одного вида, который был бы отмечен для всех точек сбора образцов. Это указывает на самобытность природных условий острова и разнородность почвенных параметров.

Соотношение отделов водорослей по числу видов в почвенных образцах представлено в таблице. Названия отделов приводятся, согласно системе, принятой крупнейшим мировым альгологическим сайтом AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2017).

Таблица Распределение видов водорослей по отделам в почвах разных образцов

Отдел	Количество видов				
	мыс Хобой	п. Узуры	мыс Шибетский	мыс Ташкай	оз. Шара-Нур
Cyanobacteria	–	3	1	1	13
Bacillariophyta	–	–	–	–	2
Euglenozoa	–	–	2	1	–
Chlorophyta	2	1	6	–	12
Всего видов	2	4	9	2	27

Отдел Cyanobacteria включает 13 видов прокариотических фотосинтезирующих организмов. Из них *Trichormus variabilis* (Kütz. ex Born. et Flah.) Kom. et Anagn. отмечен для пяти образцов, при этом в массе развивается в образце с щелочным pH = 9.9 и низким содержанием гумуса (6.18 %). *Nostoc paludosum* Kütz. ex Born. et Flah. f. *paludosum* встречается в трех образцах. Доминирование этих видов в щелочных почвах с одной стороны – типично для данной группы, с другой – указывает на антропогенную нарушенность почвенного покрова. Эти виды переживают неблагоприятные условия среды в виде спор, могут сохраняться длительное время в вегетативном состоянии, при условии хорошей водоудерживающей способности слизи (*N. paludosum*).

Виды, выявленные в почвах разрезов в п. Узуры, – это типичные ксерофиты, преобладающие в сухих почвах, они тяготеют к голым участкам минеральной почвы с низким содержанием гумуса и занимают пространства между растениями, это виды родов *Nostoc*, *Oscillatiri* и *Phormidium*.

Наибольшее число видов (27) обнаружено в трансект-катене оз. Шара-Нур, это подтверждает уникальность околородной экосистемы соленого озера, что требует тщательного отслеживания ее экологического состояния. Для данной территории отмечено 13 цианопрокариот, 12 зеленых водорослей и 2 диатомовых.

Наименьшее число видов 1–2 выявлено в пяти образцах. Для образцов с Шибетского мыса в поверхностных горизонтах в культуре в массе преобладают представители отдела Euglenozoa – *Euglena viridis* (Müll.) Ehr, *E. geniculata* Dujardin, это обусловлено отбором проб со дна пересохшего оз. Ханхой, где, вероятно, эти организмы были типичными представителями планктона.

Отделы Bacillariophyta, Chlorophyta и Euglenozoa представлены эукариотическими водорослями. Диатомовые водоросли часто встречаются в почвенных образцах, но их видовой состав обычно однообразен.

Диатомовые водоросли *Hantzschia amphyoaxis* (Ehr.) Grun. и *Cymbella* sp. отмечены в поверхностных горизонтах разрезов трансект-катены оз. Шара-Нур, заложенных в межгорном понижении со слабощелочным и щелочным значением pH. В образцах почв разрезов № 5, 7 и 9, отобранных со дна пересохших водоемов, отмечено от 2 до 4 видов. При этом 4 вида отмечено при pH = 8.6, по 2 вида – при более щелочных или кислых значениях.

Несмотря на то, что водоросли являются фотосинтезирующими организмами и максимальное их количество приурочено к поверхностным горизонтам (0–20 см) почв и ограничено глубиной проникновения света, есть виды на значительных глубинах. Максимальная глубина, на которой были отмечено наличие водорослей это 90–100 см, это *Trichormus rotundosporus* (Hollerbach) Komárek & Anagnostidis и *Schizothrix fragilis* Gomont. Вероятно, это связано с легким гранулометрическим составом почв (легкие суглинки), где на такой глубине водоросли часто переходят к гетеротрофному типу питания. При помещении в культуру и получения оптимальных условий для жизнедеятельности, водоросли могли бы иметь возможность развиваться в массе.

При анализе влияния кислотности на видовое разнообразие почвенных водорослей, показано, что наибольшее число видов выявлено при pH = 9.9, в образце, заложенном в межгорном понижении, на приозерной возвышенности с южной стороны оз. Шара-Нур. Доминантом альгоценоза в этих почвах является синезеленая водоросль *Trichormus variabilis*,

предпочитающая щелочные значения pH. Меньше всего видов выявлено при слабощелочных и щелочных значениях кислотности в образцах с мыса Хобой. Даже при кислой реакции среды pH = 6.2 обнаружено два вида – это зеленые водоросли *Mychonastes homoshaera* (Skuja) Kalina et Punč. и *Tetracystis* sp. В большинстве случаев, в почвах формируются олигодоминантные альгоценозы, а комплекс доминантных видов представлен преимущественно широко распространенными зелеными водорослями, например, *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Menegh и *Pseudodictyochloris dissecta* Vinatzer. На антропогенно нарушенных засоленных почвах, со щелочными значениями pH, вокруг оз. Шара-Нур в массе развиваются *Nostoc linckia* (Roth) Bornet ex Bornet et Flahault f. *linckia* и *Trichormus variabilis*.

Литература

- Зенова Г.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли: Учеб. пособие. М. 1990. 80 с.
Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е. Методы изучения почвенных водорослей: Учеб. пособие. Уфа. 2001. 60 с.
Лопатовская О.Г., Денисова Т.П., Максимова Е.Н., Хадеева Е.Р. К характеристике засоленных почв о. Ольхон, Предбайкалье // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [<http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=24472>].
Guiry M.D., Guiry G.M. 2017. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. [<http://www.algaebase.org>].

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ (РОССИЯ)

Т. И. Морозова,^{1,2} И. Н. Егорова²

- ¹ Иркутская межобластная ветеринарная лаборатория, Иркутск, Россия, ti.morozova@mail.ru
² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, egorova@sifibr.irk.ru

RECONNAISSANCE PHYTOPATHOLOGICAL SURVEY IN THE ALTAI REPUBLIC (RUSSIA)

T. I. Morozova^{1,2} & I. N. Egorova²

- ¹ Irkutsk Interregional Veterinary Laboratory, Irkutsk, Russia, ti.morozova@mail.ru
² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. We have conducted reconnaissance phytopathological survey in some district of the Altai Republic. Currently, 14 species of insects and 35 species of phytopathogenic fungi identified. It was registered mass reproduction of *Lymantria dispar asiatica* Vnukovskij in 2015–2016 years. In forests weakened by recreation increases the degree of damage of trees.

Проведены рекогносцировочные исследования криптогамных организмов (наземные водоросли, микромицеты, макромицеты) и насекомых-вредителей в нескольких районах Республики Алтай (Егорова, Морозова, 2016). Лесопатологическое обследование в Кош-Агачском, Улаганском, Шебалинском районах Республики выявило следующее. В Кош-Агачском районе в долинах рек Богуты, Джолийн, Юстыд зарегистрированы повреждения ивы насекомыми-вредителями. На стволах и ветвях обнаружены *Pontania capreae* L. – ивовый толстостенный пилильщик, *Pontania viminalis* L. – ивовый ягодный пилильщик, *Dasyneura inchtaltiana* Mik. – ивовая краевая галлица, *Phyllodescta vulgatinae* L. – обыкновенный ивовый листоед, *Chionopsis salicis* L. – ивовая щитовка, на ветвях также зарегистрирована *Parthenolicanium corni* Bouche – акациевая ложнощитовка. Из микромицетов – возбудителей болезней – на ветвях и стволах ив развивается цитоспороз – *Cytospora* sp., на листьях ивы – *Melampsora epitea* (Kunze et Schm.) Thuem. – ржавчина ивы, головня на осоке – *Anthracoidea* sp., на горце – *Ustilago* sp., *Melampsora* sp.

В долине р. Чуя, у моста через р. Куюктанар (правого притока р. Чуи; Чуйский тракт; Кош-Агачский р-он), обследован пойменный ельник. На ели выявлены насекомые-вредители: еловая ложнощитовка – *Phialocephala piceae* Schank, зеленый хермес – *Sacchiphantes viridis* Ratzeburg. Из микромицетов зарегистрированы шютте – *Lirula macrospora*

(R.Hartig), ржавчина поражает: хвою ели – *Chrysomyxa ledi* (Alb. et Schw.) d By., листья рододендрона – *Chrysomyxa rhododendri* (DC.) d By. и листья смородины – *Chrysomyxa ribicola* Ditz. (Морозова и др., 2011), а из макромицетов – окаймленный трутовик – *Fomitopsis pinicola* (Sw.) Karst. Здесь на акации обнаружена *Taphrina* sp. – ведьмина метла, найдена акациевая ложнощитовка – *P. corni* Bouche.

В окрестностях с. Чаган-Узун Кош-Агачского р-она, при обследовании прирусловых растительных ассоциаций на правом берегу р. Чуя, на тополе и осине отмечены: на ветвях и стволах *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr., *C. nivea* (Hoffm.) Sacc., чешуйчатка жирная *Pholiotia adiposa* (Batsch) P., на листьях мучнистая роса – *Phyllosticta populina* Sacc, *Uncinula adunca* (Fr.) Leveille и *Uncinula salicis* Winter f. *populorum* Rabh, ржавчина – *Melampsora larici-populina* Kleb., *Melampsora medusa* Thuem & Kumm. Кроме того, на тополе и осине обнаружены бактерии рода *Pseudomonas*, вызывающие смешанные (генерализованные) и гиперпластические заболевания. На листьях березы выявлен возбудитель ржавчины – *Melampsorium betulae* (Schm.) Arth., на ветвях – *Tubercularia vulgaris* Tode., *Nectria cinnabarina* Fr., *Trichaptum bifforme* (Fr.) Ryvar den – трихаптум двоякий. На иве найден макромицет – трутовик ложный – *Phellinus igniarius* (L.) Quél. На лиственнице (*Larix sibirica* L.) зарегистрированы единичные повреждения лиственничной почковой галицей – *Dasyneura laricis* F.Lw., на хвое лиственницы – хермес *Sacchiphantes viridis* Ratzeburg. Хвою и побеги текущего года иногда также поражает ржавчина – *Melampsorium betulinum* Kleb.; выявлено заболевание хвои, вызванное *Hartigiella laricis* Hart. – шютте; зарегистрирован и возбудитель усыхания хвои – *Hypodermella laricis* Tub. На ветвях лиственницы обнаружены представители рода *Lachnellula*: *L. laricis* (Cooke) Dharne., *L. willkommii* (Hartig) Dennis. Из макромицетов, вызывающих поражение ветвей и стволов лиственницы, отмечены *Phellinus pini* (Brot.) Pil. – сосновая губка, *Laetiporus sulphureus* (Fr.) Bond – серно-желтый трутовик, *Fomitopsis pinicola* (Sw.) Karst. – окаймленный трутовик, *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat. – трутовик Швейнитца, *Fomitopsis officinalis* (Fr.) Bond. et Sing. – лиственничная губка, *Trichaptum laricinum* (Karst.) Ryvar den – трихаптум лиственничный (Морозова, 2008).

В Улаганском районе, ключ Хара-Тыт (Чуйский тракт), отмечен березовый мешетчатый клещик – *Eriophyes rudis longisetosus* Nal – на листьях березы, на листьях черемухи – галловый черемуховый клещ – *Eriophyes padi* Nal. Ель повреждена еловой ложнощитовкой – *Phialocephala piceae*, зеленым хермесом – *Sacchiphantes viridis*. На стволе ели выявлен большой еловый лубоед – *Dendroctonus micans* Kug. На хвое отмечены микромицеты: шютте – *L. macrospora* (R. Hartig), ржавчина – *Chrysomyxa rhododendri*, *Chrysomyxa ledi*. Также поражены ржавчиной листья смородины – *Cronartium ribicola*.

В Шебалинском районе в окрестностях лесхоза Шебалино (Чуйский тракт) выявлены следующие виды фитопатогенных грибов на кедре (*Pinus sibirica* De Tour): *Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hiltzer (Васильева, Морозова, 2004) – поражает хвою усыхающих деревьев и ветвей, *Herpotrichia jniperi* (Duby) Petz. – возбудитель бурого шютте, поражает хвою и ветви, вызывает гибель семян и подроста кедр, *Chrysomyxa ribicola* – возбудитель смоляного рака, пузырчатой ржавчины, *Fomitopsis pinicola* – окаймленный трутовик, развивается на валеже и сухостое стволов, *F. rosea* (Fr.) Karst. – розовый трутовик на валеже стволов (Морозова, 2008).

В 2015–2016 гг. наблюдали массовое размножение азиатского подвида непарного шелкопряда – *Lymantria dispar asiatica* Vnukovskij.

Всего в результате предварительных исследований на территории отмечены 14 видов насекомых и 35 видов фитопатогенных грибов. Установлено, что в лесах, ослабленных рекреационной нагрузкой степень поражения древостоев увеличивается. На основе выполненных работ можно наметить ряд актуальных фитопатологических задач, стоящих перед природным парком (Морозова, 2011). В первую очередь необходимо выяснить обстановку в местах массового отдыха, многие виды паразитических грибов повышают свою численность в районах с повышенной рекреационной нагрузкой. Полное представление о санитарном со-

стоянии лесов можно получить лишь при детальном специальных обследованиях. Необходимо организация мониторинга численности насекомых и фитопатогенных грибов на постоянных маршрутных ходах и модельных площадках.

Выражаем благодарность сотрудникам Сайлюгемского заповедника за оказание помощи в проведении обследований.

Литература

- Васильева Л.Н., Морозова Т.И. Сумчатые грибы Сибири. II. Виды рода *Lophodermium* на *Pinus* ssp. // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. Вып. 5. С. 42–47.
- Егорова И.Н., Морозова Т.И. Центральноеазиатские популяции морфовида *Nostoc commune* // Цианопрокариоты (цианобактерии): систематика, экология, распространение: Междунар. науч. шк.-конф.: Тез. докладов. Апатиты. 2016. С. 66–67.
- Морозова Т.И. Микромитеты кедров сибирского *Pinus sibirica* De Tourg. в Байкальской Сибири // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Матер. междунар. конф. Петрозаводск; СПб. 2008. С. 134–135.
- Морозова Т.И. Микромитеты лиственницы сибирской *Larix sibirica* L. в Байкальской Сибири // Экосистемы Центральной Азии: исследования, проблемы охраны и природопользования: Матер. IX Убсу-Нурского междунар. симпозиума. Кызыл. 2008. С. 302–304.
- Морозова Т.И., Müller M., Korhonen K. Повреждение ели сибирской *Picea obovata* Ledeb. грибными болезнями в Байкальской Сибири // Каразинские естественнонаучные студии: Матер. междунар. науч. конф. Харьков. 2011. С. 62–64.
- Морозова Т.И. Грибные болезни хвойных пород в Тункинском национальном парке // Тункинскому национальному парку – 20 лет: природоохранная деятельность в современном обществе: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Иркутск. 2011. С. 95–98.

ЭКОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАММА *Chloromonas reticulata* (Goroschankin) Gobi ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РОЗОВОГО «ЦВЕТЕНИЯ» СНЕГА НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ

И. В. Новаковская,¹ Е. Н. Патова,¹ О. Н. Болдина²

¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, novakovskaya@ib.komisc.ru

² Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

ECOLOGICAL, MORPHOLOGICAL AND GENETIC CHARACTERISTICS OF STRAIN *Chloromonas reticulata* (Goroschankin) Gobi WHICH CAUSES PINK BLOOMING OF THE SNOW IN THE SUBPOLAR URALS

I. V. Novakovskaya,¹ E. N. Patova¹ & O. N. Boldina²

¹ Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia

² V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Summary. In this research, we studied the red blooming of snow in the Subpolar Urals. The density of algal cells in samples reached up to 0.33×10^4 cells per ml^{-1} . Based on analysis of 18S rDNA and ITS1-5.8S-ITS2 sequences, morphological and ultra-structural characteristics, the studied biflagellate strain has been placed to *Chloromonas* clade, to *Reticulata* group with high bootstrap support. In the article the main characteristics of the strain are shown. The cell sizes were between (5)10–18(24) μm in width and (9) 13–21 (24) 5.27–24.77 μm in length. The strain is stored in a live collection of algae in Institute of Biology Komi Scientific Center (SYKOA Ch-054-11, Global Catalogue of Microorganisms GCM-1125).

Снежные водоросли – холодолюбивые фотосинтезирующие организмы, обычно распространенные высоко в горах и в холодных регионах. Среди криофильных водорослей преобладают представители из отделов Cyanoprokaryota, Bacillariophyta и Chlorophyta. Благодаря повышенному содержанию отдельных пигментов они могут окрашивать снег в различные оттенки (Kaweska, 1986; Hoffmann, 1989; Ling, 2001; Komárek, Nedbalová, 2007; Muramoto et al., 2010). Наиболее часто встречается красное и розовое цветение снега и льда, вызываемое

видами из рода *Chloromonas*, *Chlamydomonas* и *Gloeocapsa*. Такое цветение отмечается и в Уральской горной стране, но до настоящего времени сведения о видовом разнообразии водорослей, вызывающих это явление на данной территории отсутствовали. Цель работы – изучить морфологические и молекулярно-генетические особенности штамма *Chloromonas reticulata*, выделенного из розового снега на Приполярном Урале (европейская Россия).

Розовое цветение снега было отмечено в июле 2010 г. на территории Приполярного Урала на снежнике (65°13'49.5" с. ш., 60°13'19.4" в. д.) северо-восточный склон, гольцовый пояс, высота 1047 м над ур. моря. Пробы снега отбирали на глубину до 10 см в стерильные пластиковые пробирки. Определение вида проводили прямым микроскопированием собранного снега и культуральным методом с последующим выделением монокультуры. Выращивание проводили на жидкой и агаризованной среде 3N-BBM при освещении ФАР 40 мкмоль м-2с-1, период свет/темнота – 12/12 часов, температура 25 °С. Исследование проводили на микроскопе Nikon Eclipse 80i. Наблюдения за изменением морфологических параметров штамма исследовали в течение двух месяцев, с проведением измерения длины и ширины клеток (не менее 100 клеток) еженедельно. Для идентификации видов использовали определители (Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Ettl, Gärtner, 2014). Количественный учет водорослей выполнен в лабораторных условиях с использованием камеры Горяева. Для изучения тонкой структуры клеток использовали стандартные методики выращивания, фиксации и изучения клеточных компонентов в световом и электронном микроскопах (Болдина, 1996). Молекулярно-генетический анализ был выполнен на базе ЦКП «Молекулярная биология» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. ДНК водорослей была выделена с помощью набора «FastDNASpinKit» (QBioGene, Canada) согласно инструкциям производителя. Для амплификации фрагмента последовательности гена 18S использовали две пары праймеров: 18sFseq (tcgtagttggatttcgggtgggtt) и 18sRseq (taccggaatcaacctgacaagga), 18sL_GA2 (gtcagagtgaaattcttgattta) и 18sR_GA2 (agggcagggacgtaatacaacg). Для амплификации фрагмента ITS1-5.8S-ITS2 использовали праймеры ITS5 5'-ggaagtaaaagtctgaacaagg-3' и ITS-4 5'-tcctccgcttattgatatgc-3' (White et al., 1990). Амплификацию проводили в термоциклере Swift MiniPro («ESCO», Сингапур) по следующей схеме: предварительная денатурация – 5 мин при 95 °С; 35 циклов: денатурация – 30 с при 94 °С, отжиг – 30 с при 57 °С (18S) и 58 °С (ITS1-5.8S-ITS2), элонгация – 40 с при 72 °С; и финальная элонгация – 2 мин при 72 °С. Секвенирование проводилось с использованием набора реагентов ABI Prism BigDye Terminator v. 1.1 на приборе ABI PRISM 310 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, США).

Клетки водоросли в природных популяциях имели округлую или овальную форму диаметром до 26 мкм, окрашены в ярко красный цвет, неподвижны. Концентрация клеток в пробах розового снега составила $0.15\text{--}0.33 \times 10^2\text{--}10^4$ клеток на мл⁻¹ талой воды, что близко к полученным ранее литературным данным $2.2 \times 10^2\text{--}10^6$ клеток на мл⁻¹ (Takeuchi et al., 2006; Komárek, Nedbalová, 2007). По результатам световой и трансмиссионной электронной микроскопии, штамм был идентифицирован как *Chloromonas reticulata* (Goroschankin) Gobi (синонимы: *Chloromonas clathrata* Pascher; *Chloromonas palmelloides* Broady). Штамм содержится в коллекции живых культур водорослей Института биологии (ИБ) Коми НЦ УрО РАН (Global Catalogue of Microorganisms GCM-1125) под номером SYKOA Ch-054-11 (<http://ib.komisc.ru/sykoa/collection/225/>). В культуральных условиях вегетативные клетки одиночные, двухжгутиковые, эллипсоидной или яйцевидной формы, 11–20 мкм в длину и ширину 5–15 мкм, с возрастом клетки округляются до 25 мкм в диаметре. Молодые клетки имеют слегка дорсовентральное строение. Клетки содержат одно ядро, выпуклый носик со жгутиками, чашевидный хлоропласт с перфорациями и вырезками на поверхности, без пиреноида. Ядро расположено в середине протопласта. Жгутики примерно такой же длины, как клетки. Подвижная стадия наблюдалась непродолжительное время. Две сократительные вакуоли расположены у основания жгутиков. Стилга палочковидная, расположенная в передней 1/2–1/3 части клетки. У округлившись клеток наблюдается утолщение клеточной оболочки до 1–2 мкм. Бесполое размножение происходит за счет формирования преимущест-

венно 4 или 8, реже 2, а также в старых культурах 16 двухжгутиковых зооспор в родительской клеточной стенке. Размножение происходит делением в продольном направлении с поворотом протопласта. Спорангии размером от 25 до 45 мкм, в культурах более одного года до 55 мкм. Старая культура остается зеленого цвета. Исследуемый штамм имеет незначительные морфологические отличия от описанных в определителях признаков (Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Matsuzaki et al., 2012; Ettl, Gärtner, 2014), заключающиеся в большем варьировании числа зооспор в зооспорангии, отсутствии ослизнения оболочки, и меньшей длины жгутиков (Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Болдина, 1998; Matsuzaki et al., 2012; Ettl, Gärtner, 2014).

Ультраструктура исследованного штамма идентична таковой у описанного ранее штамма *Chloromonas reticulata* SAG 29.83 (Болдина, 1998; Matsuzaki et al., 2012). Незначительные отклонения, выявленные в толщине внутреннего слоя в области папиллы (1.5 мкм и 0.8 мкм соответственно), связаны с изменениями внутриклеточного давления и эффектом плазмолиза.

Сравнительный анализ маркерных последовательностей ДНК показал принадлежность изолята к Reticulata group клады Chloromonadina, которая включает холодолюбивые виды этого рода. По фрагменту 18SpДНК наблюдается максимальное сходство исследованного штамма с аутентичным штаммом *Chloromonas palmelloides* Broady SAG 32.86. При анализе последовательностей фрагмента ITS1-5.8S-ITS2-26S также отдельно обособилась клада со штаммом из рода *Chloromonas*. ITS-анализ подтвердил видовую принадлежность исследованного штамма к *Chloromonas reticulata* с высокой статистической поддержкой.

Как показали морфологические, ультраструктурные и молекулярно-генетические исследования розовое цветение снега на Приполярном Урале было вызвано *Chloromonas reticulata*. Вид относится к числу пластичных организмов и имеет широкий ареал распространения от загрязненных водоемов до ледников Антарктики (Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Ettl, Gärtner, 2014). С учетом полученных нами результатов мы можем предположить, что морфологические характеристики данного вида имеют некоторые отличия на широтном градиенте и определяются экологическими условиями местообитания.

Исследования выполнены в рамках бюджетных тем № АААА-А16-116021010241-9 и № 0120125605, а также при частичной финансовой поддержке гранта УрО РАН № 15-15-4-36.

Литература

- Болдина О.Н. Основные типы ультраструктурной организации пиреноидов у *Chlamydomonas* (Chlorophyta, Chlamydomonadales) // Бот. журн. 1996. Т. 81. № 12. С. 49–58.
- Болдина О.Н. Об ультраструктуре одноклеточной зеленой водоросли рода *Chloromonas* (Chlamydomonadaceae, Chlorophyta) // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 4. С. 61–65.
- Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкорбатов Л.А. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.; Л. 1959. Вып. 8. 230 с.
- Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen 2. // Auflage. 2014. P. 773.
- Hoffmann L. Algae of terrestrial habitats // Bot. Rev. 1989. Vol. 55. No. 2. P. 77–105.
- Kawecka B. Ecology of snow algae // Pol. Polar res. 1986. Vol. 7. No.4. P. 407–415.
- Komárek J., Nedbalová L. Green cryosestic algae // Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments. 2007. P. 321–342.
- Ling H.U. Snow algae of the windmill Islands, continental Antarctica: *Desmotetra aureospora*, sp. nov. and *D. antarctica*, comb. nov. (CHLOROPHYTA) // J. Phycol. 2001. No 37. P. 160–174.
- Matsuzaki R., Hara Y., Nozaki H. A taxonomic revision of *Chloromonas reticulata* (Volvocales, Chlorophyceae), the type species of the genus *Chloromonas*, based on multigene phylogeny and comparative light and electron microscopy // Phycologia. 2012. Vol. 51 (1). P. 74–85.
- Muramoto K., Nakada T., Shitara T., Hara Y., Nozaki H. Re-examination of the snow algal species *Chloromonas miwae* (Fukushima) Muramoto et al., comb. nov. (Volvocales, Chlorophyceae) from Japan, based on molecular phylogeny and cultured material // Eur. J. Phycol. 2010. No. 45 (1). P. 27–37.
- Takeuchi N., Uetake J., Fujita K., Aizen V.B., Nikitin S.D. A snow algal community on Akkem glacier in the Russian Altai mountains // Annals of Glaciology. 2006. Vol. 43. P. 378–384.

ПОДВЕРЖЕННОСТЬ СЕМЕЙСТВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОРАЖЕНИЮ ГРИБАМИ ИЗ РОДА *Septoria* В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ

Л. Л. Осипян, Е. Ю. Согоян

Ереванский государственный университет, Ереван, Армения, yevasoghoyan@ysu.am

THE SUSCEPTIBILITY OF ANGIOSPERMS TO FUNGAL INFESTATION BY THE *Septoria* GENUS IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

L. L. Osipyanyan & Ye. Yu. Soghoyan

Yerevan State University, Yerevan, Armenia

Summary. In the Republic of Armenia, 198 fungal species have been discovered of the parasitic genus *Septoria* affecting 174 genera of host plants from 61 families of angiosperms. The families that suffer heavily from these infestations include the Asteraceae – 25 genera, Poaceae – 15, Fabaceae – 13, Apiaceae – 13, Lamiaceae – 11, Rosaceae – 9 and Brassicaceae – 5.

Грибы рода *Septoria* являются одними из самых распространенных среди фитопаразитных микромицетов. От вызываемого ими заболевания септориоза – пятнистости листьев, страдают как культурные, так и дикорастущие растения. Вред от септориоза проявляется в образовании пятен с отмиранием ткани листьев, что неизбежно приводит к сокращению ассимиляционной поверхности. При сильном поражении листья преждевременно опадают. Между растением-хозяином и возбудителем септориоза складываются отрицательные консортивные связи, от которых растения истощаются и ослабевают. Род *Septoria* в анаморфной (бесполой) стадии развивает плодовые тела с пикноспорами и их относят к пикнидиальным грибам. Часть из них в конце вегетации развивает телеоморфную (половую) стадию путем образования плодовых тел с сумками и сумкоспорами. В этом случае их относят к сумчатым грибам.

В число поражаемых растений входит значительное количество семейств покрытосеменных растений. В литературе отмечено единичное нахождение видов *Septoria* на грибах (гиперпаразиты), водорослях и папоротниках (Тетеревникова-Бабаян, 1987). В Армении эти виды не обнаружены.

Обычно один вид *Septoria* бывает приурочен к определенному роду, реже к 2–3 и более родам одного семейства растений. Реже встречаются также виды *Septoria*, которые обнаружены только на одном виде растения-хозяина. Сроки появления пятнистости находятся в прямой зависимости от биологии развития растения-хозяина. Так, зрелые пикниды на ранне-весенних луковичных появляются в середине весны – в апреле, тогда как у сложноцветных – лишь в середине июля (Симомян, 1981).

Анализ распространения в Республике Армения видов *Septoria* на жизненных формах инфицированных растений показал заметное преобладание травянистых форм. Это обусловлено тем, что Армения горная страна с преобладанием степной, дикорастущей и посевной луговой растительности (Осипян, 2017). Среди древесных форм преобладают лесообразующие и декоративно-парковые виды растений. Кустарниковые формы представлены в основном декоративными и плодово-ягодными видами (Осипян, Согоян, 2012).

Виды *Septoria* нами зарегистрированы на представителях 61 семейства растений. К числу сильно поражаемых септориозом семейств растений относятся Asteraceae – 25 родов растений, Poaceae – 15, Fabaceae – 13, Apiaceae – 13, Lamiaceae – 11, Rosaceae – 9, Brassicaceae – 5. Именно эти семейства самые большие во флоре Армении (Fifth National Report..., 2014). У остальных 54 семейств развитие септориоза отмечается в основном на представителях одного, реже – 2–4 родов. Всего виды *Septoria* выявлены на 174 родах покрытосеменных.

В Республике Армения выявлено 198 видов *Septoria*, где наибольшее число видов грибов обнаружено на семействах Asteraceae – 29 видов (14.6 % общего числа видов *Septoria*), Poaceae – 21 (10.6 %), Apiaceae – 15 (7.6 %), Fabaceae – 14 (7 %), Lamiaceae – 13 (6.6 %) и Ro-

saceae – 11 (5.5 %). На представителях остальных семейств встречаются всего 1–4 видов грибов рода *Septoria* (рис.).

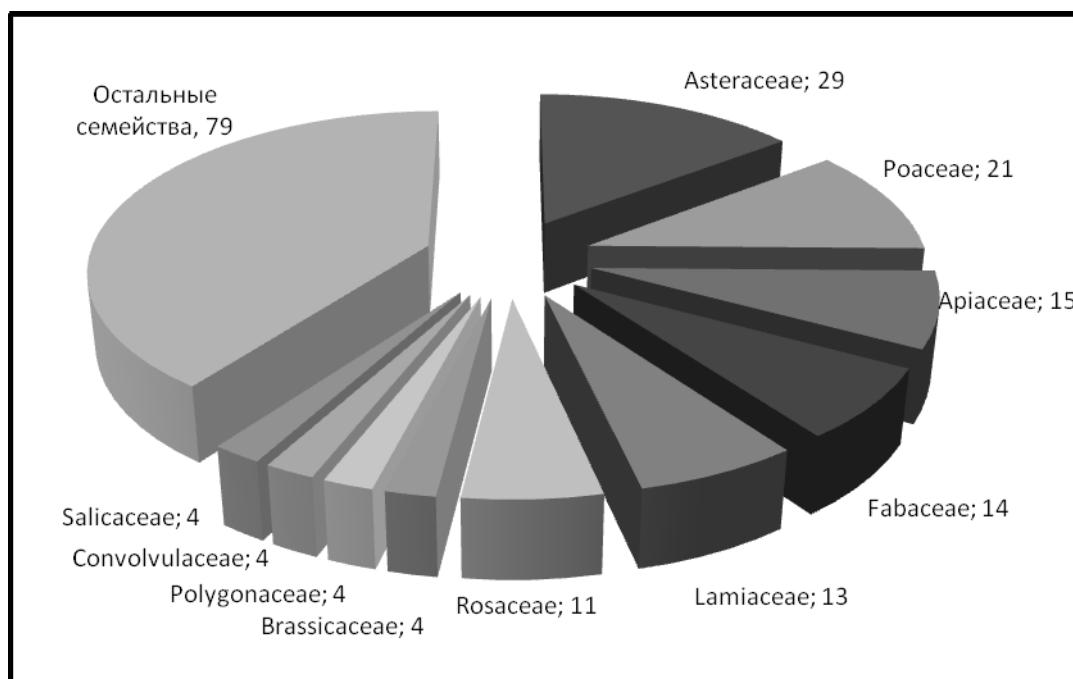


Рис. Спектор семейств растений-хозяев и количество паразитирующих на них видов грибов рода *Septoria* в Республике Армения.

Особенно сильный вред наносит повсеместно распространенный вид *Septoria piricola* Desm., поражающий все культурные и дикорастущие груши, *S. populi* Desm., развивающийся на тополе в насаждениях. Сильнейшее постоянное поражение испытывают также такие представители семейства Apiaceae, как петрушка (возбудитель *S. petroselini* Desm.), сельдерей (возбудитель *S. apiicola* Speg.).

Литература

- Осипян Л.Л. Род *Septoria* Sacc. во флористическом районе бассейна озера Севан // Современная микология в России. Том 6.: Матер. 4-го Съезда микологов России. М. 2017. С. 232–235.
- Осипян Л.Л., Согоян Е.Ю. Ассоциированность видов *Septoria* с лесной растительностью в Республике Армения // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. VIII междунар. конф. Ульяновск. 2012. С. 73–77.
- Симонян С.А. Микофлора ботанических садов и дендропарков Армянской ССР. Ереван. 1981. 232 с.
- Тетеревникова-Бабаян Д.Н. Грибы рода *Septoria* в СССР. Ереван. 1987. 478 с.
- Fifth National Report of the Republic of Armenia to the Convention on Biological Diversity. Yerevan. 2014. 106 p.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ПО ЭКОЛОГИИ ВИДОВ МХОВ

О. Ю. Писаренко

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия, o_pisarenko@mail.ru

VISUALIZATION OF DATA ON MOSS SPECIES ECOLOGY

O. Yu. Pisarenko

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Summary. Bryophyte relive were made within geobotanical relive outlines. The massive was collected in South-East of West Siberia. It is accepted that species composition of plant community reflects the mean conditions of the habitat. Rungs moisture and richness-salinity were calculated for each geobotanical relive based on L.G. Ramensky approaches. The rung of geobotanical relive is considered to be generalized characteristic of the habitat conditions for moss species in the outline. The evaluations were made by IBIS. The results are illustrated by ordination scheme of some model species.

Географическое распространение видов определяется совокупным влиянием исторических и экологических факторов. Участие этих факторов сложно разграничить, особенно для организмов, обладающих обширными ареалами и приуроченных к микроместообитаниям – для мохообразных. Одним из способов выявить и формализовать черты экологии видов является экологическая ординация с последующим графическим отображением результатов.

Массив бриологических данных, сопряженных с полными геоботаническими описаниями (ГО) собран в Салаиро-Кузнецком регионе и на прилегающих равнинах Западной (Писаренко, 2017). Привязка бриологических материалов к геоботаническим позволила провести непрямую экологическую ординацию видов мхов: принят постулат, что флористический состав сообщества отражает среднемного-летние экологические показатели местообитания (Королюк, 2007); растительные сообщества рассматриваются в качестве среды обитания для мохообразных; ординация 218 видов мхов, отмеченных в контурах ГО, проведена через ординацию самих ГО. Для каждого описания посредством информационной системы IBIS (Зверев, 2007) рассчитаны статусы увлажнения и богатства-засоленности в баллах экологических шкал растений, разработанных для Сибири (Цаценкин и др., 1974; Королюк, 2006) на основе подходов Л.Г. Раменского (1956). Экологические статусы ГО рассматриваются как обобщенные характеристики экологических условий для видов мхов в соответствующих контурах. Параллельно проведена типификация выполненных ГО. Материал хранится под оболочкой IBIS (Зверев, 2007); для перечисленных характеристик созданы и заполнены отдельные поля. Структурированные таким образом данные позволяют графически отобразить особенности распространения и экологии видов; проследить изменение обилия вида в зависимости от типа местообитания и изменение типов местообитаний видов в различных частях ареалов, изменение микроместообитаний видов при изменении мезоусловий, определить фитоценологические оптимумы видов.

В качестве примера приведены результаты ординации местообитаний пяти видов контрастной экологии (рис. 1: 1 – *Pterygoneurum subsessile* (Brid.) Jur., 2 – *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch., 3 – *Climacium dendroides* (Hedw.) F.Weber & D.Mohr, 4 – *Mnium spinosum* (Voit) Schwaegr., 5 – *Meesia triquetra* (Jolycl.) Angstr.).

Среди рассматриваемых видов *Pterygoneurum subsessile* связан с наиболее сухими и богатыми местообитаниями (солонцеватые степи); *Meesia triquetra* – с самыми сырыми и бедными (осоково-гипновые топи); *Mnium spinosum* тяготеет к умеренно влажным и трофным местообитаниям (горнотаежные пихтовые леса); *Climacium dendroides* находит себе место в широком диапазоне условий увлажнения и трофности в различных типах болотных и лесных сообществ. Для *Abietinella abietina* фитоиндикационные статусы представлены двумяостоящими группами, соответствующими двум типам местообитаний вида на изученной территории: петрофитные степи и высокогорные тундры. *A. abietina* осваивает участки с того и другого комплекса условий; но в относительно сухих, теплых и богатых местообитаниях в петрофитных степях бывает содоминантом напочвенного покрова, в сырых, холодных, бедных условиях горных тундр встречается в малом обилии на наиболее дренированных участках, приподнятых над общей поверхностью.

Другие возможности отчасти были проиллюстрированы ранее. Так, было показано, что для *Neckera pennata* Hedw. в Западной Сибири фитоценологическим оптимумом являются южнотаежные леса (Писаренко, 2010); и южнее и севернее вид встречается реже и приурочен к сырým лесам в поймах и долинах рек. Для пары видов со сходными ареалами – *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. or *R. subpinnatus* (Lindb.) T.J.Kop. – была показана разница распространения и ценологической приуроченности в Западной Сибири, при обсчетах отображающаяся в разнице экологических амплитуд (Pisarenko, 2010).

Смена видами типов местообитаний в разных биоклиматических зонах была показана на примере обычных лесных видов *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. и *Rhytidiadelphus triquetrus* (Писаренко, Зверев, 2013). В Западной Сибири все четыре вида обычны в напочвенном покрове

в зональных сообществах средней тайги и в северной половине южной тайги. Южнее их встречаемость и обилие в зональных лесах резко падают. В азональных сообществах – сограх, островных рямах, в сосновых борах – ценотические позиции могут сохраняться вплоть до лесостепной зоны; но в плакорных сообществах (в подтаежных травяных осиновых и березовых лесах) эти виды, сохраняя относительно высокую встречаемость, резко сокращают обилие и перемещаются из напочвенного покрова на валеж и основания деревьев (Писаренко, Зверев, 2013).

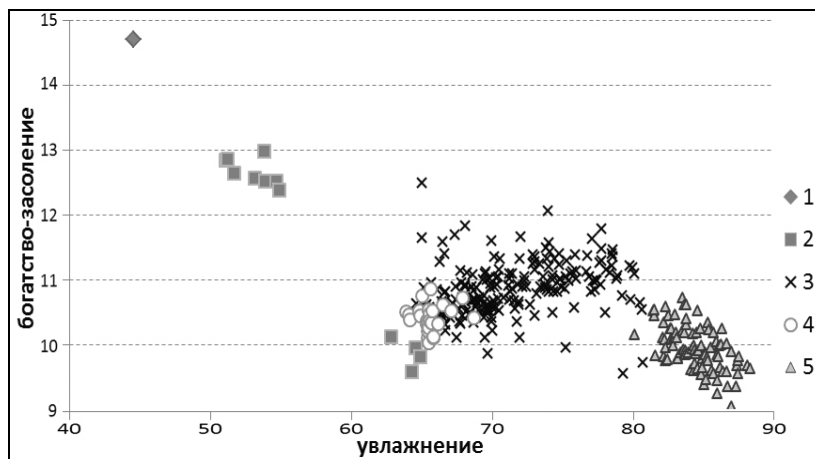


Рис. 1. Распределение фитоиндикационных статусов местообитаний 5-и видов мхов в осях факторов увлажнения и богатства-засоления по шкалам Л.Г. Раменского (1956).

Более детально для *Pleurozium schreberi* (рис. 2): вид обычен в широком диапазоне условий и в горах и на равнине амплитуда статусов ГО составляет около 5 ступеней по шкале богатства-засоления и около 30 ступеней по шкале увлажнения. Однако обилен в напочвенном покрове *P. schreberi* только в трех типах ценозов: в сосновых лесах, в еловых сограх (рис. 2, выделено заливкой) и в высокогорных тундрах. Статусы геоботанических описаний перечисленных типов центрированы в значительно более узком диапазоне. Причем для наиболее сухого крыла – сосновых боров, развивающихся на песчаных субстратах, – общая сухость местообитаний в летний период компенсируется для мхов влагой, выпадающей в результате суточного перепада температур. В черневых лесах Салаиро-Кузнецкого региона вид обычен, но растет исключительно на валеже; в травяных мелколиственных лесах подтаежной и лесостепной зон не редок, но приурочен к основаниям стволов деревьев, имеет малое обилие, и растет отдельными стебельками в дерновинках других мхов.

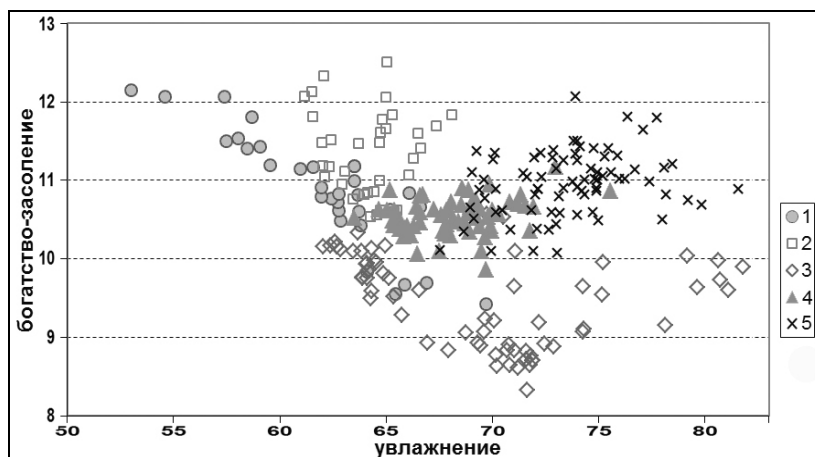


Рис. 2. Ординационная схема равнинных типов местообитаний *Pleurozium schreberi* в осях факторов увлажнения и богатства-засоления по шкалам Л.Г. Раменского (1956).

1 – сосновые леса, 2 – мелколиственные леса, 3 – рямы, 4 –еловые согры, 5 – березовые согры.

Таким образом, непрямая экологическая ординация применительно к мхам позволяет отобразить общие тенденции эколого-ценотического поведения видов; при этом необходимо учитывать диапазон осваиваемых местообитаний, а в случае его широкой амплитуды – особенности распределения вида в разных частях этого диапазона.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-29-02647.

Литература

- Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учеб. пособие. Томск. 2007. 304 с.
- Королюк А.Ю. Использование экологических шкал в геоботанических исследованиях // Актуальные проблемы геоботаники: III Всерос. шк.-конф. Лекции. Петрозаводск. 2007. С. 176–196.
- Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Бот. исследования Сибири и Казахстана. 2006. Вып. 12. С. 3–28.
- Писаренко О.Ю. Листостебельные мхи Салаиро-Кузнецкого региона и прилегающих равнин Западной Сибири: разнообразие и закономерности распределения. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск. 2017. 32 с.
- Писаренко О.Ю. Материалы по распространению и экологии *Neckera pennata* Hedw. // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Матер. IV междунар. конф. Томск. 2010. С. 302–304.
- Писаренко О.Ю., Зверев А.А. Визуализация данных по распространению видов растений // Интеграция ботанических исследований и образования: традиции и перспективы: Матер. междунар. конф. Томск. С. 152–156.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А.. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. 1956. 471 с.
- Цаценкин И.А., Дмитриева С.И., Беляева Н.В., Савченко И.В. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зон Сибири по растительному покрову. М. 1974. 246 с.
- Pisarenko O.Yu. Estimation of distribution and ecology relations for mosses // Bryoflora of the Russian Far East: taxonomy, genesis, phytogeographic relations: Intern. conf. Vladivostok. 2010. P. 46–47.
-

МЕЛОВЫЕ И ИЗВЕСТНЯКОВЫЕ КАРЬЕРЫ – КАК МЕСТА ОБИТАНИЯ РЕДКИХ МОХООБРАЗНЫХ НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Н. Н. Попова

Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж, Россия, leskea@yml.ru

CHALK AND LIMESTONE QUARRIES – AS HABITATS OF RARE BRYOPHYTES IN UPLAND

N. N. Popova

Voronezh State Institute of Physical Culture, Voronezh, Russia

Summary. In bryoflora technogenic ecosystems of upland identified rare species growing in chalk and limestone quarries. Provides a list of the types listed in the regional Red data book, indicating the characteristic ecotopes.

Особенностью геологического строения Среднерусской возвышенности (СВ) является обилие известняковых и меловых обнажений. В северной части СВ, называемой «Известняковым Севером», известняки девона часто выходят на дневную поверхность по склонам речных долин и балок. Толстоплитчатые задонские и елецкие известняки, особенно богатые кальцием, являются местом произрастания реликтовых «сниженноальпийских» сообществ. В южной части СВ, именуемой «Среднерусским Белогорьем», получила повсеместное распространение меловая система. Толщи верхнемеловых отложений весьма значительны, особенно распространен мел турона, обнажающийся на многих крупных склонах речных долин и балок. На меловых обнажениях характерны уникальные кальцефитно-петрофитные сообщества – низкоосоково-проломниковые степи, тимьянники, полынные, иссопники. Указанные обстоятельства определяют как значительную ботаническую ценность изучаемой территории, так и перспективы ее активной промышленной эксплуатации. По добыче и запасам карбонатного сырья СВ занимает ведущее место в России.

Бриологический интерес к изучению меловых и известняковых карьеров вызван вероятным нахождением ряда кальцефильных видов, распространение которых в природных экосистемах весьма спорадично. В карьерных ландшафтах зачастую складываются весьма благоприятные экологические режимы для произрастания ряда стенотопных видов, причем на больших площадях. Редкие виды можно подразделить на две группы: 1) внесенные в основные списки Красных книг регионов средней полосы России и 2) преимущественные кальцефиты с рассеянной встречаемостью (некоторые включены в мониторинговые списки).

К настоящему времени изучено около 25 меловых (Воронежская, Белгородская, Курская области) и около 30 известняковых (Липецкая, Тульская, Орловская области) карьеров. Некоторые данные по бриофлоре техногенных ландшафтов и редким кальцефитам СВ опубликованы автором статьи (Попова 2007, 2015, 2016). Обследованы как промышленные карьеры, так и кустарные; видовое разнообразие в первых существенно выше, что связано с более широким спектром экотопов. Наибольший интерес представляют заброшенные (не менее 30 лет) и стихийно зарастающие древесно-кустарниковой растительностью карьеры. Активной деятельности по рекультивации карьеров не отмечено, лишь в Липецкой области заброшенные части карьеров (Краснинский, Хмелинецкий, Данков-доломит засыпаны и залужены). Ряд карьеров, чаще кустарных, превращен в стихийные свалки. В Тульской области некоторые старые карьеры (Некрасовский, Рождественский и др.) приватизированы и используются как парки активного отдыха или стрельбища.

Ниже приводится список редких видов, внесенных в региональные Красные книги Центральной и Южной России. Принятые сокращения: ВОР – Воронежская, ЛИП – Липецкая, ТУЛ – Тульская, ТВР – Тверская, ТМБ – Тамбовская, КУР – Курская, КЛЖ – Калужская, МОС – Московская, ОРЛ – Орловская, РЯЗ – Рязанская, РОС – Ростовская области; МС – мониторинговый список; МК – меловые карьеры, ИК – известняковые карьеры. Ссылки на Красные книги регионов, как официальные издания, не приводятся. Конкретные местонахождения также не приводятся, поскольку данные по МК опубликованы (Попова, 2016), а по ИК – готовится отдельная статья по видовому разнообразию.

Aloina rigida (Hedw.) Limpr. ТУЛ (категория природоохранного статуса 3), МОС (3), ТВР (3), РЯЗ (3), КУР (3), ВОР (МС). Целесообразно включение в ЛИП (МС), ОРЛ (МС). Характерные экотопы – мело-мергельные отвалы в МК и глинисто-рухляковые отвалы в ИК. Часто и обильно спороносит. Покрытие достигает иногда нескольких кв.м. с диффузным характером размещения. В природных экосистемах подходящие экотопы довольно редки, имеют небольшие площади и носят временный характер. Выявлен в трех МК и пяти ИК.

Encalypta vulgaris Hedw. КЛЖ (3), ТВР (3). Индикаторный вид кальцефитно-петрофитных степей. Встречен по одному разу в МК (в степных сообществах по бортам МК) и ИК (на известняковом рухляке); со спорогонами; размеры популяций – 0.3–0.5 м².

Leiocolea badensis (Gott ex Rabenh) Jorg. БЕЛ (1), КУР (3), ВОР (МС). Отмечен в кустарном заброшенном МК на опушке дубравы, на отслаивающихся пластинах мела в нижней части выработки (1995 г.). Площадь популяции достигала 0.8–1 м². Это была самая большая из известных популяций, современное состояние неизвестно. В природных экосистемах на СВ отмечался всего 3 раза с весьма низким покрытием.

Ortotrichum anomalum Hedw. КЛЖ (3), ТВР (3), ТУЛ (МС). Целесообразно включение в ВОР (МС). Типичный кальцефильный петрофит, произрастает маленькими дерновинками на плотных известняковых глыбах, часто спороносит. Отмечен в двух ИК.

Pterygoneurum ovatum (Hedw.) Dixon. ТУЛ (3), МОС (3), ТВР (3), РЯЗ (3), ВОР (МС), ЛИП (МС). Встречается довольно часто на мело-мергельном и известняково-глинистом рухляке, как в МК, так и в ИК, обильно спороносит, площади популяций не более 0.3 м².

Rhynchostegium arcticum (I. Hagen) Ignatov & Huttunen. ВОР (2), ЛИП (3). Встречен один раз на крупных глыбах плотного известняка в нижней части скального этажа в зарастающей лесом части ИК; со спорогонами, площадь локальной популяции 0.1–0.2 м².

Schisitidium crassipilum Blom КЛЖ (3). Целесообразно включение в ВОР (3) и ЛИП (3).

Встречен один раз в ИК на плотных глыбах известняка; со спорогонами, популяция представлена несколькими маленькими дерновинками.

Sciuro-hypnum populeum (Hedw.) Ignatov & Huttunen ТУЛ (3), ТМБ (3), ВОР (МС), ЛИП (МС). Отмечен в двух ИК на плотных глыбах известняка в облесенной части карьера, покрытие до 0.5 м².

Seligeria calcarea (Hedw.) Bruch et al. ЛИП (3), ТУЛ (3), КУР (3), БЕЛ (3), ВОЛ (3), КЛЖ (3), ТВР (3), ВОР (3). Встречается с достаточно высоким постоянством (в 20 % изученных МК) в нижней части меловых стенок; часто спороносит; иногда покрытие достигает нескольких кв.м. В ИК (на вертикальной стенке глыбы) встречен один раз.

Stereodon vaucheri (Lesq.) Lindb. ex Broth. ВОР (3), КУР (3), ЛИП (3), РОС (3), БЕЛ (3). Встречен один раз на участке проломниковой степи по бровке МК, проективное покрытие около 10 %.

Syntricha caninervis Mitt. КУР (3), БЕЛ(3), ВОР (МС). Встречен один раз на участке проломниковой степи по бровке МК, проективное покрытие около 5 %.

Во вторую группу редких видов входят: *Bryum dichotomum*, *B. funckii*, *B. kunzei*, *B. lonchocaulon* (ИК), *Didymodon ferrugineus*, *D. rigidulus* var. *validus* (ИК), *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (ИК), *Hygroamblystegium varium* (ИК), *Pellia endiviifolia* (ИК), *Pterygoneurum subsessile* (только в МК), *Schistidium dupretii* (ИК), *Tortula modica*, *T. protobryoides* (МК) и *Trichostomum crispulum* (МК).

В бриофлоре МК отмечено около 35 видов мохообразных. Спектр экотопов МК включает: вертикальные стенки плотного мела, мело-мергельные и мело-глинистые отвалы, стволы деревьев (осина, береза, клен американский), карбонатные черноземы в степных сообществах по бортам карьеров. На плотном мелу произрастает лишь *Seligeria calcarea*, на более рыхлых отвесных стенках или глыбах мела – *Leiocolea badensis*, *Aloina rigida*, *Didymodon rigidulus* var. *validus*. Последние два вида, а также *Bryum kunzei*, *Pterygoneurum ovatum*, *P. subsessile*, *Tortula modica*, *T. protobryoides* и *Trichostomum crispulum* встречаются на меловом и мело-мергельными рухляке (здесь и далее приводятся лишь редкие виды). На карбонатных черноземах с меловой подпочвой в низкоосоково-проломниковых степных сообществах (борта карьера, подходящие вплотную к правобережью реки Тихая Сосна, карьер Копанищенский, ВОР) обнаружены характерные виды подобных сообществ *Stereodon vaucheri*, *Encalypta vulgaris*, *Syntricha caninervis* и *Trichostomum crispulum*. Бриофлору фрагментов естественных ландшафтов, вероятно, нецелесообразно включать в общий анализ бриофлоры карьерно-отвальных местообитаний, хотя она и не всегда четко обособлена. На стволах деревьев редких видов не выявлено (так же как и в ИК).

В ИК обнаружено около 60 видов мохообразных. В спектре местообитаний выделены: скалистые стенки карьерных ярусов, отдельные глыбы известняков (они могут располагаться на освещенных местах, облесенных склонах, по берегам озер по днищам котлованов), известняковый рухляк, глинисто-рухляковые отвалы. Плотные глыбы известняка являются типичным экотопом для представителей родов *Ortotrichum* Hedw. и *Schistidium* Bruch et al. На горизонтальных поверхностях с почвенными наносами отмечены *Bryum dichotomum*, *B. funckii*, *B. Kunzei* и *Didymodon ferrugineus*; в щелях известняковых стенок – *Bryum lonchocaulon* и *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*. В облесенных частях ИК обилие мохообразных на глыбах известняка существенно выше, преобладают бокоплодные виды, из относительно редких – *Sciuro-hypnum populeum*. На влажных известняках по берегам рек (борта ИК и осыпи камней иногда замещают естественные береговые склоны) произрастают *Pellia endiviifolia* и *Hygroamblystegium varium*. Интересно отметить, что минеротрофный гелофитный комплекс мхов, описанный в ИК Калужской области (Решетникова, Телеганова, 2016) нами пока не обнаружен; возможно, это связано с тем, что большая часть изученных ИК располагается в лесостепи, старых заросших озер в них практически нет. В МК и ИК на территории СВ наиболее репрезентативно представлена группа кальцефильных петрофитов, характеризующихся относительно высокой встречаемостью, обилием и сохранностью.

Литература

- Попова Н.Н. Бриофлора техногенных местообитаний Среднерусской возвышенности // Антропогенное влияние на флору и растительность: Матер. II науч.-практ. регион. конф. Липецк. 2007. С. 118–125.
- Попова Н.Н. Редкие петрофильные мхи-кальцефиты в Красных книгах средней полосы России // Вестник ТверГУ. Серия: биология и экология. 2015. № 2. С. 104–120.
- Попова Н.Н. Видовой состав моховых сообществ меловых карьеров Центрального Черноземья // Экологические и эволюционные механизмы структурно-функционального гомеостаза живых систем: Матер. XIV междунар. экол. науч.-практ. конф. Белгород. 2016. С. 185–188.
- Решетникова Н.М., Телеганова В.В. Значение карьеров Калужской области для сохранения и адвентизации флоры региона // Бот. журн. 2016. Т. 101. № 5. С. 547–576.
-

БРИОКОМПОНЕНТ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ТОРФЯНОЕ БОЛОТО ПЫЧАССКОЕ» (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

A. V. Rubtsova

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия, atrichum@mail.ru

BRYOCOMPONENT OF THE PROTECTED AREA “PEAT BOG PYCHASSKOE” (UDMURT REPUBLIC)

A. V. Rubtsova

Udmurt State University, Izhevsk, Russia

Summary. The article presents data on bryoflora of the protected area “Peat bog Pychasskoe”. There are 43 species of bryophytes from 21 genera and 14 families in the bryoflora. The families Dicranaceae, Sphagnaceae and Amblystegiaceae are leading role in the bryoflora. Presents data on monitoring investigations of rare for the Udmurt Republic species *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid.

В Удмуртской Республике (УР) существует развитая сеть особо охраняемых природных территорий различных рангов и типов. Некоторые ООПТ были образованы достаточно давно, другие были сформированы недавно. Всего на территории Удмуртии функционирует около 131 ООПТ различных рангов (Редкие..., 2011; 2016). На всех охраняемых территориях первоочередной задачей является инвентаризация флоры и фауны, выявление редких видов биоты и мониторинговые исследования. Моховидные также являются объектом охраны – во второе издание Красной книги Удмуртской Республики (2012) включены 18 видов бриофитов.

В 2014–2016 гг. при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики были исследованы бриофлоры некоторых ООПТ Удмуртии. На территории памятника природы «Торфяное болото Пычасское» проводились мониторинговые исследования бриофлоры в ходе выполнения НИР «Оценка состояния редких и исчезающих видов растений и животных с созданием локальной сети особо охраняемых природных территорий Удмуртской Республики».

Памятник природы «Торфяное болото Пычасское» занимает левобережную часть поймы р. Пычас. Он расположен в центральной части республики, на территории Можгинского района и занимает площадь около 100 га. Здесь распространены еловые леса, центральную часть занимают биоценозы переходного болота со специфическим набором видов растений и животных. На небольшой площади болота отмечены локальные популяции 11 редких и исчезающих видов растений, занесенных в Красную книгу УР и Красную книгу РФ (Редкие..., 2011). Памятник природы включен в Изумрудную сеть Российской Федерации. Здесь под охраной находятся местообитания европейского значения – бореальные заболоченные хвойные леса (Баранова и др., 2013).

В ходе исследований на территории памятника природы (ПП) было обнаружено 43 вида мохообразных из 21 рода и 14 семейств. Печеночных мхов выявлено 6 видов (*Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda, *Lophocolea minor* Nees, *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain.,

Blepharostoma trichophyllum (L.) Dumort., *Riccardia latifrons* (Lindb.) Lindb. и *R. palmata* (Hedw.) Carruth.), листостебельных – 37 видов.

Среднее число видов в семействе в бриофлоре ПП – 3.1; среднее число видов в роде – 2.1 и среднее число родов в семействе – 1.5. Для сравнения в бриофлоре Удмуртской Республики среднее число видов в семействе – 4.2; среднее число видов в роде – 2.1 и среднее число родов в семействе – 2.4.

На долю десяти ведущих по числу видов семейств приходится 39 видов, что составляет 90.6 % всего разнообразия моховидных ПП. Ведущие по числу видов семейства и сравнение их с ведущими семействами в бриофлоре Удмуртской Республики представлены в таблице.

Таблица. Спектр ведущих семейства в бриофлоре памятника природы «Торфяное болото Пычасское» и Удмуртской Республики в целом

Семейство	УР		ПП	
	Ранг	Число видов	Ранг	Число видов
Sphagnaceae	1	19	2	7
Amblystegiaceae	2	18	1	9
Dicranaceae	3	17	3	5
Brachytheciaceae	4–5	15	–	–
Scapaniaceae	4–5	15	–	–
Bryaceae	6–7	13	4–7	3
Mniaceae	6–7	13	4–7	3
Polytrichaceae	8–9	9	4–7	3
Pottiaceae	8–9	9	–	–
Pyloisaceae	10	7	4–7	3
Geocalycaceae	–	–	8–10	2
Calliergonaceae	–	–	8–10	2
Aneuraceae	–	–	8–10	2

Примечание к таблице. УР – бриофлора Удмуртской Республики, ПП – бриофлора памятника природы «Торфяное болото Пычасское», «–» – семейство не входит в число ведущих.

Как и в бриофлоре УР, лидирующие позиции в бриофлоре исследованного ПП занимают бореальные и гемибореальные семейства Dicranaceae, Sphagnaceae и Amblystegiaceae. По видовому разнообразию на территории ПП лидирует семейство Amblystegiaceae, представители которого заселяют практически все субстраты на болоте. Однако по массовости развития преобладают представители семейства Sphagnaceae. На более влажных участках, в мочажинах, в ручье поселяются *Sphagnum squarrosum* Crome и *S. riparium* Angstr. Обычны на болоте *S. warnstorffii* Russow, *S. magellanicum* Brid., *S. angustifolium* (C.E.O.Jensen ex Russow) C.E.O.Jensen и *S. girgensohnii* Russow. Представители семейства Dicranaceae встречаются в основном на валеже, основании стволов березы и, реже, на почве по окраинам ПП.

В спектре ведущих семейств бриофлоры «Торфяного болота Пычасского» отсутствуют семейства Brachytheciaceae и Scapaniaceae, занимающие достаточно высокие позиции в спектре семейств бриофлоры Удмуртии. При этом «второстепенные» в спектре Удмуртии семейства появляются в спектре бриофлоры ПП: Geocalycaceae, Calliergonaceae и Aneuraceae. Одним видом представлены 4 семейства.

На территории ПП «Торфяное болото Пычасское» обнаружена популяция *Paludella squarrosa* (Hedw.) Brid., вида занесенного в Красную книгу Удмуртской Республики (2012). Вид имеет 3 категорию редкости, занесен также в Красные книги Республик Башкортостан (2011), Марий Эл (2013), Ненецкого (2006) и Ханты-Мансийского (2013) автономных округов, Новгородской (2015), Костромской (2009) и Тверской (2002) областей.

В Удмуртии *Paludella squarrosa* поселяется на переходных ключевых болотах и обнаружена в 3 локалитетах (Можгинский, Кизнерский и Базинский районы) (Редкие..., 2011; 2016).

В ходе мониторинговых исследований в 2006 г. на территории ПП отмечены небольшие популяции *P. squarrosa* в наиболее влажных местах болота (обычно по мочажинам).

Растения нормально развитые, без органов размножения, чистых популяций не формировали, а встречались чаще единичными особями среди дерновин сфагнома. В 2016 г. было отмечено увеличение популяции. На более влажных участках болота вид образовывал чистые дерновинки, площадью около 15 см². Кроме того, практически по всей территории памятника природы в разных местах встречались одиночные растения палуделлы.

Таким образом, бриофлора ПП «Торфяное болото Пычасское» в целом отражает зональное положение и представлена 43 видами мохообразных. Ведущую роль в сложении бриофлоры играют представители семейств Dicranaceae, Sphagnaceae и Amblystegiaceae. На территории памятника природы выявлено произрастание вида, занесенного в Красную книгу Удмуртской Республики – *Paludella squarrosa*.

Литература

- Баранова О.Г., Дедюхин С.В., Тюлькин Ю.А. Территории особого природоохранного значения Удмуртской Республики // Изумрудная книга Российской Федерации: территории особого природоохранного значения Европейской России: предложения по выявлению. М. 2013. Ч. 1. С. 146–162.
- Красная книга Республики Марий Эл: растения и грибы. Йошкар-Ола. 2013. 324 с.
- Красная книга Костромской области. Кострома. 2009. 387 с.
- Красная книга Ненецкого автономного округа. Нарьян-Мар. 2006. 430 с.
- Красная книга Новгородской области. СПб. 2015. 480 с.
- Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы. Уфа. 2011. 384 с.
- Красная книга Тверской области. Тверь. 2002. 256 с.
- Красная книга Удмуртской Республики. Чебоксары. 2012. 458 с.
- Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Животные, растения, грибы. Екатеринбург. 2013. 460 с.
- Редкие и исчезающие виды растений и животных южной половины Удмуртии и их охрана: итоги науч. исслед. (2005–2009 гг.). Ижевск. 2011. 271 с.
- Редкие и исчезающие виды растений, лишайников и грибов северной половины Удмуртии и их охрана: итоги науч. исслед. (2008–2011 гг.). Ижевск. 2016. 174 с.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭПИФИТНОГО ПОКРОВА ЛИШАЙНИКОВ В ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

И. Н. Урбанавичене

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, urbanavichene@gmail.com
Байкальский государственный природный биосферный заповедник, пос. Танхой, Россия,

ESTIMATE OF THE TRENDS THE LONG-TERM CHANGES OF EPIPHYTIC LICHEN COVER IN DARK CONIFEROUS FORESTS OF THE BAIKAL NATURE RESERVE

I. N. Urbanavichene

V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia
Baikal State Nature Biosphere Reserve, Tankhoi, Russia

Summary The studies evaluated trends in long-term changes in percent cover and composition of epiphytic lichens on the sample plots established over 20 years ago on the Northern macroslope of the Khamar-Daban in the Baikal nature Reserve. The long-term dynamics the characteristics of lichens on *Abies sibirica* the obtained data on species-specific reaction of lichens to some factors that negatively effect on fir forests of the Southern Baikal region.

Необходимость сохранения биоразнообразия на российских заповедных территориях как никогда актуальна. В результате интенсивного промышленного освоения природных ресурсов лесные экосистемы заменяются природно-антропогенными объектами, учащаются пожары, происходит загрязнение воздуха, вырубка деревьев, изменение гидрологического режима и т. д. Все это приводит к катастрофическому обеднению биологического разнообразия, и лишайники, как один из наиболее чувствительных к антропогенным воздействиям компонентов растительных сообществ, могут быть использованы для оценки характера и степени такого рода воздействий.

В настоящее время, изученное нами видовое разнообразие лишайников и систематически близких нелихенизированных грибов Байкальского заповедника, с учетом всех последних находок насчитывает 754 вида. Наибольшее число из них – эпифитные и эпиксильные виды, являющиеся надежными индикаторами состояния лесных экосистем. Для мониторинга состояния пихтово-кедровой тайги в 1992 г. и изучения экологических особенностей эпифитных лишайников нами были заложены пробные площади с участием Г.П. Урбанавичюса и Э.И. Байбакова (Урбанавичене, 2001). Повторные учеты проведены автором статьи на части площадей в 2001 г. (1200 м над ур. моря), в 2009 (870 м над ур. моря), в 2015 (670 м, 770 м и 1200 м над ур. моря) и в 2016 г. (1300 м и 1500 м над ур. моря). Для количественных учетов эпифитных лишайников на стволах *Abies sibirica* проективное покрытие каждого вида оценивали в абсолютных значениях на учетных площадках $20 \times 20 \text{ см}^2$, на высоте ствола 1.3 м и 0.2 м от поверхности почвы. Описания на стволах деревьев проводили со стороны максимального покрытия лишайниками, экспозиция учетных площадок на стволах (в основном северная и северо-западная) также фиксировалась, на каждой из 8 пробных площадей ($20 \times 20 \text{ м}^2$) были проведены геоботанические описания.

Примерно за 20-летний период наших исследований на высотном профиле, как и в горно-лесном и подгольцовом поясах заповедника, произошли значительные изменения в состоянии и структуре кедрово-пихтарников. В пределах северного макросклона Хамар-Дабана возросло число усыхающих и полностью усохших деревьев *Abies sibirica*, возросло изреживание лесного полога. Увеличилось количество сухостоя и валежных деревьев, что вызвало возрастание разнообразия видов лишайников, заселяющих сухостойные и упавшие стволы деревьев *Abies sibirica* и *Pinus sibirica*, и вывороты корней.

В основу данной работы положен анализ динамики абсолютных значений проективного покрытия эпифитных лишайников на серии пробных площадей от 470 м над ур. моря (примерно на уровне берега Байкала) до 1500–1600 м над ур. моря – у границы леса. Основной задачей лихенологических работ, начатых в 90-е годы, был мониторинг состояния пихтово-кедровых лесов Байкальского заповедника в пределах северного макросклона Хамар-Дабана, как наиболее уязвимых при воздействии промышленных поллютантов (Трасс и др., 1987; Ходжер, Урбанавичене, 1990; и др.).

В настоящее время по результатам, полученным нами при мониторинге количественных характеристик эпифитного лишайникового покрова (Урбанавичене, 2017), с опорой на видоспецифичную реакцию этих индикаторов состояния леса, мы можем сделать лишь предварительные выводы, поскольку обсуждаем в основном отклик лишайников на изменяющиеся условия местообитания. На территории северного макросклона Хамар-Дабана практически повсеместно (не только на заповедной территории) наиболее чувствительные и влаголюбивые виды эпифитных и эпибриофитных лишайников (Красная книга..., 2008; Красная книга..., 2013), такие как, *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *L. retigera* (Bory) Trevis., *Leptogium hildenbrandii* (Garov.) Nyl., *Usnea longissima* Ach. и некоторые другие, существенно снизили свое проективное покрытие и встречаемость за период изучения. Из явных причин, помимо аридизации климата и процессов усыхания пихтово-кедровых древостоев, в изменение распространения, встречаемости и жизненности этих охраняемых видов значительным оказался вклад пожаров, наиболее активных и масштабных в Южном Прибайкалье за последние 10–12 лет. Из ранее довольно редких видов некоторые стали увеличивать показатели встречаемости и проективного покрытия. Наиболее активными и многочисленными в настоящее время выступают пионерные представители эпиксильной группы лишайников, заселяющих сухостойные деревья. Заметно увеличили участие в изученных древостоях виды из родов *Abconditella* Vězda, *Lepraria* Ach., *Micarea* Fr., *Trapeliopsis* Hertel et Gotth.Schneid. Среди эпиксильных видов в последние годы для заповедника выявлены: на древесине хвойных – *Abconditella lignicola* Vězda & Pišut, *A. celata* Döbbele et Poelt, *Anzina carnenivea* (Anzi) Scheid. ex Vězda, *Arthonia helvola* (Nyl.) Nyl., на коре сухостойной пихты – *Caloplaca obscurella* (J. Lahm ex Körb.) Th.Fr., на коре усыхающих кедров – *Sarea resinae* (Fr.) Kuntze, *Strangospo-*

ra moriformis (Ach.) Stein. Из эпифитов на коре усыхающих стволов кедра (*Pinus sibirica*) возросли показатели встречаемости и проективного покрытия у вида *Lecidea nylanderi* (Anzi) Th.Fr. Все эти редкие для Южной Сибири микролишайники индицируют процесс увеличения разнообразия подходящих для их поселения субстратов – сухостойных и валежных деревьев. И, как очень медленно растущие организмы могут засвидетельствовать, что процесс усыхания древостоев активно идет с начала 2000-х годов. Причем, по характеру распространения таких эпиксильных лишайников-индикаторов, в том числе с привязкой к высотным поясам, возможно выделение участков заповедника в наиболее критическом состоянии.

Опираясь на то, что эпифитные лишайники, как пойкилогидрические организмы, наиболее явно реагируют на уменьшение атмосферной влажности и осадков в целом из-за прямой зависимости их фотосинтетической активности от поступающей в виде дождя, снега или тумана атмосферной влаги, можно констатировать аридизацию климата. На пробных площадках на всем протяжении высотного профиля максимальных значений проективного покрытия, как и в 1992 г., достигают виды *Hypogymnia physodes*, *Mycoblastus sanguinarius* и *Parmelia sulcata*. Но даже для этих видов, достаточно антропоотолерантных в условиях Южной Сибири, за годы исследований отмечена устойчивая отрицательная динамика проективного покрытия, как и у всех видов, учтенных в начале эксперимента. Например, на всех учетных площадках на высоте ствола 1.3 м из состава эпифитов выпали виды *Buellia schaereri* De Not., *Graphis scripta* (L.) Ach., *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale. Наиболее влаголюбивый из макролишайников в составе эпифитов на высоте учетных площадок 1.3 м *Hypogymnia vittata* (Ach.) Parnique исчез на ПП 670, 770 и 1200 м над ур. моря, усилив свои позиции лишь на верхних ПП (1300 и 1500 м). *Melanohalea olivacea* (L.) O.Blanco et al. исчез с учетных площадок с уровня ствола 1.3 м практически на всех высотах, кроме ПП 1500 м над ур. моря. При анализе данных наиболее показательной оказалась динамика проективного покрытия *Nephromopsis laureri* (Kremp.) Kurok., эпифитного лишайника, занесенного в Красные книги России (2008) и Республики Бурятия (2013). В 1992 г. *N. laureri* произрастал практически на всех пробных площадках (кроме ПП 670 м), хотя и с небольшим проективным покрытием. Начиная с 2009 г., вид стал исчезать из состава эпифитных лишайников на учетных площадках с северной и северо-западной экспозиций стволов пихты на уровне 1.3 м. На ПП 770 м над ур. моря проективное покрытие этого вида уменьшилось – в 5.5 раз (с 5.9 до 1.1 см²). В 10 раз проективное покрытие *N. laureri* уменьшилось на ПП 870 м – с 6.2 см² до 0.62 см². На 1200 м над ур. моря при проведении повторных учетов в 2001 и 2015 гг. выяснилось, что за 9 лет (с 1992 по 2001 гг.) этот вид увеличил свое проективное покрытие с 0.6 см до 2.01 см². А с 2001 г. его проективное покрытие снова снизилось до 0.6 см². На ПП 1300 и 1500 м над ур. моря *N. laureri* исчез из состава эпифитов на учетных площадках на уровне 1.3 м стволов пихты сибирской.

Недавно заселившейся на ПП 670, 1200 и 1300 м над ур. моря, в сравнении с данными 1992 г., является, например, *Lecanora symmicta*. Появление подобных антропоотолерантных видов в составе изучаемых эпифитных лишайниковых группировок, а также на коре сухостойных или усыхающих деревьев пихты сибирской, скорее всего, указывает на усиление эвтрофикации коры за счет атмосферных поступлений азотистых соединений (Бажина, 2016). По нашим данным 1992 г., на высотном профиле нитраты и ионы аммония также присутствовали в пробах дождя, стволовых и кроновых стоках (Урбанавичене, 1997; Урбанавичюс, 1999). Высока вероятность, что данные процессы эвтрофикации коры *Abies sibirica* могли усилиться и на территории заповедника в сравнении с 1990-ми годами.

Публикуемые сведения представляют первую часть запланированных работ, в которые включена оценка современного состояния лишайниковых группировок на стволах *Abies sibirica* и произошедших более чем за 20-летний период изменений в их составе и структуре. Для более достоверной интерпретации лишайниковых данных и сравнительной оценки с климатическими параметрами и данными гидрохимических анализов 1992–1994 гг. нами продолжены метеонаблюдения на заложенном высотном профиле.

Литература

- Бажина Е.В. Жизненное состояние и элементный состав хвои пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. в различных условиях произрастания в Западном Саяне // Сиб. лесной журн. 2016. № 6. С. 103–112.
- Трасс Х.Х., Пярн А.Й., Цобель К.Р. Лихеноиндикационная оценка степени загрязненности атмосферной среды южного Прибайкалья. Региональный мониторинг состояния озера Байкал: Матер. науч. конф. Л. 1987. С. 54–63.
- Урбанавичене И.Н. Экология эпифитных лишайников, произрастающих на *Abies sibirica* в Южном Прибайкалье // Бот. журн. 2001. Т. 86, № 9. С. 80–90.
- Урбанавичене И.Н. Лишайники Байкальского заповедника. Дис. ... канд. биол. наук. СПб. 1997. 257 с.
- Урбанавичене И.Н. Мониторинг состояния эпифитного лишайникового покрова в пихтовых лесах Байкальского заповедника. 2017. В печати.
- Урбанавичюс Г.П. Биогеографические закономерности формирования флоры лишайников Южного Прибайкалья. Дис. ... канд. геогр. наук. М. 1999. 244 с.
- Ходжер Т.В., Урбанавичене И.Н. Накопление загрязняющих веществ в снежном покрове и лихеноиндикационное картирование территории Байкальского заповедника // Экологические проблемы охраны живой природы: Тез. докл. всесоюз. конф. М. 1990. Ч. 2. С. 267–268.
-

НОВЫЕ ДАННЫЕ О БРИОФЛОРЕ ПЛАТО ПУТОРАНА: МЕЖДУ ЗАПАДОМ И ВОСТОКОМ

В. Э. Федосов,¹ В. А. Бакалин,² Е. А. Игнатова,¹ А. И. Максимов³

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, fedosov_v@mail.ru

² Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

³ Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия

NEW DATA ON THE BRYOPHYTE FLORA OF PUTORANA PLATEAU: BETWEEN WEST AND EAST

V. E. Fedosov,¹ V. A. Bakalin,² E. A. Ignatova¹ & A. I. Maksimov³

¹ M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

³ Institute of Biology Karelian RC RAS, Petrozavodsk, Russia

Summary. New data on the bryophyte flora of Putorana Plateau obtained in 2015th and 2016th are briefly summarized. Before these studies 70 liverwort species and 260 moss species were known for the territory, where the boundary between cryoxeric Beringia and relatively more humid areas is situated. With its rather humid mesoclimate and higher diversity of ecotopes, the bryophyte flora of Glubokoe lake surroundings comprises 405 species with numerous new findings of montane, calciphilous and boreal species for the area, though some species which are common eastward do not occur there. They appear in eastern extremity of Lama Lake together with suite of xeric species, which mark Beringia. Thus, we propose that this boundary of the first value is rather sharp and divides two studied areas situated in ca. 50 km one from another.

Несмотря на то, что климат севера Восточной Сибири обычно рассматривается как резко континентальный, на долготном градиенте он отнюдь не однороден, количество осадков, выпадающих в приенисейской части Восточной Сибири заметно выше, чем восточнее, особенно в экстрааридных районах Якутии. На эти закономерности накладываются различия мезоклиматических особенностей, связанные с конденсацией осадков на западных макросклонах гор, что в данном случае особенно актуально для плато Путорана. Этот градиент обуславливает ряд биогеографических границ долготного простираения, наиболее заметный из которых – смена преобладающей лесообразующей породы с ели и сосны на лиственницу. Особое значение эта граница имеет для мохообразных, поскольку именно здесь проходит граница между криоксерическими флористическими комплексами Мегаберингии и более тепло- и влаголюбивыми комплексами с существенным бореальным, монтанным и европейским влиянием. Таким образом, вопрос фитогеографической принадлежности плато Путорана требует достаточно детальных исследований с целью выявления районов, занятых теми и иными флористическими комплексами и уточнения характера перехода между ними.

До последнего времени флоре мохообразных плато Путорана были посвящены всего 4 специальные работы (Андреева и др., 1986; Жукова, 1986; Жукова, Кудрявцева, 1975; Чернядьева, 1990), в которых для одной локальной флоры печеночников (оз. Капчук) приводилось 79 таксонов печеночников и 182 вида мхов, а для 5 локальных флор в горах Путорана и предгорьях – 252 вида мхов. Дополнение этих данных многочисленными результатами ревизий отдельных групп и отдельными флористическими находками привело к незначительному увеличению этих чисел до 70 видов печеночников (не включая внутривидовые таксоны) и 263 видов мхов. Результаты обработки коллекций, собранных здесь многими бриологами, в том числе Леонидом Владимировичем Бардуновым остались неопубликованными. Существующие данные явно не отражают реального разнообразия мохообразных региона. В северо-западном секторе соседнего Анабарского плато нами выявлено около 550 видов мхов. При попытке провести классификацию региональных бриофлор Гипоарктики (Федосов, 2015) западнотаймырский сектор (данные по плато Путорана были дополнены данными по долине Енисея и близлежащим районам) оказывался в искусственном кластере, объединяющем недостаточно исследованные регионы.

Наши работы на плато Путорана начались в 2015 г., за 2 сезона была исследована западная оконечность оз. Глубокого и восточная оконечность оз. Лама. Точки для изучения бриофлоры выбирались так, чтобы охватить районы с максимально влажным и максимально сухим микроклиматом, доступные при использовании водного транспорта. В окрестностях оз. Глубокого в 2015 г. работы велись в том районе, где плато резким 800-метровым уступом обрывается к Норильско-Рыбнинской депрессии. Также эта точка была выбрана для изучения бриофлоры уникальной известняковой гряды, расположенной юго-западнее. Даже предварительные результаты обработки собранных коллекций показали существенную их новизну, изученная флора мохообразных включает не менее 405 видов, что почти вдвое больше числа видов в составе единственной ранее исследованной флоры мохообразных Путорана (окрестности оз. Капчук).

Собранная коллекция печеночников обработана полностью, она включает 92 вида, из которых 47 оказались новыми для Плато (Bakalin et al., 2016). Таким образом, общее число видов, известных на его территории, возросло до 118. Флора печеночников плато Путорана отличается от таковой расположенного к востоку Анабарского плато (Fedosov et al., 2013), в первую очередь, присутствием ряда субокеанических видов (*Cordaea flotoviana* Nees, *Lophozia savicziae* Schljakov, *Odontoschisma francisci* (Hook.) L.Söderstr. & Váňa, *Saccobasis polymorpha* (R.M.Schust.) Schljakov) и отсутствием ряда редких видов с берингийским распространением (*Frullania subarctica* Vilnet, Borovich. & Bakalin, *Herbertus arcticus* (Inoue & Steere) Schljakov, *Ascidiota blepharophylla* C.Massal., *Cryptocolea imbricata* R.M.Schust., *Biantheridium undulifolium* (Nees) Konstant. & Vilnet и т. п.), что указывает на наличие между ними искомой фитогеографической границы.

Из 313 видов мхов, выявленных при частичной обработке коллекции, 8 видов – новые для бриофлоры Таймыра, 65 видов – новые для плато Путорана. Локальное повышение влажности, обусловленное конденсацией влаги из воздушных масс циклонов, создает предпосылки для проникновения сюда ряда субокеанических, в частности, ацидофильных видов, редких в Сибири с ее резко континентальным климатом. Особо высокая концентрация таких видов отмечена в верхних поясах. В целом видовой состав мохообразных горнотундрового и гольцового поясов исследованного района заметно отличается от такового других районов Путорана, где широко распространены виды, связанные с более основными горными породами и с более континентальными районами Арктики. Широко распространенные в окрестностях оз. Глубокого, доминирующие в «своих» экотопах виды оказывались новыми для региона.

Неожиданной особенностью флоры мохообразных нижнего пояса оказалась высокая концентрация лесных видов с более южным распространением, имеющих здесь самые северные местонахождения в России. Более половины видов мхов, выявленных на известняковой гряде Кюхта, также на плато Путорана ранее не находили. В то же время на обследованной

территории не выявлен ряд обычных (по крайней мере, в этом секторе Гипоарктики) видов, таких, как *Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr., *Neckera pennata* Hedw., *Orthotrichum iwatsukii* Ignatov / *O. speciosum* Nees, а также множество видов, нередких в районах распространения базальтоидов Котуйского плато (Fedosov et al., 2011). Отчасти это, несомненно, связано с преимущественно песчаным характером рыхлого минерального грунта, отчасти – с более кислым составом преобладающих базальтоидов. Возможно, обеднение бриофлоры обусловлено и другими факторами, в том числе влиянием выбросов норильского комбината, шлейф которых проходит по району исследований.

В 2016 г. исследована бриофлора окрестностей восточной оконечности оз. Лама. Целями экспедиции было уточнение данных о закономерностях пространственной дифференциации бриофлоры плато Путорана в связи с резкими различиями локальных бриофлор, опубликованных ранее для окрестностей озер Лама, Капчук и Аян (Чернядьева, 1990) и нашими данными, собранными в окрестностях оз. Глубокое. Локальное повышение влажности, обусловленное конденсацией влаги из воздушных масс циклонов, создающее предпосылки для проникновения ряда суббореальных видов на краевые горные массивы плато Путорана, не распространяется на восточную оконечность оз. Лама, из которой выпадает множество суббореальных видов, видов с преимущественно более южным тяготением, в том числе спутников ели. По составу доминирующих видов бриофлоры этого района ближе к расположенному восточнее Котуйскому плато, в составе которого также встречаются трапповые ландшафты, чем к расположенным лишь в 50 км к юго-западу окрестностям оз. Глубокое. Ряд найденных видов и родов является новым для бриофлоры плато Путорана и Таймыра в целом. В частности, у восточной оконечности оз. Лама отмечен ряд ксерофитных мхов, нехарактерных для окрестностей оз. Глубокое несмотря на наличие в этом районе выходов карбонатных пород. Но виды этого комплекса встречаются на плато Путорана восточнее в окрестностях оз. Аян и широко распространены на Анабарском плато. Напротив, достаточно полно исследованная бриофлора окрестностей оз. Капчук (30 км к западу), включает некоторые таежные виды, общие с бриофлорой окрестностей оз. Глубокое, но не выявленные на восточной оконечности оз. Лама.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о наличии достаточно резкой бриофлористической границы, разделяющей более тепло- и влаголюбивые «западные» и преимущественно криоаридные «восточные» берингийские флоры, именно на западном макросклоне плато Путорана, и эти данные согласуются с результатами Е.Б. Пospelовой и И.Н. Пospelовым (2016), полученными на основании анализа закономерностей распространения сосудистых растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 14-04-01424, № 15-34-20101 и № 15-29-02647.

Литература

- Андреева Е.Н., Вильде Р.О., Чернядьева И.В. Листостебельные мхи // Горные фитоценоотические системы Субарктики. Л. 1986. С. 91–122.
- Жукова А.Л. Печеночные мхи // Горные фитоценоотические системы Субарктики. Л. 1986. С. 77–91.
- Жукова А.Л., Кудрявцева В.В. К флоре печеночных мхов низовий реки Курейки (Восточная Сибирь) // Новости сист. низших раст. 1975. Т. 12. С. 298–306.
- Пospelова Е.Б., Пospelов И.Н. Флора подзоны южных тундр полуострова Таймыр // Раст. мир Азиатской России. 2016. № 1 (21). С. 80–88
- Чернядьева И.В. Бриофлора Северо-запада Плато Путорана // Новости сист. низших раст. 1990. Т. 27. С. 153–157.
- Fedosov V.E., Borovichev E.A., Ignatova E.A., Bakalin V.A. The bryophyte flora of Eriechka River upper course (SE Taimyr), with comments on the first record of *Pseudoditrichum mirabile* in Asia // Arctoa. 2015. Vol. 24. P. 165–186.
- Fedosov V.E., Ignatova E.A., Ignatov M.S., Maksimov A.I. Rare species and preliminary list of mosses of Anabar Plateau (Subarctic Siberia) // Arctoa. 2011. Vol. 20. P. 153–174.
- Bakalin V.A., Fedosov V.E., Borovichev E.A., Yanov A.V. Liverworts of Putorana Plateau (East Siberia): an updated checklist // Arctoa 2016. Vol. 25. P. 369–379.

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СООБЩЕСТВА МАКРОМИЦЕТОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ: РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПЛОДОНОШЕНИЕМ НА ПОСТОЯННЫХ ПЛОЩАДКАХ

Н. В. Филиппова

Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, Россия, n_filippova@ugrasu.ru

ON THE PHENOLOGY OF LARGER FUNGI IN RAISED BOGS: THREE YEARS OF PERMANENT PLOTS MONITORING RESULTS

N. V. Filippova

Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia

Summary. We initiated a long-term monitoring program for larger fungi fruiting in permanent plots in a bog in central part of West Siberia (nearby Khanty-Mansiysk), with the goal to also elucidate the relationship between carpophore abundance and climate variables. A series of monitoring plots to study the quantitative and spatial characteristics of macrofungi communities was established in 2014. A total of 277 circular 5-m² (for a total area of 1,385 m²) long-term monitoring plots were visited weekly during vegetation seasons 2014–2016, and carpophores of different fungal taxa were counted. Climatic data were collected from a micro-climate monitoring station established in the Mukhrino field station nearby the plots. The paper describes the results of three-year observations of community composition, quantitative structure, seasonal dynamics and phenological patterns of different species. The goals for further statistical analyses on relation of fungal fruiting dynamics and weather parameters are established.

Введение. Поскольку плодовые тела макромицетов существуют непродолжительное время, а также появляются с разной периодичностью, полное описание сообщества макромицетов требует многократного посещения одного и того же участка (Mueller et al., 2004). В идеале, продолжительность посещений должна быть до 10 лет из-за флуктуаций погодных условий и периодичности плодоношения ряда видов. Такие долговременные наблюдения позволяют не только выявить полный состав и структуру сообщества, но также его динамику во времени и ее зависимость от погодных условий (Büntgen et al., 2013).

Географическая характеристика и методика работы. Исследования проводились в зоне средней тайги Западной Сибири, недалеко от г. Ханты-Мансийска на стационаре Мухрино Югорского государственного университета. Центральная координата, вокруг которой в радиусе 0.5 км расположены площадки: 60.8919 N, 68.6822 E. Для долговременных наблюдений за сообществом макромицетов была заложена серия микро-площадок вдоль деревянных тротуаров (мостков) построенных с целью комплексного мониторинга экосистем верховых болот. Общая площадь наблюдения составляет 1380 м² (всего 277 микро-площадок) и охватывает разные типы растительных сообществ верховых болот (сосново-кустарничково-сфагновые рямы и осоково-шейхцериево-сфагновые топи). Микро-площадки имеют круглую форму площадью 5 м² и расположены вдоль линии на расстоянии 5 м друг от друга. Учет карпофоров проводится внутри окружности описываемой циркулем от помеченного на мостках центра. Учеты проводились с периодичностью один раз в неделю в течение вегетационных сезонов с 2014 по 2016 гг. (и продолжают далее). Регистрация метеорологических параметров ведется в непосредственной близости метео-комплексом стационара Мухрино (регистрируются температура воздуха и почвы, поток тепла через почву, солнечная радиация, осадки, уровень болотных вод и другие параметры) (<https://mukhrinostation.com/research/weather-station>). Описание растительности на каждой из площадок выполнено один раз за период наблюдений. На каждой площадке несколько раз в течение сезона регистрируется уровень болотных вод. Определение и гербаризация макромицетов ведется по стандартным методикам. Данные учетов заносятся в локальную базу данных, которая в дальнейшем будет загружена в GBIF (как набор данных типа Sampling event dataset); данные коллекций хранятся в базе данных Фунгария ЮГУ (<https://fungariumysu.org/fungarium-ysu-database>).

Принятые определения: Видовое богатство (Species richness) – число видов на площадь; Обилие (Abundance) – число индивидов на площадь, при этом за индивид принимали регист-

рацию вида на микро-площадке независимо от числа учтенных карпофоров (основываясь на определении индивида – Dahlberg, Mueller, 2013: 152); Урожайность (Productivity) – число образованных карпофоров на площадь.

Описание видового состава, экологической и количественной структуры сообщества. За три года наблюдений в общей сложности выявлено около 70 видов. Некоторые группы (Паутинники и некоторые другие) сложны в систематическом отношении и работа с ними будет продолжаться в будущем. Из выявленных видов 30 являются микоризообразователями и 40 – сапротрофами. По числу карпофоров, 30 % общей урожайности образовано микоризообразователями и 70 % сапротрофами. Соотношение экологических групп (как по видам, так и по числу карпофоров) является стабильным и слабо меняется между годами. В сообществе преобладают виды с низким обилием плодоношения либо редкие виды (до 78 % всех карпофоров сформировано всего 10 видами). Доминантами сообщества, например, являются: *Galerina sphagnicola*, *Sphagnurus paluster*, *Cortinarius huronensis*, *Galerina sphagnorum* (образуют до 54 % общей урожайности). 16 видов имеют одну регистрацию индивида в течение всего периода наблюдений, 5 – две регистрации. Каждый последующий год выявлялось соответственно 47, 55 и 48 видов (в среднем 50 видов в год). При этом в последующие годы продолжают появляться виды, не выявлявшиеся ранее на всей площади наблюдения. Оценка видового богатства, посчитанная на основе трех лет наблюдений, дает число видов близкое к наблюдаемому (то есть видовое разнообразие можно считать в достаточной степени выявленным). При этом для топей оценка более точна и видовое разнообразие более выявлено, чем в случае рямов где новые виды еще могут быть встречены.

Сезонная динамика развития сообщества и межгодовые вариации. Появление карпофоров начинается в конце мая – начале июня, при этом накопленная сумма положительных среднесуточных температур составляет в среднем 350 градусов. Видовое богатство растет с мая по сентябрь и представлено 2, 9, 17, 39, 36 видами соответственно. При этом между годами вариация незначительная (ст. откл. от 2 до 6). Общее обилие меняется похожим образом с мая по сентябрь (9, 60, 93, 304, 360 генет на 1000 м² соответственно), при этом вариация между годами также незначительная (ст. откл. от 21 до 164). Общая урожайность незначительная в мае, остается низкой и приблизительно одинаковой в июне и июле, и возрастает в августе-сентябре (средние значения за три года с мая по сентябрь соответственно 59, 348, 300, 863 и 1506 карпофора на 1000 м²). В сентябре рост урожайности прекращается первыми заморозками. Между годами вариация более значительная (ст. откл. от 56 до 1255). Динамика развития отдельных экологических групп выглядит следующим образом: в первую половину лета урожайность представлена исключительно сапротрофами, микоризные виды появляются в августе и постепенно их доля составляет до половины всей урожайности. Кроме того, если рассмотреть вариацию урожайности каждого вида между годами, то у отдельных видов она очень высокая, а у других урожайность меняется от года к году незначительно. Общий накопленный урожай плодовых тел в течение всего вегетационного сезона был самым высоким в 2016 г. (3825 карпофоров на 1000 м²), в 2014 и 2015 гг. он был ниже на примерно 30 % (2796 и 2609 карпофоров на 1000 м²) (рис.).

Фенология отдельных видов. Средняя урожайность плодоношения отдельных видов по месяцам была преобразована в проценты относительно их суммарной урожайности. Полученную таблицу проанализировали вручную и выделили фенологические группы видов. К весенним видам, плодоносящим только в мае-июне, на болотах относятся *Pseudoplectania sphagnicola* и *Monilinia oxycocci*. К летним, плодоношение которых начинается в июне-июле, можно отнести группу из пятнадцати видов. При этом у половины из них плодоношение идет с июня по август и угасает в сентябре. Остальные около 30 видов (66 %) имеют летне-осеннее плодоношение с августа по сентябрь, из них у трети преобладает сентябрьское плодоношение. Таким образом, больше половины видов сообщества имеют плодоношение в конце лета (август–сентябрь) и четверть плодоносят преимущественно в сентябре. Около трети видов являются весенними, летними или летне-осенними. Эти особенности сроков

плодоношения определяются в основном биологией видов и должны быть учтены при анализе корреляций между погодными условиями и общей динамикой плодоношения.

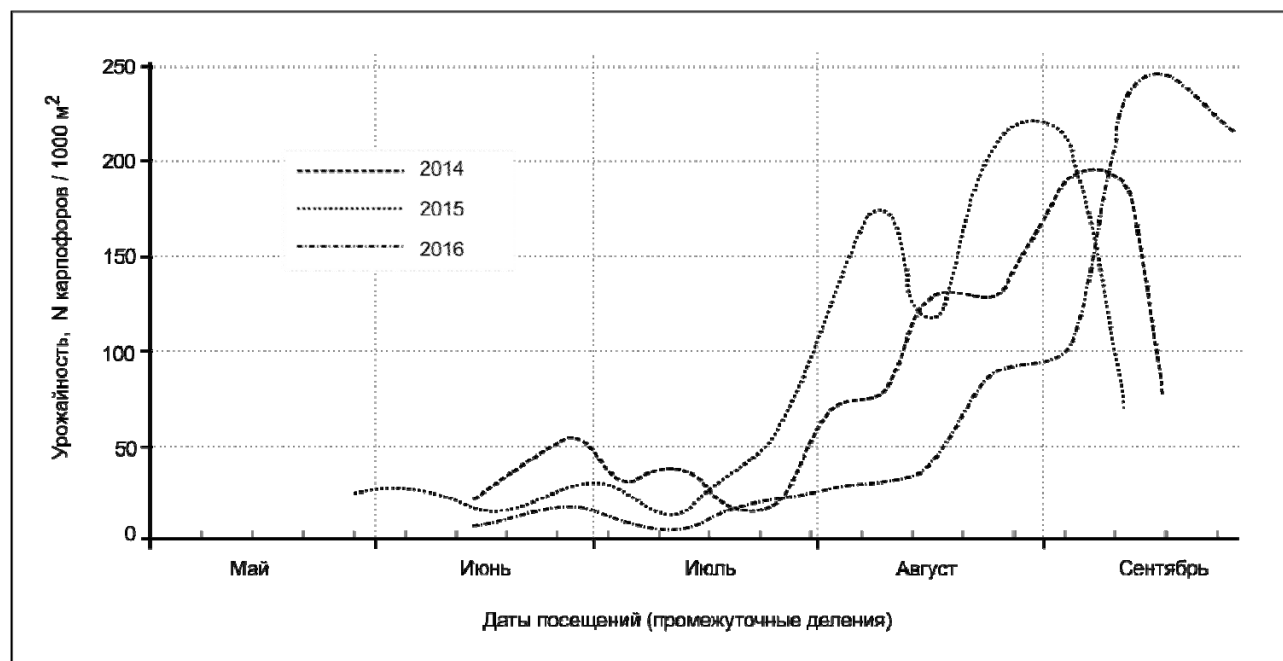


Рис. Динамика урожайности макромицетов на болотном массиве Мухрино за три года наблюдений.

Флуктуации урожайности между годами и связь с погодными условиями. За три года наблюдений были выявлены отклонения как в общей урожайности (на 30 %) так и в динамике урожайности в течение сезона. Основываясь на наших наблюдениях и литературных данных, мы предположили, что для сообществ верховых болот основными факторами влияющим на флуктуации урожайности будут 1) наличие засухи в период предшествующий плодоношению (с последующими дождями), при этом для мочажин значение засухи может быть более существенным, чем для рямов из-за переувлажненности субстрата этих местообитаний, 2) толчком для обильного плодоношения в течение сезона будет наступление первых осенних заморозков. Мы поставили перед собой задачу протестировать эти гипотезы с помощью статистического анализа, а именно проверить наличие корреляции между А) общей динамикой плодоношения, В) плодоношением внутри отдельных экологических групп и С) плодоношением в разных болотных местообитаниях *и рядом климатических параметров*: 1) накопленной положительной температурой верхнего слоя почвы, 2) осенними заморозками, 3) накопленными осадками, 4) числом дней без осадков. Влияние всех параметров будет проверено на нескольких промежутках времени от 7 до 30 дней предшествующих дате учета. Данные учета плодоношений должны пройти предобработку, основываясь на фенологических особенностях отдельных видов и других характеристиках внутренней динамики развития сообщества. Статистический анализ будет проведен на основе данных трех лет наблюдений, а также будет повторен по мере накопления более длительного ряда (оптимально до 10 и более лет наблюдений).

Литература

- Büntgen U., Peter M., Kausarud H., Egli S. Unraveling environmental drivers of a recent increase in Swiss fungi fruiting // *Glob. Change Biol.* 2013. Vol. 19. No. 9. P. 2785–2794.
- Dahlberg A., Mueller G.M. Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species // *Fungal Ecology.* 2011. Vol. 4. No. 2. P. 147–162.
- Mueller G.M., Schmit J.P., Huhndorf S.M., Ryvardeen L., O'Dell T.E., Lodge D.J., Leacock P.R., Mata M., Umana L., Wu Q., Czederpiltz D.L. Recommended protocols for sampling macrofungi // *Biodiversity of fungi. Inventory and monitoring methods.* Amsterdam; Boston. 2004. P. 168–172.

DIVERSITY OF MYCELIAL MICROSTRUCTURES AND BIOCHEMICAL COMPONENTS OF *Ganoderma* MACROMYCETES FLORA OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN

O. M. Tsvileva,¹ T. P. Nguyen,² M. P. Chernyshova,¹ V. V. Galushka³ & A. N. Petrov⁴

¹ Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms RAS, Saratov, Russia, tsvileva@ibppm.ru

² Southern Institute of Ecology VAS&T, Hochiminh, Vietnam

³ N.G. Chernyshevskii Saratov State National Research University, Saratov, Russia

⁴ Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Summary. *Ganoderma* mushroom can thrive under hot and humid conditions of subtropical and tropical regions, as well as moderate climate zones. We have studied micromorphological, cultural and selected biochemical characteristics that might provide a routine basis for identifying the most promising strains as biotechnological subjects. The peculiarities of lipidic pool of low-molecular chemical constituents of mycelium, which could likely be significant for taxonomic differentiation, have been elucidated. The tropical species involved are for the first time under the comparative study in respect to *Ganoderma* strains from European and Siberian regions' mushroom collections.

Wood-decaying higher fungi attract attention as the possible participants of the plant wastes biodestruction processes, as well as the producers of unique complex of biologically active substances. Since the wild fungi play an important role to maintain the health of forests besides their medicinal importance and nutritional value in most of the cases, therefore it becomes quite necessary to explore, document and conserve this natural wealth. In non-edible medicinal species, *Ganoderma*, which belongs to the polypores is the leader in terms of production. *G. lucidum* (Curtis) P.Karst. species complex is composed of several species that can be difficult to distinguish from one another. There is nevertheless a strong consensus about the true identity of *G. lucidum* among contemporary European mycologists, that is *G. lucidum* is probably restricted to western parts of Europe (Moncalvo, 2005). *G. valesiacum* Boud. distribution range includes the areas of Siberia along with Europe, China and Japan (Hong, Jung, 2004). The key objective of the present study was to generate the base-line information on *Ganoderma* species of the largest protection areas in Vietnam, and to compare those with the species or strains of distinct geographical sampling. Cultural characterization on solid and liquid fermentation, scanning electron microscopy of morphology along with chemical analysis served as the supporting identification and comparison factors.

Comparative studies of Vietnamese *Ganoderma* (5 species) and species cultured in Russia were performed. Morphological features, culture and developmental characteristics of species and chemical components such as secondary metabolites contribute greatly to the traditional identification of *Ganoderma* species. To determine suitable storage and growth conditions of the mushrooms, the conditions of solid-phase cultivation (thermal optima) and liquid-phase submerged cultivation (growth media formulation, temperature, culture duration) were selected by the criteria of highest mycelial biomass accumulation and primordia formation under a laboratory conditions. Optimal growth of mycelia was searched by variation of the environmental parameters, as the nutrient medium composition, carbon and nitrogen sources' kinds and proportion, thermal conditions of culture. Besides, the efficiency of cultivating the seeding mycelia of *Ganoderma* using the wastes of agricultural production characteristic for tropical zone, as well as using the relatively cheap food components, was shown.

Contemporary physicochemical methods (scanning electron microscopy (SEM), gas chromatography coupled with mass spectrometric detection, gas-liquid chromatography) were applied for further characterization of the cultures. The comparative analysis by the SEM method was attempted to follow the fruit bodies morphology and mycelia microstructures. Anatomy of mycelia from agar (two to eight weeks aged) was characterized by generative hyphae bearing or not clamp connections, non-branched or moderately branched skeletal hyphae, and relatively thin binding hyphae. In our experiments, clamps connections occurring on anastomoses and generative hyphae were common. The development of deeply wrinkled hyphae and different types of hyphae cell-wall overgrowth to form the film-like structures was characteristic to *G. applanatum* (Pers.) Pat., strains SIE1304 and 0154, that contributed greatly to the interstrain morphological similarity within spe-

cies of *G. applanatum* under study. Another mycelial microstructure was visualized as the capitate outgrowth on the mycelial cells. The swallowed fragments of true (non-branched) skeletal hyphae are intrinsic morphological characteristics of the tropical representatives of *Ganoderma* genus, and our results on *G. neojaponicum* Imazeki microstructure, both SIEbgm and SIEbidoup strains, are in agreement with that data. Anamorphs may serve as taxonomic criteria for species or sometimes at higher taxonomic levels. Chlamydospore is one of the most common anamorph of basidiomycetes. Chlamydospore detection could contribute to the species-specific differentiation of the *Ganoderma* mycelia. Isolates of *G. colossus* (Fr.) C.F.Baker produced thick-walled globular chlamydospores (fig. 1a), bigger as compared to other species (up to 20 μm in diameter), with cylindrical spines projecting from surface reticulations (fig. 1b).

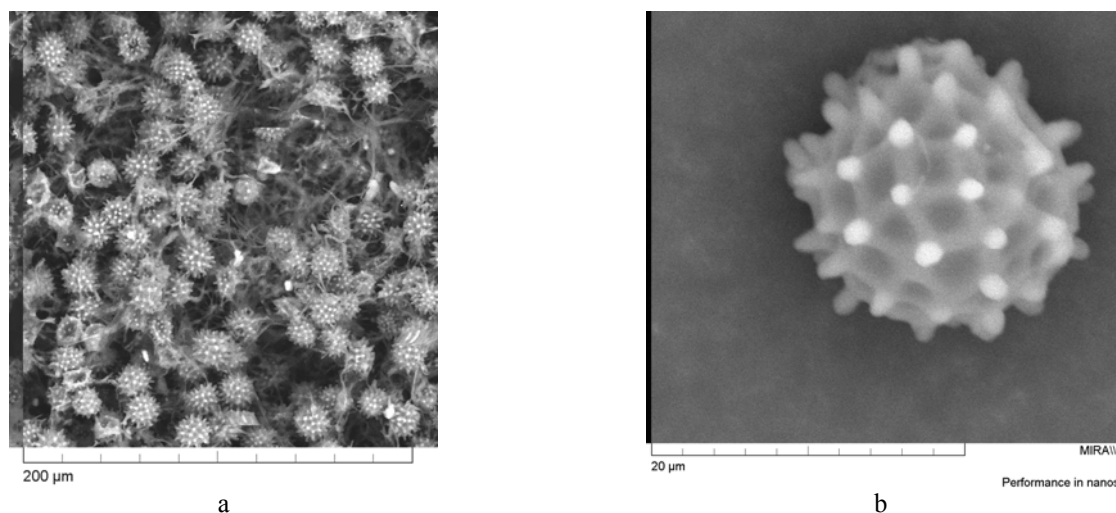
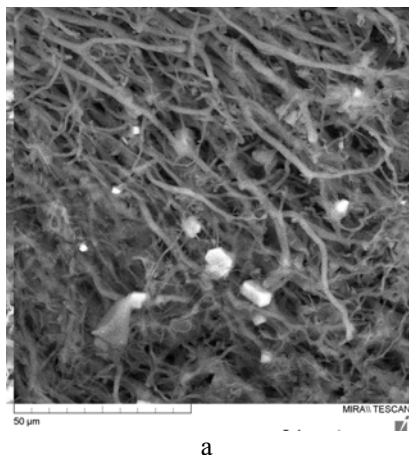


Fig. 1. *Ganoderma colossus* SIE1301 chlamydospores formed on wort agar in 3 weeks: a – scale bar unit is 20 μm , b – full-length scale bar is 20 μm .

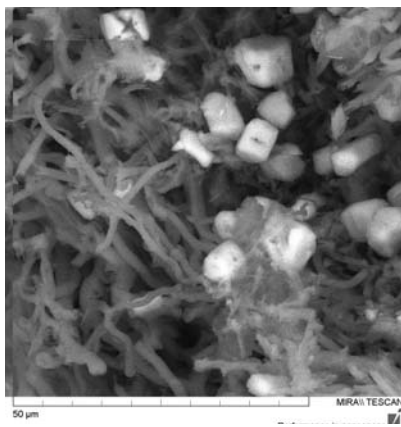
SEM along with the elemental analysis of salt microcrystals revealed on fungal hyphae served as the comparison factor. The presence of salt crystals on hyphae in mushroom cultures was reported earlier. Crystals occurred to appear at some mushrooms' culture under different nutrient media (agar and liquid media, grain, compost, etc.) and represented a relatively stable characteristic of the cultures. The density of crystals on the surface of hyphae, as well as the morphology of crystals may vary with a fungus systematic position. In the samples of *G. colossus* pileus and mycelium on wort agar, calcium salt microparticles were observed (fig. 2). The presence of calcium was proved by the energy dispersive X-ray analysis. Near-cubic shape and smooth surface of the particles allowed classifying of crystal structure as calcite, the most stable crystalline structure of calcium carbonate. Back-scattered electron images of the samples of *G. valesiacum* 120702 mycelium on wort agar showed the presence of small areas inside the samples containing atoms heavier than carbon, oxygen or nitrogen, and formation of calcite particles in the samples can be supposed as well (fig. 3).

Using the isolates of *Ganoderma* strains under study as the inoculum, the cultures were tested for their ability to produce yellow extracellular pigment on media plates. Some relevant peculiarities were observed in our studies, being much more profound for *G. colossus*. One could notify that the unfavorable culture conditions facilitate the vegetative mycelium pigmentation. Brown color occurrence could be stimulated by a limited variety of carbohydrates (potato-glucose-based formulation). Relatively low culture temperature is a further contributory factor to *G. colossus* mycelium becoming yellow. Pigmented mycelia of *Ganoderma* species appear to contain valuable compounds. 1-Octen-3-ol and 3-octanol were found as main volatile flavor compounds in our work, in compliance with the earlier few works dealt with the volatile compounds in *G. lucidum* and *G. sinense* (J.D. Zhao, L.W. Hsu & X.Q. Zhang) mycelia. Different liquid crystalline systems are based on natural low-molecular substances, which are fatty acids derivatives. Those could serve as

chemical stability enhancers for protect drugs from chemical instability reactions, as coatings for microspheres in the process of gastroretentive drug delivery, as subjects for broad discussion on biodiesel. Monoglycerides are also among the detected compounds.



a



b

Fig. 2. *Ganoderma colossus* SIE1301 calcium salt crystals in: a – pileus tissue, b – mycelium on wort agar (full-length scale bars are 50 μm).

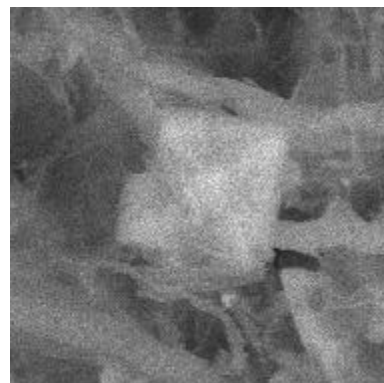


Fig. 3. *Ganoderma valesiacum* 120702 calcium salt crystal in the mycelium (scale bar is 10 μm).

The peculiarities of fatty-acid composition of several species' mycelia are quite interesting for taxonomy studies. Thus, only *G. neojaponicum* is characterized by the high level of fatty acid with an odd number of carbon atoms $C_{15:0}$ along with the presence of $C_{2-OH\ 16:0}$ hydroxyacid. Exclusively *G. cattienensis* Tham & Moncalvo shows the presence of 3-hydroxyacid $C_{3-OH\ 14:0}$. Finding the 3-hydroxyacids ($C_{3-OH\ 12:0}$ and $C_{3-OH\ 14:0}$, therewith in only two species just mentioned) is uncommon for higher fungi, and could be useful for chemosystematics. The remarkable quantitative differences between the fatty-acid profiles of the submerged mycelia of the species under study substantiate the line of selection of the active natural producer characterized by a variety of hydroxy-, mono-, and polyenic unsaturated fatty acids, therewith the different geographic sampling of fungal objects being of rather decisive importance. Further studies should be driven by a wide range of promising biotechnological applications based on the mycelial chemical components of lipid nature.

References

- Hong S.G., Jung H.S. Phylogenetic analysis of *Ganoderma* based on nearly complete mitochondrial small-subunit ribosomal DNA sequences // Mycologia. 2004. Vol. 96. No. 4. P. 742–755.
Moncalvo J.M. Molecular Systematics of *Ganoderma*: What Is Reishi? // Int. J. Med. Mushrooms. 2005. Vol. 7. No. 3. P. 353–354.

МХИ ОСТРОВОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

*И. В. Чернядьева*¹, *Е. А. Игнатова*²

¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, irinatomosses@yandex.ru

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, arctoa@list.ru

MOSSES OF ZABAYKAL'SKY NATIONAL PARK ISLANDS

*I. V. Czernyadjeva*¹ & *E. A. Ignatova*²

¹ V.L. Komarov Botanical Institute, St. Petersburg, Russia

² M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Summary. Moss flora of the Ushkany archipelago and Islands of Chivyrkuisky Bay is studied. The list includes 125 species. Some rare species, e.g. *Brachytheciastrum collinum*, *Tayloria serrata*, *Tortula muralis* var. *aestiva*, etc. were collected; distribution of *Pseudocrossidium obtusulum* and *Didymodon glaucus* is discussed.

Забайкальский национальный парк расположен в Республике Бурятия на восточном побережье озера Байкал. Территория парка охватывает часть акватории Байкала с расположенными там островами. Флора мхов Забайкальского парка исследована слабо, 106 видов приводит Л.В. Бардунов (1961), но для островов указывается только 13 видов. Для территории парка в целом, без указания конкретных местонахождений, С.Г. Казановский и О.А. Аненхов (1998) приводят 65 видов мхов, однако на островах сборы не проводились. В июле 2014 г. были проведены флористические исследования мхов в Забайкальском парке на островах Ушканьего архипелага и Чивыркуйского залива.

Ушканьи острова – небольшой архипелаг со скалистыми берегами в средней части озера Байкал, представляющий собой вершины подводной возвышенности на дне Байкала – Ушканьего порога. Острова сложены в основном мраморами и древними кристаллическими известняками. Постоянных водотоков, выходов грунтовых вод нет, запасы влаги – атмосферные осадки. На Ушканьем архипелаге изучена флора мхов островов Тонкий, Круглый, Долгий и Большой. Центральная часть островов занята зеленомошными лиственничниками, где проективное покрытие мхов достигает 70–80 %. По берегам островов отдельные участки занимают разнотравные луга, где моховой покров практически отсутствует. На задернованных склонах к озеру мхи часто образуют сплошное покрытие.

Чивыркуйский залив расположен между материком и полуостровом Святой Нос, его площадь около 270 км². Залив мелководный, хорошо прогревается и характеризуется самыми высокими температурами вод Байкала. В Чивыркуйском заливе были обследованы острова Большой Колтыгей, Малый Колтыгей, Бакланий, Елены и Окуневый. Острова сложены в основном гранитами. На о-ве Бакланий распространены хвойные леса, травяные березняки и луговые сообщества, растительность о-ва Большой Колтыгей представлена в основном травяными березняками и лугами. Моховой покров на островах развит слабо, проективное покрытие, как правило, не превышает 1–5 %. На островах Малый Колтыгей, Елены и Окуневый значительную часть территории занимают птичьи базары. Растительность представлена в основном луговыми сообществами, только на о-ве Елены встречаются отдельные участки смешанных лесов. Моховой покров на этих островах практически отсутствует, изредка встречаются отдельные дернинки мхов диаметром 3–5 см. На островах Чивыркуйского залива мхи в значительном количестве встречаются только на прибрежных скалах о-ва Бакланий и на скалах северного побережья о-ва Большой Колтыгей.

Число видов мхов, выявленных в результате обследования островов, представлено в табл. На о-вах Ушканьего архипелага собрано 86 видов мхов, в Чивыркуйском заливе – 90. Общими для обеих групп островов являются 53 вида. Число видов на отдельных островах колеблется от 55 на о-ве Тонкий до 5 на о-ве Окуневый. Наиболее бедны мхами острова с расположенными на них птичьими базарами, т. к. значительная нитрофикация почвы подавляет развитие мохообразных. Широко распространены и встречаются на большинстве обследованных островов следующие виды: в напочвенном покрове лесов – *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.; на гнилой древесине и при основании стволов – *Amblystegium serpens* (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Plagiothecium laetum* Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Sanionia uncanata* (Hedw.) Loeske; на камнях со слоем почвы в лесах и на задернованных скалах – *Abietinella abietina* (Hedw.) M.Fleisch., *Brachythecium roteanum* De Not., *Hypnum cupressiforme* Hedw.; на обнаженной почве нарушенных местообитаний – *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) P.C.Chen, *Bryum moravicum* Podp., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.; на скалах – *Orthotrichum anomalum* Hedw., *Schistidium submuticum* subsp. *arcticum* H.H. Blom; на камнях у воды и в воде – *Hygrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn.

Ряд видов произрастает преимущественно на Ушканьих о-вах, тогда как в Чивыркуйском заливе собраны их единичные образцы: *Brachythecium cirrosum* (Schwägr.) Schimp., *Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Encalypta rhyptocarpa* Schwägr., *Mnium marginatum* (Dicks.) P.Beauv., *Timmia bavarica* Hessel. Кроме того, на Ушканьем архи-

пелаге обычны некоторые виды, отсутствующие на островах Чивыркуйского залива. Это, прежде всего, *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr., обычный и часто массовый вид на камнях, скалах и гнилых стволах на всех четырех островах архипелага. На скалах и камнях также часто встречаются *Didymodon rigidulus* Hedw. и *Gymnostomum aerogynosum* Sm. В Чивыркуйском заливе не собран ряд обычных, широко распространенных в Бурятии (и на архипелаге) видов, например, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr., *A. turgidum* (Wahlenb.) Schwaegr., *Rhytidium rugosum* (Hedw.) Kindb. С другой стороны, на островах Чивыркуйского залива выявлены мхи, отсутствующие на островах архипелага. На камнях и береговых скалах здесь нередки *Orthotrichum speciosum* Nees, *Schistidium pulchrum* H.H. Blom, *S. sibiricum* Ignatova et H.H. Blom; на гнилой древесине в лесах – *Stereodon plicatulus* Lindb.

Таблица. Число видов мхов на островах Ушканьего архипелага и Чивыркуйского залива

Ушканый архипелаг		Чивыркуйский залив	
Остров	Число видов	Остров	Число видов
Тонкий	55	Бакланий	50
Круглый	49	Большой Колтыгей	42
Большой	38	Елены	24
Долгий	37	Малый Колтыгей	19
–	–	Окуневый	5

В целом, на обследованной территории было выявлено 125 видов мхов. Флора мхов небогата, что объясняется, с одной стороны, изолированностью островов от материковых берегов Байкала, а с другой – отсутствием здесь многих типов местообитаний с характерным для них комплексом мохообразных (ручьи, реки, болота), что приводит к значительному сокращению видового разнообразия. Вместе с тем, здесь отмечен ряд очень редких в Бурятии видов: *Molendoa sendtneriana* (Bruch & Schimp.) Limpr., *Pterigynandrum filiforme* Hedw., *Schistidium liliputanum* (Müll.Hal.) Deguchi. Некоторые редкие виды ранее на территории республики не были собраны: *Brachytheciastrum collinum* (Schleich. ex Müll.Hal.) Ignatov & Huttunen, *Plagiothecium latebricola* Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Tayloria serrata* (Hedw.) Bruch, Schimp. & W.Gümbel, *Tortula muralis* var. *aestiva* Hedw., *T. obtusifolia* (Schwägr.) Mathieu. Также были выявлены новые, недавно описанные виды: *Amphidium asiaticum* Sim-Sim, Afonina & M. Stech и *Hedwigia mollis* Ignatova, Ignatov & Fedosov.

На острове Малый Колтыгей в расщелинах камней береговых скал у птичьего базара найден очень редкий вид *Pseudocrossidium obtusulum* (Lindb.) H.A. Crum & L.E. Anderson, изредка встречающийся в Европе, Северной Америке и Азии (Zander, 2007). В России известно несколько находок этого вида в Ростовской и Пермской областях, на Кавказе, Алтае, Таймыре и в Якутии (Fedosov, Ignatova, 2006; Pisarenko, 2007; Дорошина, 2012).

В ходе исследований на островах Большой Колтыгей, Малый Колтыгей и Большой в расщелинах прибрежных скал был выявлен очень редкий вид *Didymodon glaucus* Ryan. Долгое время этот вид считался эндемиком Европы, где он изредка встречается преимущественно в горных районах; вне Европы он был позднее найден в Анатолии (Турция) (Jimenez, 2006; Porley, 2007). В России его приводил для Приморского края А.С. Лазаренко (1940), однако это указание считалось сомнительным. Впоследствии нахождение вида на российском Дальнем Востоке было подтверждено; в настоящее время *Didymodon glaucus* известен также по единичным находкам в Иркутской области, Монголии и на Камчатке (Ignatova, Ignatov, 2007; Цэгмед, 2010; Чернядьева, 2012).

Авторы выражают большую признательность сотрудникам и дирекции Баргузинского заповедника и лично Е.В. Бухаровой, организовавшим полевые работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01156.

Литература

Казановский С.Г., Аненхонов О.А. Материалы к флоре мохообразных Забайкальского природного национального парка // История флоры и растительности Забайкалья: Матер. Регион. науч. конф. Улан-Удэ. 1998. С. 23–26.

- Бардунов Л.В. Листостебельные мхи побережий и гор Северного Байкала // Тр. Вост.-Сиб. фил. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. Вып. 41. 1961. 119 с.
- Лазаренко А.С. Листяни мохи Радянського Далекого Сходу // Бот. журн. АН УРСР. 1940. Т. 1. №3–4. С. 59–100.
- Цэгмэд Ц. Флора мхов Монголии. М. 2010. 635 с.
- Чернядьева И.В. Мхи полуострова Камчатка. СПб. 2012. 459 с.
- Дорошина Г.Я. Новые находки мхов в Кабардино-Балкарской Республике. 4. / Ed. Sofronova E.V. New bryophyte records. 4. // Arctoa. 2012. Vol. 21. P. 287–288.
- Fedosov V.E., Ignatova E.A. The genus *Pseudocrossidium* R.S. Williams (Pottiaceae, Musci) in Russia. // Arctoa. 2006. Vol. 15. P. 203–210.
- Ignatova E.A., Ignatov M.S. *Didymodon glaucus* Ryan (Pottiaceae, Musci) – the first record from Siberia. // Arctoa. 2007. Vol. 16. P. 139–143.
- Jimenez J.A. Taxonomic revision of the genus *Didymodon* Hedw. (Pottiaceae, Bryophyta) in Europe, North Africa and Southwest and Central Asia // J. Hattori Bot. Lab. 2006. Vol. 100. P. 211–292.
- Pisarenko O.Yu. New moss records from Altai Republic. 1. // Arctoa. 2007. Vol. 16. P. 191.
- Porley R.D. Threatened bryophytes: *Didymodon glaucus* // Field Bryology. 2007. No. 93. P. 16–22.
- Zander, R.H. *Pseudocrossidium* // Flora of North America north of Mexico. Bryophyta. New York; Oxford. 2007. Vol. 27. Part 1. P. 569–572.

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В СЛОЕВИЩАХ *Nostoc commune* (Cyanoprokaryota)

Г. С. Шамбуева, И. Н. Егорова, О. В. Шергина, В. В. Гурина

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, egorova@sifibr.irk.ru

FATTY ACIDS COMPOSITION AND CONTENTS OF TOTAL NITROGEN IN *Nostoc commune* THALLI (Cyanoprokaryota)

G. S. Shambueva, I. N. Egorova, O. V. Shergina & V.V. Gurina

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The results of biochemical researches of *Nostoc commune* thalli (Cyanoprokaryota) from Siberian and Mongolian populations are discussed.

Определено содержание общего азота и состав жирных кислот общих липидов в макроскопических слоевищах оксигенной азотфиксирующей водоросли *Nostoc commune* из популяций вида, функционирующих в наземных экосистемах юга Сибири и Монголии. Сведения о местонахождениях, откуда были взяты образцы для исследований, опубликованы (Егорова и др., 2014; 2017; и др.).

Содержание общего азота измеряли в слоевищах ностока, развивающихся в степных, лесостепных и луговых растительных сообществах на территории Иркутской области, Забайкальского края, Республик Бурятия и Хакасия, в Монголии. Для измерений применяли фотоколориметрический метод ускоренного определения (Аринушкина, 1962; и др.). В изученных образцах содержание общего азота варьирует в диапазоне 2.6–5.1 %. В среднем, составляет около 4 % воздушно-сухого веса. Отмечено варьирование содержания общего азота в слоевищах водоросли как территориально отдаленных местонахождений, так и в пределах одного местонахождения. Содержание общего азота в ностоке в некоторых случаях сопоставимо с таковым в наземной фитомассе бобовых, ряда злаковых, азотфиксирующих лишайников.

Анализ метиловых эфиров жирных кислот проводили методом газожидкостной хроматографии с использованием хроматомасспектрометра 5973N/6890N MSD/DS Agilent Technologies (США) в ЦКП СИФИБР СО РАН «Биоаналитика». Жирнокислотный состав липидов изученных образцов ностока представлен насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами. Преобладают насыщенные кислоты, а среди них пальмитиновая (C 16:0), содержание которой может достигать 50 % от общего. В целом, полученные данные

согласуются с известными данными для цианопрокариот и таковыми для *Nostoc commune* (Potts et al., 1987; и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 12-04-01365, № 15-04-06346, а также в рамках Гос. задания 52.1.10 от 2015–2017 гг.

Литература

- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М. 1962. 490 с.
- Егорова И.Н., Коновалов М.С., Патова Е.Н., Сивков М.Д., Степанов А.В. *Nostoc commune* (CYANOPHYTA / CYANOBACTERIA / CYANOPROKARYOTA) в наземных экосистемах Байкальского региона // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2014. Т. 9. С. 21–43.
- Егорова И.Н., Шамбуева Г.С., Морозова Т.И., Шинен Н. К изучению *Nostoc commune* (CYANOPROKARYOTA) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Сб. науч. статей по матер. XVI междунар. науч.-практ. конф. Барнаул. 2017. С. 110–112.
- Potts M., Olie J.J., Nickels J.S., Parsons J., White D.C. Variation in Phospholipid Ester-Linked Fatty Acids and Carotenoids of Desiccated *Nostoc commune* (Cyanobacteria) from Different Geographic Locations // Appl. Environ. Microbiol. 1987. Vol. 53. No. 1. P. 4–9.
-

РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА, ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ

КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА: ОТ ПОПУЛЯЦИЙ ДО РЕГИОНОВ И БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН

О. А. Аненхонов

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия, anen@yandex.ru

THE CLIMATE-DRIVEN DYNAMICS OF VEGETATION AT DIFFERENT SCALES: FROM LOCAL POPULATIONS TO REGIONS AND PHYTOGEOGRAPHICAL ZONES

O. A. Anenkhnov

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia, anen@yandex.ru

Summary. The vastness and multiplicity of questions arisen along with the global climate change in relation to the climate-driven vegetation dynamics is emphasized. Existence of uncertainties at the all of research directions is noted. Some examples and issues from the literature observed are compiled.

Факт текущего глобального потепления климата подтвержден на основе более 14.5 млн. ежемесячных данных (Global..., 2011). При этом, можно сказать, что глобальное потепление, по сути, является не единым процессом, а метапроцессом, поскольку наблюдается различная ориентация векторов локальных климатических трендов, как в отношении температуры, так и осадков. Соответственно, общая картина климатических изменений представляет собой «лоскутное одеяло», где в пределах отдельных территорий комбинируются различные тренды – потепление/похолодание ± аридизация/гумидизация, либо отмечается только один из этих пар трендов. В качестве примера можно привести Забайкалье, где наблюдается высокий уровень темпов потепления, но количество осадков по данным метеорологических служб остается на уровне сопоставимым с уровнем периода до зарегистрированного потепления климата; в этом случае региональная аридизация связана с повышением потерь влаги на испарение в силу роста среднегодовых температур.

Помимо вышесказанного, стало очевидным, что климатические изменения не однородны не только в отношении ориентации их векторов, но и в феноменологическом отношении. С одной стороны изменения климата это (i) постепенные тренды, с другой – (ii) учащение экстремальных метеорологических явлений. Причем осознание (ii) привело к тому, что интенсификация погодных экстремумов становится одной из наиболее важных частей проблемы глобальных климатических изменений (Jentsch et al., 2007).

В современной экологии и биологии, проблемам, связанным с глобальными климатическими изменениями, уделяется огромное внимание, что отражается во всё большем количестве публикаций, где обсуждается влияние последствий изменений климата на растительный покров. Уже сейчас их пул представляется практически необозримым, возможно лишь рассматривать результаты исследований по отдельным сравнительно «узким» вопросам. Тем не менее, как было отмечено в одной из недавних работ (Arneth, 2015) вопрос о том, как растительный покров будет реагировать на изменения климата (а также о том, как это будет сопоставимо с изменениями, вызванными антропогенным воздействием), при рассмотрении через призму модельных исследований, высвечивает то, насколько мало мы знаем об этой реакции и, следовательно, эта ситуация может расцениваться как призыв к работе в этом направлении. Данный вопрос по существу отражает как все еще глубочайшую недостаточность фактических и модельных данных, так и наличие многочисленных неразрешенных методических и методологических проблем.

Предпосылками климатогенной динамики растительного покрова являются следующие: 1) изменения климата происходили, происходят и будут происходить во всем обозримом будущем (варьировать могут векторы изменений, элементы климата, характер и пара-

метры изменений); 2) экосистемы (и, в частности, растительный покров) не могут не реагировать на биотически значимые изменения климата: как на существенные однократные или эпизодические осцилляции (метеорологические экстремумы), так и на устойчивые долговременные тренды; 3) для экосистем не важно происхождение изменений климата, они реагируют на само изменение, а не на его причину; 4) отклик растительного покрова на изменения климата проявляется с задержкой (lag), поскольку он обладает свойствами буферности и гистерезиса, и, кроме того, необходимо время на реализацию миграционного и оккупационного потенциала растений как в локальном, так и в межрегиональном масштабе, и на перестройку локальных сукцессионных систем, включая элиминацию одних видов и интеграцию в экосистемы других видов; эту задержку необходимо учитывать при оценке климатогенной динамики растительного покрова.

В силу высокой сложности организации растительного покрова, изучение его реакции на изменения климата возможно на уровне отдельных компонентов, что представляет собой редуционистский подход. До холистического подхода, при котором было бы возможно учитывать и кумулятивные эффекты наблюдаемых изменений, пока еще, по-видимому, очень далеко.

В качестве отдельных компонентов – объектов исследований можно выделять: (а) популяции; (б) виды; (в) растительные сообщества; (г) территориальные флоры; (д) ценохоры (территориальные совокупности сообществ). Результаты исследований этих компонентов, с учетом различных ограничений, возможно экстраполировать на категории, к которым относятся эти компоненты (географические, ценотические, функциональные, и т. п. элементы; типы популяций, биоморфы; типы сообществ различного ранга; типы ценохор и т. д.). Имеются и другие подходы к структурированию объектов исследований, например К. Johnson (2014), в кратком обзоре методических подходов рассматривал исследования: (1) видов; (2) местообитаний; (3) участков местности (охраняемые территории, бассейны, ландшафты); (4) экосистемные процессы; (5) экосистемные услуги; (6) водные ресурсы; (7) прибрежные ресурсы. Отметим, что при данном подходе не делается различия между объектами (пп. 1–3) и предметами (пп. 4–7) исследования. При более строгом разделении, предметом исследований служат разнообразные аспекты, как частного, так и общего характера. Рассмотрим некоторые из них.

1) Различные параметры роста и развития растений (радиальный прирост деревьев, фенология вегетационного периода, продукционные процессы, и т. д.);

На уровне крупных выделов растительного покрова (региональный и зональный уровни) активное использование методов дистанционного зондирования позволило выявить процессы т.н. «позеленения» и «побурения» (greening и browning), отражающие изменения общего содержания хлорофилла в растительности вследствие изменений концентрации основного парникового газа – CO₂. В настоящее время в ряде регионов изучается соотношение этих процессов, в частности, показано преобладание антропогенного «позеленения» во внетропических областях северного полушария (Мао et al., 2016). Вероятно, вскоре будут установлены биогеографические закономерности «позеленения» и «побурения» и детализированы их климатологические основания.

Установлено, что растительность как аридных, так и гумидных регионов оперативно реагирует на засухи, однако предполагается, что физиологические механизмы реакции различаются. В отличие от них, растительность в семиаридных и семигумидных регионах проявляет реакцию на засухи в более длительном временном масштабе, что вероятно связано со способностью растений выдерживать дефицит увлажнения, но при этом отсутствуют адаптивные возможности к быстрой реакции, как это наблюдается у растений аридных районов (Vicente-Serrano et al., 2013).

2) Различные аспекты репродуктивной биологии растений (фенология и биология цветения и плодоношения, дисперсия диаспор, и пр.);

Помимо многочисленных работ отражающих фенологические аспекты отдельных видов, имеются более общие работы. Например, установлено, что в зоне бореальных лесов, занимающих около 67 % залесенной территории северного полушария, рост среднегодовых температур приводит к более быстрому развитию полога в пределах одной и той же климатической или широтной полосы (Park et al., 2015).

3) Параметры и динамика популяций, сообществ, флор, ценохор, зон/поясов, и т. п.;

Многообразие механизмов динамики компонентов растительного покрова и многочисленность их признаков/свойств обуславливают то, что при большом количестве публикаций обобщение результатов пока еще весьма преждевременно. До сих пор остаются неясными пороговые значения (thresholds) климатических изменений, могущие стать критическими для существования отдельных популяций, видов, радикальных изменений состава и структуры сообществ, флор. Остаются лишь разрозненными представления и о механизмах, которые будут способствовать выживанию/элиминации популяций/видов. Пока еще немногочисленные работы посвящены вопросам климатогенной трансформации видового разнообразия растительных сообществ, как и индикационному значению таких трансформаций. Одним из более общих выводов стала «неравновесность» современной климатогенной динамики (“disequilibrium dynamics”) растительного покрова (Svenning, Sandel, 2013), увязываемая с быстрыми климатическими изменениями в течение следующих 50–200 лет. Одним из оснований «неравновесности» является вышеупомянутая задержка реакции растительного покрова на климатические изменения. При этом, такая «неравновесность» должна вызывать серьезную озабоченность, поскольку она представляет серьезную проблему для моделирования и прогнозирования будущих состояний экосистем. С. Bellard et al. (2012) рассматривают возможные последствия изменения климата для биоты на разных уровнях (особь, популяция, вид, экосистема и т. д.), изменения экологических ниш. Возможные прогнозы существенно варьируются в зависимости от группы организмов, методов, масштабов, периода времени и т. п. Но большинство моделей указывают на тревожные последствия изменений климата для биоразнообразия.

Имеются прогнозы изменения положения ботанико-географических зон / высотных поясов растительности, либо хотя бы смещения их границ в результате глобального потепления климата. Однако при обзоре таких прогнозов, сделанных в 1980–90-е годы, можно констатировать, что они пока не оправдались, хотя климатические параметры оказались близки к прогнозируемым.

Литература

- Arnell A. Climate science: Uncertain future for vegetation cover // *Nature*. 2015. Vol. 524. P. 44–45.
- Bellard C., Bertelsmeier C., Leadley P., Thuiller W., Courchamp F. Impacts of climate change on the future of biodiversity // *Ecol. Lett.* 2012. Vol. 15. No. 4. P. 365–377.
- Global warming ‘confirmed’ // *Nature Climate Change*. 2011. Vol. 1. No. 11. P. 437–438.
- Jentsch A., Kreyling J., Beierkuhnlein C. A new generation of climate change experiments: events, not trends // *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2007. Vol. 5. No. 7. P. 315–324.
- Johnson K.A. Climate change vulnerability assessment for natural resources management: Toolbox of methods with case studies. Version 2.0. Virginia. 2014. 92 p.
- Mao J., Ribes A., Yan B., Shi X., Thornton P.E., Séférian R., Ciais Ph., Myneni R.B., Douville H., Piao Sh., Zhu Z., Dickinson R.E., Dai Y., Ricciuto D.M., Jin M., Hoffman F.M., Wang B., Huang M., Lian X. Human-induced greening of the northern extratropical land surface // *Nature Climate Change*. 2016. Vol. 6. P. 959–963.
- Park H., Jeong Su-J., Ho Ch.-H., Kim J., Brown M.E., Schaepman M.E. Nonlinear response of vegetation green-up to local temperature variations in temperate and boreal forests in the Northern Hemisphere // *Remote Sens. Environ.* 2015. Vol. 165. P. 100–108.
- Svenning J.-Ch., Sandel B. Disequilibrium vegetation dynamics under future climate change // *Am. J. Bot.* 2013. Vol. 100. No. 7. P. 1266–1286.
- Vicente-Serrano S.M., Gouveia C., Camarero J.J., Beguería S., Trigo R., López-Moreno J.I., Azorín-Molina C., Pashoa E., Lorenzo-Lacruza J., Revuelto J., Morán-Tejedaa E., Sanchez-Lorenzoga A. Response of vegetation to drought time-scales across global land biomes // *Proc. Nat. Acad. Sci.* 2013. Vol. 110. No. 1. P. 52–57.

ПИРОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В ПОДГОЛЬЦОВЫХ КЕДРОВНИКАХ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н. С. Гамова

Байкальский государственный природный биосферный заповедник, пос. Танхой, Россия,
bg_natagamova@mail.ru

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

POST-FIRE VEGETATION CHANGES IN THE SUBALPINE SIBERIAN CEDAR PINE FORESTS OF THE BAIKAL NATURE RESERVE

N. S. Gamova

Baikal State Nature Biosphere Reserve, Tankhoi, Russia
M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Summary. Siberian cedar pine forests form the upper forest belt in central part of Khamar-Daban. Area of burnt cedar pine subalpine forests is about 1500 ha since 1969 in Baikal state reserve. Long-term observations have revealed some peculiarities of vegetation changes of these forests.

Байкальский заповедник расположен на южном побережье озера Байкал в центральной части хребта Хамар-Дабан. Его площадь составляет 165 724 га, из которых леса занимают 115 495 га, или около 70 %. Сибирский кедр (*Pinus sibirica* Du Tour) является здесь одной из основных лесообразующих пород и присутствует почти во всех типах леса и высотных полосах горнотаёжного пояса. Чистые кедровники, однако, встречаются не так часто и приурочены в основном к верхней полосе лесов на высотах 1200–1500 м над ур. моря на северном макросклоне и 1400–1600 м над ур. моря на южном макросклоне Хамар-Дабана. На южном склоне они типичны для всей территории, а на северном только для восточной, более сухой части заповедника в бассейне реки Левая Мишиха.

Обследованные участки гарей были нарушены пожарами в 1969, 1974, 1987, 2010 и 2015 гг. Общая площадь их составляет около полутора тысяч га; пожар 2015 г. частично затронул участок, сгоревший в 1974 г. Участки изучаются с 2010 г.; здесь заложены постоянные пробные площади для долгосрочных наблюдений за динамикой пирогенных сообществ. За этот период выявлен ряд черт, отличающих ход возобновления в подгольцовых кедровниках от сукцессий в лесах нижних частей горнотаёжного пояса.

Ключевые особенности послепожарных сукцессий в подгольцовых лесах:

1. Общее замедленное возобновление с сохранением стадии «чёрной гари» на второй и третий год после пожара
2. Сохранение погибшего в огне древостоя до 50 и более лет после пожара
3. Преобладание в древесном возобновлении коренных хвойных пород (*Pinus sibirica*)
4. Длительное (более 40–50 лет после пожара) присутствие видов-пионеров, как *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Rubus idaeus* L. и др.
5. Малое количество видов разнотравья на ранних стадиях сукцессии
6. Медленное и фрагментарное возобновление мохово-лишайникового яруса с сохранением открытых участков почвы спустя несколько десятков лет после пожара
7. Возобновления хвойных кустарников – *Juniperus sibirica* Burgsd. и *Pinus pumila* (Pall.) Regel – начинается лишь после успешного возобновления основных древесных пород.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ РЕКИ ОКИ: МОНИТОРИНГ, ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ГЕНОФОНДА

V. N. Egorova

Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия, egorova1935@mail.ru

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF FLOODPLAIN IN THE MEADOWS OF RIVER OKA: MONITORING, PROBLEMS OF CONSERVATION AND RESTORATION OF BIODIVERSITY AND THE GENE POOL

V. N. Egorova

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia, egorova1935@mail.ru

Summary. Long-term monitoring (since 1963) has shown that the dynamics of the flora and the structure of the communities in the middle Oka floodplain during the course of natural successions is realised at a fluctuating level at the same time maintaining the main structural parameters (number of species, composition of dominants and codominants, poly-dominance, change in dominance, taxonomic structure of the flora, biomorphological structure of LF, etc.). Anthropogenic successions lead to dramatic changes in the structure of flora and its communities, their unification at the inland landscape level, are characterized by rapid rates. To preserve and restore biodiversity and the gene pool of natural floodplain communities, using the method of introduction and reintroduction of species from the local flora within the *ex situ* programs is promising.

Загрязнение окружающей среды, уничтожение природных местообитаний видов и сообществ, изменение в сельскохозяйственной и лесоводческой практике, урбанизация ландшафтов и многие другие экзогенные факторы приводят к наиболее кардинальным сменам флоры и структуры сообществ в природных экосистемах, вызываемым человеком. Пойменная экосистема средней Оки (Дединовское расширение, Московская область) во второй половине XX века испытывает различное влияние антропогенных факторов, которое постоянно усиливается. Нарушенные местообитания пойменного ландшафта составляют более 50 % от его общей площади. В связи со значительным зарегулированием полых вод в последние 20–30 лет произошло существенное изменение гидрологического режима, режима поемности и аллювиальности во всех частях поймы. Наблюдается изменение экотопических условий (уровень и динамика грунтовых вод в течение вегетационного периода, качество и количество отлагаемого наилка, омоложение почв и др.) поймы, унификация сообществ пойменного ландшафта (Егорова, 2013).

По данным мониторинга и литературным материалам (Флеров, 1907–1910; Серебрякова, 1956; Работнов, 1973), в первой половине XX века флора пойменной экосистемы не претерпела существенных изменений. К середине столетия (1940–1960 гг.) общее число видов флоры увеличилось на 14.6 %, по сравнению с числом видов, зафиксированных в 1907–1910 гг. А.Ф. Флеровым. На таком уровне изменения числа видов флоры мы рассматриваем как флюктуационные, которые свойственны пойменным местообитаниям, функционирующим при преимущественном влиянии природных факторов и, прежде всего, поемности и аллювиальности. Мало изменилось число видов большинства семейств и жизненных форм (ЖФ). Количественные изменения видового состава ЖФ составляли 1–4 вида. В ходе естественных сукцессий динамика структурных параметров флоры и сообществ осуществляется медленными темпами. При преимущественном воздействии природных факторов, когда влияние антропогенных факторов не превышает влияние природных факторов на функционирование ценопопуляций (ЦП) видов и растительных сообществ, в пределах пойменной экосистемы в качестве доминантов функционировало 25 видов из 10 семейств, которые характеризовались 13 ЖФ. В группу содоминантов входило 32 вида из 14 семейств, которые характеризовались 10 ЖФ. Среди доминантов виды, размножающиеся преимущественно вегетативным путем, составляли 40.0 %, семенным – 32.0 %, смешанным – 28.0 %; содоминантов (соответственно) – 36.1 %, 41.7 %, 22.3 %.

Под влиянием интенсивного антропогенного пресса флора пойменной экосистемы сократилась в 1.7 раза, по сравнению с началом XX века, и в 1.9 раза – с серединой XX столетия. Соответственно сократилось: число родов – в 1.5 и 1.6 раза, число семейств – в 1.2 и 1.3 раза, число семейств, представленных одним видом, – в 3 и в 3.5 раза, родов, представленных одним видом, – в 1.5 и 1.6 раза, семейств, представленных одним родом, – в 1.6 и 2 раза (рис.).

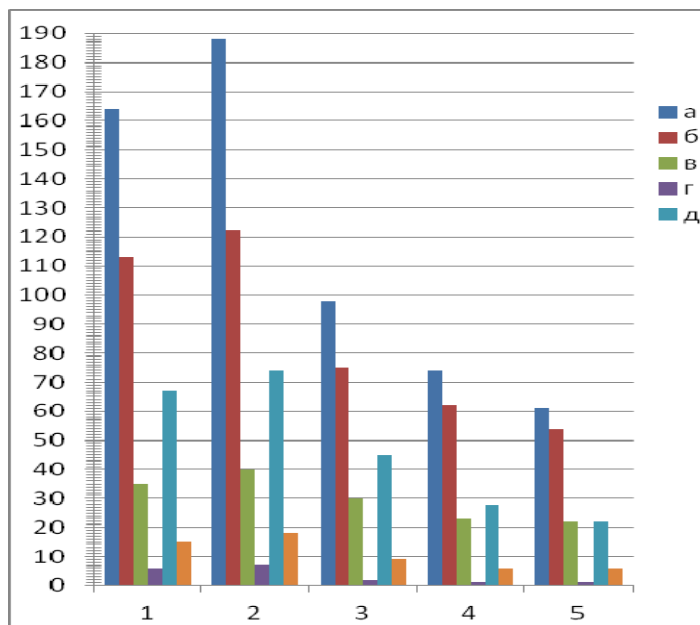


Рис. Динамика количественных таксономических показателей флоры пойменной экосистемы р. Оки в 1907–1910 гг., 1940–1960 гг. и 1997–2005 гг.

По вертикали – число таксонов: а – видов, б – родов, в – семейств, г – семейств, представленных одним видом, д – родов, представленных одним видом, е – семейств, представленных одним родом. По горизонтали: 1 – в 1907–1910 гг., 2 – в 1940–1960 гг., в 1997–2005 гг.: 3 – (вариант 1) – при всех способах использования растительности, 4 – (вариант 2) – при сенокосном использовании и длительном (25–30 лет) внесении минеральных удобрений в количестве N_{90-180} (PK) $_{60-90}$, 5 – (вариант 3) – при пастбищном использовании растительности и длительном (18–25 лет) внесении минеральных удобрений в количестве N_{90-300} (PK) $_{90-180}$.

Число ЖФ сократилось в 1.7 раза в сообществах при всех способах хозяйственного использования и в 1.5 раза – при внесении высоких доз минеральных удобрений. Значительно уменьшилось и число видов отдельных ЖФ, которые сохранились во флоре в ходе антропогенных сукцессий. В структуре сообществ существенно снизилась фитоценотическая роль большинства видов, сохранившихся во флоре к 1997–2005 гг. В различных частях поймы в качестве доминантов функционировало 4 вида (в 6.3 раза меньше по сравнению с 1940–1960 гг.), содоминантов – 12 видов (в 3 раза меньше по сравнению с 1940–1960 гг.). Доминанты характеризовались длиннокорневищной (2 вида), длиннокорневищной-плотнoderновинной (1), рыхлокустовой (1) ЖФ; содоминанты – длиннокорневищной (1 вид), рыхлокустовой (5), плотнoderновинной (1), длиннокорневищной-плотнoderновинной (2), длиннокорневищной-рыхлокустовой (1), ползучей (1) ЖФ. В сообществах группу доминантов и содоминантов составляли злаки. Ни один вид из других семейств (независимо от способа размножения и ЖФ) не сохранил исходное доминирующее или содоминирующее положение в структуре сообществ. В ходе антропогенных сукцессий выпадают или сокращают численность до критического состояния многие виды независимо от ЖФ и способов размножения. Формируются сообщества с обедненным флористическим составом и фитоценотической обстановкой, в которой разрушаются механизмы сохранения и восстановления видового состава и структуры.

На современном этапе для сохранения и восстановления биоразнообразия глубоко трансформированных естественных экосистем в настоящем и будущем, традиционных источников (выращивание в питомниках, ботанических садах, лабораториях и пр.) явно недос-

таточно для создания потенциальных резервов реинтродукции видов, учитывая скорость и масштабы сокращения биоразнообразия на разных уровнях природных экосистем. Исследования флоры формирующихся сообществ нарушенных местообитаний и интродуцентов в пределах пойменного ландшафта показали, что перспективным методом может быть интродукция и реинтродукция видов из местной флоры в плане программ *ex situ*. Фитоценотическая роль в формировании растительных сообществ внутриландшафтных нарушенных местообитаний преимущественно принадлежит аборигенным видам. По нашим данным, среди доминантов и содоминантов, они составляют в антропогенных сообществах 90.0 % и 74.4 %, в агроценозах – 71.4 % и 66.7 %. Доля адвентивных видов соответственно – 10.0 % и 22.6 %, и 28.6 % и 33.4 %. Среди сопутствующих видов доля аборигенных видов в антропогенных сообществах составляет 38.6 %, в агроценозах – 50.0 %, адвентивных видов – 61.4 % и 50.0 %. Нарушенные участки природных ландшафтов могут стать отдельными элементами при восстановлении их исходной целостности. Особенно в тех случаях, когда они перемежаются с оставшимися естественными элементами природных ландшафтов. Широкая информация о современном состоянии природных экосистем и необходимости к ним бережного отношения и сохранения может значительно расширить круг участников для создания резервов видов, выпавших из природных сообществ, либо сокративших численность ЦП до критического состояния, методом интродукции из местной флоры. Для реализации программы необходима информация для всех участников (местных жителей, школ, специалистов и землепользователей природных экосистем, любителей природы, и т.д.) о свойствах видов, способах выращивания и использования при интродукции их в культуру из местной флоры (Егорова, 2013).

Литература

- Флеров А.Ф. Окская флора // Тр. С.-Петербур. Бот. сада. 1907. Т. 27. Вып. 1. С. 1–286; 1908. Вып. 2. С. 287–728; 1910. Вып. 3. С. 733–788.
- Флеров А.Ф. Ботанико-географические исследования р. Оки от верховья до впадения в р. Волгу // Изв. РГО. 1908. Вып. 43. С. 177.
- Серебрякова Т.И. Побегообразование и ритм сезонного развития растений заливных лугов средней Оки // Уч. зап. Моск. гос. пед. ин-та им. В.И. Ленина. 1956. Т. 9. Вып. 3. С. 43–120.
- Работнов Т.А. Влияние минеральных удобрений на луговые растения и луговые фитоценозы. М. 1973. 177 с.
- Егорова В.Н. Пойменные луга Средней Оки: Мониторинг, проблемы сохранения и восстановления биоразнообразия и генофонда. М. 2013. 412 с.

ГЛАВЕНСТВУЮЩИЕ ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ НА ЗАЛИДОВСКИХ ЛУГАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

И. М. Ермакова, Н. С. Сугоркина

Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия, geranium.08@mail.ru

PREVAILING LIFE FORMS OF PLANTS IN ZALIDOVSKIYE LUGA MEADOWS OF KALUGA REGION IN DIFFERENT ECOLOGICAL CONDITIONS

I. M. Ermakova & N. S. Sugorkina

Moscow Pedagogic State University, Moscow, Russia

Summary. The review of diversity spectrums of plants life forms from 15 plots of Zalidovo meadows of the Ugra River in the National park “Ugra” was made in long-term monitoring (1965–2012). In life forms spectrums of central part of floodplain the prime were long rhizomatous plants and taproot plants in river-adjacent part of the floodplain. Taproot and over ground creeping plants were on the second place in spectrums of central part of floodplain, long rhizomatous plants were on the second place in river-adjacent part often.

Жизненные формы (ЖФ), или биоморфы, отражают внешний облик растений, который является результатом приспособления растений к условиям окружающей среды. “Жизнен-

ную форму с эколого-морфологической точки зрения можно определить, как своеобразный облик (габитус) определенной группы растений (включая их подземные органы), возникающий в онтогенезе в результате роста и развития в определенных условиях среды. Исторически этот габитус развился в данных эколого-климатических и ценотических условиях как выражение приспособленности растений к этим условиям” (Серебряков, 1964: 147). Всего на изучаемых нами участках за годы мониторинга найдено 236 видов луговых растений. Для них были определены ЖФ как по литературных источникам, так и авторами, следуя принятым классификациям ЖФ (Серебряков, 1964, Серебрякова, 1972).

Спектр ЖФ представляет собой разнообразие ЖФ растений какого-либо экотопа, ценоза, части ландшафта. Для нас изучение спектров ЖФ растений 15-ти луговых участков в течение многих лет стало частью исследования динамики биоразнообразия луговых ценозов (Ермакова, Сугоркина, 2016, 2017).

Наблюдения проводили на временных и постоянных маркированных участках с 1965 по 2012 гг. на лугах разного хозяйственного использования в разных экотопах и частях Залидовских лугов в Дворцовском расширении поймы реки Угры (54°60' с. ш., 36°00' в. д), на территории Национального парка «Угра». Следуя известным и принятым классификациям ЖФ, в ходе обработки материалов многолетнего мониторинга Залидовских лугов, нами были определены 37 групп видов по жизненным формам (Ермакова, Сугоркина, 2011).

При математической обработке полученного материала для построения спектров ЖФ группы были укрупнены, их осталось 13: 1 – стержнекорневые, 2 – кистекокорневые, 3 – короткокорневищные, 4 – корнеотпрысковые, 5 – длиннокорневищные, 6 – наземноползучие, 7 – клубнекорневые и луковичные, 8 – плотнодерновинные, 9 – рыхлокустовые, 10 – корневищно-кустовые, 11 – малолетники, 12 – полупаразиты, 13 – кустарники и полукустарники (Ермакова, Сугоркина, 2009).

Был проведен анализ ЖФ растений, занимавших первое и второе места в спектрах ЖФ, имевших наибольшее покрытие и насчитывающих наибольшее число видов доминантов на 15-ти участках Залидовских лугов за все время мониторинга и в периоды с пастьбой и без нее. Удалось выявить некоторые закономерности (табл.).

Описания растительности участков, указанных в таблице, и типов растительности Залидовских лугов приведены в монографии авторов (Ермакова, Сугоркина, 2016, 2017). Тип 25 приходится на гривы высокого уровня, тип 23 – на гривы среднего уровня, типы 10–12 занимают склоны и дно глубоких логов в центральной части поймы. В прирусловой части поймы находятся тип 3 – сорнокрупнотравные выгоны у водопоев, тип 6 – слабо остепненные луга.

В спектрах ЖФ преобладали длиннокорневищные в центральной части поймы и стержнекорневые в прирусловой, на втором месте стержнекорневые и наземноползучие были чаще других в центральной части, а длиннокорневищные – в прирусловой.

По покрытию в центральной части поймы на вершинах грив на первом месте присутствовали доминанты стержнекорневой ЖФ, в низинах корневищно-кустовые и длиннокорневищные. На втором месте были длиннокорневищные, корневищно-кустовые, короткокорневищные и рыхлокустовые на вершинах грив; в понижениях – длиннокорневищные, наземноползучие и корневищно-кустовые.

В прирусловой части по покрытию преобладали стержнекорневые, длиннокорневищные и рыхлокустовые доминанты. На втором месте были доминанты этих же ЖФ плюс наземноползучие, корневищно-кустовые и малолетники.

По числу доминантов на вершинах грив в центральной части поймы преобладали стержнекорневые, в понижениях, в основном, корневищно-кустовые. На втором месте на вершинах грив были рыхлокустовые, корневищно-кустовые, длиннокорневищные и стержнекорневые; в понижениях, в основном, длиннокорневищные.

По числу доминантов в прирусловой части поймы преобладали те же ЖФ, что и по покрытию, но на участке 3 – виды рыхлокустовой ЖФ. На втором месте чаще других были корневищно-кустовые, рыхлокустовые, по 1 разу – стержнекорневые и малолетники.

Смена сенокосно-пастбищного использования сенокосным на вершинах грив совсем не сказалась на преобладающих ЖФ в спектрах видов, и в 50-ти % случаев изменила число видов доминантов по ЖФ. Вторые места по покрытию доминантов заняли рыхлокустовые, корневищно-кустовые, стержнекорневые, длиннокорневищные.

По числу доминантов на пониженных участках смена использования лугов не сказалась на преобладающих в спектрах длиннокорневищных, но на вторые места в двух случаях вышли другие ЖФ; по покрытию доминантов в 2-х случаях произошла смена ЖФ на первом и втором местах, в 3-х – более существенные изменения; по числу доминантов на 2-х участках преобладающие ЖФ сохранились, на 2-х поменялись местами, на 1-м произошли более сильные изменения.

Таблица. Преобладающие ЖФ* на участках (№) в спектрах ЖФ видов и ЖФ доминантов (места 1 и 2) во время всего мониторинга, в периоды с выпасом и без

№	Тип растительности	у***	Весь мониторинг						С выпасом / без выпаса					
			ЖФ видов		ЖФ Доминантов				ЖФ видов		ЖФ Доминантов			
			По числу видов		По покрытию		По числу видов		По числу видов		По покрытию		По числу видов	
			Место 1	Место 2	Место 1	Место 2	Место 1	Место 2	Место 1	Место 2	Место 1	Место 2	Место 1	Место 2
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПОЙМЫ														
Вершины грив														
1	25	65.4	5*	1	1	5	1, 5	1, 5**	- / 5	- / 1	- / 1	- / 5	- / 1, 5	- / 1, 5
2	25	66.3	5	1	1	10	1	10	5 / 5	1 / 1	1 / 1	9 / 10	1 / 10	9 / 5
5	25	65.7	5	1	1	9	1	9	5 / 5	1 / 1	1 / 1	9 / 10	1 / 1	9 / 10
СМ 171	25	66.3	5	1	1	5	1	5, 9, 10	5 / 5	1 / 1	1 / 1	3 / 5	9 / 1	1 / 5
11	23	65.7	5	1	1	3	1	9	5 / 5	1 / 1	1 / 1	3 / 9	1 / 1	10 / 9
Понижения														
13.1	11	75.8	5	6	10	5	10	5	5 / 5	6 / 10	5 / 10	10 / 5	5 / 10	10 / 5
13.2	11	78.5	5	6	5	10	5	10	5 / 5	6 / 6	5 / 10	10 / 5	5 / 10	10 / 5
13.3	11	76.2	5	1	10	5	10	5	5 / 5	1 / 1	5 / 10	10 / 5	5, 6 / 5	5, 6 / 10
14.1	10	82.7	5	6	5	6	10	5	5 / 5	6 / 6	5 / 5	10 / 6	10 / 10	5 / 5, 6
14.2	12	76.9	5	3	10	6	10	5	5 / 5	3 / 1, 6	10 / 10	5 / 3	10 / 10	5 / 5
ПРИРУСЛОВАЯ ЧАСТЬ ПОЙМЫ														
Вершины грив														
3	6	64.3	1	5	1	9	9	1	1 / 5	5 / 1	1 / 10	9 / 5	1 / 5	5 / 1
4	6	61.7	1	5	1	5	1	10	- / 1	- / 2	- / 1	- / 5	- / 1	- / 10
9	6	63.8	1	5	9	6, 10	9	10	1 / 5	5 / 1	6 / 9	1 / 5	9 / 9	10 / 10
10.1	3	64.0	1	5	5	11	5	10, 11	11 / 1, 5	1 / 9	11 / 5	1 / 9	11 / 5	1 / 9, 10
Понижение														
15.1	3	69.3	1	5	5	1	5	9	1 / 1	5 / 5	1 / 5	5, 9 / 1	5, 9 / 5	1 / 1, 9

Примечание. *ЖЖ – №: 1 – стержнекорневые, 3 – короткорневищные, 5 – длиннокорневищные, 6 – наземно-ползучие, 9 – рыхлокустовые, 10 – корневищно-кустовые, 11 – малолетники; ** разные ЖФ; *** ступени увлажнения – У (Раменский и др., 1956): 53–63 сухолуговое (и свежелуговое). 64–76 влажнолуговое. 77–88 сыролуговое; СМ 171 – смежный участок подстожья 171.

На прирусловой части поймы смена использования привела в спектрах ЖФ к смене ЖФ – занимавшие при выпасе первое место стержнекорневые перешли без выпаса на второе, а занимавшие второе место длиннокорневищные на первое. На самом сбитем выпасом участке 10 бывшие первыми малолетники сменились длиннокорневищными и стержнекорневыми, на втором месте стержнекорневые заменились рыхлокустовыми.

По покрытию доминантов произошли изменения на всех участках по-разному. На участке 15 стержнекорневые поменялись местами с длиннокорневищными, как в спектрах ЖФ.

Сильные изменения произошли и по числу доминантов, стабильно было только на участках 9 и частично на участке 15, на участке 3 произошла перемена первого и второго места.

Литература

- Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Жизненные формы растений пойменных лугов // Тр. VIII междунар. конф. по морфологии растений, посвященной памяти Ивана Григорьевича и Татьяны Ивановны Серебряковых. М. 2009. Т. 1. С. 167–170.
- Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Жизненные формы растений Залидовских лугов Калужской области // Бот. журн. 2011. Т. 96. № 3. С. 316–341.
- Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Мониторинг растительности Залидовских лугов Калужской области: Монография в 4-х частях. М. 2016. Ч. 1. 252 с.; М. 2016. Ч. 2. 252 с.; М. 2016. Ч. 3. 240 с.; М. 2017. Т. 4. 300 с.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И.В., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. 1956. 472 с.
- Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. М.; Л. 1964. Т. 3. С. 146–205.
- Серебрякова Т.И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Ботаника. М. 1972. Т. 1. С. 84–169.
-

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИРОДНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА В ХОДЕ ТЕХНОГЕНЕЗА

С. П. Жуков

Донецкий ботанический сад, Донецк, Украина, donetsk-sad@mail.ru

TRANSFORMATION VEGETATION NATURAL RESTORATION THE PROCESSES IN THE CENTRAL PART OF DONBASS IN THE COURSE OF TECHNOGENESIS

S. P. Zhukov

Donetsk Botanical Garden, Donetsk, Ukraine

Summary. 130 associations and 53 formations in the vegetation Donbass were allocated. The position of the typical associations on the successional gradient and possible transitions between them in the succession ranks of various ecotypes were considered. The territorial preponderance of the synanthropic communities can lead to a change in the entire region succession system.

Растительность Донбасса характеризуется высокой степенью нарушенности вследствие развития тяжелой и добывающей промышленности, в частности угледобывающей, базирующейся на крупнейшем в европейской части СНГ месторождении каменного угля различных марок, в том числе, коксующихся углей и близких к ним марок, использующихся для изготовления шихты в современной коксохимии. Для оценки степени антропогенной трансформации растительного покрова таких промышленных регионов и возможности критических изменений в растительности проведена классификация растительности формирующихся в распространенных техногенных экотопах сообществ, изучение особенностей их развития. В последние два десятилетия происходила заметная перестройка растительности, связанная с глобальными изменениями климата (Смирнова, 2015). При разнообразии классификационных подходов имеется хорошо разработанная классификация региональной растительности на доминантной основе, на базе которой разрабатывалась экосеть региона (Остапко, 1995, 2008).

Выделение ассоциаций осуществлялось на основании обобщения материалов полевых исследований, проводящихся на породных отвалах шахт начиная с 90-х годов прошлого века и по 2016 г. Исследованиями была охвачена территория Донбасса от Луганска и Свердловска до Угледача и Красноармейска, но основное число изученных объектов находится в центральной части Донбасса, в районе городов Донецка, Снежного, Енакиево. При этом использовались стандартные методики геоботанического исследования, как маршрутные, так и ста-

ционарные, в том числе закладка пробных площадей и экологических профилей (Александрова, 1964).

Всего было учтено и включено в классификационную схему 130 ассоциаций 53 формаций растительности распространенных в нашем регионе техногенных экотопов, так, формация *Elytrigietum repentis* включает в себя 12 ассоциаций, например: *Elytrigietum (repentis) achilleosum (pannonicae)*, отвалы шахт, в хвостовой части и северные склоны; *E. ambrosiosum (artemisiifoliae)*, отвалы шахт, осыпи; *E. convolvulosum (arvensis)*. Ш. Чулковка, западный склон; *E. falcariosum (vulgaris)*, старые отвалы шахт; *E. hieraciosum (virosae)*. Ш. Ганзовка, Чулковка, *E. salviosum (verticillatae)*, ш. Ленинградка-8 и другие.

В основном значительное количество ассоциаций имеется у видов заключительных стадий сукцессии, как у вышеуказанной формации *Elytrigietum repentis*, где *Elytrigia repens* (L.) Nevski обладает достаточными эдификаторными свойствами для формирования полноценной формации или, к примеру, у таких формаций, как *Meliceta transsylvanicae* и *Poeta angustifoliae*, не говоря уже о формации *Festuceta valesiacaе*, представляющей фактически зональную растительность. С другой стороны, значительное число ассоциаций есть и у типичных рудеральных видов, для которых обширные территории антропогенных нарушений стали основой разнообразных ценозов, как у *Echietum vulgare*, *Polygoneta avicularis* и *Artemisieta absinthii*. Есть и заносные виды, которые неплохо адаптировались в этих условиях, так *Prunus mahaleb* L. (\equiv *Cerasus mahaleb* (L.) Mill.), сформировала несколько ассоциаций на отвалах шахт, а также массово встречается и на вскрышных породах открытых разработок, и даже проникает в охранные зоны заповедников («Провальская степь»). Но большинство формаций представлено небольшим количеством ассоциаций, ввиду как некоторой флористической ущербности растительных сообществ отвалов шахт, так и недостаточной экологической определенности формирующихся ассоциаций, их широкой экологической амплитуды. Фитоценозы каждой ассоциации занимают целый ряд экотопов, в которых они оказываются экологически устойчивыми при колебаниях условий в течение вегетационного сезона. Например, ассоциации *Phalacrolium (annuae) ambrosietum (artemisiifolii)* и *P. (annuae) purum* представляют две ассоциации соответствующей формации, встречающиеся и на склонах разных экспозиций терриконов, и на плато и террасах переформированных отвалов, и на бугорчатом рельефе машинной отсыпки породы. Происходит распространение на прилегающие селитебные территории. При этом зачастую наблюдалась гибель доминанта в августе-сентябре вследствие засухи, что не мешает его обсеменению и продолжению экспансии. А иногда, наоборот, совпадения возможности проникновения вида и наличия подходящих условий для него, весьма ограничены. Так, ассоциация *Pinetum (sylvestrae) calamagrostiosum (epigeioris)* отмечена только на одном из недействующих отвалов на ш. Мельникова в г. Лисичанськ, на стороне, обращенной к р. Северский Донец, что смягчает гидротермические условия южной экспозиции склона.

Для отражения процессов развития фитоценозов отвалов шахт на этой основе можно составить схему из характерных сообществ, расположенных в сукцессионном градиенте. При этом сообщества полностью или частично искусственные по своему составу, то есть созданные в ходе рекультивации или образовавшиеся в результате развития рекультивационных фитоценозов, влияния на них естественных процессов, опережают по своему развитию, по сформированности структуры, те сообщества, которые развивались в таком же экотопе самостоятельно. Например, сообщество формации *Sileneta supinae* на отвале ш. № 6–14. Вероятно, определенную роль в этом играет флористическая неполночленность сообществ вследствие антропогенного окружения отвалов, которое с одной стороны формирует барьер для видов природной сукцессионной системы, а с другой – обеспечивает постоянный приток видов синантропной фракции, зачастую заносных для региона.

Некоторые ассоциации, расположенные на схеме в непосредственном контакте, вероятно, представляют собой последовательные члены одного сукцессионного ряда сообществ. Реконструкция же на основе ординации отдельных сообществ или увязывания таких вот вы-

явленных фрагментов сукцессионного ряда из нескольких сообществ позволяет путем их логического объединения, уточнить в доступные нам временные промежутки ход сукцессионных процессов, то есть обрисовать сукцессионные ряды, сменяющиеся в определенных экотопах. Например, ряд из ассоциаций *Ambrosietum (artemisiifolii) artemisiosum (absinthii)* – *Echietum (vulgaris) artemisiosum (absinthiae)* – *Artemisietum (absinthii) elytrigosum (repentis)* – *Elytrigietum (repentis) achilleosum (pannonicae)* представляет последовательность от зарастания пионерными видами до формирования сомкнутого сообщества, обычно в нижней части склонов или на северных экспозициях. На этой основе их сукцессии можно затем направить в желаемое русло для получения устойчивого растительного покрова с необходимой структурой. В то же время реконструкция сукцессионной последовательности трансформацией пространственной изменчивости сообществ во временную, в настоящее время, чревата переоценкой тренда на постепенное сближение с природными сообществами. Наблюдения на постоянных мониторинговых площадках зачастую показывают и деградацию, и откат к синантропным типам сообществ после палов и других антропогенных воздействий, длительных засух и изменения гидротермических условий вследствие изменений климата. Возможно и усиление эдификаторных свойств заносных видов. Ранее нами было отмечено подразделение сукцессионной системы региона на синантропную и природную подсистемы (Жуков, 2002), последние данные позволяют говорить об усиливающемся обособлении этих подсистем и даже возможности развития синантропного блока в новую сукцессионную систему при деградации природной составляющей. Этому способствует территориальное преимущество трансформированных сообществ и, соответственно, преобладание вектора генетического переноса из этих сообществ в природные для общих видов, что постепенно нарушит дифференциацию экологических ниш между ними и доминантами естественных ценозов. Аналогичные механизмы предлагаются В.В. Жерихиным (2003) для описания смены мезозойской флоры и растительности на современную в меловом периоде. В частности через усечение сукцессий, то есть остановку сукцессионного развития, не достигая последних стадий. Сходство ситуации и сложившихся условий в этом эпизоде эволюции и в современности делает актуальным отслеживание ситуации с этой позиции и принятие превентивных мер.

Таким образом, составлена классификационная схема растительности техногенных экотопов, которая включает 130 ассоциаций 53 формаций. Определено положение ряда типичных ассоциаций на сукцессионном градиенте и возможные переходы между ними, объединяющие эти ассоциации во фрагменты сукцессионных рядов различной протяженности по времени. Значительное число этих сообществ, особенно на начальных этапах сукцессии, не отмечены в природной растительности и содержат заносные виды. Дальнейшая трансформация сукцессионной системы региона может привести к полному обособлению её синантропного блока и постепенной деградации территориально ограниченных природных сообществ.

Литература

- Смирнова Ю. «Это всегда кажется невозможным, пока это не сделано». 13 декабря 2015 // Наука и жизнь, новости [<http://www.nkj.ru/news/27665/>].
- Александрова В.Д. Изучение смен растительного покрова // Полевая геоботаника. М.; Л. 1964. Т. 3. С. 300–447.
- Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике М. 2003. 542 с.
- Жуков С.П. Структурная дифференциация сукцессионной системы центрального Донбасса под антропогенным влиянием // Промышленная ботаника. 2002. Вып. 2. С. 21–26.
- Остапко В.М. Продромус естественной растительности юго-востока Украины. Донецк. 1995. 142 с.
- Остапко В.М., Глухов О.З., Блэкберн А.А. Регіональна екологічна мережа Донецької області: концепція, програма та схема. Донецьк. 2008. 96 с.
-

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ (ХАКАСИЯ)

Н. А. Кононова

Институт биофизики СО РАН, ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия,
nata_slyusar@mail.ru

DISTRIBUTION OF HALOPHYTIC VEGETATION AND THEIR RELATIONSHIP WITH ENVIRONMENTAL FACTORS UNDER THE CONDITIONS OF THE KOYBALSCKAYA STEPPE (KHAKASSIA)

N. A. Kononova

Institute of Biophysics SB RAS, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center SB RAS», Krasnoyarsk, Russia

Summary. The distribution of halophytic vegetation on the shore of the bitter-and-salty lake Kurinka (Koybalskaya steppe, Khakassia) was observed. It was shown relationship between soil salinity degree and type of vegetation.

В степной части Сибири засоленные почвы носят интразональный характер (Природные сенокосы..., 1974) и приурочены, главным образом, к берегам соленых озер. Растительность засоленных почв состоит из видов-галофитов, способных выдерживать достаточно высокое засоление. Берега соленых озер часто подвержены рекреационной и пастбищной нагрузке, поэтому изучение относительно ненарушенных галофитных сообществ является важной задачей. Исследования выполнены на территории Койбальской степи – типичной островной степи Южной Сибири.

Целью исследований является изучение особенностей распространения галофитной растительности на засоленных почвах и ее взаимодействию с факторами окружающей среды. Объектом исследования является береговая зона горько-соленого озера Куринка (общая минерализация озера 72–108 г/л), расположенного на территории Койбальской степи (53°26'25"с. ш., 91°35'42"в. д. – 53°24'43"с. ш., 91°35'46" в. д.). Тип засоления – сульфатно-содовый. Климат района резко континентальный, с холодной зимой и жарким летом. Годовая сумма осадков колеблется от 295 до 414 мм.

Сбор растительного материала осуществлялся маршрутным и стационарным методами. Всего было заложено 150 пробных площадок (10 × 10 м), расположенных на транссектах (200 × 50 м) вдоль четырех берегов озера (северный, южный, западный, восточный), которые отличаются характером рельефа.

Исследования выполнены в течение 2004–2016 гг. в летний период (июнь–август). В результате определены структура растительности: проективное покрытие, надземная фитомасса, климатические показатели (температура воздуха, осадки) и почвенные параметры (рН, степень засоления почвы).

Исследования показали, что видовое разнообразие низкое (57 видов), что является типичным для засоленных сообществ (Найданов, 2009). Преобладают семейства Poaceae, Asteraceae и Amaranthaceae (incl. Chenopodiaceae). Иерархический кластерный анализ показал, что наибольшую степень сходства имеет растительность северного и западного берегов, имеющих пологие склоны. Южный и восточный берега имеют большую крутизну и на высших точках покрыты степной растительностью с доминированием *Agropyron cristatum* (L.) Beauv. и *Stipa capillata* L.

Пространственное распределение галофитной растительности зависит от степени засоления почв (рис.). Показано, что на почвах со степенью засоления от 0,11 до 0,30 г/л произрастают, главным образом, травянистые виды, типичные для степных и лугово-степных местообитаний: *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Festuca pratensis* Huds., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Stipa capillata* L. и *Artemisia frigida* L.

Растительные сообщества, расположенные в прибрежной части озера, приурочены к средней для данной территории степени засоления (1.2–2.6 г/л). Растительность представле-

на лугово-болотными видами: *Triglochin maritimum* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Carex enervis* C.A.Mey. и *Halerpestes salsuginosa* (Pall. ex Georgi) Greene. Также на умеренно засоленных почвах произрастает сообщество типичных галофитов с участием *Puccinellia tenuissima* Litv. ex V.Krecz., *Suaeda linifolia* Pall.

Максимальная степень засоления почвы отмечена на северном берегу (7/16 г/л), доля галофитов составляет 55 %. Характерны моновидовые сообщества *Salicornia europaea* L., а также сообщества с доминированием *Suaeda linifolia* Pall. и *S. corniculata* (C.A.Mey.) Bunge.

Надземная фитомасса растительных сообществ изменяется в диапазоне от 110 (Сведовый фитоценоз) до 345 (Разнотравно-тростниковый фитоценоз) г/м². Величина фитомассы сильно зависит от погодных условий вегетационного сезона.

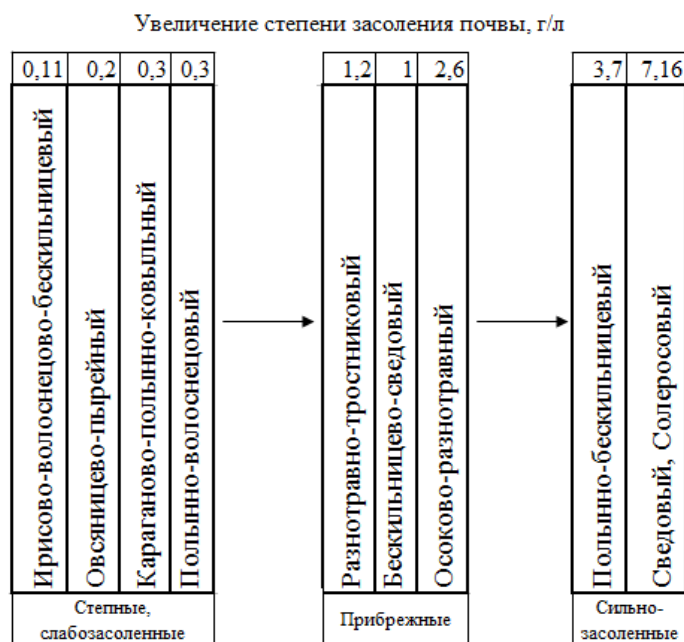


Рис. Схема распространения галофитной растительности в условиях прибрежной зоны оз. Куринка с учетом степени засоления почв (г/л).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-05-41012 РГО_a.

Литература

- Найданов Б.Б. Флора засоленных местообитаний юго-западного Забайкалья: кормовая оценка // Вестник КрасГАУ. 2009. № 11. С. 39–43.
Природные сенокосы и пастбища Хакасской автономной области. Новосибирск. 1974. 298 с.

СООБЩЕСТВА И УСЛОВИЯ СРЕДЫ НА ХРОНОТРЕНДЕ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ДЖАУ-ТЕПЕ

В. В. Корженевский, Ю. В. Корженевская, А. А. Квитницкая

Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта, Россия, herbarium.47@mail.ru

COMMUNITIES AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE CHRONOTREND OF THE MUD VOLCANO DZHAU-TEPE

V. V. Korzhenevsky, Yu. V. Korzhenevskaya & A. A. Kvitnitskaya

The Order of the Red Banner of Labour Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center RAS, Yalta, Russia

Summary. The paper presents the results of studying the change of vegetation on the mud volcanic type of Jai-Tepe (Crimea). The results of adaptation of plant communities to environmental conditions on the chronotrend of the Jau-Tepe mud volcano are presented.

Структура фитоценозов является функцией пространства и времени. Экологические сукцессии обусловлены изменением длины отрезков градиентов факторов среды, происходящих на временном тренде. По флористическому составу можно определить отрезок времени с момента начала сукцессии, более точные показатели характерны для растительных сообществ, сформированных в сходных экологических условиях. Подобным примером могут служить сообщества на склонах грязевых вулканов Керченского полуострова, образованных разновозрастными грязевулканическими потоками, где тренд и скорость сукцессии зависят от возраста поверхности, химического состава и мощности образовавшегося субстрата, скорости его расселения и интоксикации в конкретных ландшафтно-климатических условиях (Корженевский, 1987).

Извержения вулканов типа Джау-Тепе происходят раз в 14–50 лет и нередко имеют бурный характер, чем и привлекают внимание, поэтому о них имеются наиболее полные сведения. Образующиеся потоки сопочной брекчии распространяются на расстояние до 500 м от кратера, при застывании сохраняют крутые края и хорошо выделяются на местности. Химический состав продуктов извержения определяет засоление и заражение окружающей территории токсичными веществами (Шнюков, 1986). В условиях засушливого климата Керченского полуострова с количеством атмосферных осадков от 300 до 400 мм в год промыв сопочных отложений от водорастворимых солей и токсичных веществ происходит очень медленно (Корженевский, 2004).

Кривая динамики развития растительного покрова грязевого вулкана Джау-Тепе на градиенте времени включает 6 разных по длине отрезка градиента, отражающих стадии сукцессии и отвечающих определенным синтаксонам растительности.

Первый отрезок времени от 0 до 3 (5) лет – стадия формирования банка семян. Растительный покров отсутствует, субстрат токсичен.

Следующий отрезок времени связан с формированием пионерной группировки на молодых покровах Джау-Тепе, отнесенной к субассоциации *Petrosimonia brachiatae-Artemisietum santoni atriplicetosum prostratae* (установленной в рамках класса *Thero-Suaedetea*), когда в результате поступления атмосферных осадков, происходит рассоление верхних сантиметров грязевулканической брекчии, на которую из окружающих мест поступают диаспоры и создаются более или менее благоприятные условия. Изменения фитоиндикационных признаков растительных сообществ и экотопа на тренде засоления, коррелирующих с возрастом субстрата, довольно значительные (Иванов, 1989). Среднее время существования фитоценозов этого синтаксона составляет 30–35 лет.

Грязевулканические формы рельефа, повторно не перекрытые свежими потоками, возрастом свыше 40–50 лет отнесены к категории старых, так как они находятся на стадиях сукцессии, характеризующихся активной дифференциацией ниш. Старые покровы подвергаются процессам делювиального расчленения, вымоины и рытвины разделены гребнями, иногда оврагами глубиной до 4–5 м. В группе старых грязевулканических образований наблюдается значительная мозаика и пестрота местообитаний и, соответственно им, растительных сообществ которые обобщаются классом *Festuco-Puccinellietea*. В структуре класса *Festuco-Puccinellietea* союз *Camphorosmo-Agropyron desertorum* выступает индикатором первично засоленных глинистых и глинисто-пылеватых пород. На градиенте увлажнения (в пределах класса) сообщества этого союза представляют наиболее ксерофитные фитоценозы. Поверхности грязевулканических образований типа Джау-Тепе, возраст которых не превышает 70 лет индицируют сообщества субасс. *Thero-Eremopyretum orientalis typicum*. Фитоценозы субасс. *Thero-Eremopyretum orientalis feruletosum* встречаются на потоках брекчии возрастом свыше 70–75 лет.

Вторая ассоциация *Meliloto neapolitanii-Elytrigietum repentis* вышеупомянутого союза обобщает фитоценозы, балок, оврагов и делювиально-пролювиальных шлейфов, образованных у подножий грязевулканических холмов. Формирование временных водотоков приводит к эрозии и аккумуляции водорастворимых солей, вымываемых с вышележащих грязевулка-

нических отложений. Варьирование форм микрорельефа и сопряженных с ним микроклиматических параметров обуславливает высокую мозаичность растительного покрова. Если исходить из возраста продуктов извержений (75–130 лет), то растительный покров должен войти на тренде сукцессии в климаксовую стадию.

В ходе прогрессивной сукцессии на поверхностях грязевулканической брекчии возрастом более 130 (150) лет наблюдается развитие почвы, сопровождающееся геохимическими изменениями и дифференциацией почвенных горизонтов. Заметно возрастает количественно и качественно биогенных элементов, которые сохраняются и аккумулируются в субстрате. Интегральным выражением климаксовой стадии формирования растительности является ассоциация *Ferulo orientalis-Artemisietum tauricae* (относящаяся к региональному союзу *Artemisio tauricae-Festucion*), представленная на субстратах, поднятых на дневную поверхность.

Используя оригинальную программу «Pover» для оценки ёмкости местообитаний и базу данных «Экодата», содержащую унифицированную информацию о размещении видов растений вдоль градиентов нами установлены минимальные и максимальные значения градаций, а также их оптимумы для каждого из выше упомянутых сообществ на градиентах факторов (рис.). Реализованный фрагмент градиента и точку оптимума на нем определяли для ведущих факторов-условий и факторов ресурсов: освещённость-затенение, терморезим, аридность-гумидность (омброрезим), криорезим, континентальность, увлажнение, переменность увлажнения, кислотность субстрата, солевой режим (анионный состав), содержание карбонатов, содержание азота, содержание гумуса, гранулометрический (механический) состав субстрата.

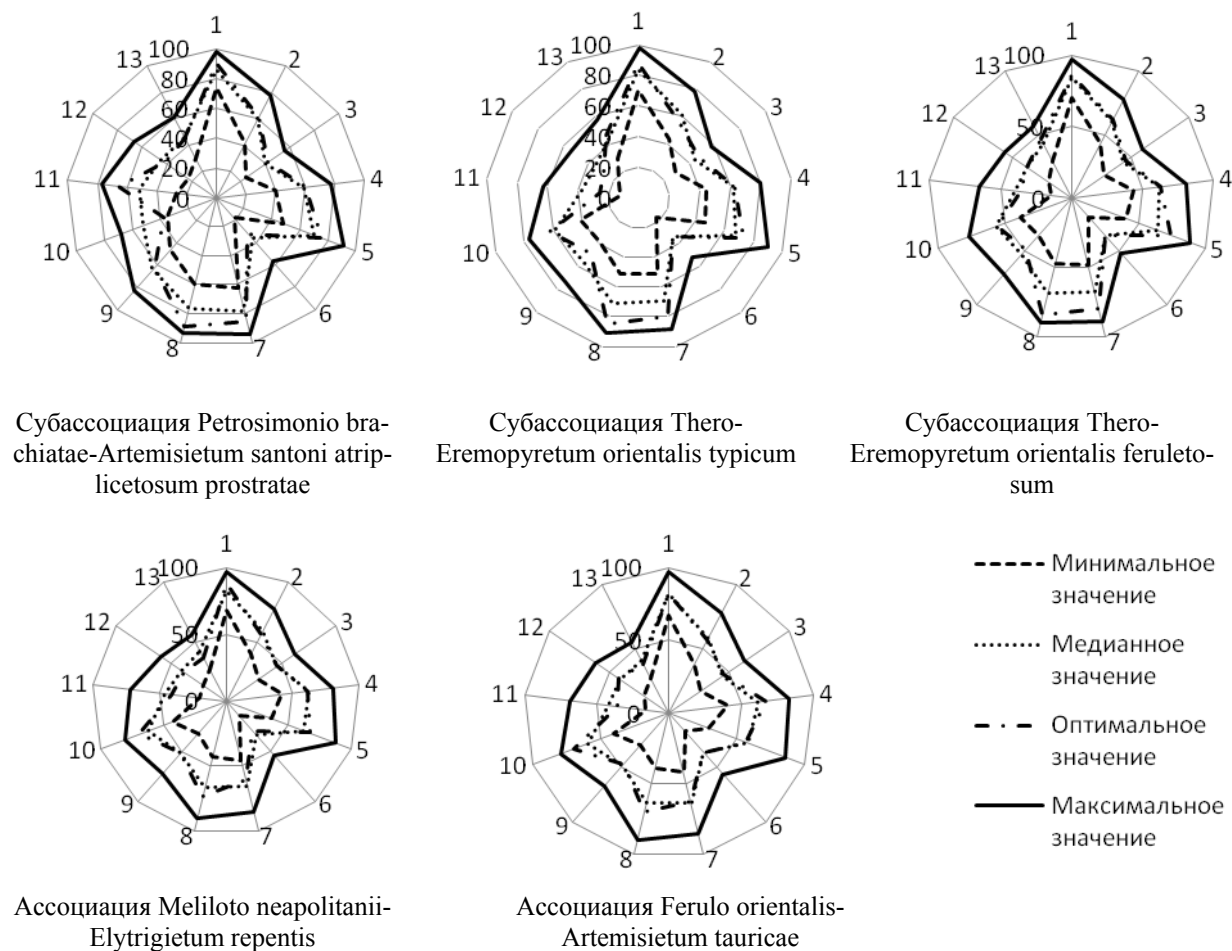


Рис. Положение синтаксонов растительности грязевых вулканов Джау-Тепе на градиентах факторов среды. Наименование осей: 1 – освещённость-затенение, 2 – температура воздуха, 3 – омброрезим (аридность-гумидность), 4 – криорезим, 5 – континентальность климата, 6 – увлажнение, 7 – переменность увлажнения, 8 – кислотность субстрата, 9 – солевой режим (анионный состав), 10 – содержание карбонатов, 11 – содержание азота, 12 – содержание гумуса, 13 – гранулометрический (механический) состав субстрата.

Положение точки оптимума на градиентах факторов (рисунок) и её смещение в сторону краевых (минимального и максимального) значений градаций фактора указывает на плотность упаковки ниш видов фитоценозов, при этом степень упаковки видов на коротких градиентах заметно выше, чем на длинных. Важно заметить, что реализуемый фрагмент градиента отличается как в пределах отдельных факторов, так и между конкретными обсуждаемыми синтаксонами хронотренда грязевого вулкана Джау-Тепе. Если точка оптимума близка к модальному значению, это свидетельствует о благоприятности условий и стабильном адаптированном составе сообществ.

В тех случаях, когда точка оптимума смещена в сторону крайних значений градаций на векторе, наблюдаются сукцессионные перестройки, особенно это касается факторов. Так на начальных стадиях развития растительности на грязевых вулканах Джау-Тепе точка оптимума смещена к максимальным показателям.

На рисунке достаточно хорошо видны отличия в конфигурации лепестковых диаграмм. Варьирует общая длина векторов, и изменяются оптимальные положения на градиентах связанных с эдафическими факторами. Синтаксоны грязевых вулканов Джау-Тепе выступают надежными маркерами элементов рельефа и факторов среды, а кроме того, являются достаточно верными индикаторами возраста поверхности.

Литература

- Иванов В.Ф., Молчанов Е.Ф., Корженевский В.В. Растительность и почвообразование на извержениях грязевых вулканов // Почвоведение. 1989. № 2. С. 5–12.
Корженевский В.В., Ключин А.А. Сукцессии растительности на грязевых вулканах Крыма // Пространство и время в географии: Тез докл. науч.-практ. конф. Казань. 1987. С. 132–135.
Корженевский В.В., Ключин А.А. Синэкология и синморфология растительности грязевых вулканов Крыма // Сб. науч. тр. Никит. Бот. сада. 2004. Т. 123. С. 152–169.
Шнюков Е.Ф., Соболевский Ю.В., Гнатенко Г.И., Науменко П.И., Кутный В.А. Грязевые вулканы Керченско-Таманской области. Атлас. Киев. 1986. 152 с.

МИКРОСТРОЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ-ТОРФООБРАЗОВАТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

***А. О. Кузнецова,¹ А. С. Афонин,² Я. В. Тихонравова,¹ М. Нарушко,³ К. А. Попов,¹
Е. А. Слагода^{1,3}***

¹ *Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень, Россия, mouse13200@gmail.com*

² *Институт проблем освоения севера СО РАН, Тюмень, Россия*

³ *Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень, Россия*

MICROSTRUCTURE OF MODERN PLANTS OF PEAT-FORMERS OF THE ARCTIC ZONE OF WESTERN SIBERIA

***A. O. Kuznetsova,¹ A. S. Afonin,² Ya. V. Tikhonravova,¹ M. Narushko,¹ K. A. Popov¹ &
E. A. Slagoda^{1,3}***

¹ *Institute of Earth Cryosphere, SB RAS, Tyumen, Russia, mouse13200@gmail.com*

² *Institute of Problems of Development of the North SB RAS, Tyumen, Russia*

³ *Tyumen Science Center SB RAS, Tyumen, Russia*

Summary. The Atlas of plant remains does not describe all types of modern plants in the Arctic zone of Western Siberia. This makes it difficult to identify plants in the peats of tundra. Collection of modern plants was selected in the Arctic, typical and southern tundra of Western Siberia. Microscopic preparations from the most stable parts of peat-forming plants were performed. Species of plants not included in the atlases-determinants are reveal.

Торфяные отложения отражают климатические и гидрологические условия, а их растительный состав используют для реконструкции природной обстановки торфонакопления. Ботанический состав различных торфяных залежей имеет большое значение для оценки динамики развития растительного покрова болот в голоцене и выявления генетических связей ви-

дов торфа с материнскими растительными группировками (Домбровская и др., 1959). Не все виды современных растений Арктической зоны Западной Сибири, их характеристики и изображения микропрепаратов включены в атласы-определители, что затрудняет идентификацию растений в торфе. Поэтому, существует необходимость внесения новых данных и изображений микростроения в базу видов современных растений для определения ботанического состава торфа.

Исследования выполнены в арктической зоне Западной Сибири, где вечная мерзлота является отличным консерватором растительных остатков в торфе, в 2016 г. были собраны наиболее распространенные современные растения в разных зонах и подзонах тундры: в арктической, типичной и южной тундре Западной Сибири (рис. 1).

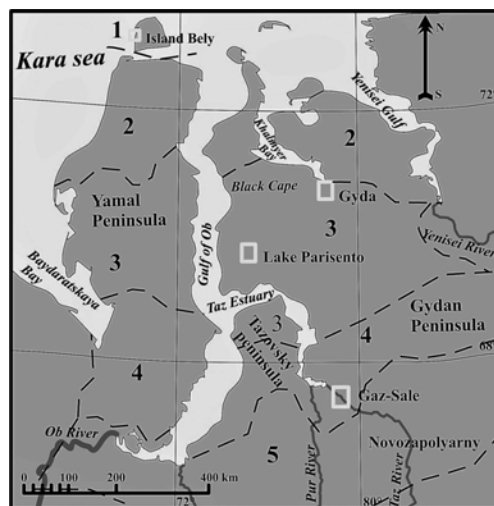


Рис. 1. Места сбора коллекции современных растений:

1 – арктическая тундра; 2 – южная подзона арктической тундры; 3 – типичная тундра; 4 – южная тундра; 5 – лесотундра.

Для исследования ботанического состава торфа была собрана коллекция микропрепаратов растений-торфообразователей, а точнее их наиболее устойчивых к разложению частей. Медленнее всего разлагаются стволы кустарничков, узлы кушени и корни пушицы, сфагновые мхи. Корни кустарничков, ветошь, корни и корневища осок имеют средние показатели разложения. Скорость разложения растений неодинакова в разных систематических группах. Например, вахта трехлистная имеет наибольшую скорость разложения, тогда как у пушицы и сфагновых мхов разложение идет медленнее всего (Вишнякова и др., 2012). В другой работе подтверждается факт о наибольшей устойчивости сфагновых, за исключением *Sphagnum angustifolium* (С.Е.О. Jensen ex Russow) С.Е.О. Jensen. А наименее устойчивые к разложению также оказались вахта трехлистная и морошка (Головацкая и др., 2013).

Для о-ва Белый, в северной подзоне арктической тундры, коллекция включает 11 видов растений для гербария, из которых изготовлены микропрепараты: *Carex concolor* R.Br., *Eriophorum callitrix* Cham. ex C.A.Mey., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, *Wanstorfia sarmentosa* (Wahlenb.) Hedenäs, *Aulacomium turgidum* (Wahlenb.) Schwaegr., *Dicranum elongatum* Schleich. ex Schwägr., *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, *Ochyraea alpestris* (Sw. ex Hedw.), *Dicranum groenlandicum* Brid. и *Sphagnum squarrosum* Crome.

В районе п. Гыда, расположенного на границе южной подзоны арктической и типичной тундр, отобрано 24 вида: *Ledum decumbens* (Aiton) Lodd. ex Steud., *Rubus chamaemorus* L., *Salix glauca* L., *Artemisia tilesii* Ledeb., *Carex rotundata* Wahlenb., *Chrysosplenium tetrandrum* (N.Lund) Th.Fr., *Equisetum arvense* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Hierochloa alpina* Roem. & Schult., *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl, *Petasites frigidus* (L.) Fr., *Poa bulbosa* ssp. *vivipara* Koch, *Polemonium acutiflorum* Willd., *Bistorta vivipara* (L.) Delarbre, *Ranunculus borealis*

Trautv., *R. reptans* L., *Senecio paludosus* L., *Stellaria peduncularis* Bunge, *Tripleurospermum hoo-keri* Sch.Bip., *Drepanocladus polygamus* (Bruch et al.) Hedenäs, *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al., *Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L.Sm., *P. hyperboreum* R.Br. и *P. strictum* Brid.

В районе оз. Парисенто, в типичной тундре, отобрано 13 видов растений: *Salix nummularia* Andersson, *Betula nana* L., *Ledum decumbens*, *Equisetum arvense*, *Rubus chamaemorus*, *Eriophorum medium* Andersson, *Carex aquatilis* Wahlenb., *Polytrichum commune* Hedw., *Aulacomnium turgidum*, *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske, *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Straminergon stramineum* (Dicks. ex Brid.) Hedenäs и *Wanstorfia pseudostaminea* (Muell. Hal.) Tuom. et T.Кор.

В районе южной тундры п. Газ-Сале собрано 12 видов, произрастающих во влажных условиях: *Arctous alpina* (L.) Nied., *Betula nana*, *Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar, *Empetrum nigrum* L., *Ledum decumbens*, *Rubus arcticus* L., *Vaccinium uliginosum* L., *V. vitis-idaea* L., *Calamagrostis purpurea* Trin., *Eriophorum medium*, *Tofieldia coccinea* Richardson и *Racomitrium lanuginosum* (Hedw.) Brid.

Из отобранных растений была создана коллекция микропрепаратов из наиболее сохраняющихся частей растений. На рис. 2. представлен фрагмент коллекции – изображения микропрепаратов устойчивых частей широко распространенных в тундре голубики, березки, мятлика, белокопытника.

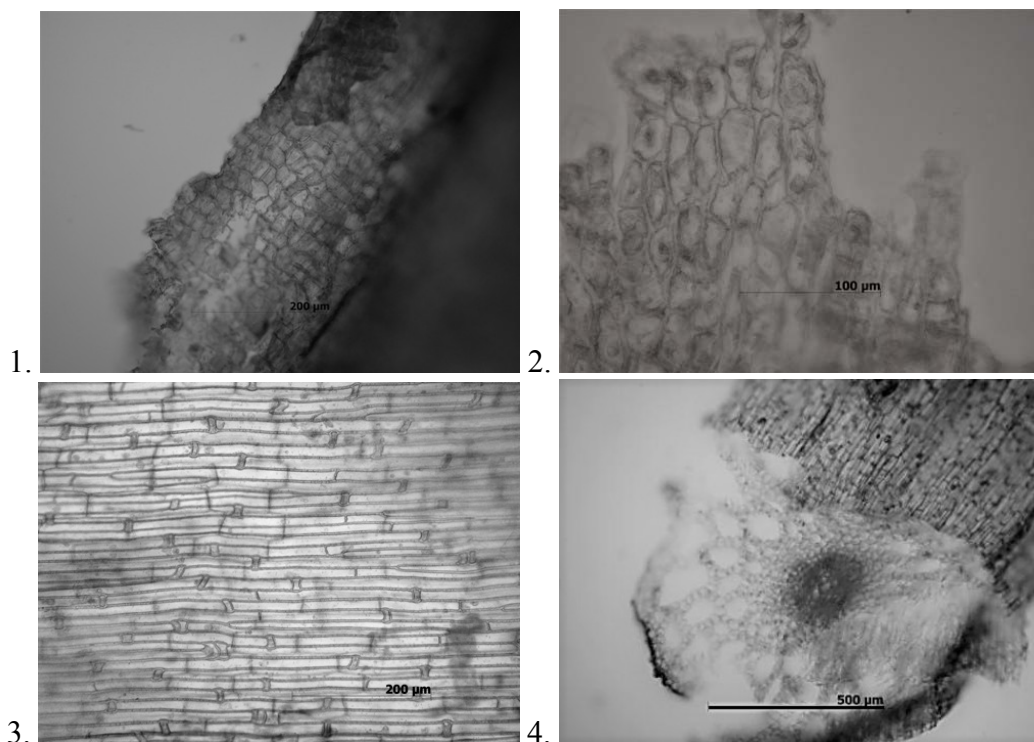


Рис. 2. Изображения микропрепаратов растений: 1 – кора *Vaccinium uliginosum* ×200, 2 – кора *Betula nana* ×400, 3 – корень *Poa bulbosa* ssp. *vivipara* ×200, 4 – корень *Petasites frigidus* ×100.

В атласах-определителях нет описания и фото микростроения *Arctous alpina*, *Calamagrostis purpurea*, *Carex concolor*, *Bistorta vivipara*, *Eriophorum callitrix*, *E. medium*, *Poa bulbosa* ssp. *vivipara* (рис. 2.3), *Salix glauca* и *Tofieldia coccinea*, которые могут являться торфообразователями в районе распространения сплошной мерзлоты.

Литература

- Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюремнов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.; Л. 1959. 228 с.
- Вишнякова Е.К., Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П. Динамика разложения растений на болотах васюганья // Вестник ТГПУ. 2012. 7 (122). С. 87–93.
- Головацкая Е.А., Никонова (Абзалимова) Л.Г. Разложение растительных остатков в торфяных почвах олиготрофных болот // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2013. № 3 (23). С. 137–151.

ЛАНДШАФТЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗВОЗСКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М. А. Макарова

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, MMakarova@binran.ru

LANDSCAPES AND VEGETATION OF THE ZVOV KARST AREA (ARCHANGEL REGION)

M. A. Makarova

V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Summary. Karst landscapes on the gypsum outcrops in the Northern Dvina river valley and in background conditions (Perm gypsum layer lies under the Quaternary and modern alluvial sediments) were investigated during 2012, 2014, 2015 field seasons. Landscape-geobotanical study of key-plot was carried out and the regularities of distribution of plant communities types according to the landscape types were obtained. Species of higher vascular plants and bryophytes that occur on gypsum rocks were identified.

В Архангельской области наряду с типичными среднетаежными ландшафтами встречаются уникальные ландшафты на пермских гипсах. Гипсы выходят на дневную поверхность на левом и правом берегах р. Северной Двины в виде отвесных скал на протяжении 20 км между д. Кальи и д. Звоз, п. Липовик и п. Двинской. Помимо гипса, скалы сложены ангидридами, переслоенными доломитами и глинами (Божек, Ясеновец, 1974). Прилегающая к реке территория, перекрыта четвертичными отложениями и закарстована на глубину 10–15 м (Гуркало, Бутаков, 2007). Наиболее распространенные формы карстовых образований, встречающиеся в Звозском карстовом районе: воронки, неглубокие недавние просадки, карстовые лога и овраги, шелопняковые поля и пещеры (Шаврина и др., 2007; Пучнина и др. 2007). В районе карстового лога р. Малой Кироксы находятся два гипсовых останца. Для карстового района характерна более высокая производительность лесов по сравнению с окружающими лесами на водно-ледниковых равнинах (Сабуров, 1974; Беляев, Бурлаков, 2009). Высокопродуктивные леса на данной территории произрастают в течение 300 лет, но значительно сократилась доля лиственницы в породном составе среднетаежных лесов на данной территории (Беляев, Бурлаков, 2010). В 2000 г. на правом берегу массив лиственничного леса пострадал в результате пожара. Также периодически на территории осуществляются несанкционированные вырубki леса. В 2007 г. было предложено создание природного парка регионального значения «Звозский», в связи с уникальностью ландшафтов Звозского гипсового карстового района, а также с нахождением редких сообществ и видов растений (Пучнина и др., 2007).

Различается открытый (обнажения гипсовых пород по долине реки) и полуоткрытый карст, перекрытый чехлом четвертичных пород. Открытый гипсовый карст отмечен в прибрежной части правого берега Северной Двины также в виде шелопняковых полей (Пучнина и др., 2007; Макарова, Зелепукина, 2014). Шелопняковые поля или шелопняки представляют собой участки мелковорончатого гипсового карста схожего с "пчелиными сотами". Воронки небольшие, диаметром 1–3 м, глубиной 3–6 м, занимают 50–80 % общей площади полей. По бортам этих воронок произрастают лиственнично-соновые кустарничково-моховые леса. В напочвенном покрове кроме *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Arctostaphylon uva-ursi* и *Rubus saxatilis*, встречаются *Epipactis atrorubens* и *Scorzonera ruprechtiana*. Из мхов наиболее типичны *Pleurozium schreberi*, *Abietinella abietina*, *Dicranum scoparium* и *D. majus*, в меньшей степени отмечаются *Plagiomnium cuspidatum*, *Mnium stellare*, *Plagiothecium denticulatum*, *Eurhynchiastrum pulchellum* и *Pohlia cruda*.

Полуоткрытый карст на исследованной территории представлен карстовыми логами и различными по конфигурации и степени обводнения карстовыми воронками. Карстовые лога имеют вытянутую форму, длиной 50–200 м и шириной 7–40 м. По логам произрастают крупнотравные (из *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *Aconitum septentrionale*, *Cacalia hastata*

и *Chamaenerion angustifolium*) луга. Карстовые воронки, образовавшиеся на гипсах, перекрытых песчаными флювиогляциальными отложениями, имеют округло-овальную форму с пологими бортами, ширина воронок 5–30 м, глубина 2–7 м. Растительный покров воронок слабо отличается от равнинной части, но участие лиственницы (*Larix sibirica*) в составе древесно-кустарничкового покрова индицирует близкое залегание гипсов. Наиболее типичны в воронках сосновые бруснично-лишайниково-зеленомошные, елово-сосновые чернично-зеленомошные, березово-елово-сосновые травяно-зеленомошные леса. В более крупных воронках иногда прослеживается экспозиционная приуроченность видов: по южным склонам – лишайниковый покров, по северным – зеленомошный. Карстовые воронки, образовавшиеся на гипсах, перекрытых суглинисто-валунными отложениями, чаще всего имеют неправильную округлую или округло-вытянутую форму, в среднем длиной 10–20 м и шириной 7–8 м, глубиной 4–9 м. В некоторых из них встречаются гипсовые скальные выходы. Воронки местами образуют вытянутые цепочки. На склонах воронок произрастают еловые и сосново-еловые с лиственницей, березой, осинкой леса, в верхней части склонов – костянично-чернично-папоротничковые (из *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*, *Vaccinium myrtillus* и *Rubus saxatilis*), в нижней – крупнотравно-папоротничковые (из *Dryopteris assimilis*, *D. carthusiana*, *Athyrium filix-femina* и *Aconitum septentrionale*). Местами в воронках встречаются неморальные виды (*Daphne mezereum*, *Dryopteris filix-mas*, *Actaea erythrocarpa* и *A. spicata*). По днищам воронок можно встретить ельники папоротничково-сфагновые, заросли кустарников, гигрофитнотравяно-моховые сообщества. Из мхов в воронках встречаются *Pohlia cruda*, *Plagiothecium denticulatum*, *Pseudobryum cinclidioides*, *Rhytidiadelphus subpinnatus*, *Rhizomnium punctatum*, *Mnium stellar* и *M. marginatum*. Воронки, образовавшиеся на гипсах, перекрытых озерными глинами, часто обводнены и заболочены. Даже в расположенных рядом воронках сообщества часто находятся на разных динамических стадиях. Наиболее часто в воронках отмечались осоковые, травяно-сфагновые (из *Sphagnum riparium*, *S. squarrosum*, *Comarum palustre* и *Meyenianthes trifoliata*), осоково-сфагновые (из *Sphagnum fallax*, *S. russowi*, *Carex rostrata* и *C. limosa*), кустарничково-сфагновые (из *Sphagnum angustifolium* и *Chamaedaphne calyculata*) сообщества (Макарова и др., 2015).

В прибортовой зоне долины Северной Двины, на гипсах перекрытых маломощным слоем флювиогляциальных песков произрастают лиственнично-елово-сосновые бруснично-кустарничково-травяно-зеленомошные леса. В составе мохового покрова обильны *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *D. majus* и *Hylocomium splendens*, также встречаются *Abietinella abietina*, *Eurhynchiastrum pulchellum*, *Isopterygiopsis pulchella*, *Plagiothecium denticulatum* и *Sanionia uncinata*.

Выходы на дневную поверхность гипсов Пермского периода вносят существенное разнообразие в ландшафтную структуру Среднедвинья и всей Архангельской области. Звонский карстовый район обладает уникальным экотопическим, фитоценологическим и флористическим разнообразием, по своему богатству ценными природными объектами приближающийся к Пинежскому заповеднику. Занесенная в Красную книгу РФ, *Gypsophila uralensis* subsp. *pinensis*, обнаруженная в 2007 г. на гипсовых скалах Северной Двины (Пучнина и др., 2007; 2011) и ряд других редких в области видов, специфичных, отмеченных в сообществах на гипсовых породах, характеризуют Звонский карстовый массив как уникальную природную территорию, заслуживающую охраны. Высшие сосудистые растения, отмеченные на гипсовых породах в проектируемом ООПТ «Звонский»: *Cypripedium calceolom*, *Leucorchis albida*, *Astragalus australis*, *Gymnocarpium robertianum*, *Epipactis atrorubens* и *Scorzonera ruprechtiana* (Пучнина и др., 2007, 2015; Головина, Макарова, 2015), и мохообразные: *Pterigynandrum filiforme*, *Campyliadelphus chrysophyllus*, *Didymodon fallax*, *Ditrichum flexicaule*, *Leptobryum pyriforme* и *Distichium capillaceum* (Леушина и др., 2015; Макарова, Леушина, 2015). Природный парк «Звонский» еще не имеет статуса действующей ООПТ, на его территории периодически производятся рубки леса, поэтому существует необходимость скорейшего придания ему статуса особо охраняемой природной территории.

Литература

- Беляев В.В., Бурлаков П.С. Пространственно-временная структура высокопродуктивных хвойных древостоев в среднетаежных ландшафтах // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления: Матер. всерос. науч. конф. с междунар. участием. Петрозаводск. 2009. С. 45–47.
- Беляев В.В., Бурлаков П.С., Хмара К.А., Гофаров М.Ю. Азональные факторы продуктивности бореальных хвойных древостоев Европейского Севера России // Вестник САФУ. Серия Естественные науки. 2010. № 2. С. 33–39.
- Божек А.Г., Ясеновец Е.П. Звонский район // Пещеры Пинега-Северодвинской карстовой области. Л. 1974. [http://www.nordspeleo.ru/csa/ppcko/zvoz_pcko.htm]
- Головина Е.О., Макарова М.А. Флористические находки в Архангельской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2015. Т. 120. Вып. 3. С. 60–61.
- Леушина Э.Г., Макарова М.А., Головина Е.О. Новые находки мхов в Архангельской области // Actoa. 2015. Vol. 24. P. 584–585.
- Макарова М.А., Зелепукина Е.С. Ландшафтные особенности Среднедвинья в зоне простираения пермских гипсов (Архангельская область) // Сохранение и изучение гео- и биоразнообразия на ООПТ Европейского Севера России: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 40-летию заповедника «Пинежский». Ижевск. 2014. С. 83–88.
- Макарова М.А., Леушина Э.Г. Мохообразные ООПТ «Звонский» // Матер. междунар. бриологической конф., посвященной 100-летию со дня рожд. А. Л. Абрамовой. СПб. 2015. С. 100–105.
- Макарова М.А., Галанина О.В., Головина Е.О. Растительность карстовых воронок Звонского карстового района (Архангельская область) // Тез. конф. V всерос. геобот. шк.-конф. СПб. 2015. С. 108.
- Пучнина Л.В. Редкие растительные сообщества с *Gypsophila uralensis* Less. subsp. *pinensis* (Perf.) Kamelin и их охрана в Архангельской области // Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы. Матер. всерос. конф. с междунар. участием. СПб. 2011. Т. 1. С. 203–207.
- Пучнина Л.В., Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гук Е. В. Обоснование создания природного парка «Звонский». Приложение к Отчету проекта «Био- и георазнообразие уникальных ландшафтов гипсового карста Архангельской области» (Конкурс по приоритетным направлениям развития науки в Архангельской области, 2007 г.) Пинега. 2007. 20 с. (Рукопись в архиве заповедника «Пинежский»).
- Пучнина Л.В., Головина Е.О., Филиппов Д.А., Галанина О.В., Макарова М. А., Кучеров И.Б. Местонахождения редких и охраняемых видов в проектируемом природном парке «Звонский» и его окрестностях (Архангельская область) // Вестник САФУ. Серия Естественные науки. 2015. № 4. С. 100–110.
- Сабуров Д.Н. Физико-географические условия и районирование Пинега-Северодвинской карстовой области // Пещеры Пинега-Северодвинской карстовой области. Л. 1974. [<http://www.nordspeleo.ru/csa/ppcko/index.htm>]
- Шаврина Е.В., Малков В.Н., Гуркало Е.И. Особенности развития и распространения карста Архангельской области // Геоморфология. 2007. № 2. С. 90–101.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЕННОГО ЛУГА (НА ПРИМЕРЕ ЗАЛИДОВСКИХ ЛУГОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ф. А. Маслов,¹ Е. И. Курченко,¹ В. Г. Петросян²

¹ Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия, fyodormaslov@yandex.ru

² Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия

USE OF MATHEMATICAL APPROACHES FOR THE ANALYSIS OF THE FLOODPLAIN MEADOWS VEGETATION DYNAMICS (FOR EXAMPLE ZALIDOVSKII MEADOWS OF KALUGA REGION)

F. A. Maslov,¹ E. I. Kurchenko¹ & V. G. Petrosyn²

¹ Moscow Pedagogic State University, Moscow, Russia

² A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia

Summary. The results use of mathematical methods analysis of the dynamics vegetation of the floodplain grasslands National Park «Ugra» of Kaluga region are presented: autocorrelation method revealed the dynamics of the dominant species; the method of non-linear regressions detected endogenous cyclic rhythms phytocenoses; taxonomic uniqueness and diversity indices revealed the dynamics taxa of different rank of the phytocenoses.

В настоящее время развития информационных технологий особое значение приобретает моделирование естественных процессов в биоценозах и, в частности, анализ закономерностей структурных изменений луговых сообществ в различных условиях антропогенного воздействия. Пойменные луга – интразональные экосистемы, сформировавшиеся в умеренном поясе Северного полушария в результате многовековой хозяйственной деятельности человека, отличаются высоким биоразнообразием и динамизмом временных и пространственных характеристик, зависящих от положения в рельефе, продолжительности паводков, глубины грунтовых вод, времени и частоты сенокоса, пастбы и других форм использования. Изучение лугов имеет большое значение с теоретической и прикладной точек зрения, для разработки эффективных стратегий сохранения биоразнообразия. Из современных методов изучения лугов недостаточно востребован математический метод, который позволяет выявить разные аспекты динамики его компонентов, установить критерии устойчивости и обосновать режим рационального использования.

Объектом нашего изучения послужили Залидовские луга национального парка «Угра» Калужской области, на котором сотрудники Учебно-научного центра Экологии и Биоразнообразия МПГУ И.М. Ермакова и Н.С. Сугоркина (2000) провели уникальный по длительности мониторинг (1965–2012 г.г.) на участках, отражающих разнообразие растительности поймы, положение в рельефе и характер хозяйственного использования. Эти луга представляют особую ценность как немногие из сохранившихся в Европе пойменных лугов, которые не распахивались, не испытывали больших доз минеральных удобрений и испокон веков используются как сенокосные угодья. Их рассматриваем как эталон пойменной растительности средних по величине рек (р. Угра, приток р. Оки) европейской части России с умеренным антропогенным воздействием. Луга характеризуются богатством видового состава и насчитывают более 250 видов травянистых растений.

Используемые нами математические методы анализа включали создание базы данных ежегодных геоботанических описаний на модельных участках в информационной системе Biosystem-96, разработанной сотрудником ИПЭЭ РАН В.Г. Петросяном (2000), определение индексов α -разнообразия для каждого геоботанического описания, определение множественных, иерархических и сплайн индексов с использованием классических индексов разнообразия Шеннона, Шелдона, модифицированного Симпсона и Бергер-Паркера. В начале 2000-х гг., используя базу данных, описана динамика флористического разнообразия (Воронкина и др., 2003) и демутация растительности подстожий. В дальнейшем в центре внимания был анализ динамики доминирующих видов методом автокорреляции (Маслов, 2010), выявление внутренних (эндогенных) ритмов жизни фитоценозов (Курченко и др., 2010; 2016) и в настоящее время изучение индексов таксономического своеобразие и разнообразия для количественной характеристики динамики таксонов луга (Маслов и др., 2017).

Метод автокорреляции основан на выявлении коэффициента корреляции между значениями участия видов в соседние годы. Впервые метод применил В.И. Василевич (1970) для анализа данных Т.А. Работнова в течение 11 лет наблюдений об участии в травостое 15 видов растений на пойменных лугах р. Оки (с. Дединово Московской области) и получил 3 разных типа изменений. Ф.А. Маслов (2010) проанализировал этим методом 10 доминирующих видов разных жизненных форм и выявил, подобно В.И. Василевичу (1970), 3 типа коэффициентов автокорреляции: 1) циклический и нерегулярно циклический – более или менее регулярное чередование максимумов и минимумов коэффициентов автокорреляции (например, *Phleum pratense* L., *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L. имеют условно циклическую тенденцию с различным по времени периодом колебаний); 2) сукцессионный и условно сукцессионный – закономерное уменьшение коэффициента автокорреляции (например, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Taraxacum officinale* Wigg.); 3) осцилляция и условная осцилляция – коэффициент автокорреляции постепенно снижается до 0 и далее остаётся на этом уровне (например, *Dactylis glomerata* L.). Сделана попытка объяснить закономерности динамики видов растений их биологическими особенностями.

Среди различных типов динамики травянистой растительности большой интерес представляют циклические изменения, которые, в зависимости от факторов их обусловивших, делятся на экзогенные (изменения под воздействием внешних по отношению к ним условий) и эндогенные, связанные с внутренними фитоценотическими факторами. Примером экзогенных циклических флуктуаций служат 11-летние циклы развития лугов в Барабинской лесостепи (Куркин, 1976). Изменения структуры и состава этих лугов вызваны регулярными сменами периодов многолетних засух периодами обилия осадков, связанными с ритмами солнечной активности. Циклические экзогенные флуктуации описаны также на Обских и Иртышских лугах, они сопряжены с 7–10-летними циклами изменения степени водности этих рек и длительным стоянием воды в поймах. Сведения об эндогенных циклических флуктуациях растительности лугов в литературе ограничены, т. к. для их выявления необходимы многолетние наблюдения. Наши исследования основаны на 30–40-летнем мониторинге модельных участков луга. Они расположены на вершинах грив в прирусловой части поймы и отличаются антропогенным воздействием разной интенсивности: слабым – сенокосное использование № 4, умеренным – сенокосно-пастбищный режим № 3 и № 5 и сильным – пастбищный режим № 9 (Курченко и др., 2010; 2016). С помощью метода анализа временных рядов видового богатства и количественных характеристик травостоя выявлен циклический характер динамики с разными периодами колебания, которые отражают внутренние ритмы жизни фитоценозов. Период колебания на сенокосном участке № 4 составил 25–26 лет, на сенокосно-пастбищном № 3 и № 5 – 20 лет и на пастбище № 9 – 8–10 лет. Наиболее близко к естественному ритму функционирования стоит сенокосный участок № 4 с богатым видовым составом и одноразовым сенокосением. Сокращение периода колебания на сенокосно-пастбищном участке № 3 связано с нарушением естественного ритма в связи с выпасом. Здесь чаще происходит исчезновение и внедрение новых видов. Процесс нарушения естественного ритма еще больше усиливается на пастбищном участке № 9, и период колебания сокращается до 8–10 лет. Любой целостной живой системе присущи способность к самоорганизации и внутренние ритмы развития – «волны жизни» С.С. Четверикова, популяционные волны Н.В. Тимофеева-Ресовского. С этих позиций длительные циклические флуктуации флористического разнообразия пойменного луга реки Угры рассматриваем как отражение внутренних ритмов жизни фитоценозов. В соответствии с волновой теорией А.А. Уранова (1975) описанные процессы в фитоценозе resultируются из элементарных волновых процессов – пространственно-временной динамики возрастных спектров видовых ценопопуляций как структурных элементов фитоценоза.

Среди способов разработки эффективных стратегий сохранения биоразнообразия фитоценозов перспективен детальный анализ многолетних данных геоботанических описаний с помощью современных методов информационной технологии, статистического анализа и количественных методов оценки параметров разнообразия. Одним из возможных методов, охватывающих динамику таксонов разного ранга, является метод определения индексов таксономического своеобразие (ТС) и разнообразия (ТР) (Шитиков, Розенберг, 2013). При определении ТС принимается во внимание общее богатство видов, ранжированное на основе таксономической классификации: вид – род – семейство – порядок – класс (Маевский, 2014) и подсчете сумм расстояний (шагов) между узлами этого таксономического дерева. Например, если два вида принадлежат к одному роду, то нужно пройти один шаг для того, чтобы достичь общего узла. Если виды принадлежат к разным родам, но к одному семейству, то потребуется два последовательных шага («вид – род», «род – семейство»). Индекс ТС отражает среднее таксономическое расстояние между видами, а индекс ТР – взвешенное среднее таксономическое расстояние между видами. При сокращении числа родственных видов проис-

ходит повышение значений обоих индексов и, наоборот, при увеличении числа родственных видов наблюдается их снижение. Статистически значимое критическое падение (снижение) значений индексов, по-видимому, отражает сукцессионный процесс в фитоценозе. А повышение значений индексов интерпретируется как приобретение устойчивости фитоценоза к воздействию неблагоприятных факторов среды. Снижение видов в родах, родов в семействах, семейств в порядках и порядков в классах приводит к уменьшению обилия большинства видов, но при этом может увеличиваться обилие отдельных доминирующих видов. Выпадение из травостоя растений родственных групп освобождает место для внедрения не родственных видов, увеличивая разнообразие, и повышает его устойчивость к неблагоприятным факторам среды. Снижение видового разнообразия может быть связано как с воздействием антропогенных факторов, так и с природными факторами, например, отсутствие паводков или длительная засуха. Исследования показали, что индексы ТС и ТР могут быть использованы для анализа многолетней динамики таксонов разного ранга в луговых сообществах. Они выявляют общую направленность изменений флористического состава травостоя в зависимости от числа видов и таксономических рангов классификации.

Итак, использованные нами методы позволили раскрыть динамику доминирующих видов, метод нелинейных регрессий обнаружил эндогенные циклические ритмы жизни фитоценозов, индексы таксономического своеобразия и разнообразия выявили динамику таксонов разного ранга в фитоценозах.

Литература

- Василевич В.Н. Метод автокорреляции при изучении динамики растительности // Тр. МОИП. 1970. Т. 38. С. 17–23.
- Воронкина Н.В., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Петросян В.Г., Седых И.Б., Романова Р.А. Математическое моделирование динамики биоразнообразия пойменных лугов реки Угры Калужской области с применением информационной технологии // Труды Регионального конкурса науч. проектов в области естеств. наук. Калуга. 2003. Вып. 5. С. 265–282.
- Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Мониторинг луговой растительности в пойме реки Угры // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 12. С. 88–89.
- Куркин К.А. Системные исследования динамики лугов. М. 1976. 284 с.
- Курченко Е.И., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Петросян В.Г., Маслов Ф.А. Об устойчивости и циклической изменчивости растительности пойменных лугов (по итогам мониторинга Залидовских лугов Калужской области в 1980–2010 гг.) // Социально-экологические технологии. М. 2016. № 2. С. 19–38.
- Курченко Е.И., Петросян В.Г., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Многолетняя динамика пойменного луга: количественная характеристика флористического разнообразия // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 7. С. 911–923.
- Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М. 2014. 635 с.
- Маслов Ф.А. Анализ динамики доминирующих видов разных жизненных форм на Залидовских лугах (Калужской обл.) с использованием метода автокорреляции // Биологические типы Христена Раункиера и современная ботаника: Матер. всерос. науч. конф., Биоморфологические чтения к 150-летию со дня рождения Х. Раункиера. Киров. 2010. С. 369–377.
- Маслов Ф.А., Курченко Е.И., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Петросян В.Г. Использование индексов таксономического своеобразия и разнообразия для количественной характеристики динамики таксонов растительных сообществ поданным многолетнего мониторинга (на примере Залидовских лугов Калужской области) // Тр. Карельск. науч. центра РАН. № 4. 2017. С. 1–12.
- Петросян В.Г. Принципы и методы оценки разнообразия биологических систем на разных уровнях иерархии с применением Biosystem-96 // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. М. 2000. С. 244–256.
- Уранов А.А. 1975. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
- Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии экологии с использованием R. Тольятти. 2013. 314 с.

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИКАСПИЯ

И. Н. Сафронова

Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия, irasafronova@yandex.ru

THROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE VEGETATION OF THE CASPIAN LOWLAND

I. N. Safronova

V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

Summary. The Caspian lowland is divided into steppe and desert zones. The natural vegetation of the steppe zone is highly transformed. At present, the steppe vegetation is represented by various stages of deposits. Pastures with different degrees of grazing occupy large areas in the South of the steppe zone. Secondary plant communities also play an important role in heterogeneous structure of vegetation cover in the desert zone. It's often difficult to understand the zonal status of the territory according to the modern vegetation of the Caspian lowland.

На Прикаспийской низменности выделяется две зоны: степная и пустынная. Граница зон к востоку от р. Волги проходит примерно по 48° с. ш. К западу от р. Волги она имеет северо-восточно-юго-западное направление от 47°40' с. ш. у пос. Никольское и Пришиб на р. Волге примерно до 46°35' с. ш у восточного макросклона возвышенности Ергени (Зоны и типы поясности..., 1999а, б; Сафронова, 2010; Бананова и др., 2016).

Степная зона в Прикаспии делится на две подзоны: среднюю (сухих дерновиннозлаковых степей) и южную (опустыненных полынно-дерновиннозлаковых степей). Естественный степной покров, практически, отсутствует. В значительной степени он представлен разнообразными стадиями формирования растительности на залежах. В южной подзоне наряду с залежами большие площади занимают пастбища разной степени выпаса. Надо отметить, что скот выпасается и на залежах. Таким образом, современный растительный покров очень неоднороден и динамичен. Восстановление естественной растительности происходит медленно, так как часто происходят пожары и местами проводится ежегодное сенокошение.

Залежи характеризуются высокой сомкнутостью покрова (80–85 %), довольно значительным видовым разнообразием. На молодых залежах обильны одно- и двулетники (*Alysum desertorum*¹, *Anisantha tectorum*, *Artemisia absinthium*, *Bassia sedoides*, *Bromus squarrosus*, *Polygonum convolvulus*, *Cardaria draba*, *Ceratocarpus arenarius*, *Chorispora tenella*, *Descurainia sophia*, *Lactuca serriola*, *Lappula patula*, *Sisymbrium loeselii*, *Trigonella orthoceras*, и др.).

В подзоне сухих степей в сообществах на залежах заметную роль играют представители многолетнего разнотравья (*Phlomis pungens*, *P. tuberosa*, *Verbascum phoeniceum*, *Silene viscosa* и др.). В южной подзоне разнотравье менее разнообразное и более ксерофитное (*Galatella villosa*, *Eryngium campestre* и др.), на засоленных почвах обильны полукустарнички (*Artemisia austriaca*, *A. lerchiana*, *A. pauciflora*, *A. taurica*, *Tanacetum achilleifolium*).

В составе злаковых сообществ (восстанавливающихся степей) кроме ковылей *Stipa lesingiana*, *S. capillata*, *S. sareptana* (в южной подзоне), заметную роль играют такие плотно-дерновинные злаки, как *Festuca valesiaca*, *Agropyron cristatum* (в средней подзоне), *A. desertorum* (в южной подзоне).

Пастбища в степной зоне по площади уступают залежам. Они разнообразны по составу: злаковые (типчаковые *Festuca valesiaca*, мятликовые *Poa bulbosa*), однолетниковые (рогоподниковые *Ceratocarpus arenarius*), верблюжьеклоночковые (*Alhagi pseudalhagi*), полукустарничковые (лерхопопынные *Artemisia lerchiana*, чернопопынные *Artemisia pauciflora*, тав-

¹Названия растений даются по С.К. Черепанову (1995).

рическопопынные *Artemisia taurica*). Поселки часто окружены сантоникопынными (*Artemisia santonica*) антропогенными сообществами.

В пустынной зоне слабо нарушенные лерхопынники (*Artemisia lerchiana*) местами занимают довольно большие площади, но вторичные сообщества и группировки играют основную роль в формировании неоднородной структуры растительного покрова.

Доминантами современного растительного покрова пустынной зоны являются представители трех жизненных форм. Это, прежде всего, полукустарнички – *Artemisia lerchiana*, *A. pauciflora*, *A. santonica*, *A. taurica*, *A. arenaria*, *Anabasis aphylla*, *A. salsa*. Среди полукустарничков преобладают пынники, а среди пынников – лерхопынники (*Artemisia lerchiana*). При сбое на супесчаных почвах мятликовые лерхопынники замещаются лерхопынно-мятликовыми сообществами и мятликовыми (*Poa bulbosa*) с единичным участием *Artemisia lerchiana* или без нее; на легкосуглинистых солонцеватых почвах формируются сообщества с участием востреца (*Leymus ramosus*) – вострецово-мятликовые лерхопынники.

При сильном сбое в лерхопынниках появляются такие многолетники, как верблюжья колючка (*Alhagi pseudalhagi*), итсигек (*Anabasis aphylla*). При усилении сбоя лерхопынники сменяются верблюжьеколючковыми (*Alhagi pseudalhagi*) и итсигековыми (*Anabasis aphylla*) сообществами. Поселки часто окружены гармаловыми (*Peganum harmala*) антропогенными сообществами.

На легких почвах (супесчаных и песчаных) при нарушениях разрастаются дерновинные злаки – *Agropyron fragile*, *Poa bulbosa*, *Stipa sareptana*, *S. lessingiana*, *S. capillata*, но злаки не доминируют, а только аспектируют в злаково-малолетниковых сообществах.

Таким образом, по современной растительности Прикаспийской низменности часто трудно понять зональный статус территории:

– ковыльники (*Stipa lessingiana*, *S. capillata*, *S. sareptana*), которые характерны для естественного покрова степной зоны, в настоящее время не занимают в ней больших площадей, а в пустынной зоне плотнoderновинные злаки (ковыли и *Agropyron fragile*) местами аспектируют;

– и в той и в другой зоне большую роль в растительном покрове играют мятликовые (*Poa bulbosa*) сообщества;

– распространение лерхопынников (*Artemisia lerchiana*) в пустынной зоне естественно, но лерхопынники в настоящее время занимают большие площади на пастбищах в степной зоне;

– при нарушении естественного покрова (распашкой, пожарами, выпасом) формируются сообщества малолетников (*Alyssum desertorum*, *Anisantha tectorum*, *Ceratocarpus arenarius*, *Filago arvensis*, *Lagoseris sancta*, *Salsola tragus*, *Sisymbrium altissimum*, *S. loeselii*), которые широко распространены, как в степной, так и в пустынной зоне.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-05-06773.

Литература

- Бананова В.А., Сафронова И.Н., Лазарева В.Г., Нгуен Ван Зунг, Харитонов Ч.С. Растительный покров Сарпинской низменности Республики Калмыкия. (Пояснительный текст к геоботаническим картам). Элиста. 2016. 134 с.
- Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий для высших учебных заведений. Карта. М. 1 : 8 000 000 / Под ред. Огуреевой Г.Н. М. 1999а. На 2 листах.
- Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий. М. 1 : 8 000 000. Пояснительный текст и легенда к карте / Под ред. Огуреевой Г.Н. М. 1999б. С. 1–64.
- Сафронова И.Н. О подзональной структуре растительного покрова степной зоны в Европейской части России // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 8. С. 1126–1133.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 1995. 992 с.

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ)

А. П. Сизых,¹ А. И. Шеховцов²

¹ *Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия,
alexander.sizykh@gmail.com*

² *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, ashekhov@irigs.irk.ru*

MAPPING STUDIES OF THE PLANT COMMUNITIES IN ENVIRONMENT INTERFACES (SOME AREAS OF PRE'BAIKAL AS EXAMPLES)

A. P. Sizykh¹ & A. I. Shekhovtsov²

¹ *Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

² *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia*

Summary. Mapping of environmental interface plant communities allows revealing the peculiarities of phytocenoses structure and formation at regional and topological level of vegetation organization. This is an information basis for identification of current processes within zonal vegetation type.

Корректными объектами индикации природных процессов могут быть природные системы – фитоценозы, биоценозы, биогеоценозы, экосистемы, геосистемы, формирующиеся в условиях контакта природных сред – природных зон и высотных поясов, а также внутризональных и внутривысотных разностях среды. Они отражают особенности организации растительности конкретных территорий и являются сосредоточением большей части биологического разнообразия экосистем. Картографическое изучение растительности предопределяет выбор принципов ее классификации, что, собственно, и является сутью проводимых исследований. От цели проводимых картографических исследований зависит выбор классификации растительных сообществ. Картографирование растительных сообществ контакта сред может характеризовать и способствовать выявлению изменений природной среды на локальном, региональном и планетарном уровнях их организации. Сообщества контакта более детально и быстро отражают современные тенденции генезиса экосистем любой иерархии и могут быть информативными моделями изменений природной среды во времени и пространстве.

В таежной зоне Байкальского региона встречаются участки степей в виде «степных островов» различной площади, часто по межгорным впадинам, по долинам рек, крутым склонам, иногда достигая границы тундры. Они не создают природных зон в пространственном отношении, как, например, лесостепные и подтаежные. В отличие от зональной лесостепи и подзональной подтайги «островные степи» являются в некотором роде сукцессией зонального типа растительности со своей спецификой структуры и генезиса. Такие сообщества выступают региональной моделью индикации существующих процессов и прошедших изменений на протяжении десятилетий и столетий, определяя природу зональности, поясности и экстразональности в организации растительности региона.

Впервые термин «экотон» был использован в работах английских и американских исследователей (Livingston, 1903; Clements, 1905) как характеристика перехода между двумя растительными ассоциациями с повышенным видовым богатством в зонах перехода смежных участков растительности. Не отрицают существование экотонов и другие исследователи (Walter, Vox, 1976), считая их важным элементом ботанической географии, и вводят понятие – «зональный экотон». В «зональных экотонах», по их мнению, больше проявляются экологические связи, достаточно отличные от связей между зональными формациями. Экотоны имеют специфическую структуру с неустойчивыми связями между компонентами биотических и абиотических факторов среды, отличными от зональных природных систем. По Б.А. Быкову (1978), экотон понимается как каемчатый тип границы между разностями растительных сообществ. Б.В. Виноградов (1978) считает, что экотон – это тип границы между струк-

турно различными растительными сообществами. Экотоны выделяются на стыке лесной и степной природных зон и в условиях вертикальной поясности. В геоботанике используются и такие понятия как «буферные», «пограничные» и «опушечные» (Задульская, 1997) растительные сообщества-экотоны. В данных случаях выделение экотонов не связано с какими-то определенными характеристиками природной среды, то есть этим термином характеризуются межзональные, подзональные, внутризональные и межвысотные-поясные неоднородности структуры растительности. Вероятно, необходимо конкретизировать смысловые нагрузки терминов, что есть лесостепь, подтайга в условиях зональности, высотной поясности, и, главное, в условиях экстразональности. Эти природные явления отражают совершенно конкретные физико-географические условия территории. «Опушечный», «межзональный», «зональный» или «экстразональный» экотоны – это определенно разнокачественные явления, отражающие разные физико-географические условия. Использование того или иного термина всегда связано с глубиной знания конкретных объектов, их принадлежностью к конкретному природному явлению. Решить проблему классификации растительных сообществ контакта сред, установить их информационное содержание, возможно методом крупномасштабного геоботанического картографирования с учетом современных физико-географических условий территории, определяющих зональность, высотную поясность и экстразональность. Применение термина «экотон» для разных физико-географических условий вряд ли является оптимальным решением проблемы классификации растительных сообществ контрастных сред. В этом случае попытка выявить динамику и определить направленность природных процессов через структуру растительности как экотона носит весьма условный характер.

Выбор подхода в классификации растительности и как результат исследований – составление карты всегда носит индивидуальный характер и отражает отношение исследователя к той или иной из существующих школ. Мы, в наших исследованиях, придерживаемся доминантного подхода в классификации растительности В.Н. Сукачева (1934), развитого в дальнейшем Е.М. Лавренко (1959) и В.Б. Сочавой (1979). При доминантном подходе растения – доминанты являются основой сообществ, определяют их состав и структуру, динамику и деструктивные процессы, происходящие при определенных внешних воздействиях, и отражают условия формирования конкретного сообщества. Направленность эндоэкогенеза и экзоэкогенеза в растительности всегда отражается в составе растений-доминантов (в ряде случаев и как эдификаторов) ярусов любого сообщества. При использовании доминантного подхода в классификации, помимо того, что максимально учитываются условия экотопов, выделенные таксоны «...легко картографируются и могут быть применены для разработки хозяйственных мероприятий разного целевого назначения» (Рысин, 2014, с. 448). А это и является целью исследований растительности, где собственно карты растительности разного масштаба лежат в основе геоботанического районирования, являются инструментом в определении типов или форм оптимизации природопользования.

В этой связи, уместно привести высказывания Р.В. Камелина (2013) в аспектах увлечения исследователями фитосоциологической (школа Браун-Бланке) классификацией, мало пригодной для практического использования, так как не имеет динамических характеристик выделяемых типов сообществ. Тогда как практически все отечественные карты растительности (включая и в Атласах) любого масштаба и отраслевого назначения на протяжении многих десятков лет построены на доминантной основе с усилением динамической и генетической составляющих. Приведем некоторые выдержки из статьи Р.В. Камелина (2013: 565) – «Фитосоциологическая классификация сейчас очень популярна в России. Она вполне удовлетворяет геоботаников тем, что позволяет быстро и эффективно публиковать оригинальные (и защищенные Кодексом) результаты своих трудов, при этом, совершенно не заботясь о том, будут ли они сколько-нибудь полно востребованы в практике хозяйственной деятельности... Я думаю, что пора и нашим последователям Браун-Бланке пройти подобный этап обогащения знаний, чтобы выработать и свой стандарт типа растительности» (дословно). К этому можно добавить, что классификация ради классификации не может быть основой карто-

графирования растительности без выявления динамических характеристик и генезиса растительных сообществ разных физико-географических условий.

Картографическое изучение растительных сообществ переходных природных условий некоторых территорий Прибайкалья определило, что светлохвойные и полидоминантные светлохвойно-темнохвойные леса таежной зоны в комплексе со степными сообществами («островными степями») являются единым целым в процессе развития, где динамика сообществ является выражением особенностей генезиса зональной тайги в условиях контрастности природных условий Байкальского региона.

Литература

- Быков Б.А. Геоботаника. Алма-Ата. 1978. 288 с.
- Виноградов В.Б. Геоботанические границы по дистанционным данным // Геоботаническое картографирование. Л. 1978. С. 22–23.
- Задульская О.А. Опыт флорогенетического исследования лесных опушек на территории Самарской Луки // Морфология и динамика растительного покрова: Тр. Куйбыш. пед. ин-та. 1997. Т. 207. Вып. 6. С. 93–97.
- Камелин Р.В. Типы растительности: филоценогенез, флороценоотипы, высшие таксоны других классификаций растительности // Бот. журн. 2013. С. 553–567.
- Лавренко Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения // Полевая геоботаника. 1959. Т. 1. С. 13–75.
- Рысин Л.П. Российская геоботаника в начале XXI столетия // Усп. современ. биол. 2014. № 5. С. 447–455.
- Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 1979. 189 с.
- Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л. 1934. 614 с.
- Clements F.E. Research Methods in Ecology. Lincoln. 1905. 334 p.
- Livingston B.E. The Distribution of the Upland Societies of Kent Country. Michigan. 1903. 35 p.
- Walter H., Box E. Global classification of natural terrestrial ecosystems// Vegetatio. 1976. Vol. 32. No. 2. P. 1105–1106.
-

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КОТЛОВИН СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЯ

А. П. Софронов

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, alesofronov@yandex.ru

MAPPING INVESTIGATION A VEGETATION COVER OF DEPRESSIONS OF NORTH BAIKAL REGION

A. P. Sofronov

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. Results of a study of the organization of the vegetation cover of the Severobaikalsk and Verkhneangarsk depressions are presented. The main approach to the study of vegetation was the method of geobotanical mapping by V.B. Sochava (1979).

Изучение растительного покрова котловин Северного Прибайкалья ставило главной целью выявить пространственно-структурные закономерности его организации. В связи с этим был выбран метод геоботанического картографирования, как наиболее оптимальный и полностью отвечающий задачам настоящего исследования. При составлении карт растительности территории требовалось отразить главнейшие особенности растительного покрова: раскрыть его структуру и показать закономерности динамических процессов. Кроме этого показать фитоценоотическое и флористическое разнообразие растительности. Всесторонний анализ растительности нашел свое отражение в легенде, которая определяла картируемые единицы, их соподчиненность и содержание. При типизации и классификации растительных сообществ использовался разработанный В.Б. Сочавой (1979) комплексный подход, который позволил полно и объективно отразить их содержание и иерархическую структуру.

Растительный покров является одним из наиболее важных компонентов биосферы, и многими исследователями рассматривается, как критический компонент геосистем (Сочава,

1979; Арманд, 1983). Растительность выполняет важнейшие функции и определяет характеристики геосистем, основными из которых являются: средообразующая роль, способность оставаться в равновесном состоянии и восстанавливать структуру после внешнего воздействия не катастрофического характера. В то же время растительный покров обладает особой формой динамичности, способностью формировать ценотическое разнообразие с новыми связями, как с природной средой, так и с антропогенными факторами. Данные факторы в совокупности с эволюцией видов растений, а также с региональными и топологическими процессами формирования природной среды приводят ко всем эволюционным и динамическим изменениям в растительности. В связи с этим, изучение растительного покрова является первоочередной, базовой задачей при биогеографических исследованиях земной поверхности.

В настоящее время все более пристальное внимание привлекает вопрос изучения растительности методами универсального средне- и крупномасштабного картографирования на топологическом уровне с привлечением различных данных дистанционного зондирования Земли, с созданием карт и баз данных при помощи специализированных ГИС-программ с автоматизацией процесса анализа пространственных данных. Привлечение специализированных программ позволяет создавать многослойные базы данных о растительном покрове и в дальнейшем проводить самые различные виды анализа материалов, как с научными, так и с прикладными целями.

Наиболее предпочтительным методом изучения структурно-динамических особенностей растительного покрова, является картографический метод исследования, имеющий хорошо разработанную методическую базу. Классические методы геоботанического картографирования подразумевают создание карт растительности двух типов – универсальных (инвентаризационных) и специальных (Сочава, 1960, 1962; Грибова, Исаченко, 1972; Белов и др., 2002). Универсальные карты растительности позволяют комплексно анализировать пространственно-динамическую организацию растительности, что позволяет выявить и визуализировать закономерности взаимосвязей растительных сообществ с другими компонентами геосистем. Такая геоботаническая карта несет нагрузку связанную не только с объемом собранного материала, но и с выбранными принципами типизации и классификации растительности, позволяющими выделить установленные закономерности взаимосвязей растительности со средой и генетическую взаимосвязь фитоценозов между собой в эволюционной ретроспективе.

Комплексный подход В.Б. Сочавы является оптимальным для классификации растительности, так как он заключается не просто в отображении растительного покрова, но и в показе его фитоценогенетических и динамических проявлений, а также взаимодействия растительных сообществ с окружающей средой. Теоретические положения филоценогенетической классификации растительности сводятся к следующему: 1) классификация должна быть многоступенчатой и состоять из соподчиненных подразделений разного объема; 2) классификация должна строиться на совокупности всех главнейших признаков растительных сообществ и их местообитаний; 3) она должна быть многомерной и подразделения разного таксономического ранга должны выделяться по совокупности нескольких признаков в соответствии с тем, какие из них и определили становление данных категорий.

По причине значительной антропогенной нарушенности растительности изучаемого района, а также определенная прикладная направленность картографических работ, заставила уделить большое внимание анализу динамики растительного покрова. При крупномасштабном картографировании объектами исследования являются конкретные сообщества, в ценотической структуре которых много черт, имеющих временный характер, и отнесение их к какой-либо восстановительной серии затруднительно. В связи с этим основное внимание было уделено выявлению флористической и ценотической общности между сообществами со спелыми или преспевающими древостоями и молодняками сходного породного состава в пределах однородного типа местообитания. Растительные сообщества с перестойным, спелым и прспевающим древостоем типизировались в самостоятельные ассоциации, а выде-

ленные молодняковые сообщества, которые подчиняются им, как восстановительные стадии, были показаны отдельными номерами в рамках эписоциаций. При этом большое внимание уделялось сходству состава и структуры всех ярусов растительных сообществ. Заключительным этапом построения классификационной схемы стало объединение сообществ в типы растительности – высокогорный, таежный и степной. На основе проведенной классификации была разработана подробная легенда карты растительности, содержащая 48 номеров, а с учетом буквенных индексов, которыми обозначены восстановительные стадии – 53 номера.

Полученная в результате легенда имеет следующую структуру:

Высокогорная растительность объединяет в своем составе горные тундры и альпийно-типные луга; таежная растительность охватывает подгольцовые, горно-таежные и подгорно-котловинные сообщества, а к степному типу растительности отнесены горно-склоновые степи.

При установлении низших единиц растительности главное внимание обращается на видовой состав, структуру и динамику растительных сообществ и их связь с экологическими факторами. Более крупные подразделения классификации выделяются на основе генетического и географического критериев.

В качестве основных, при картографическом моделировании растительного покрова территории, были выбраны масштабы 1 : 50 000 и 1 : 200 000. Масштаб 1 : 50 000 был выбран для создания карты растительности ключевого участка, а масштаб 1 : 200 000 для карты растительности всей территории исследования.

Работа по составлению карты была выполнена посредством геоинформационного программного обеспечения, в котором на основе 8-канального космоснимка Landsat была получена цветная основа для определения и нанесения границ выделов карты. Дополнительными слоями были присоединены топографические карты и цифровая топооснова. Затем на эту многослойную основу согласно координатам были добавлены точки площадок описаний и нанесена гидрологическая сеть региона. После этого очерчивались границы выделов растительности согласно легенде с учетом цветовой мозаики космоснимка. Анализ полученной карты выявил основные факторы, влияющие на распространение и развитие растительности котловин Северо-Восточного Прибайкалья, которыми являются динамика планетарно-региональных климатических изменений, горно-котловинный рельеф, показатели абсолютных высот горных хребтов, состав почв и влияние оз. Байкал.

Таким образом, на карте отчетливо видна вертикальная поясность растительности; основные площади горно-тундровой растительности сосредоточены на Баргузинском и Верхнеангарском хребтах, где присутствуют наиболее высотные местообитания; сосновые леса широко распространены на песчаных аллювиальных отложениях днищ котловин; в дельте Верхней Ангары отмечены сообщества, состоящие из высокогорных видов, обитающих в местах охлаждающего влияния Байкала.

Было установлено по территории Верхнеангарской котловины проходит северо-восточная граница распространения пихтово-кедровых лесов урало-сибирского филоценогенетического комплекса, а так же северо-восточная граница распространения альпийно-типных лугов алтае-тянь-шанского филоценогенетического комплекса. Лиственничные леса ангаридского филоценогенетического комплекса достигают в регионе своего юго-западного предела распространения, а сообщества кедрового стланика беренгийского комплекса находятся у западной границы своего распространения. Эти данные свидетельствуют об узлом расположении региона в отношении биогеографических рубежей, и особой «коридорной» роли изученных котловин в отношении распространения сообществ и видов в растительном покрове северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны.

Литература

- Арманд А.Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различного типа внешним воздействиям // Устойчивость геосистем. М. 1983. С. 14–32.
Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. Иркутск. 2002. 160 с.

- Грибова С.А., Исаченко Т.И. Картирование растительности в съемочных масштабах // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 137–330.
- Сочава В.Б. Вопросы картографирования в геоботанике // Принципы и методы геоботанического картографирования. М.; Л. 1962. С. 5–27
- Сочава В.Б. Теоретические и методические вопросы картографии растительности // Картография растительного покрова: Тез. докл. совещ. по вопр. картографии растительности. Новосибирск. 1960. С. 5–16.
- Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск. 1979. 190 с.
-

ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ЗОНЕ МАССИВА МУНКУ-САРДЫК (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Е. Г. Суворов, А. Д. Китов, Н. И. Новицкая

*Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, suv@irigs.irk.ru, kitov@irigs.irk.ru,
natnov@irigs.irk.ru*

DYNAMICS OF DISTRIBUTION OF ARBORESCENT VEGETATION IN THE PERIGLACIAL ZONE OF THE MUNKU-SARDYK MASSIF (EAST SAYAN)

E. G. Suvorov, A. D. Kitov & N. I. Novitskaya

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. New results of nature dynamics researches in a periglacial zone of the massif Munku-Sardyk in East Sayan with using dendrokronometriya are presented. The dynamics and structure, which is manifested in the growth of trees under extreme conditions, are analyzed. It is revealed that the rate of growth is subject to secular and intramural natural cycles that are correlated with the Peretolchyn glacier changes. The nature growth of the "fossil" tree in the Holocene optimum was compared with the modern longevity tree, there is a great sensitivity of the ancient tree (coefficient = 0.43) and a smaller one in the modern period (0.32 for larch and 0.26 for cedar).

Массив Мунку-Сардык в юго-восточной части Восточного Саяна (3491 м над ур. моря) является характерным представителем современного оледенения на юге Восточной Сибири (Kitov et., 2015). Динамика произрастания древесных пород на границе своего распространения в горах показательный индикатор, как современного состояния, так и изменений природных условий в регионе, коррелирующий с варьированием масштабов оледенения. Наиболее эффектно она выражается в перигляциальной зоне, где представлена зона перехода от лесного пояса, верхней части горнотаежного, через подгольцовый к гольцовому. В рассматриваемом регионе ширина подгольцового пояса, который начинается у верхней границы леса (представленного редколесными лесными сообществами со сложной структурой) и оканчивается у верхнего предела древесной растительности (представленного одиночными деревьями), фиксируется на высотах 2000–2700 м и изменяется в значительных пределах (40–100 (200) м) в зависимости от варьирования локальных условий (почвообразующего субстрата, его скелетности, экспозиции, крутизны и склоновых процессов). Основными лесообразователями выступают лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.) и кедр (*Pinus sibirica* Du Tour) при преобладании лиственницы.

Горнотаежные геосистемы с лесными сообществами не имеют сплошного распространения. Их граница с геосистемами, занимающими более высокое гипсометрическое положение, почти всегда контрастна. Их верхним пределом распространения была абсолютная высота 2200 м. Характерны лиственничные, кедрово-лиственничные и даже чисто кедровые сообщества. В диапазоне высот 1500–2200 м они редколесные или горнотаежные ограниченно-развития. Пространственная структура геосистем перигляциальной зоны передает внедрение горнотаежных геосистем, осуществляемое по долинам рек, разорванный ареал высокогорных нивально-гляциальных, альпинотипных и гольцовых геосистем, что определяет их современную динамику.

Нами исследована тестовая площадь для дендрохронологического анализа вблизи границы леса (Суворов, Китов, 2017). Она была расположена в условиях горнотаежной геосистемы ограниченного развития на высоте 2110 м над ур. моря на склоне северной экспозиции

крутизной 7–10° в правобережье верховой р. Белый Иркут. Склон можно характеризовать как относительно выровненную моренную террасу. Был представлен однородный биогеоценоз с редколесным лиственничным сообществом с участием кедра (9Л1К, расстояние между деревьями 8–10 м, распространены равномерно, средняя высота основного полога деревьев 10–12 м) с кустарниковым мохово-лишайниковым покровом с общим покрытием 100 %. Морфологически фиксируются длительносезонномерзлотные дерновые перегнойно-глеевые слабоподзоленные суглинистые маломощные почвы на моренных отложениях. Граница леса, являющаяся границей данного биогеоценоза, проходит вдоль склона по краю неглубокой ложбины в диапазоне высот 2110–2155 м над ур. моря перпендикулярно к долине. Лесные сообщества по троговой долине верховой р. Бел. Иркут внедряются в безлесную часть горного массива. При этом распространение древесной растительности единичными лиственницами угнетенной формы далее по макросклону фиксировалось на высоте 2206 м над ур. моря. На расстоянии 7 км от тестового участка к северу в верховьях р. Жохой на склоне троговой долины западной экспозиции крутизной около 45° на границе леса представлено кедровое редколесное кустарниковое мохово-лишайниковое сообщество, которое на высоте 2070 м ограничено крупнообломочной осыпью. Далее контрастно биогеоценоз граничил с гольцовым горнотундровыми геосистемами плоскогорья. На макросклоне южной экспозиции в верховьях правобережья р. Ока, 17 км от тестового участка, неровная в плане граница лиственничного редколесья кустарникового мелкотравно-лишайникового с каменистыми выходами фиксировалась на высоте 2188 м, а граница древесной растительности (единично лиственница) на высоте 2330 м.

Данные фоновые климатические условия, которые анализировались по метеостанции пос. Монды, 1304 м над ур. моря, нами была дополнены многолетней полевой термохронометрией с использованием термохронных на нескольких высотных уровнях в перигляциальной зоне. Показания термохронных хорошо коррелировали с данными метеостанции Монды (0.97–0.99). Согласно полученным результатам на высоте 2880 м над ур. моря в последние 7 лет средняя температура июля – 6.9 °С, на высоте 2640 м – 6.4 °С, на высоте 2100 м – 12 °С (за 3 года) и на высоте 1840 м – 13.4 °С (за 3 года). При перепаде высот 1580 м, в июле наблюдалось изменение температуры на 7.4 °С, что соответствует градиенту 0.468 °С/100 м.

Для анализа дендрохронологических данных использовалась методика С.Г. Шиятова (1986), разработанная для экстремальных условий Приполярного Урала. Полученные дендрограммы древесно-кольцевых серий абсолютных показателей моделей на тестовой площади нормировались относительно кривых максимального и минимального приростов. В осредненных дендрограммах нормализованных индексов прироста было использовано 10 лиственниц и 6 кедров. Рассчитывались коэффициенты чувствительности, синхронности и корреляции. Выделялись вековые и внутривековые циклы с использованием быстрого преобразования Фурье. У всей группы кедров древесно-кольцевая серия начиналась с 1720 г., кроме одного – с 1639 года. У лиственниц одна модель фиксировала 1771 г., но в целом вся группа моделей позволяла рассматривать ряд с 1948 г. по 2011 г.

Коэффициент корреляции между приростом лиственницы и летней температурой метеостанции Монды был высок (для лиственницы 0.56, для кедра – 0.48). Следует отметить, что кедр реагирует на изменения условий роста с запаздыванием в 5–6 лет по сравнению с лиственницей, при этом разброс значений приростов по диаметру лиственницы выше, чем у кедра, что может говорить о ее большей лабильности (стандартное отклонение для лиственницы – 15.5, а для кедра – 9.1). С учетом продолжительности серий осредненных индексов приростов по породам деревьев рассчитывались циклы флуктуаций. Синхронно, выделившиеся гармоника лиственницы, имеющей более короткий ряд: 2, 4–5, 7, 12, 19, соответствующие периодам 32; 16–12.8; 9.1; 3.4 года, повторялись в гармониках кедра с периодами 8; 16; 28; 32, – при этом в начальных гармониках кедра выделяются и более крупные циклы в 128 лет и 64–51.2 года. Очевидно основным фактором, проявившимся у разных лесообразователей, явилось варьирование климатических условий в период вегетации. Отмечается по-

ложительная корреляция с изменениями летних температур на границе леса для лиственницы (0.56) и кедра (0.48), при этом наиболее значимая для июля.

Характер осредненных кривых роста и полученной периодизации в перигляциальной зоне сопоставляется с реконструкцией реакции ледника Перетолчина на климатические изменения, скорости накопления донных осадков в прогляциальном оз. Эхой. Выявляются периоды отступления ледника 1900–1965 и 1983–2000 гг., с одновременным повышенным приростом деревьев и скоростью осадконакопления, и наступания ледника в 1965–1980 гг., сопровождающегося замедлением прироста деревьев и снижением скорости осадконакопления. С 2000 г. наблюдается нестабильность прироста деревьев, связанная с понижением среднемесячных летних температур.

Подобные колебания прироста, индицирующие характер произрастания и условий распространения древесных, положительно связанные с температурами короткого вегетационного периода, были присущи и прошлым эпохам, в частности оптимуму голоцена около 7.3 тыс. лет назад. Было рассмотрено варьирование прироста останков древней лиственницы, обнаруженной в этом районе, выше границы леса на 366 м (граница леса расположена на высоте 1900 м над ур. моря) удаленного от ближайшего лесного участка на 2.3 км, на склоне исторической морены в верховьях долины р. Буговек. Радиоуглеродным методом проведена датировка древесины (ЛУ 6167) с оценкой радиоуглеродного возраста 6280 ± 70 лет, календарного возраста в 7180 ± 100 лет. Возраст полученного спила оценен в 295 лет. Как и для современных деревьев «ископаемой» модели характерны циклические колебания прироста. Следует отметить, что средний абсолютный прирост по радиусу «ископаемой» лиственницы был в два раза больше, чем у современной примерно такого же возраста: 0.9 мм и 0.4 мм, что может характеризовать более благоприятные условия произрастания. Считается, что в оптимум голоцена температура могла быть на 3.5 °C теплее, чем в настоящее время (Ваганов, Шиятов, 2005). Отмечается больший коэффициент чувствительности у «ископаемого» дерева (0.43) и меньший в современный период (для лиственницы 0.32, кедра 0.26). Аппроксимированный тренд прироста у древней лиственницы был нисходящий, а у современного, примерно такого же возраста кедра – восходящий, что может соответствовать постепенному ухудшению условий роста в тот период времени, и наоборот улучшению в современный период.

Литература

- Ваганов Е.А., Шиятов С.Г. Дендроклиматические и дендрэкологические исследования в Северной Азии // Лесоведение. 2005. № 4. С. 18–27.
- Суворов Е.Г., Китов А.Д. Изменчивость природных условий перигляциальной зоны массива Мунку-Сардык (Восточный Саян) // Геогр. и природ. ресурсы. 2017. № 1. С. 152–162.
- Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М. 1986. 137 с.
- Kitov A.D., Kovalenko S.N., Plyusnin V.M., Suvorov E.G. Modern changes of the high-mountain landscapes and glaciation in Southern Siberia (Russia) by the example of the Eastern Sayan mountains // Environ. Earth Sci. 2015. Vol. 74. No. 3. P. 1931–1946.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЛЕЖЕЙ ГОРНО-ЛЕСНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

П. С. Широких, В. Б. Мартыненко, И. Г. Бикбаев
Уфимский Институт биологии РАН, Уфа, Россия, shirpa@mail.ru

VEGETATION OF THE ABANDONED FIELDS OF THE MOUNTAIN-FOREST PART OF THE SOUTH URAL REGION

P. S. Shirokikh, V. B. Martynenko & I. G. Bikbaev
Ufa Institute of Biology RAS, Ufa, Russia

Summary. Plant communities of abandoned fields of the mountain-forest part of the Southern Urals have been studied. The reforestation process throughout all of key sites is observed. The study area is situated in the western macroslope of

South Ural Mountains within the contact zone of hemiboreal light coniferous forests of the class *Brachypodio-Betuletea*. Totally, 133 geobotanical relevés were collected and further classified into 2 associations, 2 communities, 2 variants and 13 basal communities according to the Braun-Blanquet and Kopečky & Hejný approaches. The results of classification analysis showed clear floristical differences, in spite of presence of a large block of common species. Every abandoned field includes the successional plant communities (from treeless meadows to woody communities with well-developed tree canopy) described within the same abandoned field.

Исследованные растительные сообщества залежей горно-лесной части Южно-Уральского региона, были заброшены приблизительно в одно время – 1998–2000 гг. До этого они использовались в качестве посевных площадей, а после – сенокосов или пастбищ. В результате сокращения поголовья скота это использование прекратилось, что привело к постепенному зарастанию их видами древесных пород. Поскольку процесс зарастания происходит неравномерно, были описаны различные участки в зависимости от степени сомкнутости молодого древостоя (от 0–10 % до 80–90 %). Также установлены и способы использования каждого конкретного заброшенного поля после выведения их из севооборота.

Изученные залежи расположены на западном макросклоне Южно-Уральских гор. Согласно геоботаническому районированию они находятся в Белорецко-Субхангуловском центрально-возвышенном округе светлохвойных и мелколиственных лесов и крупнотравных лугов Южно-Уральской горной провинции (Белорецкий р-н Республики Башкортостан). Субклимаксовыми лесными сообществами преимущественно являются гемибореальные травяные светлохвойные и мелколиственные леса, относящиеся по эколого-флористической классификации к ассоциации *Bupleuro longifolii-Pinetum sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000 союза *Trollio europaea-Pinion sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000 порядка *Chamaecytiso ruthenici-Pinetalia sylvestris* Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000 класса *Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae* Ermakov, Korolyuk et Lashchinsky 1991.

В ходе экспедиционных исследований было выполнено 133 геоботанических описания залежей. Площадь участков составляла 100 кв.м. Процедура классификации сообществ проводилась с помощью классического синтаксономического анализа (Миркин, Наумова, 2012) и дедуктивного метода К. Копечки и С. Гейни (Корецкы, Hejný, 1974), который применяется для классификации сообществ синантропной растительности. При этом выделяются базальные (основные) или дериватные (замещающие) сообщества, и указывается их подчиненность высшим синтаксонам в ранге союзов, порядков или классов.

Продромус изученных залежей включает 2 класса, 3 порядка, 3 союза, 1 подсоюз, 2 ассоциации, 2 сообщества, 2 варианта и 13 базальных сообществ.

Продромус растительности залежей горно-лесной части Южно-Уральского региона **Класс MOLINIO-ARRHENATHERETA R. Tx. 1937**

Порядок CARICI MACROURAE-CREPIDETALIA SIBIRICAE Ermakov et al. 1999

Союз Polygonion krascheninnikovii Kashapov 1985

Подсоюз Amorion montanae-Polygonenion krascheninnikovii Mukhamediarova ex Yamalov et Sultangareeva 2010

Асс. Carici caryophylleae-Fragarietum viridis Yamalov in Yamalov et Kucherova 2009

вар. *Luzula pallidula*

вар. *Cirsium setosum*

Асс. *Serratulo coronatae-Bistortetum majoris* Yamalov in Filinov et al. 2002

Б.с. *Bromopsis inermis-Betula pendula* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Vicia sepium-Pinus sylvestris* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Knautia arvensis-Phleum phleoides* [Artemisietea/Carici-Crepidetalia]

Б.с. *Geum urbanum-Pinus sylvestris* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Порядок ARRHENATHERETALIA R. Tx. 1931

Союз Cynosurion R. Tx. 1947

Сооб. *Potentilla anserina-Pimpinella saxifraga*

Б.с. *Poa angustifolia-Plantago media* [Artemisietea/Arrhenatheretalia]

Б.с. *Poa angustifolia*-*Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Brachypodio-Betuletea],

Сооб. *Phleum phleoides*-*Bunias orientalis*

Б.с. *Fragaria viridis*-*Poa angustifolia* [Arrhenatheretalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Phleum phleoides*-*Pinus sylvestris* [Arrhenatheretalia/Brachypodio-Betuletea]

Класс BRACHYPODIO PINNATI-BETULETEA PENDULAE Ermakov, Koroljuk et Latchinsky 1991

Порядок CHAMAECYTISO RUTHENICI-PINETALIA SYLVESTRIS Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000

Союз *Trollio europaea*-*Pinus sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000

Б.с. *Poa nemoralis*-*Betula pendula* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Luzula pilosa*-*Pinus sylvestris* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Trollius europeus*-*Pinus sylvestris* [Carici-Crepidetalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Poa trivialis*-*Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Brachypodio-Betuletea]

Б.с. *Fragaria viridis*-*Pinus sylvestris* [Arrhenatheretalia/Brachypodio-Betuletea]

В ходе исследований было определено, что сообщества изученных залежей массово нарастают пионерным видом – березой (*Betula pendula*) и сосной (*Pinus sylvestris*). Для всех обследованных участков характерен полидоминантный травяной состав. В зависимости от плотности древостоя проективное покрытие травяного яруса варьирует от 85 до 5 % и соответственно изменяется обилие и постоянство травянистых видов. Каждое заброшенное поле отличается блоком дифференцирующих видов, либо различным доминированием одного или нескольких синантропных и луговых видов. Дифференциация сообществ на более низком уровне (внутри каждой залежи) также хорошо прослеживается. Подобные закономерности были выявлены при обследовании залежей в широколиственно-лесной зоне и подзоны смешанных широколиственно-темнохвойных лесов хвойно-лесной зоны Южно-Уральского региона (Широких и др., 2017).

Сообщества залежей, где ранее проводилось постоянное сенокосение представляют луга горно-лесной зоны Южного Урала, формирующиеся на горных вариантах серых лесных почв и отнесены к союзу *Polygonion krascheninnikovii* порядка **Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae**. Сообщества отличаются присутствием с высоким постоянством луговых видов класса *Molinio-Arrhenatheretea* (*Pulmonaria mollis*, *Rumex acetosella*, *Geum urbanum*, *Geum rivale*, *Fragaria vesca*, *Equisetum sylvaticum*, *Filipendula ulmaria*, *Prunella vulgaris*, *Primula macracalyx*). Высокое обилие создают луговые виды *Trifolium medium*, *Bromopsis inermis*, *Alchemilla* sp., *Achillea millefolium*, а также *Poa angustifolia*.

Заброшенные сельскохозяйственные угодья, которые ранее были подвержены постоянной пастбищной нагрузке, отнесены к сообществам низкотравных лугов на бедных почвах союза *Cynosurion* порядка **Arrhenatheretalia**. Сообщества отличаются обедненным флористическим составом и наличием в травостое опушечных видов класса *Trifolio-Geranietea* (*Pimpinella saxifraga*, *Knautia arvensis*, *Agrimonia pilosa*, *Geranium pratense*, *Thalictrum simplex*, *Bunias orientalis*, *Verbascum nigrum*, *Polygala comosa*). Основное обилие создают *Poa angustifolia*, *Alchemilla* sp., *Achillea millefolium*, *Taraxacum officinale* и др. виды, выдерживающие длительную пастбищную нагрузку. Диагностические виды, характерные для этих сообществ отсутствуют.

Для сообществ залежей с эпизодическим выпасом характерно высокое флористическое разнообразие и присутствие во флористическом составе блока видов, встречающихся как в сообществах с постоянным сенокосением, так в сообществах с постоянным выпасом. Отличаются наличием характерных видов *Phleum*, *Fragaria viridis*, *Veronica spicata*, *Ranunculus acris*, *Heracleum sibiricum*, *Hieracium onegense*, *Crepis sibirica*, *Seseli libanotis*, *Centaurea scabiosa*. Сообщества отнесены к союзу *Polygonion krascheninnikovii* порядка **Carici macrourae-Crepidetalia sibiricae**.

Сообщества каждой залежи с высокой плотностью древостоя (75–90 %) вне зависимости от характера сельскохозяйственного использования отнесены к союзу *Trollio europaea-*

Pinion sylvestris класса **Brachypodio-Betuletea**. Между собой выделенные базальные сообщества отличаются блоками характерных или дифференцирующих видов, в некоторых случаях – отсутствием и тех и других.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-00985.

Литература

- Жудова П.П. Геоботаническое районирование Башкирской АССР. Уфа. 1966. 123 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа. 2012. 488 с.
- Широких П.С., Мартыненко В.Б., Зверев А.А., Бикбаев И.Г., Ибрагимов И.И., Бикбаева Г.Г., Каримова Л.Д., Баишева Э.З. Растительность заброшенных сельскохозяйственных угодий Башкирского Предуралья // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2017. № 37. С. 66–104.
- Корецьку К., Hejný S. A new approach to the classifications of anthropogenic plant communities // Vegetatio. 1974. Vol. 29. No. 1. P. 17–20.
-

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА И СТРАТЕГИИ ЕГО СОХРАНЕНИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Э. А. Агаджанян, Р. Э. Авалян, А. Л. Атоянц, Р. М. Арутюнян

Ереванский государственный университет, НИИ «Биология», Ереван, Армения, re_avalayan@mail.ru,
a.atoyants@rambler.ru, genetik@ysu.am

THE APPLICATION OF PLANT TEST SYSTEM FOR BIOTESTING OF NATURAL AQUATIC RESOURCES

E. A. Aghajanyan, R. E. Avalyan, A. L. Atoyants & R. M. Aroutiounian

Yerevan State University, RI «Biology», Yerevan, Armenia, re_avalayan@mail.ru, a.atoyants@rambler.ru,
genetic@ysu.am

Summary. The clastogenic effects of water samples of Lake Sevan basin with the application of Trad-MN (micronuclei in tetrads of microspores) bioassay of *Tradescantia* (clone 02) was investigated. A significant increase of micronuclei in tetrads and tetrads with micronuclei in microspores frequency by water samples from Chkalovka, Litchk, Tzovak (r. Masrik), Shorzha, Tzovagyugh (r. Dzknaget) as compared with control and other studied samples was established. The positive correlation between MN frequency and the concentration of Ca and Co in the investigating water samples was revealed.

Загрязнение водных экосистем различного рода токсикантами является одним из наиболее опасных последствий антропогенного прессинга на биосферу. Проводимые в последние десятилетия исследования показали, что действие ксенобиотиков проявляется на уровне физиологических, тератогенных и генотоксических нарушений в живых организмах. В условиях современного воздействия техногенеза на водные экосистемы (особенно пресноводные) возникает практическая необходимость и целесообразность периодической оценки качества водной среды и ее экологического состояния в целом (Акопян, 2004).

Биологический мониторинг позволяет существенно повысить точность прогнозов изменений в среде и дать интегральную характеристику экологической обстановке, вызванной антропогенными и техногенными факторами. В системе биомониторинга растения рассматриваются как наиболее чувствительные и надежные индикаторы загрязнения биосферы (Grant, 1994). Среди модельных растительных тест-объектов особо выделяется гетерозиготный по окраске цветка клон 02 традесканции (*Tradescantia* clone 02), который является природным межвидовым гибридом между *Tradescantia occidentalis* Britton Rudb. × *T. ohiensis* Raf. Данный клон используется в генетическом мониторинге *in situ* как для выявления рецессивных соматических мутаций в волосках тычиночных нитей традесканции (генотоксический эффект – тест Трад-ВТН), так и для обнаружения нарушений процесса микроспорогенеза в тетрадах микроспор с образованием микроядер (кластогенный эффект – тест Трад-МЯ). Характерной особенностью обеих тест-систем является их высокая чувствительность, отсутствие требования стерильности при тестировании, а также возможность одновременного учета частоты возникающих мутаций, как в соматических, так и в спорогенных клетках традесканции. Оба биотеста входят в Международную программу по растительным тестам (IPRV) под эгидой ООН (ЮНЕП) по окружающей среде (Ма, 1999).

Озеро Севан является одним из крупнейших высокогорных озер мира – уникальный пресноводный водоем, играющий большую роль в народном хозяйстве Армении. В настоящее время проблема нерационального использования и загрязнения экосистемы Севанского бассейна является актуальной, а ее разрешение крайне необходимо для улучшения экологической обстановки в регионе (Оганесян, 1994).

Целью настоящего исследования являлось биотестирование уровня кластогенности водных проб бассейна оз. Севан с применением микроядерного теста модельной тест-системы клона 02 традесканции (тест Трад-МЯ). Использование микроядерного теста (Трад-МЯ) позволяет фиксировать появление хромосомных aberrаций (ацентрические фрагменты или отстающие хромосомы), которые регистрируются в виде микроядер (МЯ) на стадии тетрад при нарушении процесса микроспорогенеза. При тестировании с применением данного теста фиксируются два тест-критерия: процент образования микроядер в тетрадах и процент тетрад с микроядрами.

Материалом исследования служили водные пробы (10) бассейна оз. Севан, взятые в исследуемых точках вблизи населенных пунктов: Чкаловка, Лчач, Гавар (река Гаварагет), Личк, Цовак (р. Масрик), Памбак, Шоржа, Драктик, Цовагюх (р. Дзкнагет) и п-ов Севан. В исследуемых водных образцах определялась концентрация химических элементов (К, Са, Mg, P, Mn, Cu, Zn, Co, V, Al, Fe, Ni и др.). В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Ранее нами был изучен уровень генотоксичности этих же образцов с применением тест-системы волосков тычиночных нитей (ВТН) традесканции (тест Трад-ВТН) (Авалян и др., 2017).

При проведении теста Трад-МЯ цветочные бутоны традесканции, обработанные водными пробами (в течении 18 ч), фиксировались в ацеталкоголе (3 : 1). Готовились временные ацетокарминовые препараты по стандартной методике (Ma et al., 1994). Учитывались тест-критерии: число микроядер на 100 тетрад и число тетрад с микроядрами. Для каждого водного образца анализировалось 3000 тетрад. Полученные результаты обрабатывали статистически с применением программы *Statgraphics Plus 2.1*. Проводили корреляционный анализ между частотой обоих тест-критериев и химическим составом исследуемых водных проб.

Изучение кластогенных эффектов в генеративной сфере традесканции показало увеличение частоты встречаемости обоих тест-критериев во всех исследуемых водных вариантах в 2.5–4 раза (при критерии – МЯ в тетрадах) и в 3–6.5 раза (при критерии – тетрады с МЯ) по сравнению с контрольным уровнем. Максимальное проявление данных генетических эффектов по обоим тест-критериям наблюдалось в вариантах водных проб – Чкаловка, Личк, Цовак (р. Масрик), Шоржа, Цовагюх (р. Дзкнагет). Данный факт (за исключением варианта Чкаловка) соответствует нашим ранее полученным результатам при определении генных мутаций в соматических клетках традесканции при применении теста Трад-ВТН (Авалян и др., 2017). Минимальный уровень кластогенных эффектов наблюдался в вариантах – Памбак и п-ов Севан по сравнению с контролем и другими водными пробами. При определении зависимости изученных генетических эффектов в спорогенных клетках традесканции от содержания в водных образцах некоторых химических элементов выявлена достоверная положительная корреляция между частотой обоих тест-критериев и концентрацией Са и Со ($p < 0,05$) в исследуемых вариантах.

По результатам наших исследований выраженное повышение уровня кластогенных эффектов в изученных водных пробах свидетельствует о загрязненности воды бассейна оз. Севан в тестируемых точках вблизи населенных пунктов различного рода ксенобиотиками (тяжелыми металлами, пестицидами и др.) и их влиянием на процессы, происходящие в генеративной сфере традесканции. Полученные результаты показали эффективность применения микроядерного биотеста (Трад-МЯ), наряду с биотестом Трад-ВТН, клона 02 традесканции для биотестирования качества воды природных гидроэкосистем на примере оз. Севан.

Литература

- Авалян Р.Э., Агаджанян Э.А., Атоянц А.Л., Арутюнян Р.М. Генетический мониторинг загрязнения гидроэкосистем с использованием модельного тест-объекта // Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды: Тез. докл. всерос. науч. конф. Москва. 2017. С. 391–392.
- Акопян Л.А. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы и их безопасность // Матер. междунар. конф. РЭЦ Кавказ. 2004. Вып. 7. С. 126–128.
- Оганесян Р.О. Озеро Севан вчера, сегодня Ереван. 1994. 478 с.

- Grant W.F. The present status of higher plant bioassay for the detection of environmental mutagens // *Mutat. Res.* 1994. Vol. 310. No. 2. P. 175–185.
- Ma T.H., Cabrera G.L., Chen R., Gill B.S., Sandhu S.S., Vandenberg A.L., Salamone M.F. *Tradescantia* Micronucleus Bioassay // *Mutat. Res.* 1994. Vol. 310. No. 2. P. 220–230.
- Ma T.H. The international program on plant bioassay collaborative studies with plant systems // *Mutat. Res.* 1999. Vol. 426. No. 1. P. 96–97.
-

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МЕГАДЕНИИ БАРДУНОВА (*Megadenia bardunovii* Popov) И ЕЕ СОХРАНЕНИЕ *IN SITU* И *EX SITU*

К. З. Гамбург, С. Г. Казановский

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, gamburg@sifibr.irk.ru,
kazan@sifibr.irk.ru

VEGETATIVE PROPAGATION OF *Megadenia bardunovii* Popov AND ITS CONSERVATION *IN SITU* AND *EX SITU*

K. Z. Gamburg & S. G. Kazanovsky

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. Two ways of *Megadenia* propagation were elaborated – with root cuttings and excised leaves. They allowed to obtain significant number of plants which were used for creation of new site of its habitat (conservation *in situ*) and for the prolonged cultivation in the Institute (conservation *ex situ*). The possibility to give leaves and fruits for biochemical study of *Megadenia* is also appeared.

Род *Megadenia* обнаружен благодаря российским исследователям. Путешественник и исследователь Восточной Азии Н.М. Пржевальский во время своих путешествий в Тибет в 1880 г. делал гербарные сборы растений и привез их в Петербург. К.И. Максимович, изучая эти сборы, обнаружил неизвестное растение, принадлежащее семейству Brassicaceae, и дал ему родовое название *Megadenia* Maxim. Так как растение было очень маленьким, он назвал его *M. pygmaea* Maxim. (Maximovicz, 1889). В 1953 г. студент Иркутского государственного университета Л.И. Бардунов собирал по заданию М.Г. Попова растения для гербария отдела биологии Восточно-Сибирского филиала АН СССР в Тункинской долине по р. Иркут. В этих сборах М.Г. Попов обнаружил новое для флоры СССР растение рода *Megadenia* и дал ему название *M. bardunovii* Popov (Попов, 1954). Единственное место, где было обнаружено это растение (небольшой ручеек, впадающий в Иркут в окрестностях с. Туран), было уничтожено при строительстве дороги. Поэтому *M. bardunovii* долгое время считалась исчезнувшим видом, и только в 2002 году она была найдена Т.В. Макрый (ЦСБС СО РАН) и С.Г. Казановским (СИФИБР СО РАН) в руслах еще четырех ручейков, впадающих в Иркут (Макрый, Казановский, 2002). Тем не менее, угроза ее исчезновения сохраняется и сейчас. Мегадения была также обнаружена в 1976 г. на юге Дальнего Востока возле выхода из пещеры и поэтому была названа мегаденией пещерной (*Megadenia speluncarum* Vorob., Vorosch. & Gorovoj) (Воровьев и др, 1976).

Мегадения – реликт аркто-палеогеновой субтропической флоры, она имеет очень примитивное строение вегетативных и генеративных органов. Ее систематическое положение в семействе Brassicaceae до сих пор неясно (Warwick et al., 2010). Изучение мегадении представляет большой научный интерес, так как многие вопросы ее биологии, биохимии и экологии не изучены. Интерес к ее изучению обусловлен также тем, что она принадлежит к тому же семейству, что и арабидопсис, геном которого расшифрован. К этому же семейству относятся многие сельскохозяйственные растения (капусты, рапс, редька и др.). Сравнение мегадении с этими растениями позволит понять, как шла эволюция в семействе Brassicaceae. Исследование мегадении, в том числе и экспериментальное, затрудняется тем, что она обитает в относительно труднодоступных местах. Кроме того, изъятие растений из естественных мест обитания нежелательно, так как осложняет выживание ее популяций. Поэтому необходим

метод размножения мегадении, благодаря которому можно будет иметь достаточное количество материала для разнообразных исследований.

В 2009 г. в СИФИБР СО РАН, г. Иркутск было привезено два живых растения мегадении Бардунова из экспедиции в Тункинскую долину (Республика Бурятия). Эти растения культивировались в лаборатории на окне. Ближе к весне (март) листья начали отмирать, а на поверхность грунта пробились маленькие одиночные листья, которые затем трансформировались в маленькие розетки. При раскопке грунта в нем были обнаружены живые корни, несмотря на то, что надземная часть была полностью отмершей. На корнях были обнаружены многочисленные почки, которые при выставлении на свет стали образовывать зеленые листья. Это позволило нам разработать способ размножения мегадении. Для этого извлеченные из горшков корни с почками помещали в чашки Петри с 8–10 мл отстоявшейся водопроводной воды. Чашки помещали в ростовую комнату при температуре 23 °С с освещением люминесцентными лампами 16 часов в сутки. Через 20–25 дней, когда на корнях образовались розетки листьев и тонкие боковые корешки, корни разрезались так, чтобы на каждом отрезке было не менее одной розетки (рис. 1А). Из этих отрезков была получена рассада, а затем горшечные растения (рис. 1В), которые можно было транспортировать и длительно культивировать. Горшечные растения выносятся на лето в затененное место, а на зиму заносятся в теплицу фитотрона. По мере загущения растений в горшках они рассаживаются в новые горшки. Таким образом, мегадения сохраняется в институте уже восьмой год – сохранение *ex situ*.

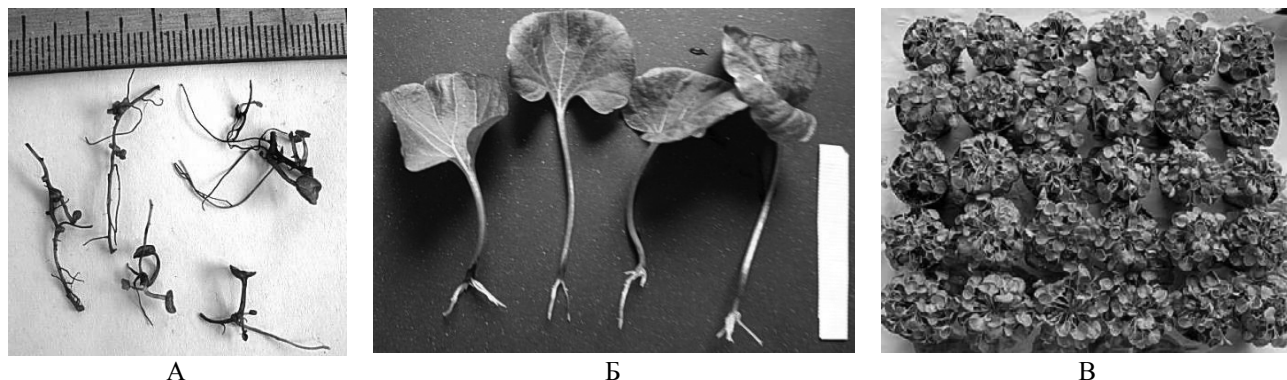


Рис. 1. Размножение мегадении Бардунова: А – отрезками корней, Б – срезанными листьями, В – культивирование в горшках размноженной мегадении.

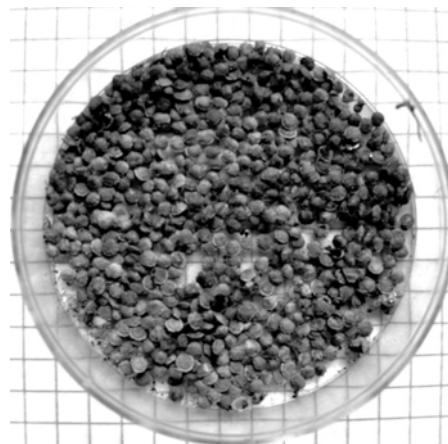
При помещении срезанных листьев в воду на конце черешков образовывались корни (рис. 1Б). Высадка укорененных листьев в грунт также позволила получить горшечные растения. Этот способ размножения особенно удобен для изучения внутривидового и межвидового разнообразия, так как благодаря использованию изолированного листа и выращиванию из него целого растения для дальнейшего изучения мы не уничтожаем растения из естественной популяции.

Обнаруженные в 2002 г. Т.В. Макрый и С.Г. Казановским (2002) четыре новых популяции имеют небольшую площадь, особи в них имеют угнетенный вид с листьями, существенно поврежденными насекомыми. Кроме того, в местах расположения этих популяций ведутся интенсивные заготовки древесины, что может привести к их исчезновению. Одной из возможностей спасения этого вида мегадении от исчезновения является создание нескольких новых популяций в более благоприятных для выживания местах. В 2012 г. была осуществлена первая попытка создания новой популяции. В конце мая 76 горшечных растений были высажены в Тункинской долине возле железистого источника (источники Хангор-Ула) и по обеим сторонам ручейка, текущего из него, на протяжении 20 м. В конце сентября было обнаружено 22 живых растения (рис. 2А). Большинство из них образовали новые молодые листья, которые в ряде случаев находились на расстояниях 10–15 см от места высадки. У некоторых растений в центре розетки имелись плоды. В 2013 г. была проведена дополнительная

высадка А.В. Верхожиной. В 2014 г. было установлено, что растения пережили две зимы и продолжают успешно вегетировать и образовывать плоды. Можно полагать, что это является попыткой сохранения мегадении *in situ*.



А



Б

Рис. 2. А – одно из растений мегадении Бардунова, произрастающих у ручья Хангор-Ула на правом берегу р. Иркут, Б – плоды мегадении Бардунова, собранные с культивируемых в СИФИБР СО РАН, г. Иркутск горшечных растений.

Таким образом, установлено, что мегадению можно размножить вегетативно, используя для этого отрезки корней с листовыми почками, новые молодые розетки, образовавшиеся в горшках из корневых почек, либо отделенные от маточного растения листья. Размноженные растения можно использовать не только для сохранения *in situ* и *ex situ*, но и для биохимического, фитохимического и молекулярно-генетического изучения мегадении. Так, благодаря возможности получения не только листьев, но и плодов (рис. 2Б) было проведено изучение жирно-кислотного состава мегадении (Dudareva, Gamburg, 2014).

Литература

- Воробьев Д.П., Ворошилов В.П., Горовой П.Г. Новый вид *Megadenia* Maxim. (Brassicaceae) на Дальнем Востоке // Бюл. ГБС. 1976. Вып. 101. С. 58–61.
- Макрый Т.В., Казановский С.Г. Новые находки *Megadenia bardunovii* М. Поп. в Тункинской долине // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Тез. докл. I междунар. науч.-практ. конф. Барнаул. 2002. С. 18–19.
- Попов М.Г. Два новых для флоры СССР рода покрытосеменных растений – *Mannagettaea* Н. Smith (Orobanchaceae) и *Megadenia* Maxim. (Cruciferae) // Бот. матер. БИН АН СССР. М.; Л. 1954. Т. 16. С. 3–15.
- Dudareva L.V., Gamburg K.Z. Fatty Acid Profile of Total Lipids in the Fruits and Leaves of *Megadenia bardunovii* М. Поп. – A Relict Plant of the *Brassicaceae* Family // J. Chem. Eng. Chem. Res. 2014. Vol. 1. No. 4. P. 219–228.
- Maximovicz C.J. Flora Tangutica. Petropoli. 1889. Fasc. 1. P. 1–117.
- Warwick, S.I., Mummenhoff K., Sauder C.F., Koch A., Al-Shehbaz I.A. Closing the gaps: phylogenetic relationships in the Brassicaceae based on DNA sequence data of nuclear ribosomal ITS region // Plant System. Evol. 2010. Vol. 285. No. 3–4. P. 209–232.

КОЛЛЕКЦИЯ ДЫНИ (*Cucumis melo* L.): МОБИЛИЗАЦИЯ, ИЗУЧЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ

И. В. Гашкова

ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия, i.gashkova@vir.nw.ru

COLLECTION OF MELON (*Cucumis melo* L.): MOBILIZATION, VALUATION, KIPPING

I. V. Gashkova

Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Summary. The article presents a structure of the collection of melon of VIR and a botanic diversity, a story of mobilization and ways of development in future.

Коллекция ВИР представлена одним культурным видом дыни (*Cucumis melo* L.). Внутривидовая классификация дыни разрабатывалась довольно детально разными ботаниками. Однако наибольшее признание получила классификация К.И. Пангалю (1950, 1958), уточненная И.С. Гребенщиковым (Grebensikov, 1953; 1986) и Р. Мансфельдом (Mansfeld, 1959) и приведенная ими в соответствие с Кодексом международной номенклатуры. В.И. Пыженковым и М.И. Малининой (1994) предложена более развернутая классификация, включающая разновидности китайской, индийской и японской дыни, но широко не обсуждавшаяся. Внутривидовое разнообразие у дыни проявляется особенно сильно в признаках и характеристиках качества плодов, поскольку они наиболее изменчивая часть растения. В настоящее время результаты молекулярно-биологических исследований помогают обосновать новые интерпретации в систематике дыни (Akashi et al., 2006; Renner et al., 2007; Aierken et al., 2011; Буриев, 2012; Tanaka et al., 2013).

Коллекция дыни включает 4211 образцов из 72 стран мира, где постоянный каталог составляет 3422 образца. Наибольшая часть постоянного каталога представлена местными сортами и формами – 62 % (2119 образцов), доля селекционных сортов составляет 28 %, гибридов F₁ – 8 %, дикорастущие формы насчитывают 1 %, линии и доноры – 1 %.

Первые 100 образцов семян дыни поступили в коллекцию в 1921 г. из США, Франции, Англии, Германии от Н.И. Вавилова. За 1923–1930 гг. собрано 700 (20 %) образцов дыни (экспедиции в Малую и Среднюю Азию, на Кавказ, Индию, Китай). Народная селекция создала много сортов-популяций в Средней Азии, Поволжье, в Украине, Северном Кавказе. Они формировались примитивным отбором, критерием которого был вкус, размер плодов, скороспелость (Пыженков, Малинина, 1994). Активный рост коллекции произошел в период с 1968 г. по 1977 г. и составил более 1500 образцов. Местные формы из Афганистана, Ирана и Турции представлены 308 образцами, что составляет 14.5 % общего числа местных сортов и форм; Северного Кавказа и республик Закавказья 207 образцов (9.8 %). Из Индии и Китая соответственно 100 и 66 образцов (всего 166 образцов – 7.8 %). Наибольшее разнообразие местных форм характерно для Узбекистана – 465 образцов (21.9 %), Туркменистана в два раза меньше – 232 образца (10.9 %). Местные сорта Казахстана составляют 229 образцов (10.8 %), из Кыргызстана в коллекции всего 20 образцов – 0.9 %. Более широко представлен Таджикистан – 143 образца (6.7 %). Всего местные сортимент Средней Азии насчитывает 1089 образцов (51.4 %). Местные сорта и формы российского происхождения составляют всего 242 образца (11.4 %), из европейских стран – 92 образца, в основном, болгарского, молдавского и югославского происхождения (4.3 %), а американских всего 17 образцов (0.8 %) и они, как правило, рокифорды. Изучение дыни проводится в полевых условиях Астраханской и Кубанской опытными станциями – филиалами ВИР. В результате многолетней полевой оценки образцов коллекции и новых поступлений выделены генетические источники ценных признаков для селекционного использования. Семена перспективных образцов размножены и переданы в селекционные центры Российской Федерации. Но поскольку дыня не входит в перечень стратегически значимых культур и не выращивается повсеместно, изучение ограничено задачами регионов и краткосрочными программами. За последние 10 лет новые поступления из экспедиций по различным регионам страны и территориям сопредельных государств составляют 405 образцов. Наиболее обширные сборы дыни сделаны в 2010–2014 гг. в Азербайджане, Казахстане и Таджикистане.

Хранение образцов в контролируемых условиях Генбанка ВИР проводится с 2004 г. В обычных условиях семена сохраняются 8–10 лет. На долгосрочном хранении при -10 °С находится 1245 образцов дыни репродукций 1999–2015 гг., где качество семян для закладки на долгосрочное хранение предполагает всхожесть, не менее 90 % и достаточное количество семян в представленном образце (3000 шт.). Лучшие репродукции 2009, 2010 и 2014 гг. составляют 627 образцов (50 % от заложенных на хранение). Семенной материал, не соответствующий данным требованиям заложен на среднесрочное хранение. Среднесрочное хранение при 4 °С включает 2053 образца семян, из которых репродукции 1960–1970 гг. составляют 25 %, 1971–1979 гг. – 12 %, 1994–1999 гг. и 2000–2005 гг. – по 6 %, репродукции 2006–2010 гг.

– 31 %, 2011–2015 гг. – 20 %. Образцы среднесрочного хранения имеют несколько единиц хранения, разного года и места репродукции. Кроме того, в филиале Кубанская опытная станция ВИР сохраняется 1785 образцов репродукций 1971–1997 гг. Закладка образцов на хранение зависит от качества семенного материала, на которое влияют год и место репродукции. Чем ниже качество семян, тем дольше идет накопление образцов на долгосрочном хранении. В среднесрочном хранении оседают менее качественные репродукции. В целом обе формы хранения дополняют друг друга и позволяют сохранять несколько различных репродукций одного образца. Целесообразность хранения нескольких репродукций одного образца определяется наличием достаточного количества семян необходимого качества и ценностью образца. Уникальность образца не исчерпывается только селекционным использованием, аналоги сортов и ботанические синонимы можно выявить, имея современные технические средства.

Таким образом, коллекция дыни, собранная в ВИР и изученная в полевых условиях филиалов ВИР, ежегодно пополняется новыми образцами из экспедиций, благодаря международной научной кооперации и сотрудничеству. Экспедиционные обследования территорий дают возможность отследить ареал и плотность естественных и местных сортовых популяций вида *Cucumis melo*, увидеть реакцию данных форм на изменение среды под воздействием различных факторов. Хранение образцов семян дыни в контролируемых условиях следует оптимизировать, обеспечив пересев репродукций 1960–1970 гг.

Литература

- Буриев Х.Ч. К вопросу морфологии и систематики видов родов *Melo* Adans и *Cucumis* L. // Узбекистон аграр фани хабарномаси. 2012. № 3–4 (49–50). С.15–19.
- Пангало К.И. Дыни как самостоятельный род *Melo* Adans // Бот. журн. 1950. Т. 35. № 6. С. 19–21.
- Пангало К.И. Дыни. Кишинев. 1958. 298 с.
- Пыженков В.И., Малинина М.И. Культурная флора. Тыквенные (огурец, дыня). М. 1994. Т. 21. 288 с.
- Aierken Y., Akashi Y., Nhi P.T.P., Halidan Y., Tanaka K., Long B., Nishida H., Long C., Wu M.Z., Kato K. Molecular analysis of the genetic diversity of Chinese Hami melon and Its Relationship to the melon germplasm from Central and South Asia // J. Japan. Soc. Hort. Sci. 2011. Vol. 80. No. 1. P. 52–65
- Akashi Y., Tanaka K., Nishida H., Kato K., Khaing M.T., Yi S.S., Chou T.T. Genetic diversity and phylogenetic relationship among melon accession from Africa and Asia revealed by RAPD analysis // Proceedings of Cucurbitaceae. 2006. Asheville. P. 317–325.
- Grebenscikov I. Die Entwicklung der Melonensystematik. Die Kulturpflanze. Berlin. 1953. Bd. 1. S. 918–923.
- Grebenscikov I. Verzeichnis Langwirtschaftlicher und gartnerischer Kulturpflanzen. Berlin. 1986. Bd. 2. S. 918–923.
- Mansfeld R. Vorlaufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gartnerisch kultivierter pflanzenarten. Kulturpflanze. 1959. Bd. 2. S. 554–600.
- Renner S.S., Schaefer H., Kocyan A. Phylogenetics of *Cucumis* (Cucurbitaceae): *Cucumber* (*C. sativus*) belongs in an Asian / Australian clade far from melon (*C. melo*). 2007. BMC Evol. Biol. 7: 58.
- Tanaka K., Akashi Y., Fukunaga K., Yamamoto T., Aierken Y., Nishida H., Long C.L., Yoshino H., Sato Y.-I., Kato K. Diversification and genetic differentiation of cultivated melon inferred from sequence polymorphism in the chloroplast genome // J. Japan. Soc. of Breeding. 2013. Vol. 63. No. 2. P. 183–196.

К ВОПРОСУ ОБ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИЙ *Cephalaria uralensis* Roem. & Schult. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Н. Ильина

Самарский государственный социально-педагогический университет, Самара, Россия, 5iva@mail.ru

TO THE QUESTION OF THE ONTOGENETIC STRUCTURE OF POPULATIONS *Cephalaria uralensis* Roem. & Schult. IN THE SAMARA REGION

V. N. Iliina

Samara State Social-Pedagogical University, Samara, Russia

Summary. The study of the ontogenetic structure of the *Cephalaria uralensis* cenopopulations in the Samara region was carried out. The basic ontogenetic spectrum is a centered single-peak with a maximum on mature generative individuals. The populations of the species are depressed with a low number.

Решение мировой проблемы сохранения биологического разнообразия требует тщательного изучения биологии и экологии видов растений, а также структуры и динамики их ценологических популяций. Этому вопросу посвящено большое количество работ. В основном объектами исследования служат редкие и уязвимые представители флоры (Ильина, 2014, 2015; Абрамова и др., 2016; Родионова, 2016; и др.). Однако остается еще много видов, нуждающихся в пристальном внимании. Среди них *Cephalaria uralensis* Roem. et Schult. (головчатка уральская) – редкое растение Южного Урала, Приуралья и Заволжья (Красная книга..., 2006; 2007; 2008; 2011). Популяции вида, в том числе онтогенез, изучены на территории Республики Башкортостан (Каримова и др., 2015а, б, 2016).

Головчатка встречается на каменистых склонах в составе степных сообществ. В Самарской области (СО) зарегистрирован в Высоком и Сыртовом Заволжье. В СО встречается, как правило, малочисленными популяциями, а зачастую и единичными особями. В регионе вид зарегистрирован на северной границе ареала, признан нуждающимся в охране. Согласно ботанико-географическому районированию (Растительность..., 1980), исследованная территория СО, вместе с Оренбургской областью относится к Евразиатской степной области. В основном климат здесь формируется под воздействием суши и характеризуется как континентальный климат умеренных широт.

Цель работы заключалась в изучении особенностей онтогенетической структуры популяций *C. uralensis* в Заволжье. В задачи исследования входило определение демографических показателей ценологических популяций и определение современного состояния ЦП. Исследования ценопопуляций проводились нами в 2005–2014 гг. на территории Высокого и Сыртового Заволжья. Изучена 31 ценопопуляция в 9 пунктах (Сергиевский, Похвистневский, Елховский, Красноармейский, Большечерниговский районы СО). В ходе работ нами использовались ставшие традиционными популяционно-онтогенетические методы сбора и обработки данных, основанные на дискретном описании онтогенеза модельных представителей и определении виталитета особей и их природных популяций (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Ермакова, 1976; Ценопопуляции растений..., 1976; 1977; 1988; Воронцова, Заугольнова, 1979; Жукова, 1995; Глотов, 1998; Злобин, 2009; Злобин и др., 2013).

Базовый онтогенетический спектр ЦП на территории СО одновершинный центрированный с максимумом на зрелом генеративном состоянии (38,78 %), на заметные позиции выходят старые генеративные (22,15 %) и молодые генеративные (16,53 %) особи. Прегенеративные растения составляют около 20 %, субсенильные – около 8 % (рис.).

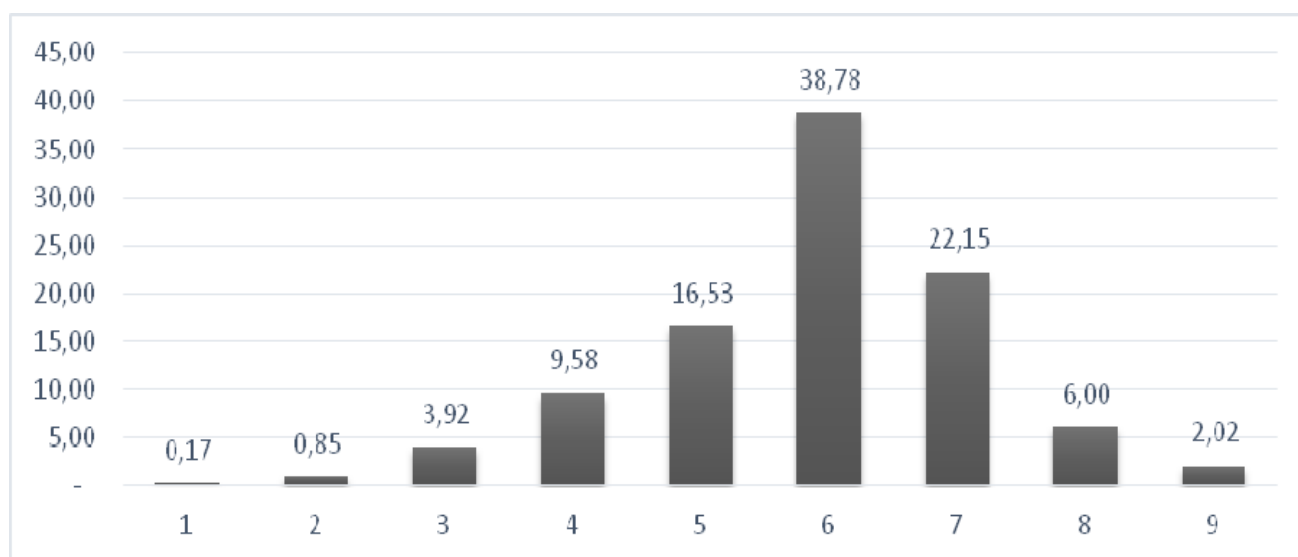


Рис. Базовый онтогенетический спектр ЦП (%): 1 – проростки (p), 2 – ювенильные (j), 3 – имматурные (im), 4 – виргинильные (v), 5 – молодые генеративные (g_1), 6 – зрелые генеративные (g_2), 7 – старые генеративные (g_3), 8 – субсенильные (ss), 9 – сенильные особи (s).

Сравнение полученных данных по структуре ЦП с таковыми в Республике Башкортостан (Каримова и др., 2015а, б, 2016) показывает некоторые различия в базовом спектре, заключающиеся в меньшей доле виргинильных особей. Скорее всего, это связано с большей антропогенной нагрузкой на местообитания и более засушливым климатом, которые вызывают значительную гибель молодых растений. Большинство ЦП головчатки в СО находятся в угнетенном состоянии. Вид требует охраны и дальнейшего мониторинга.

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 // Раст. ресурсы. 2016. Т. 52. № 2. С. 225–239.
- Воронцова Л.И., Заугольнова Л.Б. О подходах к изучению ценопопуляций растений // Бот. журн. 1979. Т. 61. № 9. С. 1296–1306.
- Глотов Н.В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола. 1998. Ч. 1. С. 146–149.
- Ермакова И.М. Жизненность ценопопуляций и методы ее определения // Ценопопуляции растений. М. 1976. С. 92–105.
- Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. Йошкар-Ола. 1995. 224 с.
- Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы. 2013. 439 с.
- Ильина В.Н. Изменения базовых онтогенетических спектров популяций некоторых редких видов растений Самарской области при антропогенной нагрузке на местообитания // Самарская Лука: пробл. регион. и глоб. экол. 2015. Т. 24. № 3. С. 144–170.
- Ильина В.Н. Определение природоохранного статуса редких видов растений Красной книги Самарской области (второе издание) на основе особенностей их онтогенеза и популяционной структуры // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2014. Т. VIII. № 4. С. 98–113.
- Каримова О.А., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. на Южном Урале // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 2015. Т. 120. № 5. С. 76–84.
- Каримова О.А., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Особенности организации популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. на Южном Урале // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: Матер. всерос. науч. шк.-конф. с междунар. участием, посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова. 2016. С. 95–98.
- Каримова О.А., Мустафина А.Н., Абрамова Л.М. Современное состояние и виталитетная структура природных популяций редкого вида *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. на Южном Урале // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2015. № 3 (31). С. 27–39.
- Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т.: Растения и грибы. Уфа. 2011. Т. 1. 384 с.
- Красная книга Самарской области. Редкие виды растений, лишайников и грибов. Тольятти. 2007. Т. 1. 372 с.
- Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов. 2006. 528 с.
- Красная книга Ульяновской области. Ульяновск. 2008. 508 с.
- Наумова Л.Г., Злобин Ю.А. Основы популяционной экологии растений. Уфа. 2009. 88 с.
- Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л. 1950. Вып. 6. С. 7–204.
- Растительность европейской части СССР. Л. 1980. 429 с.
- Родионова Г.Н. Динамические закономерности онтогенетической структуры ценопопуляций некоторых раритетных видов горы Зеленая (Елховский район Самарской области) // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы: Матер. 5-й междунар. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рожд. д. б. н., проф. Л.В. Воржевой и 125-летию со дня рожд. к. п. н., доц. Г.Г. Штехера. Самара. 2016. С. 100–107.
- Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М. 1976. С. 14–43.
- Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. 1988. 184 с.
- Ценопопуляции растений. Развитие и взаимоотношения. М. 1977. 183 с.

THREATENED FLORA AND REINDEER HUSBANDRY – A CASE OF MALLA STRICT NATURE RESERVE IN FINLAND

H. O. Kauhanen

Natural Resources Institute Finland, Kolari, Finland, heikauha@gmail.com

Biodiversity is distributed heterogeneously over the globe varying greatly around the globe as well as within regions. Generally, species richness is lower at more poleward latitudes and at higher altitudes. Unlike the latitudinal biodiversity gradient the relationship between species richness and elevation is more complex with hump-shaped and monotonically decreasing patterns being the most common. In a global perspective the species pool of the Scandinavian mountains is limited, partly reflecting the general latitudinal decline of species but also historical and ecological factors operating after the latest glaciation. At the local scale, both productivity and disturbance are primary factors structuring diversity, but abiotic factors such as soil pH, snow distribution and temperature are also important.

Northernmost Fennoscandia is characterized by large variations in species richness, which is especially pronounced for arctic-alpine plants and for plants favored by lime rich bedrock. The occurrence of arctic-alpine plants that are lime-favored is strongly concentrated to a relatively small ‘hot spot area’ in the eastern and interior part of the mountain chain, stretching from the Abisko area in northernmost Swedish Lapland to Altafjord in Finnmark, Norway. The highest species richness is found on the grid encompassing the surroundings of Lake Kilpisjärvi, Finland, but diversity values obtained for surroundings of Torneträsk and Reisadalen are only marginally lower. The underlying reason for the floristic richness of the area is the rich occurrence of dolomite in the lowermost and oldest overthrust plate of the Scandinavian mountain chain, and the relatively continental climate, which counteracts leaching.

In Kilpisjärvi, the northwestern corner of Finland, is the only area where the Scandinavian Caledonian Range reaches Finland. A nature reserve was established in 1916 in this hotspot area of Fennoscandian alpine biodiversity for protecting the rare plants of Malla mountains. Later (1938) the reserve was designated as first strict nature reserve of Finland. Pikku-Malla Fell (734 m) in Malla Strict Nature Reserve (Malla SNR) and the adjoining Saana Fell (1029 m) are famous for their rich flora, including numerous endangered species. Calcicolous alpine species, which are rare or absent in other parts of Finland, are the most characteristic element of the flora. For Malla and Saana, 24 vascular plants and 68 bryophytes are currently classified as threatened, and more than 20 vascular plants and almost 50 bryophytes as near-threatened.

Reindeer grazing has often been regarded as a negative factor that overexploits arctic-alpine habitats, decreases biodiversity and causes erosion. Reindeer, like other large herbivores, may impact vegetation directly, through the removal of plant parts during foraging, and indirectly through changing competitive interactions and nutrient cycling. It has been suggested that reindeer can cause transitions between vegetation states in tundra ecosystems. In the context of protecting rare vascular plants, the impacts of summer grazing are focal, since the Finnish arctic-alpine rarities are found in the Scandinavian mountain chain, which is used for summer grazing. In Malla SNR, reindeer grazing has been strongly restricted since 1950s, and totally prohibited since 1981. However, in some years, small reindeer herds have occasionally escaped into the reserve and grazed there during the summer months.

Some studies conducted in Scandinavian mountains have given indication that grazing favors species richness. In the northern hot spot area of the mountain chain calcium favored species and Finnish red-listed species were positively correlated with reindeer density, and even arctic-alpine species showed similar tendency. Grazing and associated mechanical disturbance favors small plants, which are weak competitors and require disturbed ground for successful reproduction. Moreover, grazing-inflicted erosion may spread lime and nutrients from exposed rocks to their surroundings and grazing even spreads up nutrient mineralization. In productive communities grazing generally favours plant species richness. In less productive communities, at least moderate

grazing also favors diversity, whereas heavy grazing reduces diversity. In extremely low-productive communities, grazing could be negative for plant species richness.

The factors controlling local species richness in the Scandinavian mountains can be grouped into two main categories. Firstly, there is a complex of abiotic factors. High local species diversity is positively correlated to base-rich sites. About one third of the Scandinavian mountain plants is favored by base-rich soils. Annual and seasonal variation in snow distribution in turn creates small-scale variation in life conditions that have an impact of species richness. Grazing is a second major factor controlling local species richness in the Scandinavian mountains. In productive tall herb communities shading is considered to exert a strong competitive effect. Thus, grazing should promote a high local diversity by removal of biomass which allows small, less competitive plants to persist.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Я. А. Костыро,¹ В. В. Костыро,¹ Е. Н. Петрова,¹ Е. С. Гоголь,² В. В. Даваа³

¹ Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Иркутск, Россия, yanakos@irioch.irk.ru

² Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия

³ Республиканский медицинский колледж, Кызыл, Россия

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN PHARMACEUTICAL PRACTICE USING THE RENEWABLE RAW MATERIALS AS THE EXAMPLE IN EASTERN SIBERIA

Ya. A. Kostyro,¹ V. V. Kostyro,¹ E. N. Petrova,¹ E. S. Gogol² & V. V. Davaa³

¹ A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry SB RAS, Irkutsk, Russia, yanakos@irioch.irk.ru

² A.A. Ezhevsky Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk, Russia

³ Republican medical college, Kyzyl, Russia

Summary. The methodological approach to complex nonwaste processing of larch biomass has been developed in A.E. Favorsky Institute of Chemistry SB RAS, that makes it possible to reduce the ecological load of the wood processing industry and to increase the efficiency and profitability of production processes by obtaining bioactive products (arabinogalactan, dihydroquercetin, wax, etc.) and their semisynthetic derivatives.

The principles of resource-saving technologies, "green chemistry" and the requirements of the Rules of Good Manufacturing Practices (GMP) are the basis for the obtaining of the original compounds for pharmaceutical practice. The developed compounds can be used both as active pharmaceutical ingredients having a wide range of action for the prevention and treatment of socially significant diseases, as well as in pharmaceutical technology as auxiliary substances for the production of dosage forms.

Современная фармацевтическая практика основана на принципе эффективности производства лекарственных препаратов, включающем в себя эффективную систему качества. Для этого в фармацевтическом производстве используют только те активные фармацевтические ингредиенты, вспомогательные вещества и материалы, качество которых подтверждено соответствующей нормативной документацией, а они сами являются официально зарегистрированными на территории Российской Федерации продуктами.

На сегодняшний день фармацевтическая промышленность Российской Федерации испытывает большую потребность в оригинальных фармацевтических субстанциях и вспомогательных веществах, источником которых может стать возобновляемое сырье Восточной Сибири.

Так, например, лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), являющаяся одной из наиболее распространенных пород хвойных деревьев, на территории Восточной Сибири занимает огромные площади и широко используется в народном хозяйстве. Она имеет в своем составе уникальный набор биологически активных веществ, некоторые из них нашли свое применение в медицинской практике.

В Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН разработан методологический подход к комплексной безотходной переработке биомассы лиственницы, позволяющий снизить экологическую нагрузку деревоперерабатывающей промышленности и повысить эффективность и рентабельность производственных процессов за счет получения биологически активных продуктов (арабинолактан, дигидроокверцетин, воск и т. д.) и их полусинтетических производных.

В основе получения оригинальных соединений для фармацевтической практики лежат принципы ресурсосберегающих технологий, «зеленой химии» и требования Правил надлежащей производственной практики (GMP). Разработанные соединения могут быть использованы как в качестве активных фармацевтических ингредиентов, обладающих широким спектром действия для профилактики и лечения социально-значимых заболеваний, так и в фармацевтической технологии в качестве вспомогательных веществ для производства лекарственных форм.

В настоящее время проводится научно-исследовательская работа по изучению свойств и оценке качества оригинальных соединений, полученных в результате ресурсосберегающих технологий на основе биологически активных веществ лиственницы, с целью дальнейшего их внедрения в медицинскую практику.

БОТАНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВИРОВАННОГО УЧАСТКА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Д. А. Кривенко,^{1,2} С. Г. Бабина³

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия

² Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия, krivenko.irk@gmail.com

³ Заповедное Прибайкалье, Иркутск, Россия, babina.s@mail.ru

BOTANICAL SURVEY OF RECURSIVED SITE ON THE TERRITORY OF PRIBAYKALSKII NATIONAL PARK

D. A. Krivenko^{1,2} & S. G. Babina³

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

² Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk, Russia

³ Zapovednoye Pribaykalye, Irkutsk, Russia

Summary. The results of botanical survey of disturbed reference steppe on the territory of the Pribaikalskii National Park are presented. It is established that part of a rare species *Oxytropis peschkovae* population has been destroyed. Measures are being taken to restore the vegetation cover and restore the population of a rare species *O. peschkovae*.

В январе 2016 г. в Ольхонском районе Иркутской области на территории Прибайкальского национального парка (Заповедное Прибайкалье) на участке местности, прилегающей к автомобильной дороге Баяндай–Еланцы–Хужир, в районе 95–108 км (52°54'58.1" с. ш., 106°40'04.2" в. д., выс. 654 м над ур. моря), была произведена незаконная попытка добычи камня при строительстве автомобильной дороги в направлении движения автотранспорта Иркутск–Хужир (Тажеранская степь). В результате полевого обследования территории 21.06.2017 г. было установлено, что площадь участка с нарушенным в ходе добычи камня и подлежащего восстановлению почвенно-растительного покрова составляет 7808.231 м².

Для соблюдения охрannого режима при проведении рекультивационных работ на особо охраняемых природных территориях, степени восстановления природных комплексов, проведена комплексная экологическая оценка территории, в частности растительного покрова. С целью сравнения, исследования проводились на участке восстановления почвенно-растительного покрова и прилегающих к нему эталонных участках степи – горной низкотравной степи.

Установлено, что рекультивация проведена на площади 5721 м². Наблюдается изменение ландшафта. В результате обследования рекультивированного участка и окружающего его эталонного участка степи установлено, что на них встречаются 19 (проективное покрытие ок. 1 %) и 43 (проективное покрытие 40 %) вида соответственно. Общих видов на двух участках 12. Таким образом, вероятная потеря фиторазнообразия на рекультивированном участке составляет в количественном исчислении 31 вид (72 %). Среди 7 видов отмеченных только на рекультивированном участке, нет адвентивных (чужеродных для обследованной территории), из них 4 (*Artemisia palustris* L., *Lappula* sp., *Linum* sp. и *Plantago depressa* Willd.) являются сорными и полусорными видами.

На эталонном участке выявлен редкий вид, эндемик Прибайкалья, реликт третичного периода – *Oxytropis peschkovae* Роров (Пешкова, 1972). Он включен в Красную книгу Иркутской области (2010) с присвоением 2 (V) категории редкости – уязвимый вид и Красную книгу Республики Бурятия (2013) с присвоением 1б (EN) категории редкости – вид под угрозой исчезновения. Его средняя плотность на эталонном участке составляет 0.1 особь/1 м². В пересчете на площадь нарушенного участка, которая составляет 7808.231 м², потенциально могло быть уничтожено до 780 особей *O. peschkovae*.

На почве рекультивированного участка отмечены отмершие кусты растений – следствие неудачной попытки рекультивации растениями в составе стандартных травосмесей, которые не пережили и одного вегетационного сезона. Климатические и эдафические условия Тажеранских степей характеризуются сухостью климата (годовое количество осадков 200–300 мм), интенсивное физическое выветривание, засоление, активный вынос минеральных веществ, песок. В таких условиях восстановление растительного покрова на нарушенных участках требует специальных активных мероприятий. Предлагается производить посев семян видами местной флоры, в осенний и весенний период, т. к. для некоторых видов растений для прорастания нужны пониженные температуры (стратификация) (Николаева и др., 1985). Восстановление части популяции редкого вида *O. peschkovae* необходимо производить рассадным способом, т. к. для прорастания семена бобовых нуждаются в скарификации (повреждения семенной кожуры) (Попцов, 1976), а в отсутствии недостаточного увлажнения проростки могут подвергаться элиминации. Выходом в сложившихся условиях может послужить, например, получение большого количества рассады путем микроклонального размножения (Гамбург, Казановский, 2009).

В настоящий момент восстановление нарушенного участка степи идет естественным путем, за счет почвенного банка семян и диаспор попадающих из окружающей природной территории. Большинство из представленных на этом участке видов являются молодыми особями, исключение злаки и малолетники, которые еще не достигли генеративного возраста и не способны к размножению. Таким образом, восстановление уникальной природной территории займет продолжительное время.

Литература

- Гамбург К.З., Казановский С.Г. Пути сохранения редких, эндемичных растений Прибайкалья, находящихся под угрозой исчезновения // Проблемы и стратегии сохранения биоразнообразия растительного мира Северной Азии: Матер. всерос. конф. Новосибирск. 2009. С. 51–53.
- Красная книга Иркутской области. Иркутск. 2010. 480 с.
- Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Улан-Удэ. 2013. 668 с.
- Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л. 1985. 348 с.
- Пешкова Г.А. Третичные реликты в степной флоре Байкальской Сибири // Научные чтения памяти М.Г. Попова. Иркутск. 1972. Чт. 12–13. С. 25–58.
- Попцов А.В. Твердые семена. М. 1976. 156 с.
-

МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОПЫЛЕНИЯ У НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ КРЫМА

С. В. Шевченко

Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта,
Россия, shevchenko_nbs@mail.ru

MORPHOLOGO-BIOLOGICAL FEATURES OF POLLINATION PROCESSES OF SOME CRIMEAN RARE PLANTS

S. V. Shevchenko

The Order of the Red Banner of Labour Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center RAS, Yalta, Russia

Summary. The results of studying the pollination process in 5 species of flowering plants are presented: *Arbutus andrachne* L. (Ericaceae), *Asphodeline taurica* (Pall.) Endl. (Asphodelaceae), *Glaucium flavum* Crantz (Papaveraceae) and *Olea europaea* L. (Oleaceae). Specific adaptations providing interaction of flower elements and insect pollinators and effective pollination are shown.

Период цветения растений, когда завершается дифференциация элементов цветка и происходит опыление, которое обуславливает в последующем оплодотворение и формирование семян, является одним из наиболее важных этапов репродуктивного цикла. Значимостью процесса опыления для скрещивания, воспроизведения и размножения видов объясняется то внимание, которое издавна оказывается учеными исследованиям процесса репродукции (Пономарев, 1960; Левина, 1981; Фегри, Пейл, 1982; Терехин, 2000; и др.). При этом авторами подчеркивается необходимость согласованности процессов развития цветка и агентов опыления, эффективными взаимодействиями которых определяется семяобразование, расселение и сохранение видов растений. В зависимости от способа опыления его синдром у различных видов представлен разнообразными приспособлениями, максимально обеспечивающими попадание пыльцы на рыльце пестика (Пономарев, Демьянова, 2000; Шевченко, Кузьмина и др., 2010; Шевченко, Мирошниченко, 2013; и др.). В качестве иллюстрации некоторых специфических идиоадаптаций, возникших в процессе эволюции для обеспечения переноса пыльцы из пыльников на рыльце пестика, приведем описания процессов опыления у различных видов. В качестве объектов исследований взяты анемофильный вид *Pistacia mutica* Fisch. et Mey. (Anacardiaceae), энтомофильные виды *Arbutus andrachne* L. (Ericaceae), *Asphodeline taurica* (Pall.) Endl. (Asphodelaceae), *Glaucium flavum* Crantz (Papaveraceae) и вид со смешанным способом опыления *Olea europaea* L. (Oleaceae).

Pistacia mutica – это дерево до 20 м высотой, вид внесен в Красную книгу Республики Крым (2016). В Крыму цветет в мае при среднесуточной температуре воздуха 17–20 °С, и, согласно классификации В.Н. Голубева (1996), вид может быть отнесен к поздне-весенне-цветущим растениям. По классификации Е.Л. Кордюм и Г.И. Глушенко (1976), это однодомное, двудомное полигамное растение, но большая часть особей в популяциях двудомные. Цветки раздельнополые, собраны в верхушечных или пазушных, обычно метельчатых соцветиях (рис. 1), мелкие, 5-членные. Андроец состоит из множества тычинок, завязь верхняя, с одним нормально развивающимся семязачатком. Мужские цветки содержат рудимент завязи, женские – без следов андроеца. Обычно мужские цветки цветут на 3–5 дней раньше женских. Но поскольку цветение и мужских и женских деревьев продолжается в течение 10–12 дней, возможности для осуществления процессов опыления и оплодотворения имеются. Пыльца мелкая, легко переносится ветром, поэтому для успешного опыления *P. mutica* чрезвычайно важны погодные условия (теплая, солнечная, ветреная погода).

Arbutus andrachne – декоративное вечнозеленое дерево до 12 м высотой. Это третичный реликт, на южном берегу Крыма проходит северная граница его ареала, и произрастает он в виде небольших рощиц или отдельных деревьев. Цветет в апреле при среднесуточной температуре воздуха 7–10 °С и может быть отнесен к группе средне-весенне-цветущих растений. Цветки обоеполые, собраны в кистевидные соцветия. Чашелистиков, сросшихся у основания,

5, сростнолепестный венчик тоже состоит из 5 лепестков. Тычинок 10, они прикреплены к трубке венчика, располагаются двумя кругами и значительно короче пестика (рис. 2А). Тычиночная нить у основания утолщена и покрыта густо растущими волосками. Пыльники с выростами, которые при посещении насекомыми служат плечиками рычага, способствующего так называемому «выстреливанию» пыльцы (рис. 2А). Пыльца высыпается через апикальные поры (рис. 2Б). Трехклеточные пыльцевые зерна объединены в тетрады с помощью висциновых нитей, в отличие от некоторых других видов семейства Ericaceae – *Gaultheria fragrantissima* и *Rhododendron nilagiricum*, у которых нити состоят из спорополленина (Vasanthu, Рососк, 1987). Завязь у *A. andrachne* верхняя. У основания пестика расположен нектарный диск. Пыльца благодаря висциновым нитям прикрепляется к мелким насекомым и переносится на рыльце пестика, где набухает и прорастает. Таким образом, строение цветка, тычинок, пыльников и пыльцы способствуют аллогамии и препятствуют автогамии.

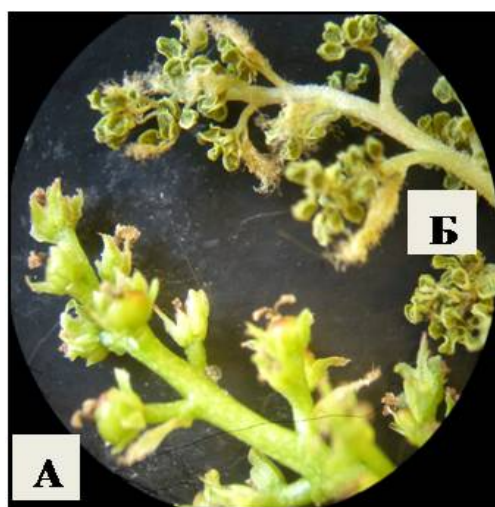


Рис. 1. Женское (А) и мужское (Б) соцветия *Pistacia mutica*.



Рис. 2. Фрагменты цветков *Arbutus andrachne* с частично удаленным околоцветником (А) и раскрытыми пыльниками (Б).

Asphodeline taurica – травянистое многолетнее растение 40–60 см высотой. Произрастает на сухих и каменистых склонах горного Крыма, на равнине по сухим каменистым и щебнистым местам. Имеет высоко и густо облиственный стебель. Цветет в апреле–мае, плодоносит в июне–июле. Цветки *A. taurica* белого цвета собраны в кистевидное соцветие. Крупные белые пленчатые прицветники (брактей) придают соцветиям серебристый цвет. Опыляется крупными насекомыми. Цветки имеют 6 сегментов. В период полного цветения сегменты в цветках расположены зигоморфно – один из них направлен вниз, другие 5 сближены и на-

правлены вверх (рис. 3А). Тычиночные нити тонкие, только в основании расширенные и охватывающие завязь. В верхней части тычиночная нить прикрепляется к связнику почти в его середине, чем обеспечивает движение интрорзно раскрытого пыльника (рис. 3Б). Гинецей синкарпный, завязь состоит из трех плодолистиков. Пестик длинный, тонкий, выдается за пределы околоцветника. *A. taurica* – энтомофильное растение, опыляется крупными насекомыми – шмелями, пчелами, жуками, крупными муравьями, иногда клопами. Насекомые привлекаются ароматом нектара, который синтезируется в септальных нектарниках, расположенных в перегородках между гнездами завязи. Их выводные каналы выходят на внешнюю сторону гнезда завязи.



Рис. 3. Фрагменты соцветий *Asphodeline taurica*.

Насекомое собирает нектар, проникая своим хоботком между расширенными основаниями тычиночных нитей (рис. 4). Цветение длительное вследствие того, что в соцветии формируется множество цветков, хотя продолжительность цветения цветка составляет всего одни сутки. Раскрываясь в утреннее время, к вечеру околоцветник снова смыкается, при этом верхняя часть пестика с раскрытыми лопастями рыльца выдвинута за его пределы, что создает возможность дополнительного опыления, если оно не произошло ранее.

Весьма интересным энтомофильным растением является также краснокнижный вид из семейства Paraveraceae – *Glaucium flavum*. Это двулетнее или многолетнее растение, его природный ареал охватывает побережья морей Европы, Передней Азии и Северной Африки. В Крыму произрастает на южном берегу по каменистым и песчаным склонам. Цветет в мае–июле с пиком в июне, плодоносит в июле–сентябре. Цветки одиночные, около 5 см в диаметре, располагаются на верхушке побегов или в пазухах листьев. Они ярко желтого цвета, с двумя закрученными чашелистиками и четырьмя лепестками, расположенными в два круга, без нектарников. Чашелистики покрыты щетинками, постепенно раскрываются и опадают в начале цветения цветка, поэтому раскрытый цветок представлен лепестками без чашелистиков. Андроец представлен многочисленными свободными тычинками, наружные тычинки короче внутренних. Зрелая пыльца представлена 3-борозднопоровыми 2-клеточными пыльцевыми зернами. Раскрываются цветки *G. flavum* рано утром, к 10–11 часам все цветки раскрыты. Пыльники раскрываются экстрорзно в только что раскрытом цветке. Поскольку тычинки находятся практически постоянно в движении, пыльники отгибаются от пестика в разные стороны, особенно при движении воздуха. Жиросодержащая пыльца высыпается на лепестки, где большую часть ее съедают насекомые, которых привлекает яркий цвет лепестков и движения тычинок. Насекомые могут питаться пыльниками и их содержимым еще в бутоне. При этом пыльца попадает на разные части тела мелких насекомых, жуков и пчел, которые садятся на лепестки или широкие рыльца, и переносится с цветка на цветок, осуществляя опыление (рис. 5).

Единицей опыления у *G. flavum* является отдельный цветок. Для данного вида характерны первичные аттрактанты (пыльца и жирные масла) и вторичные (визуальная аттракция в виде яркого цветка и движения тычинок). В качестве обманного аттрактанта могут служить, например, часто растущие рядом растения *Melilotus tauricus* L. (Fabaceae). *Olea europaea* – это вид, отличающийся смешанным типом переноса пыльцы. Цветет *O. europaea* в Крыму в июне при среднесуточной температуре 17–20 °С, цветки собраны в соцветия, околоцветник чашечковидный, чашечка 4-лопастная, тычинок 2. Пыльца образуется много, она мелкая (диаметром 25–30 мкм), легкая, с тонкой экзиной. В начале цветения *O. europaea* пыльца переносится насекомыми, т. к. на поверхности экзины пыльцевых зерен образуется полленкит, с помощью которого пыльца прикрепляется к насекомым, привлекаемым ароматом цветков. В период массового цветения вследствие ферментативного расщепления полленкита пыльца подсыхает, опыление осуществляется с помощью ветра.



Рис. 4. Фрагменты соцветий *Asphodeline taurica* с опылителями на цветках.



Рис. 5. Фрагменты цветков *Glaucium flavum* с опылителями.

Таким образом, проведенные наблюдения позволяют заключить, что изученные виды обладают особыми приспособлениями (идиоадаптациями), обеспечивающими перекрестное опыление (аллогамия), которые обуславливают эволюцию и трансформацию обоих компонентов процесса, в результате чего совершенствуется строение элементов цветка и изменяется строение и поведение опылителя. Указанные морфолого-биологические особенности являются результатом прогрессивной эволюции и свидетельствуют о биологической пластичности элементов системы репродукции цветковых растений.

Литература

- Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта. 1996. 126 с.
Кордюм Е.Л., Глущенко Г.И. Цитозэмбриологические аспекты проблемы пола покрытосеменных. Киев. 1976. 198 с.
Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. М. 1981. 96 с.
Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М.; Л., 1960. Т. 2. С. 9–19.

- Пономарев А.Н., Демьянова Е.И. Антэкология // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб. 2000. Т. 3. С. 72–73.
- Терехин Э.С. Репродуктивная биология // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб. 2000. Т. 3. С. 21–24.
- Фегри К., Пейл Л. Основы экологии опыления. М. 1982. 379 с.
- Шевченко С.В., Кузьмина Т.Н., Марко Н.В., Ярославцева А.Д. Репродуктивная биология некоторых редких видов флоры Крыма. Киев. 2010. 392 с.
- Vasanthi G., Pocock S.A.J. On the pollen tetrads of the south Indian Ericaceae *Gaultheria*, *Rhododendron* and *Vaccinium* with special reference to *R. nilagiricum* Zenk. // Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 1987. Vol. 57. No. 1–2. P. 213–245.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ СИБИРИ

А. Л. Эбель,¹ А. В. Верхозина,² Е. Ю. Зыкова,³ С. И. Михайлова,¹ Т. О. Стрельникова,⁴
С. А. Шереметова,⁴ И. А. Хрусталева,⁴ А. Н. Курпrianов⁴

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия,
alex-08@mail2000.ru

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия

³ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

⁴ Институт экологии человека федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, Кемерово, Россия

MAIN RESULTS AND PERSPECTIVES OF THE STUDY OF INVASIVE PLANTS IN SOUTH SIBERIA

A. L. Ebel,¹ A. V. Verkhozina,² E. Yu. Zyкова,³ S. I. Michailova,¹ T. O. Strel'nikova,⁴
S. A. Sheremetova,⁴ I. A. Khrustaleva⁴ & A. N. Kuprianov⁴

¹ National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

³ Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁴ Institute of Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS, Kemerovo, Russia

Summary. The article reflects the main results of the study of invasive plants in Siberia (within the Siberian Federal District, which includes 12 subjects of the Federation). For this territory, 58 invasive species from 23 families and 50 genera were noted. In all 12 regions of the Siberian Federal District only 10 invasive species are distributed. There is a tendency to reduce the number of invasive plants both from west to east and from south to north. Altai Krai (in the same place - the maximum number of "transformers") and the Kemerovo Region are leading in the number of invasive species. The minimum number of such species was recorded in Tuva and the Trans-Baikal Territory. The paper also outlines the main tasks of further study of the invasive complex of the flora of Siberia.

Проблема инвазивных (инвазионных) видов – одна из наиболее актуальных в биологии и экологии (Pusek et al., 2012). Инвазионная экология является одной из наиболее быстро развивающихся отраслей экологии (Rejmanek et al., 2005). Инвазии чужеродных организмов ныне признаны одним из ведущих факторов трансформации природных экосистем (Биологические..., 2004), а инвазивные чужеродные виды считаются одной из важнейших угроз природному биоразнообразию (IUCN Guidelines..., 2000; Park, 2004).

Однако во многих регионах нашей страны инвазии чужеродных видов до сих пор не рассматриваются как серьезная проблема, требующая принятия решений и разработки мер по контролю и регулированию этого процесса. Лишь в последнее время существенно возрос интерес к изучению инвазивных видов в европейской части России. Опубликованы монографии «Черная книга флоры Средней России» (Виноградова и др., 2010), «Черная книга флоры Тверской области» (Виноградова и др., 2012) и другие. Предварительный список инвазивных видов России составляет 730 видов (Виноградова и др., 2015). Общими для Европейской части, Сибири и Дальнего Востока являются 24 инвазивных вида, для европейской части России и Сибири – 29 инвазивных видов (Виноградова и др., 2015). В силу своих географических

особенностей Сибирь не является крупным донором чужеродных видов, но и последние с трудом натурализуются в сибирском климате.

В Азиатской России (в т. ч. – в Сибири) работы по изучению инвазивных растений лишь начинаются. Одним из первых результатов является список инвазивных и потенциально инвазивных видов растений Сибирского Федерального округа (Эбель и др., 2014) и созданная на его основе «Черная книга флоры Сибири» (2016). В этой монографии охарактеризованы инвазивные виды растений, распространенные в пределах Сибирского Федерального округа (СФО), т. е. в 12 субъектах РФ: Республики Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия, Алтайский, Забайкальский и Красноярский края, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская и Томская области. Первичные данные собраны с участием региональных экспертов из ботанических учреждений Сибири. Составлен список из 146 инвазивных и потенциально инвазивных видов (Эбель и др., 2014). Для их характеристики принята шкала, построенная на оценке уровня агрессивности чужеродных видов и особенностей их распространения (Нотов и др., 2010). Далее из первоначального списка были выбраны виды, наиболее широко распространенные в пределах СФО, имеющие наиболее высокий инвазионный статус, а также виды, являющиеся карантинными сорняками на территории РФ. Для оценки распространения инвазивных видов на территории Сибири использовались опубликованные данные, авторские данные, а также материалы, хранящиеся в гербарных учреждениях РФ.

В итоге для территории СФО выявлено 58 инвазивных видов (23 семейства, 50 родов), представляющих экологическую или экономическую опасность для Сибири. По числу видов лидирует сем. Asteraceae – 14 видов; сравнительно большим числом (3–6 видов) представлены семейства Fabaceae, Cuscutaceae, Apiaceae, Brassicaceae, Onagraceae и Rosaceae. В остальных 16 семействах – по 1–2 вида.

Более трети из включенных в анализ инвазивных видов (21 вид из 58) являются общими с широко распространенными инвазивными видами Средней России (Виноградова и др., 2010): *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Amelanchier spicata*, *Conyza canadensis*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Echinocystis lobata*, *Elaeagnus angustifolia*, *Elodea canadensis*, *Elsholtzia ciliata*, *Epilobium adenocaulon*, *Epilobium pseudorubescens*, *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Hordeum jubatum*, *Impatiens glandulifera*, *Juncus tenuis*, *Lepidium densiflorum*, *Lepidotheca suaveolens*, *Lupinus polyphyllus*, *Solidago Canadensis* и *Xanthium albinum*. Еще около 15 видов, включенных в «Черную книгу флоры Средней России», отмечены в отдельных районах Сибири в качестве пока не инвазивных чужеродных видов: *Amaranthus albus*, *Anisantha tectorum*, *Atriplex tatarica*, *Erucastrum gallicum*, *Festuca brevipila*, *Galinsoga quadriradiata*, *G. parviflora*, *Impatiens parviflora*, *Oenothera biennis*, *Oxalis stricta*, *Senecio viscosus*, *Solidago gigantea*, *Symphytum caucasicum* и *Sisymbrium wolgensense*.

Распределение инвазивных видов по районам (субъектам Федерации) в пределах СФО довольно неравномерное. По числу инвазивных видов лидируют Алтайский край (там же – максимальное число «трансформеров») и Кемеровская обл.; минимальное число таких видов отмечено в Туве и Забайкальском крае. В пределах СФО наблюдается тенденция уменьшения числа инвазивных растений как с запада на восток, так и с юга на север. Из общей закономерности несколько выбиваются Омская обл. и Иркутская обл., что может быть связано с относительно слабой в целом изученностью чужеродного компонента флоры для первой области, и с довольно полными данными по инвазивным видам – для второй.

Во всех 12 субъектах Федерации распространены 10 инвазивных видов: *Axyris amarantoides*, *Cuscuta europaea*, *Cuscuta lupuliformis*, *Echinochloa crus-galli*, *Echinocystis lobata*, *Hordeum jubatum*, *Impatiens glandulifera*, *Medicago sativa*, *Trifolium hybridum*, *Tripleurospermum inodorum*. В 11 районах встречаются 4 вида: *Acer negundo* (не отмечен в Забайкальском крае), *Epilobium adenocaulon* (не обнаружен в Туве), *Elsholtzia ciliata* (не является инвазивным в Томской области), *Trifolium hybridum* (не является инвазивным в Омской области). В 10 районах произрастает 7 инвазивных видов (*Armoracia rusticana*, *Echium vulgare*, *Elodea canadensis*, *Lepidotheca suaveolens*, *Pastinaca sativa*, *Senecio vulgaris* и *Sisymbrium officinale*), и

в 9 районах – 9 инвазивных видов (*Atriplex sagittata*, *Conyza canadensis*, *Helianthus tuberosus*, *Lactuca serriola*, *Lepidium densiflorum*, *Lotus corniculatus*, *Malus baccata*, *Malva verticillata* и *Sphallerocarpus gracilis*).

По меньшей мере 25 видов инвазивных растений СФО – эргазиофиты, т. е. культивируемые в регионе (в настоящее время или прежде) растения, весьма успешно дичающие из культуры. Остальные виды – главным образом ксенофиты (непреднамеренно занесенные растения), однако некоторые из них могли проникнуть на территорию Сибири и в результате культивирования (например, *Oenothera villosa* и *Rorippa sylvestris*).

Хотя в Сибири проблема распространения инвазивных видов пока только обозначилась, – тем не менее, необходимо принимать конкретные действия по предотвращению и минимизации вреда от инвазии чужеродных видов. В научном плане необходимо продолжить обсуждение инвазионности отдельных видов и обмен мнениями по этому вопросу всех заинтересованных сторон. Учеными совместно с органами Росприроднадзора, карантинной инспекции необходимо разработать среднесрочный план мероприятий по сдерживанию распространения инвазивных видов, как в Сибири, так и в отдельных субъектах РФ. Следует организовать работу по ведению кадастра чужеродных видов, представляющих экономическую и экологическую угрозу. В соответствии с намеченными общими подходами к ведению «Черных книг» (Виноградова и др. 2010; Нотов и др., 2010) предлагается реализация программы изучения инвазионного комплекса флоры Сибири, включающей следующие направления деятельности:

1) Мониторинговые исследования. С учетом особенностей инвазионной фракции флоры Сибири, целесообразно уделить особое внимание тем видам, воздействие которых на природные экосистемы требует разработки специальных мероприятий.

2) Выявление местных инвазий чужеродных видов. Некоторые инвазивные виды растений распространены в Сибири пока не так широко, как в других регионах, однако значительная скорость их расселения требует постоянных наблюдений. Среди них *Ambrosia artemisifolia*, *Epilobium pseudorubescens*, *Juncus tenuis*, *Xanthium albinum*, и др.

3) Изучение экологии и биологии чужеродных растений. Ныне нами активно изучаются, по единой методике, биологические особенности некоторых «модельных» инвазивных видов – *Impatiens glandulifera* (Михайлова и др., 2015), *Centaurea jacea*, *Hordeum jubatum*, *Solidago canadensis*.

4) Оценка экономического ущерба, наносимого инвазивными видами. Эта довольно сложная задача наиболее актуальна для видов с высоким инвазионным статусом. При оценке экономического ущерба возможно использование данных об активности инвазивных видов и инвазионной фракции флоры в целом в отдельных районах региона.

5) Разработка конкретных мер, препятствующих внедрению чужеродных видов в природные растительные сообщества региона. Особого внимания также заслуживают инвазивные виды, оказавшиеся на территории региона в результате преднамеренной интродукции. Анализ опыта других регионов позволит избежать новых неудачных (с точки зрения их негативных последствий) интродукционных экспериментов.

6) Популяризация знаний об инвазивных видах и привлечение внимания административных органов и общественных организаций к изучению биологических инвазий. Представляется весьма актуальным привлечение внимания органов местного самоуправления и профессиональных экологов к проблеме изучения и анализа последствий биологических инвазий.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01246.

Литература

- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.; СПб. 2004. 436 с.
Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России. М. 2010. 512 с.
Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Нотов А.А. Черная книга флоры Тверской области: чужеродные виды в экосистемах Тверского региона. М. 2012. 296 с.

- Виноградова Ю.К., Абрамова Л.М., Акатова Т.В., Аненхонов О.А., Анкипович Е.С., Антипова Е.М., Антонова Л.А., Афанасьев В.Е., Багрикова Н.А., Баранова О.Г., Борисова Е.А., Борисова М.А., Бочкин В.Д., Буланый Ю.И., Верховина А.В., Владимиров Д.Р., Григорьевская А.Я., Ефремов А.Н., Зыкова Е.Ю., Кравченко А.В., Крылов А.В., Куприянов А.Н., Лавриненко Ю.В., Лактионов А.П., Лысенко Д.С., Майоров С.Р., Меньшакова М.Ю., Мещерякова Н.О., Мининзон И.Л., Михайлова С.И., Морозова О.В., Нотов А.А., Панащенко Н.Н., Пликина Н.В., Пузырев А.Н., Раков Н.С., Решетникова Н.М., Рябовол С.В., Сагалаев В.А., Силаева Т.Б., Силантьева М.М., Стародубцева Е.А., Степанов Н.В., Стрельникова Т.О., Терехина Т.А., Трemasова Н.А., Третьякова А.С., Хорун Л.В., Чернова О.Д., Шауло Д.Н., Эбель А.Л. «Черная сотня» инвазионных растений России // Совет ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук. 2015. № 27. С. 85–89.
- Михайлова С.И., Конусова О.Л., Кривошеин Э.И. Биологические особенности и опылители *Impatiens glandulifera* Royle в условиях города Томска // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры России и стран ближнего зарубежья: Матер. IV междунар. науч. конф. М.; Ижевск. 2012. С. 143–145.
- Нотов А.А., Виноградова Ю.К., Майоров С.Р. О проблеме разработки и ведения региональных Черных книг // Рос. журн. биол. инвазий. 2010. № 4. С. 54–68.
- Черная книга флоры Сибири. Новосибирск. 2016. 440 с.
- Эбель А.Л., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н., Аненхонов О.А., Анкипович Е.С., Антипова Е.М., Верховина А.В., Ефремов А.Н., Зыкова Е.Ю., Михайлова С.И., Пликина Н.В., Рябовол С.В., Силантьева М.М., Степанов Н.В., Терехина Т.А., Чернова О.Д., Шауло Д.Н. Инвазионные и потенциально инвазионные виды Сибири // Бюлл. ГБС. 2014. Вып. 200. № 3. С. 52–62.
- IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species / Prepared by the SSC Invasive Species Specialist Group. Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Gland Switzerland, February. 2000. [http://www.issg.org/pdf/guidelines_iucn.pdf].
- Park K. Assessment and management of invasive alien predators // Ecol. and Soc. 2004. Vol. 9. No. 2. Art. 12. [<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art12>].
- Pyšek P., Jarošík V., Hulme P.E., Pergl J., Hejda M., Schaffner U., Vilà M. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment // Glob. Chang. Biol. 2012. Vol. 18. No. 5. P. 1725–1737.
- Rejmanek M., Richardson D.M., Higgins S.I., Pitcairn M., Grotkopp E. Ecology of invasive plants: state of the art // Invasive Alien Species: a New Synthesis. Washington. 2005. P. 104–162.
-

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ, БАЗЫ ДАННЫХ

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВЕСЕННИХ ЭФЕМЕРОИДОВ И НЕКОТОРЫХ РАННЕЦВЕТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ С КАРТИРОВАНИЕМ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ В ГОРОДСКОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

Е. В. Арсеньева, А. В. Касаткина

Национальный парк «Лосиный Остров», Москва, Россия, nko@elkisland.ru

MONITORING OF THE POPULATIONS OF SPRING EPHEMEROIDS AND EARLY-FLOWERING HERBLIKE PLANTS WITH MAPPING OF THE GROWING AREAS FOR THE URBAN AREA OF THE NATIONAL PARK «LOSINY OSTROV»

E. V. Arsenyeva & A. V. Kasatkina

National Park «Losiny ostrov», Moscow, Russia

Summary. Populations of spring ephemerooids and early-flowering herblike plants have been studied during the spring season of 2017 in the urban areas of the national park «Losiny ostrov». The data on the growing areas of the plants obtained in previous years (Nasimovich, 2001) has been updated. It is shown that the habitats of the plant varieties under study either expanded or remained unchanged. There was no degradation in the state of populations of ephemerooids and early-flowering herblike plants in the urban areas of the national park.

Национальный парк «Лосиный остров» – уникальный изолированный природный комплекс, площадью 12.5 тыс. га. Парк испытывает возрастающее урбанизационное и рекреационное влияние примыкающих к нему городов (Москва, Мытищи, Королёв, Щёлково, Балашиха). Городская часть национального парка «Лосиный остров» находится в пределах Московской кольцевой автодороги (МКАД) и делится на два лесопарка – Лосиноостровский (на севере) и Яузский (на юге). Флористическое обследование производилось в городской части национального парка «Лосиный остров» в период с середины апреля до середины июня. Изучались популяции 13 видов растений, места произрастания растений закартированы, данные представлены на рис. 1–13.

Ветреница дубравная (*Anemonoides nemorosa* L.) отмечена в Яузском лесопарке (кв. 37), где ранее мест произрастания не наблюдалось. Значительно увеличились ареалы ветреницы лютиковой (*Anemonoides ranunculoides* L.), гусяного лука желтого (*Gagea lutea* L.), селезеночника очереднолистного (*Chrysosplenium alternifolium* L.) и чистяка весеннего (*Ficaria verna* Huds.). Можно с уверенностью говорить, что эти виды обыкновенны для городской части Лосино Острова. Незначительно увеличился и без того обширный ареал медуницы неясной (*Pulmonaria obscura* Dumort.). Ареал калужницы болотной (*Caltha palustris* L.) остается прежним, новых мест произрастания не обнаружено. Купальница европейская (*Trollius europaeus* L.) произрастает спорадически по всей московской части Лосино Острова, тяготеет к местным сырым понижениям вне зависимости от общей приподнятости или пониженности местности. Ландыш майский (*Convallaria majalis* L.) встречается довольно часто в разных кварталах национального парка. Первоцвет весенний (*Primula veris* L.) отмечен только в одном месте городской части национального парка (кв. 30–31 Лосиноостровского лесопарка).

Авторы предполагают, что лимитирующим фактором для распространения ландыша майского, первоцвета весеннего является неконтролируемая рекреация со стороны г. Москва, сбор растений этих видов на букеты.



Рис. 1. Ветреница дубравная.



Рис. 2. Ветреница лютиковая.



Рис. 3. Гусиный лук желтый.



Рис. 4. Калужница болотная.



Рис. 5. Купальница европейская.



Рис. 6. Ландыш майский.

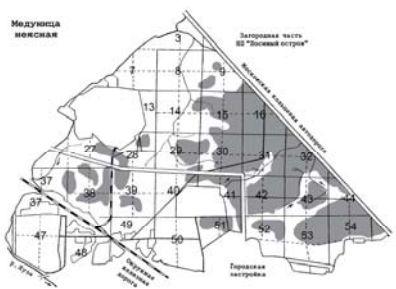


Рис. 7. Медуница неясная.



Рис. 8. Первоцвет весенний.



Рис. 9. Печеночница благородная.



Рис. 10. Селезеночник очереднолистный.



Рис. 11. Хохлатка плотная.



Рис. 12. Чина весенняя.



Рис. 13. Чистяк весенний

Редким видом для Лосиногостовского Острова является печеночница благородная (*Hepatica nobilis* Mill.), отмечено только одно место произрастания в кв. 42/4. Нуждается в тщательном контроле и охране.

Хохлатка плотная (*Corydalis bulbosa* L.) произрастает локально, приурочена к слабо выраженным холмам.

Отмечена новая популяция чины весенней (*Lathyrus vernus* L.) в кв. 14 Лосиноостровского лесопарка, ранее растение здесь не наблюдалось. В целом, вид распространен спорадически, обыкновенен для Лосиногостовского Острова.

По мнению авторов, наиболее ценными во флористическом отношении участками городской части национального парка «Лосиный остров» являются: Лосиноостровский лесопарк – кв. 31–32; Яузский лесопарк – берега р. Ички (кв. 42–43).

Литература

- Насимович Ю.А. Картирование мест произрастания весенних эфемероидов и других травянистых растений как инструмент мониторинга состояния лесной среды (на примере городской части НП "Лосиный остров") // Предварительные итоги изучения флоры Лосиногостовского Острова. М. 2001. С. 77–81.
- Действительный Л.А., Насимович Ю.А. Аннотированный список видов сосудистых растений, зарегистрированных к 2008 г. в московской части Лосиногостовского Острова // Предварительные итоги изучения флоры Лосиногостовского Острова. М. 2001. С. 7–70.
-

КАК УСТРОЕН ЦИФРОВОЙ ГЕРБАРИЙ МГУ – КРУПНЕЙШАЯ В РОССИИ БАЗА ДАННЫХ ПО БИОРАЗНООБРАЗИЮ

Н. С. Гамова, Т. П. Баландина, С. В. Дудов, К. В. Дудова, Н. К. Шведчикова, А. П. Серегин
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, botanik.seregin@gmail.com

HOW THE MOSCOW DIGITAL HERBARIUM, THE LARGEST RUSSIAN BIODIVERSITY DATABASE, IS WORKING

N. S. Gamova, T. P. Balandina, S. V. Dudov, K. V. Dudova, N. K. Shvedchikova & A. P. Seregin
M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Summary. Moscow University Herbarium (MW) is the second largest herbarium in Russia with 1 011 253 specimens. An average annual growth of the collection in 2005–2016 was 15 100 specimens, with exceptional 22 013 specimens added to the herbarium in 2016. The Moscow University Herbarium has gained budget for the digitisation of collections within the Program of the National Depository Bank of Live Systems, and ca. 786 000 specimens (77.7 %) were scanned since May 2015. Ca. 782 000 records are published already on <http://plant.depo.msu.ru/>, including JPG images and metadata required for indexing. Complete label capturing and georeferencing is in progress.

Введение. В рамках работ по направлению "Растения" гранта РНФ № 14-50-00029 "Научные основы создания Национального банка-депозитария живых систем" уже третий год идет оцифровка Гербария Московского университета (MW). С лёгкой руки руководителя гранта академика В.А. Садовниченко инициатива по созданию сетевого универсального биобанка на базе МГУ получила название "Ноев ковчег". Собственно реализация проекта по созданию Цифрового гербария МГУ началась 18 апреля 2015 г., когда в Гербарий были доставлены первые катушки со штрихкодами, которые предстояло наклеить на образцы в качестве уникальных идентификаторов.

Очевидно, что сканирование и онлайн публикация многочисленных коллекций сосудистых растений и мохообразных Гербария МГУ нужны, прежде всего, исследователям, которые работают за пределами Московского университета. Это, своего рода, подарок всем, кто по разным причинам не может регулярно приезжать в Москву. У нас же, как и прежде, всегда есть возможность работать непосредственно с образцами, которые лежат в шкафах. В этом докладе речь пойдет о данных, доступных на портале (<https://plant.depo.msu.ru/>), и о дальнейших шагах по вводу новой информации.

Материал и методы. *Процесс подготовки и сканирования* детально описан нами ранее (Серёгин и др., 2016; Seregin, 2016). Он включал как предварительную подготовку самих образцов, так и работу с полученными изображениями. Само сканирование велось компанией-партнером (корпорация "ЭЛАР") на ее оборудовании, которое временно размещалось в помещениях МГУ.

Процесс ввода метаданных. Включал три этапа: 1) проверка и переформатирование имевшейся в Гербарии базы данных по числу образцов того или иного вида из того или иного района гербария (вид, индекс района); 2) выбор оператором сканера нужного вида и района (из списка) при сканировании каждой папки; 3) автоматическая привязка образцов из папки по номеру штрихкода к паре "вид – район" после сканирования. Таким образом, по результатам сканирования в нашем распоряжении имелась не только библиотека изображений, но и большой объем метаданных, которые для каждого образца включали: номер образца по штрихкоду; название вида; индекс одного из 60 районов Гербария МГУ.

Создание портала. Этот процесс был долгим и творческим, продолжается он и сейчас. Мы прошли через смену подрядчика после создания неполноценного ресурса (<http://bio.labinform.ru/>, разработка НИВЦ МГУ), который в дальнейшем был стремительно вытеснен альтернативным ресурсом ДЕПО (<https://plant.depo.msu.ru/>, разработка "Проекта Скулачева"), на который мы, в итоге, сделали ставку и не прогадали. На данный момент пять программистов ежедневно трудятся над поддержанием и развитием информационной системы Депозитария, которая охватывает не только Цифровой гербарий МГУ, но еще и 22 коллекции грибов, водорослей, животных и др. – всего более 800 тыс. записей о коллекционных объектах (на 01.07.2017).

Результаты. *Какие данные хранятся сейчас?* Цифровой гербарий МГУ на 01.07.2017 г. содержит 785 887 сканов гербарных образцов из коллекций нашего Гербария (в т.ч. 781 882 изображения опубликованы на портале ДЕПО). Это 712 925 образцов сосудистых растений и 72 962 конверта мохообразных. По отделам Гербария эти цифры распределяются следующим образом: Восточная Европа – 357 951, Сибирь и Дальний Восток – 159 663, Кавказ – 97 400, Крым – 31 790, Монголия – 27 323, Зарубежная Азия – 22 649, Африка – 7 559, Herbarium Alchemillarum – 3 960, а также гербарий типов – 4 630 образца, отсканированных с разрешением 600 dpi).

Какие метаданные хранятся сейчас? Для каждого образца блок "Таксономия" включает "пристегнутые" к **видовому названию** программными методами из "Catalogue of Life": 1) авторов таксона; 2) привязку к семейству и более высоким таксономическим рангам; 3) полную синонимику. Кроме того, название вида использовано для гиперссылок на IPNI, Euro+Med, Plantarium и корпоративную информационную систему МГУ ИСТИНА. Всего в коллекции содержатся сканы 27 049 видов из 39.5 тыс., представленных в Гербарии МГУ.

К индексу **района гербария** привязан пока блок "География", который включает привязку к району, отделу и стране происхождения образца. Для большинства образцов страна устанавливалась автоматически, для отделов Африки и Зарубежной Азии (около 30 тыс. образцов) – вручную.

Уникальный **идентификатор** (номер по штрихкоду) нужен с одной стороны для стыковки метаданных с изображениями (а значит и физическими образцами), а с другой стороны необходим для выдачи и обработки интервальных интернет-запросов при большом объеме имеющегося материала.

Что и как возможно искать? Итак, данные с обложек, ставшие операционными метаданными, обеспечивают в "Расширенном поиске" выдачу запросов по любой комбинации полей. Например, можно запросить весь материал по одному из районов гербария / стран (или любой их комбинации) и / или поставить еще и таксономические фильтры с гибким синтаксисом, добавляя при необходимости еще и номера (интервалы номеров) штрихкодов. Всего поиск возможен по 13 полям. Для конструирования запросов используются условия "содержит", "не содержит", "=", "<>", "пусто", "не пусто", "содержит любое из", "равно любому из".

Что нельзя искать? Главным ограничением в использовании Цифрового гербария МГУ является то, что метаданные содержат только информацию с обложек (вид, район) и ID

образца. Таким образом, пока невозможен поиск по текстовым данным этикеток (пункт сбора, коллектор, экспедиция, даты), а сами образцы не привязаны к карте. Впрочем, работа над введением полных метаданных начата.

Обсуждение. *Что меняется на портале?* Для пользователя, регулярно заходящего в систему ДЕПО, в ней мало что меняется, однако мы ведем постоянную работу по улучшению качества контента и внедрению новых функций. Так, за последний год все образцы из зарубежных отделов гербария (Африка, Азия) привязаны к странам; материал из двух районов гербария (Южно-Украинский и Ростовская область), содержащий много ошибочно вложенных образцов, полностью проверен и до 20 % материала отнесено к правильным районам; образцы, неопределенные до вида, привязаны к географическим районам.

Индексация Google. Альтернативная версия портала (<https://plant.depo.msu.ru/publ/>) с интерфейсом, оптимизированным под поиск картинок, создана, прежде всего, для корректной индексации нашего информационного ресурса роботами поисковых систем. Сделан упор на корректное индексирование сканов, что делает портал более востребованным в качестве источника изображений растений.

Публикация новых материалов в будущем. Осенью 2017 г. будут отсканированы отделы Средней Азии, Америки и новые включения в уже отсканированные отделы гербария (15–20 тыс. образцов). В январе – феврале 2018 г. эти материалы будут опубликованы на портале <https://plant.depo.msu.ru/>.

В 2017 г. силами компании-партнера начата работа по созданию полнотекстовой базы данных этикеток. По итогам года 45 тыс. этикеток из отделов Крыма и Кавказа будут полностью введены в систему и станут использоваться для индексации образцов. Кроме того, начата работа по географической привязке образцов (установление координат). Эта работа завершена для 3 тыс. образцов из Центрального района Средней России (Тульская, Калужская, Владимирская, Рязанская области). Кроме того, текст этикеток 400 образцов из бассейна Амура внесен в БД в рамках работ по гранту "Исследование ботанико-географических рубежей в российской части бассейна р. Амур путем моделирования распространения видов растений" (грант РФФИ № 16-35-00505 мол_а).

В конце 2017 г. данные Цифрового гербария МГУ станут видимыми через GBIF.

Физический рост коллекции. Работы по оцифровке коллекции Гербария Московского университета оказали глубокое позитивное влияние на состояние и рост физической коллекции. При подготовке коллекций к оцифровке и сканированию каждый образец 3–4 раза побывал в руках сотрудников, что позволило нам устранить большое число ошибок, выявить и уничтожить три небольших очага вредителей, привести в порядок обложки и указатели.

Как только наши коллекции появились в сети, коллеги стали гораздо активнее передавать нам дублиеты в полной уверенности, что в течение года с момента передачи материалов гербарий будет смонтирован, отсканирован и опубликован онлайн. Кроме того, уже почти окончательно разобраны многолетние залежи экспедиций советского времени – остались лишь немногие пачки с нечитаемыми черновыми записями и личные сборы некоторых сотрудников.

Сейчас объем гербария составляет 1 011 253 образца. Средний годовой показатель роста коллекции составил в 2005–2016 г. 15 100 образцов, однако в 2016 г. он был гораздо выше – в фонды было включено 22 013 образцов (это рекордный рост фондов за год за все время точного учета новых поступлений). Масштабная монтировка новых коллекций осуществлялась дополнительно нанятыми помощниками. На текущий момент 2–3 человека постоянно монтируют гербарий, благодаря чему ежедневно мы добавляем в коллекцию до 100 новых образцов. Кроме того, рост числа образцов в Гербарии МГУ в 2015–2016 гг. шел также за счет уточнения объемов коллекций при штрихкодировании, которое предвещает поточное сканирование.

Литература

Seregin A.P. Making the Russian flora visible: Fast digitisation of the Moscow University Herbarium (MW) in 2015 // *Taxon*. 2016. Vol. 65. No 1. P. 205–207.

Серёгин А.П., Баландина Т.П., Гамова Н.С., Дудова К.В., Шведчикова Н.К. Гербарий Московского университета (MW) в 2015 году: первый год новой эры // Флористические исследования в Средней России: 2010–2015: Матер. VIII науч. совещ. по флоре Средней России. М. 2016. С. 94–97.

ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ГЕРБАРИЯ ЛИШАЙНИКОВ ПСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Н. Б. Истомина, О. В. Лихачева

Псковский государственный университет, Псков, Россия, pskov.pgpu.bot@mail.ru

DATA BASE OF LICHEN HERBARIUM OF PSKOV STATE UNIVERSITY

N. B. Istomina & O.V. Likhacheva

Pskov State University, Pskov, Russia

Summary. The article describes the database of the collection of lichens that is part of the Herbarium of Pskov State University. The collection of lichens was created in the 1960s. Now it includes more than 10 000 samples, which allowed it to be included in the list of major lichenological herbariums of Russia. As a result of the accumulation of a large number of samples and the need to translate the data into an electronic form for the convenience of its storing and using, the Microsoft Access database was created. It is containing information on the taxonomic position of the species, synonymous species names, accompanying species, location, habitat, ecological group and location on the trunk (for epiphytes), date of collection and name collector(s). Currently the database includes information on 5,700 herbarium specimens. The database contains information on 300 lichen species collected in 18 administrative districts of the Pskov region (out of 24).

Материалом, документирующим научные исследования в области ботаники, бриологии, альгологии, микологии, лихенологии являются коллекции образцов, хранящихся в Гербарии. Ценность гербарных фондов заключается не только в использовании их в настоящий момент времени, но и в будущем при проведении мониторинга за состоянием биоты.

Основа Гербария Псковского государственного университета была заложена в 1950-е гг. Наибольшее количество сборов приходится на 70-е, 90-е годы XX в. и начало XXI века. В настоящее время коллекция научного гербария Псковского государственного университета включает более 50 000 гербарных образцов различных систематических групп высших сосудистых растений, мхов, грибов и лишайников. В Гербарии создана альготека – коллекция фиксированных проб водорослей. Гербарий имеет международный регистрационный номер в «Index Herbariorum» и акроним (PSK).

Коллекция лишайников была основана в 1960-е гг. (коллекторы: Г.В. Недоспасова, Н.В. Недоспасова). В этот период проведены исследования лишайников и лихеносинузий основных лесообразующих пород лиственных лесов различного типа в нескольких административных районах области (Недоспасова, Недоспасова, 1983; Недоспасова, 1983а, 1983б).

Инвентаризация лишайников на территории области была начата с работ по изучению биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях в 1990-2000-е гг. (коллекторы: Н.Б. Истомина, О.В. Лихачева). Были исследованы лишайники национального парка «Себежский» (Истомина, 2000, 2001; Истомина, Лихачева, 2014а), и государственного природного заповедника «Полистовский» (Истомина, 2002; Истомина, Лихачева, 2014б), проведены лихенологические исследования в 46 усадебных парках, большинство из которых являются объектами историко-культурного наследия (Истомина, Лихачева, 2009).

В настоящее время фонд Гербария лишайников насчитывает более 10 000 образцов, что позволило включить его в список основных лихенологических гербариев РФ (Флора..., 2014). Коллекция хранится в гербарных шкафах, где образцы расположены в алфавитном порядке латинских названий видовых таксонов. В результате накопления большого количества образцов появилась необходимость перевода данных в электронную форму для удобства их хранения и использования. В программе Microsoft Access авторами была разработана база данных, в которой содержится информация о таксономическом положении вида, сино-

нимичных названиях вида, сопутствующих видах, местонахождении, местообитании, указана принадлежность к экологической группе и местоположение на стволе (для эпифитов), дата сбора и Ф.И.О. коллектора(ов) (табл. 1).

Таблица 1. Фрагмент базы данных лишайников

Код	Название семейства	Название вида	Синонимы	Сопутствующие виды	Область	Район	Местонахождение (ООПТ)	Пункт сбора	Растительное сообщество
2357	Teloschistaceae	<i>Athalia holocarpa</i> (Hoffm.) Arup et al.	<i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E.Wade	<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.	Псковская	Порховский		д. Хилово	усадебный парк
3040	Teloschistaceae	<i>Athalia holocarpa</i> (Hoffm.) Arup et al.	<i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) A.E.Wade		Псковская	Себежский	НП "Себежский"	д. Осыно	
1	Physciaceae	<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.			Псковская	Псковский		д. Зубово	усадебный парк
2	Physciaceae	<i>Anaptychia ciliaris</i> (L.) Körb.			Псковская	Печорский		д. Лавры	усадебный парк

Таблица 1. (Окончание)

Код	Экологическая группа	Местообитание	Местоположение на стволе	Дата сбора	Собрал	Определил
2357	эпифит	липа сердцелистная	стволовая часть	20.08.2006	Лихачева О.В.	Лихачева О.В.
3040	эпифит	тополь черный	стволовая часть	01.06.2008	Лихачева О.В.	Лихачева О.В.
1	эпифит	липа сердцелистная	стволовая часть	30.07.2006	Лихачева О.В.	Лихачева О.В.
2	эпифит	липа сердцелистная	стволовая часть	28.10.2005	Истомина Н.Б., Лихачева О.В.	Истомина Н.Б., Лихачева О.В.

В настоящее время база данных лишайников включает информацию о 5 700 гербарных образцах. В базе данных представлены сведения о 300 видах лишайников, собранных в 18 административных районах Псковской области (из 24). Большой объем материала составляют сборы лишайников, выполненные на особо охраняемых природных территориях: Рамсарское водно-болотное угодье «Псковско-Чудская приозерная низменность», Государственный заповедник «Полистовский», национальный парк «Себежский», государственные заказники «Островский», «Новоржевский», памятники природы «Урочище Заозерье», «Снетогорско-Муравицкий», природные комплексы историко-культурных объектов (Государственный историко-архитектурный и природно-ландшафтный музей-заповедник «Изборск», Государственный историко-литературный и природно-ландшафтный музей-заповедник им. А.С. Пушкина «Михайловское», усадебные парки конца XIX – начала XX века) и др. В гербарии хранятся сборы из Тверской области (Центрально-лесной государственный природный биосферный заповедник), Новгородской области (Солецкий район) и Республики Коми (Сыктывдинский район).

В 2013 году база данных лишайников зарегистрирована в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент), получено свидетельство о государственной регистрации баз данных (№2013620052).

Материалы базы данных лишайников используются при ведении Красной книги Псковской области (2014), в мониторинге степени трансформации ландшафтов региона, в режимных наблюдениях на ООПТ, биоиндикационных исследованиях. Это особенно важно в условиях пограничного положения Псковской области, где проводятся работы по созданию трансграничных коридоров, связывающих особо охраняемые природные территории разных государств и областей в единую экологическую сеть, что предполагает проведение совместных научных исследований, обмен гербарными образцами, создание единой базы данных по биоразнообразию пограничных территорий.

Существующая база данных в процессе работы может быть дополнена новыми поисковыми полями и визуализирована с помощью фотографий образцов и карт распространения видов по территории Псковской области.

Литература

- Истомина Н.Б. Лишайники Себежского национального парка (Псковская область) // Исследования на охраняемых природных территориях Северо-Запада России: Матер. регион. науч. конф., посвященной 10-летию Валдайского Национального парка. Великий Новгород. 2000. С. 260–261.
- Истомина Н. Б. Лишайники (Lichens) // Биоразнообразие и редкие виды национального парка «Себежский». СПб. 2001. С. 48–52. (Труды СПбОЕ. Сер. 6. Т. 4.)
- Истомина Н. Б. Лихенофлора Полистовского Государственного заповедника (Псковская область, Россия) // РИО+10: Охрана окружающей среды, природопользование, образование: Матер. Псковской обл. экол. конф. Великие Луки. 2002. Вып. 7. С. 151–155.
- Истомина Н.Б., Лихачева О.В. Лихенобиота усадебных парков Псковской области (монография). Псков. 2009. 180 с.
- Истомина Н.Б., Лихачева О.В. Лишайники национального парка «Себежский» // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований: Матер. II междунар. конф. СПб. 2014а. С. 93–99.
- Истомина Н.Б., Лихачева О.В. Находки новых видов лишайников на территории Государственного природного заповедника «Полистовский» и его окрестностей // Современные тенденции развития особо охраняемых природных территорий: Матер. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию Государственного природного заповедника «Полистовский». Великие Луки. 2014б. С. 71–75.
- Красная книга Псковской области. Псков. 2014. 544 с.
- Недоспасова Г.В. Лишайники и их синузии в Псковской области // Тез. докл. VII делегатского съезда ВБО. Л. 1983а. С. 77–78.
- Недоспасова Г.В. Мхи и лишайники долины реки Обдех // Растительный покров Псковской области и вопросы его охраны: Межвузовский сб. науч. тр. Л. 1983б. С. 44–53.
- Недоспасова Г.В., Недоспасова Н.В. Лихенологический очерк лиственных лесов Псковской области // Растительный покров Псковской области и вопросы его охраны. Межвузовский сб. науч. тр. Л. 1983. С. 34–44.
- Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. М.; СПб. 2014. 392 с.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПОЯВЛЕНИЯ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

В. В. Мурашко,¹ А. В. Верхозина^{1,2}

¹ *Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, allaverh@list.ru*

² *Иркутский научный центр СО РАН, Иркутск, Россия*

SPATIAL AND TEMPORAL ASPECTS OF BEGINNING DISTRIBUTION OF INVASIVE PLANT SPECIES IN THE IRKUTSK REGION

V. V. Murashko¹ & A. V. Verkhozina^{1,2}

¹ *Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

² *Irkutsk Scientific Center SB RAS, Irkutsk, Russia*

Summary. Presented results of the analysis of the first finds of invasive species in the territory of the Irkutsk region in the spatial and temporal aspects.

Интродукция инвазивных видов считается второй, после изменения среды обитания, причиной утраты биоразнообразия (Есипенко, 2012). Для реконструкции истории расселения адвентивных видов в регионе, регистрации новых фактов заноса и отслеживании дальнейшего распространения нами используется информационно-аналитическая система по фитофауне Байкальской Сибири, созданная на основе интернет-системы «Фарамант» (Верхожина и др., 2016).

На территории Иркутской области встречается 90 видов сосудистых растений из 73 родов и 30 семейств, включенных в список инвазивных и потенциально инвазивных на территории Сибирского федерального округа (Эбель и др., 2014), что составляет около 62 % данного списка, и 4 % всей флоры. Из них два вида (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun и *Malus baccata* (L.) Borkh.) в данном списке рассматриваются как аборигенные для Иркутской области, на деле же представлены и аборигенными и адвентивными популяциями, так как используются в озеленении и садоводстве. Еще 5 видов отмечены на территории региона до выхода «Flora Baicalensi-Dahurica» (Turczaninow, 1842–1857), поэтому сложно судить археофиты это для области или апофиты: *Setaria viridis* (L.) P. Beauv., *Sphallerocarpus gracilis* (Besser ex Trevir.) Koso-Pol., *Trifolium medium* L., *Cuscuta lupuliformis* Krock., *Senecio vulgaris* L.

Для всех видов из списка мы постарались найти первый из собранных на территории области гербарных образцов для установления примерного времени вхождения вида во флору, хотя на деле это дата первого обнаружения вида на территории области. Выяснилось, что рассматриваемые 90 видов впервые были собраны в регионе с 1828 по 2016 год. Возрастание числа инвазивных видов по годам во флоре отражено на рис. 1, количество обнаружений новых видов представлено на рис. 2.

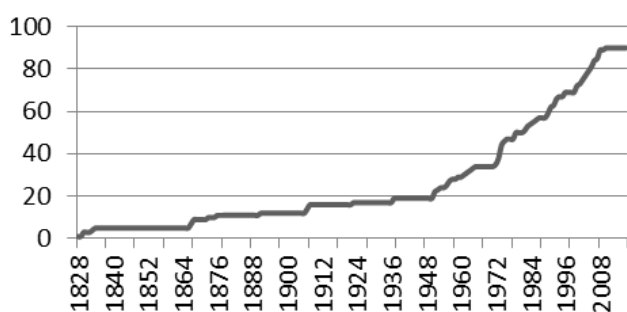


Рис. 1. Возрастание числа инвазивных видов растений по годам на территории Иркутской области.

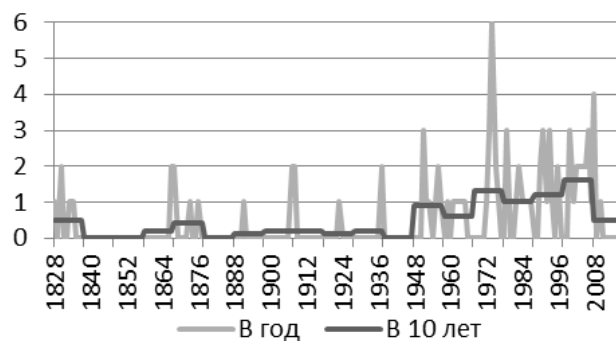


Рис. 2. Количество обнаружений новых инвазивных видов растений в Иркутской области.

Графики демонстрируют не только увеличение числа видов, но и возрастание скорости заноса с развитием региона и увеличением антропогенного пресса. На карте первых находок инвазивных видов растений (рис. 3) видны основные пути распространения адвентивных видов в регионе. Это федеральные автодороги Р258 «Байкал» (М-55) и Р255 «Сибирь» (М-53). В окрестностях г. Иркутск сосредоточено 38 % инвазивных видов области (34).

Для одного из видов-трансформеров *Critesion jubatum* (L.) Nevski проанализирован рост числа новых местонахождений с момента первого обнаружения в 1976 г. График отражает высокую агрессивность вида (рис. 4).

Распределение по территории мест обнаружения новых инвазивных видов и отражено в таблице 1. Наибольшим по числу первых находок является Ангаро-Саянский флористический район (86), в Приленско-Катангском – впервые для региона обнаружено только 4.5 % общего количества инвазивных видов (4).

Увеличение числа и возрастание скорости заноса инвазивных видов растений требует интенсификации мер контроля. Особенно это касается видов-трансформеров и основных артерий заноса инвазивных видов на территорию области. Информационная система по фито-

разнообразию Байкальской Сибири является удобным средством мониторинга инвазий и анализа биологического загрязнения в регионе.

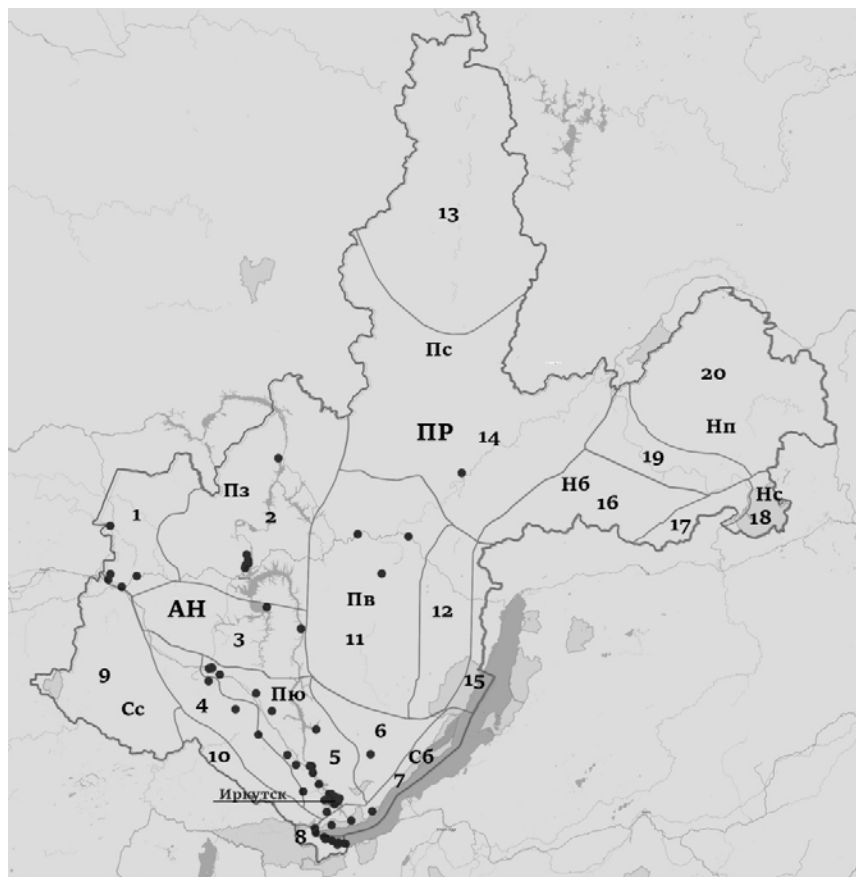


Рис. 3. Карта обнаружений новых инвазионных видов растений на территории Иркутской области. АН – Ангаро-Саянский флористический район. Пз – Плато западное (Среднесибирское плоскогорье на западе Иркутской обл.): 1 – Крайняя Муурская низина и Канско-Рыбинской равнины; 2 – Бирюсинское плато и Ангарский кряж; 3 – Южная крайняя Ангарского кряжа в подзоне подтайги. Пю – Плато южное (Среднесибирское плоскогорье на юге Иркутской обл.): 4 – Предсаянская депрессия; 5 – Возвышенная часть Предсаянской депрессии; 6 – Южные отроги Лено-Ангарского плато и Предбайкальской впадины. Сб – Саяно-Байкальский район: 7 – Приморский хребет и большая часть Онотской возвышенности; 8 – Хребет Хамар-Дабан в пределах Иркутской обл. Сс – Восточный Саян в пределах Иркутской обл.: 9 – Тофалария; 10 – Передовой хребет. ПР – Приленско-Катангский флористический район. Пв – Плато восточное (Среднесибирское плоскогорье на востоке Иркутской обл.): 11 – Лено-Ангарское плато; 12 – Предбайкальская впадина (включая западные предгорья Байкальского хребта). Пс – Плато северное (Среднесибирское плоскогорье на севере Иркутской обл.): 13 – Ербогаченская равнина; 14 – Приленское плато. Нб – Северобайкальское нагорье: 15 – Байкальский хребет в пределах Иркутской обл.; 16 – Северо-Байкальское нагорье собственно; 17 – Делюн-Уранский хребет. Нс – восточная (собственная) часть Станового нагорья: 18 – Район хребта Кодар (Витимский заповедник, оз. Орон). Нп – Патомское нагорье и северная часть Северо-Байкальского нагорья: 19 – Северная часть Северо-Байкальского нагорья (включая низовья рек Бол. Чуя, Мама, Мамакан); 20 – Собственно Патомское нагорье.

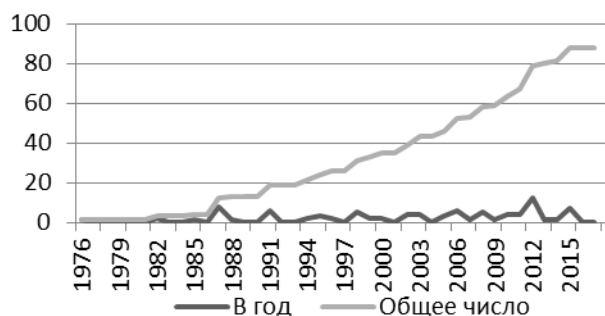


Рис. 4. Количество обнаружений *Critesion jubatum* в новых находениях на территории Иркутской области.

Таблица 1. Распределение находок новых инвазионных видов по районам рабочего флористического районирования территории Иркутской области (Конспект ..., 2008)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
АН	Пз	5 (5.5)	7 (7.9)	3 (3.3)																	
	Пю				4 (4.5)	49 (54.4)	1 (1.1)														
	Сб							3 (3.3)	14 (15.6)												
	Сс									–	–										
ПР	Пв											3 (3.3)	–								
	Пс													–	1 (1.1)						
	Нб															–	–	–			
	Нс																		–		
	Нп																			–	–

Примечание к таблице. В ячейках указано число первых обнаружений инвазионных видов на территории района, в скобках – процент от общего числа инвазионных видов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01246.

Литература

- Есипенко Л. П. Биологические инвазии как глобальная экологическая проблема юга России // Юг России: экология, развитие. 2012. № 4. С. 21–25.
- Верхозина А.В., Федоров Р.К., Казановский С.Г., Шумилов А.С., Кривенко Д.А., Мурашко В.В. Информационно-аналитическая система по фиторазнообразию Байкальской Сибири // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2016. Т. 17. С. 12–29.
- Эбель А.Л., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н., Аненхонов О.А., Анкипович Е.С. Антипова Е.М., Верхозина А.В., Ефремов А.Н., Зыкова Е.Ю., Михайлова С.И., Пликина Н.В., Рябовол С.В., Силантьева М.М., Степанов Н.В., Терехина Т.А., Чернова О.Д. Шауло Д.Н. Инвазионные и потенциально инвазионные виды Сибири // Бюлл. ГБС. 2014. Вып. 200. № 3. С. 52–62.
- Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения). Иркутск. 2008. 327 с.
- Turczaninow N. Flora baicalensi-dahurica seu description plantarum in regionibus cis- et transbaicalensibus atque in Dahuria sponte nascentium // Bull. Soc. Nat. Moscou. 1842–1857.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Н. И. Новицкая

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, ms.nataly.n@bk.ru

INFORMATION DATABASE FOR RARE SPECIES MAPPING OF THE BAIKAL REGION

N. I. Novitskaya

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. It is presented description of rare species database for vascular plants of the Baikal region. This data systematization gives character of species relative frequency and evaluation of populations state. Mapping data interpretation gives opportunity to analyze spatial habitat pattern.

Территориальная дифференциация Байкальского региона в условиях хозяйственной деятельности требует анализа природных условий с позиций охраны, в частности простран-

ственной инвентаризации биоразнообразия, позволяющей выявлять и сохранить особенные в региональном и топологическом плане местоположения и экологические ниши, способствующие сохранению отдельных видов редких растений. Статистическая обработка и региональное картографирование местонахождений редких видов растений позволяет дать объективную оценку частоты встречаемости вида на территории, осуществить региональный мониторинг сохранения вида и служит информационной основой для исследования естественнo-исторических причин сохранения редких и реликтовых видов и проявления эндемизма, а также представляет возможность выявить территории перспективные для их обнаружения.

Информационная база данных для картографического представления распространения редких видов опирается на региональные флористические сводки, региональные Красные книги Читинской области и Агинского автономного округа (2002), Иркутской области (2010), Республики Бурятия (2013), Красную книгу Российской Федерации (2008), *Mongolian red book* (2013) и совместима с пакетами программ геоинформационных систем ArcView и Mapinfo. В процессе работы происходит обновление базы данных в связи с переизданием региональных красных книг и изменением статуса отдельных видов. По российской части территории учтен 341 вид сосудистых растений, относящихся к 90 семействам. Общий список растений располагается согласно филогенетической системе Энглера с присвоением индекса, соответствующего порядковому номеру вида. Отдельно указаны категории видов в региональных красных книгах и внесены данные о категории видов в Красной книге России, согласно шкале категорий оценки состояний популяций, принятой в Красной книге Международного союза охраны природы (МСОП – IUCN Plant Red Data Book, 1978): 0 – вероятно исчезнувшие виды, но возможность их сохранения нельзя исключить; 1 – виды, находящиеся под угрозой исчезновения; 2 – виды, сокращающиеся в численности; 3 – редкие, т. е. виды, представленные малыми популяциями, которые в настоящее время не находятся под угрозой исчезновения и не являются уязвимыми, но могут оказаться таковыми; 4 – виды с неопределенным статусом. Для каждого вида указаны дополнительные критерии, указывающие на причину охраны: реликт, неморальной реликт, эндемик, эндемик Северной Азии, эндемик Южного Прибайкалья, эндемик Сибири, эндемик Южной Сибири, южносибирско-монгольский эндемик, узколокальный эндемик Прибайкалья, вид, находящийся на границе ареала. Отдельно указан общий ареал вида в соответствии с опубликованными данными по региону (Малышев, Пешкова, 1984): циркумполярный, американо-азиатский, евразийский, евросибирский, южносибирский и монгольский, эндемичный и т. д. Также для каждого вида указана его принадлежность к поясно-зональной группе: темнохвойно-лесной, светлохвойно-лесной, прибореальной, лесостепной, степной, арктоальпийской, горной общепоясной и другие; локализация местонахождения в физико-географическом районировании. Отдельно для каждого вида информация о географической привязке и экологических условиях местопрорастания. Для территории Монголии база данных сформирована отдельно, с указанием категорий видов, принятым в *Mongolian Red book* (2013).

Полученное расположение точек, основанное на информации сводной базы данных, позволяет анализировать пространственную картину выявленных местообитаний редких видов и соотносить информацию с экологическими условиями обитания и происхождения вида, а также выявить площади необследованных территорий перспективных для новых находок (рис.).

При сравнительном анализе категорий одних и тех же видов в разных региональных красных книгах Байкальского региона прослеживаются различия. Так, разный статус и категории имеют башмачок крупноцветковый (венерин башмачок) – *Cypripedium macranthon* Sw., тайник яйцевидный – *Listera ovata* (L.) R.Br., гнездовка камчатская – *Neottia camtschatea* (L.) Rchb.f., черепоплодник щетинистоватый (ч. почтишерстистый) – *Craniospermum subvillosum* Lehm., тиллея водяная (т. водная) – *Tillaea aquatica* L., тулотис буреющий (любка буреющая) – *Tulotia fuscescens* (L.) Czer. (= *Platanthera fuscescens* (L.) Kraenzl.). Также анализ базы данных позволяет выявить различия в категориях видов регионального уровня и феде-

рального уровня: ковыль перистый – *Stipa pennata* L. имеет категорию 2 и 3 соответственно, тридактилина Кирилова – *Tridactylina kirilowii* (Turcz.) Sch.Bip. – 1 и 3, сверция байкальская – *Swertia baicalensis* Popov ex Pissjauk. – 1 и 3, копеечник зундукский – *Hedysarum zundukii* Peschkova – 1 и 2 и пр. Выявленные различия в категориях оценок состояния популяций в разных субъектах указывают, с одной стороны, на региональные особенности, способствующие их сохранению, с другой стороны, может обсуждаться региональный статус видов с учетом их распространения по более обширному региону. Так в Монголии охране подлежат виды, которые на территории РФ, считаются обычными, например, пихта сибирская – *Abies sibirica* Ledeb., лиственница даурская – *Larix dahurica* Laws., кедровый стланик – *Pinus pumila* (Pall.) Regel, мителла голая – *Mitella nuda* L. и т. д.

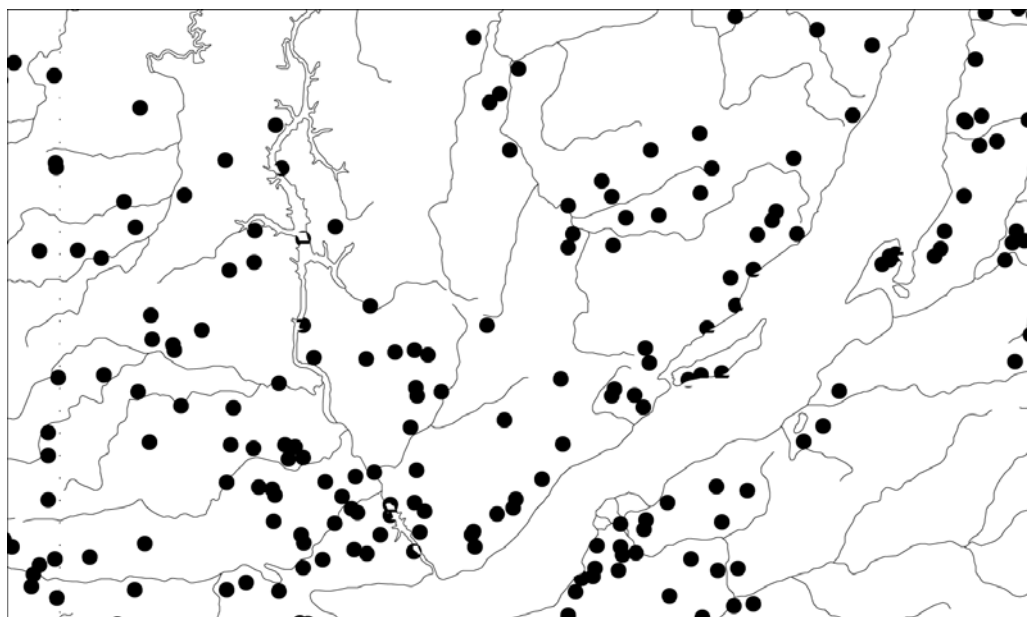


Рис. Распространение редких видов растений сем. *Orchidaceae* в Байкальском регионе. Фрагмент карты М 1 : 5 000 000.

При картографической интерпретации базы данных выявлены площадные концентрации точек, которые совпадают с очагами уникальных физико-географических условий Байкальской природной территории, такие как степи Приольхонье, предгорья Хамар-Дабана, а также в границах особо охраняемых территорий. Но нередко это наиболее изученные и более доступные для исследования территории вдоль популярных маршрутов в горных районах, а «белые пятна» это селитебные территории, сельскохозяйственные земли, труднодоступные горные территории или северные территории без дорожно-транспортной инфраструктуры, или участки, отличающиеся низким биоразнообразием, связанным со значительной нарушенностью естественной природной среды или суровыми природными условиями.

Полученные данные являются объективной исходной информацией для развития флористических исследований, организации мониторинга редких видов, для разработки рекомендаций по охране редких растений и их местообитаний в условиях интенсификации хозяйственной деятельности и туризма.

Литература

- Мальшев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск. 1984. 263 с.
Красная книга Читинской области и Агинского Бурятского автономного округа. (Растения). Чита. 2002. 280 с.
Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. 2008. 885 с.
Красная книга Иркутской области. Иркутск. 2010. 480 с.
Красная книга Республики Бурятия. Улан-Удэ. 2013. 688 с.
Mongolian Red book. Ulanbator. 2013. 535 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И СРАВНЕНИЯ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ НИШ

М. В. Олонова, Н. С. Мезина, Т. С. Высоких, Д. С. Феоктистов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, olonova@list.ru

USING OF GIS-TECHNOLOGIES FOR REVEALING AND COMPARISON OF ECOLOGO-CLIMATIC NICHES

M. V. Olonova, N. S. Mezina, T. S. Vysokih & D. S. Feoktistov

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Summary. The term ecologo-climatical niche is specified. The procedure of revealing and comparison of niches using ENM tools is considered.

Адаптация вида к тем или иным эколого-климатическим условиям, наряду с географическим распространением и морфологическими особенностями является неотъемлемой характеристикой вида, и дивергенция эколого-климатических ниш, так же как и морфологическое расхождение, может свидетельствовать о начале эволюционных преобразований.

Понятие экологическая ниша в настоящее время трактуется очень широко. Дж. Гринелл (Grinnell, 1914) под нишей понимал пространство, занимаемое видом в экосистеме. Ч. Элтон (Elton, 1927) использовал понятие «экологическая ниша» для обозначения способа питания вида, т. е. его места в пищевых цепях. Дж. Хатчинсон (Hutchinson, 1957), рассматривал как экологическую нишу всю сумму связей вида с абиотическими и биотическими факторами. Поскольку число факторов, определяющих нишу велико, Хатчинсон предложил «n-мерную модель». В этой модели каждому фактору среды соответствует одна ось абстрактного гиперпространства, т. е. пространства с числом осей больше трех. В этом гиперпространстве каждый вид занимает определенный гиперобъем. Таким образом, экологическая ниша – понятие абстрактное.

Поскольку общее число осей гиперпространства ниш определить практически невозможно, в практической деятельности экологи оценивают экологическую нишу по весьма ограниченному числу факторов. Таким образом, данная модель зависит от учитываемых факторов среды. Это тесно связывает понятие экологической ниши с понятием об экологических шкалах, которые на протяжении долгих лет детально разрабатывались и применялись как российскими (Раменский и др., 1956; Цыганов, 1983; Королюк, 2006; Селедец, Пробатова, 2007; и др.), так и зарубежными учеными (Ellenberg, 1974; Landolt, 1977).

В процессе разработки идеи экологических шкал число факторов, включенных в анализ, постепенно увеличивалось, что существенно повышало точность выявления ниши. Так, если Л.Г. Раменский с сотрудниками учитывали всего 5 факторов внешней среды, то шкала Элленберга насчитывала уже 7 параметров, шкала Ландольта – 8, а шкала Цыганова – 10, причем в последние шкалы (Ellenberg, 1974; Landolt, 1977; Цыганов, 1983), наряду с чисто экологическими, факторами, характеризующими непосредственно местообитания, учитывали и климатические, такие как термоклиматические условия, континентальность климата, аридность/гумидность климата, а также криоклиматические характеристики.

Возможности ГИС-технологий позволили на основании многолетних метеонаблюдений и экстраполяции данных создать цифровые карты распределения климатических условий на территории суши по 19 биоклиматическим параметрам, включающим среднегодовую температуру; среднемесячные суточные колебания температуры, максимальную температуру наиболее теплого периода, минимальную температуру наиболее холодного месяца, среднегодовые осадки, осадки наиболее влажного месяца, осадки наиболее сухого месяца, осадки наиболее теплого и наиболее холодного квартала и т. д. Использование этих карт и координат точек местонахождений таксонов позволяет также построить ниши в пространстве 19 переменных. В англоязычной литературе экологическая ниша, построенная на базе вышеперечисленных признаков, также называется экологической, но точнее было бы называть ее эколого-климатической, поскольку она основана исключительно на климатических параметрах.

В настоящее время эколого-климатическое моделирование широко и успешно применяется биологами самых разных специальностей, включая ботаников. Наиболее популярным является метод максимальной энтропии – MaxEnt (Philips et al., 2006), поскольку он использует только климатические параметры и данные о присутствии вида, не требуя данных об его отсутствии.

Эколого-климатическая ниша таксона устанавливается путем комбинации данных его географического распространения (географических координат) и климатических характеристик этих точек. Полученная модель затем проецируется на электронную карту изучаемого региона. Она показывает потенциальное распространение вида и определяет области, где данный вид может произрастать, и куда он может распространиться в будущем. Более темным тоном или теплым цветом на карте отмечаются области с наиболее благоприятными для каждого вида комбинациями климатических характеристик. В настоящее время методы био-климатического моделирования широко используются для исследования климатических потребностей вида и моделирования возможных областей его произрастания. Основываясь на полученных данных, и используя климатические параметры прошлых геологических эпох и модели будущих климатов, можно с известной долей вероятности выявить области распространения изучаемого вида, как и в прошлом, так и в будущем. Следует, однако, принять во внимание то, что речь идет о моделировании вероятностного распределения климатических условий, благоприятных для произрастания того или иного вида, а успех реализации этих возможностей конкретным видом зависит в немалой мере и от других причин – конкурентных способностей вида, взаимосвязей компонентов сообщества.

Поскольку климатическая ниша определяется нормой реакции вида и детерминирована генетически, дивергенция может свидетельствовать об эволюционных процессах. В связи с этим большой интерес представляют новые подходы, позволяющие сравнивать ниши и устанавливать статистически достоверные различия между ними. Сравнительный анализ моделей эколого-климатических ниш, реализованный в программе ENMTools (Warren et al., 2008) позволяет проверить гипотезы об их идентичности и является дополнительным инструментом в разграничении видов. Он позволяет сравнивать ниши у таксонов с перекрывающимся (I-тест), и неперекрывающимся или частично перекрывающимся ареалом (B-тест).

I-тест используется, чтобы ответить на вопрос, различаются ли модели экологических ниш двух или более таксонов больше, чем различались бы модели, сделанные на основании одной и той же выборки. B-тест отвечает на вопрос, больше ли, чем просто случайные, различия между моделями экологических ниш, построенные для видов с неперекрывающимися или частично перекрывающимися ареалами? Самое существенное различие между этими тестами в том, что в результате B-теста может оказаться, что различия между моделями экологических ниш двух видов могут оказаться и более, и менее, чем случайные, т. е. различия между видом А и В могут оказаться более, чем случайные, а между В и А – менее. Поэтому этот тест называют иногда двуххвостым. Такой парадоксальный результат имеет несколько объяснений (Warren et al., 2008).

Для сравнения ниш таксонов используются выходные данные моделей ниш, генерированных MaxEnt, в формате .asc и вычисляются расстояния Шёнера (D) и – для дополнительно – Хеллингера (I). Затем для проведения I-теста программа объединяет в одну выборку все имеющиеся точки обоих таксонов, затем произвольно и случайно выбирает по 2 массива точек из этого объединенного пула и сравнивает их между собой. Для проведения B-теста программа генерирует случайным образом фоновые точки, затем сравнивает ниши, построенные на реальных точках вида А с фоновыми вида В и наоборот. Для проведения этих тестов разработчики рекомендуют 100 итераций. Сравнивая полученные значения с ранее полученными числами D и I, мы принимаем или отвергаем гипотезу об идентичности (I-тест) или сходстве ниш (B-тест).

Использование этих подходов и инструментов позволит расширить доказательную базу для познания микроэволюционных процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-04-01605.

Литература

- Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Бот. исследования Сибири и Казахстана. 2006. Вып. 12. С. 3–28.
- Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. 1956. 471 с.
- Селедец В.П., Пробатова Н.С. Экологический ареал вида у растений. Владивосток. 2007. 98 с.
- Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М. 1983. 196 с.
- Elton C. Animal ecology. London. 1927. 209 p.
- Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Gottingen. 1974. 97 s.
- Grinnell J. Barriers to distribution as regards birds and animals // Am. Nat. 1914. Vol. 48. No. 568. P. 248–254.
- Hutchinson, G.E. Concluding remarks // Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 1957. Vol. 22. P. 415–427.
- Landolt E. Okologische Zeigerwerte zur Sweizer Flora. Zurich. 1977. H. 64. S. 1–208.
- Philips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions // Ecol. Model. 2006. Vol. 190. No. 3–4. P. 231–259.
- Warren, D.L., Glor R.E., Turelli M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution // Evolution. 2008. Vol. 62. No. 11 P. 2868–2883.
-

БАЗА ДАННЫХ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Д. В. Санданов,¹ Zh. Wang,² X. Su²

¹ *Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия, sdenis1178@mail.ru*

² *Пекинский университет, Пекин, Китай, zhiheng.wang@pku.edu.cn, xiangyansu@pku.edu.cn*

DATABASE ON DISTRIBUTION OF WOODY PLANTS OF EASTERN EURASIA: POSSIBILITIES AND PROMISES

D. V. Sandanov,¹ Zh. Wang² & X. Su²

¹ *Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia*

² *Peking University, Beijing, China*

Summary. New database on distribution of woody plants of Eastern Eurasia have been elaborated. It contains data from China, Mongolia, Asian Russia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Tadjikistan, and Turkmenistan. Database volume is 13155 species of woody plants. Analysis of different environmental variables revealed that mean temperature of the coldest quarter was the strongest predictor for diversity pattern of all woody species. Results and comparison of different models analyzing woody plants diversity have been presented.

Исследования по теме выявления роли детерминирующих факторов в формировании видового богатства являются одними из давних и нерешенных вопросов в биологии. В последние годы с появлением доступных крупномасштабных карт распространения был достигнут большой прогресс в понимании закономерностей разнообразия различных групп животных. Недостаточность разработанных карт распространения растений с высоким разрешением и геосистемной привязкой привела к тому, что оценка механизмов действия ведущих факторов на закономерности распределения видового богатства растений оказалась менее разработанной, чем для позвоночных животных (Montoya et al., 2007). Более того, наличие отрывочных данных с территории восточной Евразии привело к недостаточному пониманию основных закономерностей распространения растений. Поэтому, изучение климатических и макроэволюционных механизмов, лежащих в основе пространственно-структурной и временной организации разнообразия растений на данной территории, представляет определенный интерес.

Основной целью исследований явилась разработка базы данных древесных растений Восточной Евразии для изучения основных закономерностей их распространения и разработки различных моделей на основе экологических переменных.

Данные по распространению растений для территории восточной Евразии (Китай, Монголия, азиатская часть России и пяти стран Средней Азии: Казахстан, Кыргызстан, Уз-

бекистан, Таджикистан, Туркменистан) были получены из различных флор и определителей, современных флористических списков и других доступных публикаций. Широко использовались открытые базы данных: база данных по распространению древесных растений Китая (V2.0; <http://www.ecology.pku.edu.cn/plants/woody/index.asp>), база данных GBIF (<http://www.gbif.org/>), база данных по флоре Монголии (<http://greif.uni-greifswald.de/floragreif/>). Ключевыми сводками также являлись следующие источники (Коропачинский, Встовская, 2002; Fang et al., 2011; Urgamal et al., 2014). В работе были использованы климатические данные высокого разрешения, полученные с сайта <http://worldclim.org>. Данные по топографии и растительности получены с сайта USGS в разрешении 1x1 км. В общей сложности было проанализировано 25 различных экологических переменных. Помимо анализа всей территории исследования проводилось изучение территорий занятых и не занятых лесом, которые выделялись на основе классификации климатов Кёппена. Характер распространения изучался методом регрессионного анализа с использованием генерализованных линейных моделей.

Подготовлена база данных по распространению древесных растений (деревья, кустарники, лианы) на территории Восточной Евразии. Оригинальные данные по распространению 1750 видов древесных растений были внесены в имеющуюся базу данных древесных растений Китая, включающую 11405 видов. В результате объем общей базы данных составил 13155 видов древесных растений.

Анализ видового богатства на изучаемой территории закономерно выявил высокие показатели в поясах субтропических и тропических лесов, которые отличаются сложным составом пород, разнообразием видов, как в лесном пологе, так и в подлеске, обилием древесных лиан. Северные и западные районы территории (равнины, плато и аридные впадины) характеризовались низким видовым разнообразием. Топография изучаемого региона также является весьма сложной и разнообразной, что было важно для оценки гетерогенности местообитаний. Здесь хорошо выделилось Тибетское нагорье, для большей части которого было выявлено низкое видовое разнообразие древесных растений.

Была проанализирована зависимость разнообразия арборифлоры от 25 экологических переменных. Анализ их распределения показал, что для всей территории исследования наиболее важными показателями являются сумма осадков во влажной четверти года (PWQ, $R^2 = 70.31\%$) и средняя температура самой холодной четверти года (MTCQ, $R^2 = 61.76\%$). Эти же переменные были наиболее значимыми и для лесных территорий (MTCQ, $R^2 = 74.62\%$) и (PWQ, $R^2 = 70.36\%$). Для территорий, не занятых лесами, наиболее важное значение имела высота над уровнем моря (RELE, $R^2 = 26.76\%$). Важность и существенный вклад данных переменных в распространение древесных растений также были выявлены при оценке гипотезы доминантных детерминирующих факторов (табл.).

Полученные результаты для общей и лесной территории в целом согласуются с гипотезой холодной толерантности (гипотезой тропической консервативности), которая прогнозирует, что широтные градиенты видового разнообразия являются результатом комбинированного эффекта консерватизма экологических ниш и современного климата. На основе полученных данных была разработана модифицированная модель на основе экологических переменных MTCQ, WD (дефицит влаги), TAR (годовая амплитуда температуры), RELE, которая показала несколько лучшие результаты по сравнению с ранее разработанной моделью для территории Китая (Wang et al., 2011) (табл.). В целом обе модели показали наилучшие результаты для изучаемой территории по сравнению с гипотезами динамики водного баланса и энергии и лимита водного баланса. Использование показателя высоты над уровнем моря в разработанной нами модели позволяет лучше оценить гетерогенность местообитаний древесных растений.

Имеющиеся материалы и предварительные результаты показывают перспективность дальнейших исследований с использованием разработанной базы данных, что позволит более глубоко оценить закономерности распространения и разнообразия древесных растений

на изучаемой территории. Представляется также интересным изучение динамики видов или групп видов древесных в свете климатических изменений.

Таблица. Сравнительная характеристика различных гипотез и моделей

Гипотеза	Модели	Вся территория (Ajust R ² %)	Лесная территория (Ajust R ² %)	Нелесная территория (Ajust R ² %)
Динамики водного баланса и энергии (модифицированная)	PETmin-PETmin ² + PWQ	73.6	73.8	4.2
	PET-PET ² + PDQ	46.3	58.5	28.2
Лимита водного баланса	MAT + PWQ + PSN + RELE	83.1	85.6	34.9
Холодовой толерантности (модифицированная)	MTCQ + WD + TAR + RELE	85.9	88.1	45.5
Холодовой толерантности (Wang et al, 2011)	MTCQ + WD + TSN + RMAT	85.4	87.8	25.8
	MTCQ + WD + TSN + RELE	85.9	88.0	35.0
Гипотеза местообитаний	MTDQ + WD + MDR + RELE	61.0	56.7	40.4
F&C модель – динамика водного баланса и энергии (O'Brien et al, 2005)	PETmin-PETmin ² + RAIN	71.5	71.8	7.8
	PET-PET ² -WD	72.7	74.6	26.1
Гипотеза энергии IGM2 (Francis et al, 2003)	PETmin-PETmin ²	60.5	61.5	1.7
	PET-PET ²	41.1	58.8	26.2
Доминантных детерминирующих факторов	PWQ	70.3	—	—
	MTCQ	—	74.6	—
	RELE	—	—	26.4

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-54-53057.

Литература

- Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск. 2002. 707 с.
 Fang J., Wang Zh., Tang Z. Atlas of woody plants in China: distribution and climate. Berlin; Beijing. 2011. 2000 p.
 Montoya D., Rodriguez M.A., Zavala M.A., Hawkins B.A. Contemporary richness of holarctic trees and the historical pattern of glacial retreat // *Ecography*. 2007. Vol. 30. No. 2. P. 173–182.
 Urgamal M., Oyuntsetseg B., Nyambayar D., Dulamsuren Ch. Conspectus of the vascular plants of Mongolia. Ulaanbaatar. 2014. 334 p.
 Wang Zh., Fang J., Tang Z., Lin X. Patterns, determinants and models of woody plant diversity in China // *Proc. Biol. Sci.* 2011. Vol. 278. No. 1715. P. 2122–2132.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НЕМОРАЛЬНОГО РЕФУГИУМА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН

В. В. Чепинога,^{1,2} М. В. Протопопова,³ В. В. Павличенко³

¹ Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, victor.chepinoga@gmail.com

² Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

³ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, marina.v.protopopova@gmail.com, vpavlichenko@gmail.com

SPATIAL PATTERNS OF NEMORAL REFUGIUM ON THE NORTHERN MACRO-SLOPE OF THE KHAMAR-DABAN RIDGE

V. V. Chepinoga,^{1,2} M. V. Protopopova³ & V. V. Pavlichenko³

¹ V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

² Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

³ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. We analyzed present-day distribution of 27 nemoral relict plant species on the Khamar-Daban Ridge. Our results suggest that valleys of Utulik, Babkha, Snezhnaya, Pereemnaya and Mishikha rivers can be treated as Pleistocene microrefugia. Based on the ranges of species within the microrefugia, six groups of relicts were identified. Evidently, spe-

cies from those groups differed in their survival strategies during glaciations as well as subsequent reexpansion during the interglacial time.

Известно, что места с наибольшей концентрацией реликтовых неморальных видов рассматриваются в качестве рефугиумов, убежищ, в которых виды переживали катастрофические периоды плейстоцена и сохраняются в современном растительном покрове. К северному макросклону хр. Хамар-Дабан, расположенному вдоль южного и юго-восточного побережья оз. Байкал, приурочен самый восточный из сибирских неморальных рефугиумов, что было показано Н.А. Еповой (1956) еще в середине XX в. Ориентация хребта обеспечивает перехват большего по сравнению с окружающими районами количества осадков. Это способствует формированию семигумидного или даже гумидного климата на северном макросклоне, занимающего относительно узкую полосу от уреза воды Байкала до основного водораздела хребта. Доступная в настоящее время информация о встречаемости реликтов на Хамар-Дабане однозначно указывает на то, что далеко не все виды имеют однотипное распространение. Очевидно, анализ современного распространения реликтовых видов растений позволит выявить пространственные неоднородности района рефугиума.

Как и в других горных системах Южной Сибири, оледенения на Хамар-Дабане затрагивали, главным образом, высокогорья (Ивановский, 2006). Поэтому в нашем исследовании мы исходили из очевидного допущения, что в периоды оледенений, неморальные растения имели хоть и более сокращенные ареалы, но, как и в настоящее время, были приурочены преимущественно к речным долинам. В периоды потеплений растения расселялись из таких убежищ с различной скоростью в двух направлениях вдоль береговой линии оз. Байкал: на запад и на восток. После последнего оледенения каждый из видов успел расселиться на разное расстояние, но до сих пор ареалы (либо их фрагменты) многих реликтов не выходят за пределы хребта, а у отдельных видов – ограничиваются долинами лишь нескольких рек. Такие виды, называемые Э. Хультемом «ригидными» (Hultén, 1937), маркируют положение плейстоценовых рефугиумов, которые мы условно называем «микрорефугиумами» (Чепинова и др., 2017). Очевидно, что наиболее вероятными претендентами на роль таких микрорефугиумов будут долины рек, которые характеризуются наибольшим современным разнообразием реликтовых растений. Для конкретных видов рефугиальное значение могут иметь только те долины рек, которые находятся внутри их современных ареалов.

Северный макросклон хр. Хамар-Дабан протяженностью с запада на восток около 320 км, был условно разбит на 32 приблизительно равных участка. На каждый участок пришлось от 1 до 5 речных водотоков. Из числа растений, традиционно признающихся неморальными реликтами, в анализ было включено 27 видов, встречающихся на Хамар-Дабане. Данные о местонахождениях видов заимствованы из отечественных гербариев, литературных источников, а также результатов собственных исследований. Учтено более 700 локалитетов.

Нами выделено четыре участка, к которым приурочены микрорефугиумы. (1) Участок № 7, самый западный, где в долинах трех рек отмечено 17 видов. Наибольшим разнообразием отличаются реки Утулик и Бабха (по 14 видов). (2) Участок № 11, на него приходится три реки, среди которых – р. Снежная, самая крупная (на макросклоне) и богатая реликтами. Здесь найдено 19 реликтов, из которых два (*Galium odoratum* и *Eutrema cordifolium*) нигде на хребте более не известны. По-видимому, долина р. Снежной могла играть ключевую роль в сохранении большинства реликтов в плейстоцене. Пережившие оледенение виды могли расселяться с долины р. Снежной на запад (участок № 10) и на восток (участки № 12 и 13), чем может объясняться повышенное разнообразие реликтов на указанных участках. (3) Участок № 15, объединяющий четыре реки, из которых Осиновка (танхойская) и особенно Переемная, наиболее богаты реликтами. (4) Участок № 18, где расположена долина р. Мишиха. Это одна из четырех рек участка, однако, именно в ее долине найдены все 12 реликтов участка. Соседние реки крайне бедны реликтами, либо не имеют их вовсе. Остальные 14 участков, расположенные к востоку от участка 18, разнообразием реликтов не отличаются, и содержат, в основном, наиболее широко распространенные виды. Все перечисленные реки относятся к

наиболее крупным на макросклоне, их хорошо развитые в нижнем течении долины могли обеспечить необходимое разнообразие экотопов. Это подтверждается наивысшим современным разнообразием реликтов, в то время как на участках шириной 25–40 км, разделяющих реки, разнообразие снижено.

Кроме этого, исходя из особенностей распределения реликтов вдоль макросклона, виды были разделены на шесть условных групп. Группа I объединяет пять видов (*Acontium sukaczevii*, *Aegopodium latifolium*, *Carex hancockiana*, *Circaea caulescens* и *Galium paradoxum*), которые концентрируются вокруг самого западного микрорефугиума на реках Утулик и Бабха. Виды этой группы имеют схожие ареалы, протянувшиеся, в основном, между участками № 4 и 11. Группа II включает четыре вида (*Anemone altaica*, *A. baicalensis*, *Daphne mezereum* и *Eranthis sibirica*) с наиболее широкими (до 200 км) ареалами. Для них рефугиальное значение могут иметь все выделенные микрорефугиумы. Эти виды (кроме *D. mezereum*) распространены как в лесном, так и субальпийском поясах. По-видимому, их ареалы в пределах хребта имеют непрерывный характер или даже маркируют пределы основной рефугиальной зоны на Хамар-Дабане (Солодянкина и др., 2016). К III группе относится три вида (*Epilobium montanum*, *Polystichum lonchitis* и *Waldsteinia ternata*) с ареалами протяженностью около 150 км. В отличие от предыдущей группы для видов группы III р. Мишиха не имеет рефугиального значения, поскольку по ней проходит их восточная граница ареала. Высотный диапазон этих видов ограничен лесным поясом.

Группа IV наиболее многочисленна. Она объединяет семь видов (*Botrychium virginianum*, *Corydalis bracteata*, *Dryopteris filix-mas*, *Festuca altissima*, *Galium triflorum*, *Oreopteris limbosperma* и *Primula pallasii*), с еще более узкими (до 120 км) ареалами. Восточная граница распространения этих видов совпадает с таковой III группы, а западная проходит в пределах участка № 7 (до р. Утулик). Для IV группы в качестве плейстоценовых убежищ могут рассматриваться только реки Снежная и Переемная. Интересно отметить, что *Dryopteris filix-mas*, *Oreopteris limbosperma* и *Primula pallasii* встречаются как в лесном, так и в субальпийском поясе, однако, по всей видимости, определенные биологические и физиологические особенности не позволили им расселиться так же широко, как видам II группы. Виды V группы (*Brachypodium sylvaticum*, *Eutrema cordifolium* и *Galium odoratum*) приурочены почти исключительно к р. Снежной, в долине которой в нижней части лесного пояса, очевидно, они и переживали периоды оледенений. Виды, относящиеся к последней, VI группе (*Camptosorus sibiricus*, *Festuca extremorientalis*, *Circaea quadrisulcata*, *Gagea hiensis* и *Ulmus japonica*), по всей видимости, имеют другие историко-биогеографические связи, поскольку на основную часть макросклона, у них приходится широкая дизъюнкция. Разнообразие этой группы приурочено к рощам из вяза японского (*U. japonica*) в пойме р. Селенга, в субширотном направлении пересекающей участки № 30–32. Вязовники являются фрагментами восточноазиатских мезофильных пойменных лесов, оторванных от основного ареала не менее чем на 400 км. Два вида (*Camptosorus sibiricus* и *Festuca extremorientalis*) появляются также на западной оконечности хр. Хамар-Дабан (участок № 1), где они связаны уже, по-видимому, с рефугиальным комплексом Тункинской котловины, разделяющей Хамар-Дабан и Восточный Саян.

Характер распределения видов вдоль хребта отражает пространственную неоднородность рефугиума, а также говорит в пользу отсутствия плейстоценовых ледников в долинах рек, по меньшей мере, в предгорьях и низкогорьях Хамар-Дабана. Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение и расширение наших представлений о путях распространения (расселения) реликтовых видов в послеледниковье с использованием современных методов, в частности, молекулярно-генетических подходов (Протопопова и др., 2015).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 16-05-00783, 16-34-60135, 14-04-31350 и РНФ в рамках научного проекта № 17-74-10074.

Литература

Епова Н.А. Реликты широколиственных лесов в пихтовой тайге Хамар-Дабана // Изв. Биол.-геогр. НИИ при Иркут. гос. ун-те. Иркутск. 1956. Т. XVI. Вып. 1–4. С. 25–61.

- Ивановский Л.Н. Псевдолодниковые формы рельефа в долине р. Выдриной (Южное Прибайкалье) // Геогр. и природ. ресурсы. 2006. № 4. С. 161–167.
- Протопопова М.В., Павличенко В.В., Гнутиков А.А., Адельшин Р.В., Чепинога В.В. Использование генетических маркеров для оценки состояния реликтовых видов растений Байкальской Сибири // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 4. С. 28–36.
- Солодянкина С.В., Истомина Е.А., Сороковой А.А., Чепинога В.В. Моделирование потенциального ареала ветреницы байкальской (*Anemone baicalensis*, Ranunculaceae) с использованием данных тематических карт // Геогр. и природ. ресурсы. 2016. № 5. С. 92–99.
- Чепинога В.В., Протопопова М.В., Павличенко В.В. Выявление вероятных плейстоценовых микрорефугиумов на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан (Южное Прибайкалье) // Сиб. экол. журн. 2017. № 1. С. 44–50.
- Hultén E. Outline of the history of Boreal and Arctic biota during the Quaternary Period. Stockholm. 1937. 168 p.
-

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

ЗИМОСТОЙКОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ ЕВРОАЗИАТСКИХ РОДОДЕНДРОНОВ В МОСКВЕ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Д. Е. Алексеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, dmi.alekseev@mail.ru

THE HARDINESS OF DIFFERENT SPECIES EUROPEAN AND ASIAN RHODODENDRONS IN M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN

D. E. Alekseev

Botanical Garden of the M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Summary. It is confirmed the hardiness of different species European and Asian rhododendrons (*Rhododendron* L.) in M.V. Lomonosov Moscow State University Botanical Garden: *R. augustinii* Hemsl., *R. brachycarpum* D. Don ex G. Don ssp. *fauriei* (Franch.) D.F. Chamb., *R. camtschaticum* Pall., *R. dahuricum* L., *R. decorum* Franch., *R. japonicum* (Grey) Suringar, *R. ledebourii* Pojark., *R. luteum* Sweet, *R. metternichii* Sieb. et Zucc., *R. molle* G. Don, *R. mucronulatum* Turcz., *R. russatum* Balf. f. et Forrest, *R. smirnovii* Trautv., *R. schlippenbachii* Maxim., *R. wardii* W.W. Sm., *R. yakusianum* Nakai.

Рододендроны (*Rhododendron* L.) – крупный род в семействе Вересковые (Ericaceae Juss.), включающий в себя около 1000 видов красивоцветущих вечнозелёных, полувечнозелёных и листопадных деревьев и кустарников, распространённых преимущественно во влажных областях Евразии (на других континентах произрастают только около 30 видов, и их зимостойкость в основном хорошо известна). Несколько сотен видов рододендронов выращиваются как культурные декоративные растения. По зимостойкости эти виды делятся на две большие экологические группы. Первая и самая большая группа – в различной степени зимостойкие виды, выращиваемые в садах в условиях бореального и суббореального климата. Наиболее полные справочные сведения о 295 таких достаточно часто встречающихся в садах Европы и Северной Америки видах и их зимостойкости приводятся у Д. Каллена в его книге «Hardy Rhododendron Species. A Guide to Identification» (Cullen, 2005). Вторая группа – субтропические и тропические рододендроны, которые в условиях бореального и суббореального климата могут существовать исключительно в оранжереях. Культивируются 100–200 таких видов, наиболее полные справочные сведения о многих из которых приведены в книге Г. Аргента «Rhododendrons of subgenus Vireya» (Argent, 2015).

В настоящее время в России культивируются почти исключительно рододендроны открытого грунта, и количество культивируемых видов сравнительно невелико, что связано с недостаточностью опытных данных о зимостойкости разных видов рододендронов в местных условиях. Поэтому проведение соответствующих опытов должно проводиться с учётом сведений о зимостойкости в Западной Европе и Северной Америке, где многочисленные разные виды рододендронов введены в массовую садовую культуру, а их зимостойкость хорошо изучена.

Коллекция Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова насчитывает в настоящее время несколько десятков видов рододендронов, и в отношении некоторых из них, растущих в открытом грунте не менее 13 лет (возраст – около 15 лет), можно делать выводы об их зимостойкости. С учётом полученных опытных данных и данных из монографии Д. Каллена или других подобных литературных источников о зимостойкости культивируемых в России

видов можно, благодаря этим литературным источникам, содержащим также информацию о других видах, делать предположения о зимостойкости не культивируемых пока в России видов, и, впоследствии, список культивируемых в России видов может быть расширен. Ниже приводится список евроазиатских видов рододендронов, культивируемых в Ботаническом саду МГУ им. М.В. Ломоносова в открытом грунте не менее 13 лет. В список включены сведения о зимостойкости видов по Д. Каллену (Cullen, 2005), в градусах Цельсия (°C) и сведения об условиях перезимовки в Ботаническом саду МГУ им. М.В. Ломоносова в Москве.

R. albrechtii Maxim., листопадный, выдерживает температуру до -29(-23) °C, зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт ежегодно, но надёжное цветение возможно при условии занесения укрытия снегом; крупные кусты, возвышающиеся над уровнем снежного покрова, иногда не цветут.

R. augustinii Hemsl., вечнозелёный, выдерживает температуру до -23(-18) °C, отлично зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт ежегодно.

R. brachycarpum D.Don ex G.Don ssp. *fauriei* (Franch.) D.F.Chamb., вечнозелёный, выдерживает температуру до -23(-18) °C, на открытых солнцу местах зимует при условии применения зимнего укрытия, в защищенных местах – без укрытия, цветёт ежегодно.

R. camtschaticum Pall., листопадный, выдерживает температуру до -29(-23) °C, отлично перезимовывает, ежегодно обильно цветёт при условии применения зимнего укрытия.

R. dahuricum L. (Д. Каллен (Cullen, 2005) относит к этому виду также *R. ledebourii* Rojark., условия перезимовки обоих видов в Ботаническом саду МГУ им. М.В. Ломоносова одинаковые), полувечнозелёный, выдерживает температуру до -29(-23) °C, зимует без зимнего укрытия, но при условии умеренной притенки от солнца более высокими деревьями; цветение не ежегодное, вероятно, в связи с тем, что происходит слишком рано, в апреле–мае, из-за чего цветочные почки иногда повреждаются заморозками.

R. decorum Franch., вечнозелёный, выдерживает температуру до -18(-12) °C, зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт почти ежегодно.

R. fortunei Lindl. ssp. *discolor* (Franch.) D.F.Chamb., вечнозелёный, выдерживает температуру до -23(-18) °C, даже под зимним укрытием сильно обмерзает, надёжно цветёт только при условии перезимовки в оранжерее.

R. japonicum (Grey) Suringar, листопадный, выдерживает температуру до -29(-23) °C, в 2002–2003 гг. у всех растений этого вида, зимовавших без зимнего укрытия, большинство цветочных почек вымерзли, и растения затем почти не цвели; в связи с этим в настоящее время применяется зимнее укрытие; часть растений зимуют без укрытия и в некоторые годы цветут не так обильно, как те, которые зимуют под укрытием, или почти совсем не цветут; при условии применения зимнего укрытия цветут ежегодно и обильно.

R. luteum Sweet, листопадный, зимостойкость и условия перезимовки: см. *R. japonicum*.

R. metternichii Sieb. et Zucc., вечнозелёный, выдерживает температуру до -18(-12)°C, надёжно зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт ежегодно.

R. molle G.Don, листопадный, выдерживает температуру до -18(-12)°C, условия перезимовки: см. *R. japonicum*.

R. mucronulatum Turcz., полувечнозелёный, выдерживает температуру до -34(-29) °C, условия перезимовки: см. *R. dahuricum*.

R. oreotrophes W.W.Sm., вечнозелёный, выдерживает температуру до -23(-18) °C, зимует только при условии применения зимнего укрытия, занесённого снегом; несмотря на зимнее укрытие некоторые или многие однолетние побеги, листья и цветочные почки сильно обмерзают, тем не менее цветёт ежегодно.

R. russatum Balf.f. et Forrest, вечнозелёный, выдерживает температуру до -29(-23) °C, зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт ежегодно.

R. smirnovii Trautv., вечнозелёный, выдерживает температуру до -34(-29) °С, на открытых солнцу местах зимует при условии применения зимнего укрытия, в местах защищённых – без зимнего укрытия, цветёт ежегодно.

R. schlippenbachii Maxim., листопадный, выдерживает температуру до -34(-29) °С, на открытых солнцу местах зимует при условии применения зимнего укрытия; в местах защищённых зимует без зимнего укрытия, но в некоторые годы (редко) в результате отсутствия зимнего укрытия затем (после перезимовки) не цветёт.

R. wardii W.W.Sm., вечнозелёный, выдерживает температуру до -18(-12) °С, надёжно зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт почти ежегодно.

R. yakusiniatum Nakai, вечнозелёный, выдерживает температуру до -12(-7) °С, надёжно зимует при условии применения зимнего укрытия, цветёт ежегодно; вероятно, теплолюбивость (низкая зимостойкость) этого вида преувеличена.

Приведённая в списке рододендронов информация показывает, что данные по зимостойкости по Д. Каллену (Cullen, 2005) не всегда коррелируют с опытными данными, полученными в результате культивирования рододендронов в Ботаническом саду МГУ им. М.В. Ломоносова. Но это не удивляет: сам Д. Каллен (Cullen, 2005) указал в своей монографии, что у рододендронов зимостойкость разных особей одного вида может различаться в зависимости от того, например, на какой высоте над уровнем моря был собран исходный материал. Кроме того, может возникать путаница из-за размещения растений в саду. На открытых солнцу местах листья, побеги, и цветочные почки у рододендронов часто выгорают, так как из замороженных в зимнее время корней вода в наземные органы не поступает. В результате при отсутствии зимнего укрытия – в нашем ботаническом саду производится зимнее укрытие белым нетканым материалом (агроспан, лутрасил, спанбонд и т. п.) – данные по зимостойкости искажаются. К такому же результату часто приводит нарушение технологии применения зимнего укрытия: если его в конце зимы в достаточной мере не надорвать (не сделать в нём сверху крупные отверстия), то под ним, нагреваемым солнцем в ясную погоду, будет накапливаться тёплый воздух, и рододендроны – их наземные части – могут сопреть.

Исходя из полученных данных, можно сделать предположение, что в открытом грунте в Москве полностью зимостойкими и зимующими без укрытия в защищённых от солнца местах являются рододендроны из списка Д. Каллена (Cullen, 2005), выдерживающие понижения температуры в диапазоне -34(-29) °С и ниже. Это 39 видов, из которых 29 видов – евроазиатские. Зимнее укрытие этих видов всё же необходимо для защиты от иссушающего солнца (на открытых солнцу местах). Относительно зимостойкими в открытом грунте в Москве, а именно нуждающимися в обязательном применении зимнего укрытия независимо от размещения в саду (открытость мест посадки к солнцу), являются, вероятно, рододендроны из списка Д. Каллена (Cullen, 2005), выдерживающие понижения температуры в пределах от -29(-23) °С до -12(-7) °С. Это ещё 206 видов, из которых 198 – евроазиатские. Без зимнего укрытия даже в защищённых от солнца местах возможны повреждения у этих видов, обычно незначительные. Для трёх из этих видов – *R. albrechtii*, *R. fortunei* ssp. *discolor* и *R. oreotrephes* – зимостойкость, предполагающая содержание в зимнее время в открытом грунте в Москве без повреждений, нашими опытами не подтвердилась.

Литература

- Cullen J. Hardy Rhododendron Species. A Guide to Identification. Portland. 2005. 496 p.
Argent G. Rhododendrons of subgenus Vireya. Edinburgh. 2015. 464 p.
-

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛУПАНОВЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ В МИЦЕЛИИ *Inonotus rheades* (Pers.) Bondartsev & Singer ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА

Т. Г. Горностай,¹ Д. Н. Оленников,² Ю. Б. Захаров,³ Г. Б. Боровский¹

¹ Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, t.g.gornostay@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия, olennikovdn@mail.ru

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетик им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия, contain@mail.ru

TRANSFORMATION OF LUPANE TRITERPHENOIDES IN THE *Inonotus rheades* (Pers.) Bondartsev & Singer MILITARY UNDER THE ACTION OF LIGHT

T. G. Gornostay,¹ D. N. Olennikov,² Yu. B. Zakharov³ & G. B. Borovskii¹

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

² Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

³ L.A. Melentiev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The influence of the light regime on the character of the accumulation of triterpene compounds in the mycelium of *Inonotus rheades* was studied by the MK-HPLC-UV method. Under conditions of illumination with red, yellow and green light, dominance of betulinic acid with a content of 2.69, 4.84 and 2.53 mg/g, respectively, was observed. Under the action of the blue part of the spectrum, the mycelium accumulated betulin. The transformation and regulation of the synthesis of lupane terpenoids under the influence of light of a certain wavelength during the cultivation of the mycelium *I. rheades* is shown.

Свет как один из основных экологических факторов оказывает непосредственное влияние на жизнедеятельность грибного организма: морфологию развития, физиологию, метаболизм (Tisch, Schmoll, 2010). Ранее нами с применением масс-спектрометрии и ЯМР спектроскопии в мицелии *I. rheades*, выращенном на древесных блоках березы *Betula pendula* Roth (*Betulaceae*), были идентифицированы три стерола – инотодиол, ланостерол, эргостерол пероксид, а также лупановые тритерпеноиды, в том числе лупеол, бетулин, бетулиновая кислота, бетулон, бетулоновый альдегид, бетулоновая кислота и бетулиновый альдегид (Olennikov et al., 2017).

Учитывая важное влияние света на биохимические процессы грибного организма, нами было изучено влияние светового режима на характер накопления тритерпеновых соединений в мицелии *I. rheades*. Хроматографический анализ (МК-ВЭЖХ-УФ) гексановых фракций из мицелия *I. rheades* показал, что длина волны света оказывала влияние на состав тритерпеноидов. При выращивании мицелия в условиях освещения красным, желтым и зеленым светом наблюдалось доминирование бетулиновой кислоты с содержанием 2.69, 4.84 и 2.53 мг/г, соответственно. Под действием синей части спектра мицелий накапливал бетулин. Известно, что бетулин является основным тритерпеноидом *Betula pendula*, используемой в качестве субстрата, поэтому можно предположить, что мицелий *I. rheades* при облучении светом определенной длины волны способен к трансформации данного соединения в бетулиновую кислоту. Ранее подобное явление было показано для культур клеток *Armillaria luteovirens* (Alb. & Schwein.) Sacc. (Physalacriaceae) (Liu et al., 2011) и *Cunninghamella blakesleeana* Lendn. (Cunninghamellaceae) (Feng et al., 2013).

В результате исследования влияния интенсивности синего света на процесс накопления тритерпеноидов было установлено, что повышение мощности светового потока от 6.44 Вт/м² до 12.88–25.76 Вт/м² способствовало повышению концентрации тритерпеноидов в мицелии от 2.80 до 6.15–6.19 мг/г, в том числе бетулина от 1.57 до 4.85–4.87 мг/г. Дальнейшее повышение интенсивности света не приводило к значительным изменениям в концентрации тритерпеноидов.

Полученные сведения о компонентном составе лупановых тритерпеноидов *I. rheades* позволяют нам сделать выводы о том, что источником данных соединений в мицелии является субстрат – древесина *B. pendula*. Для самого субстрата характерно накопление окислен-

ной формы лупеола – бетулина, который транспортируется в мицелий *I. rheades* в процессе роста организма, подвергаясь в результате некоторым химическим изменениям. В частности было показано, что под влиянием желтой части светового потока наблюдался сдвиг химического профиля тритерпеноидов в сторону окисленных форм бетулина, каковой является бетулиновая кислота, образующаяся в результате каскада реакций окисления / восстановления. Обнаружение промежуточных продуктов данного процесса (бетуллона, бетулонового альдегида, бетулоновой кислоты, бетулинового альдегида) подтверждало данный факт. Синий свет высокой интенсивности препятствовал реакциям окисления, сохраняя бетулин в нативном состоянии, переводя его в восстановленную форму – лупеол. Предполагаемая схема трансформации лупановых тритерпеноидов в мицелии *I. rheades* показана на рисунке.

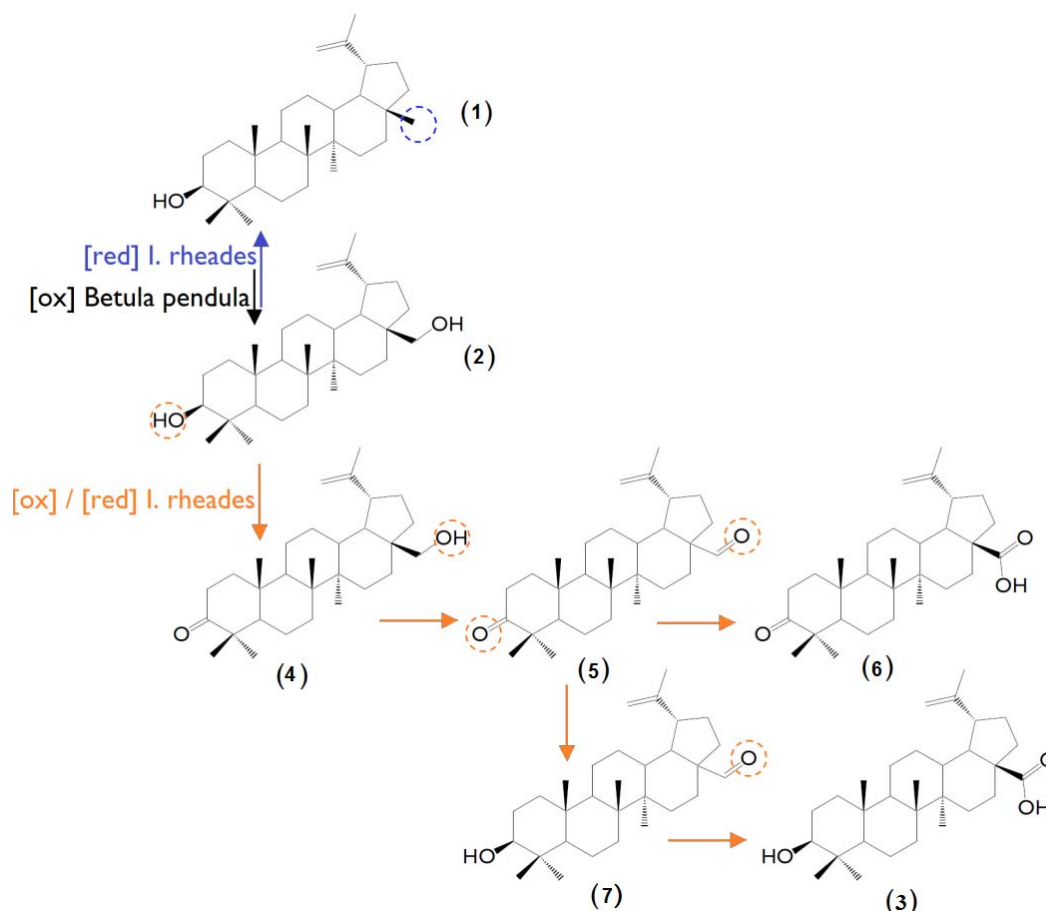


Рис. Возможные пути биотрансформации лупановых тритерпеноидов в мицелии *Inonotus rheades*. Цифрами обозначены соединения: 1 – лупеол, 2 – бетулин, 3 – бетулиновая кислота, 4 – бетуллон, 5 – бетулоновый альдегид, 6 – бетулоновая кислота, 7 – бетулиновый альдегид.

Таким образом, возможна трансформации и регуляция синтеза лупановых терпеноидов под действием света определенной длины волны при культивировании мицелия *I. rheades*.

Литература

- Tisch D., Schmoll M. Light regulation of metabolic pathways in fungi // Appl. Microbiol. Biot. 2010. Vol. 85. No. 5. P. 1259–1277.
- Oleznikov D.N., Gornostay T.G., Penzina T.A., Borovskii G.B. Lupane triterpenoids and sterols from *Inonotus rheades* mycelium and its antiglycosidase activity // Chem. Nat. Comp. 2017. Vol. 53. No. 4. P. 841–842.
- Liu J., Fu M.L., Q.H. Chen Biotransformation optimization of betulin into betulinic acid production catalysed by cultured *Armillaria luteo-virens* Sacc ZJUQH100-6 cells // J. Appl. Microbiol. 2011. Vol. 110. No. 1. P. 90–97.
- Feng Y., Li M., Liu J., Xu T.Y., Fang R.S., Chen Q.H., He G.Q. A novel one-step microbial transformation of betulin to betulinic acid catalysed by *Cunninghamella blakesleeana* // Food Chem. 2013. Vol. 136. No. 1. P. 73–79.

ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА Fabaceae Lindl. В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СИБИРИ

Е. В. Жмудь, О. В. Дорогина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия, elenazhmu@ngs.ru

ECOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE SPECIES Fabaceae Lindl. IN THE MOUNTAINS OF SOUTHERN SIBERIA

E. V. Zhmud & O. V. Dorogina

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Summary. Morphology in four forest-steppe species of Fabaceae Lindl.: in the mountains of Southern Siberia was studied. 24 local populations (LP) of the *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (at altitudes of 300–2100 meters above sea level), 33 LP of the *Astragalus austrosibiricus* Schischkin (180–2200 m above sea level) and 17 LP of the *A. mongholicus* Bunge sensu lato at altitudes of 460–2100 m, were investigated. Individuals of the 9 LP of the alpine endemic South-Siberian *H. austrosibiricum* B.Fedtsch. in the altitude range 1200–2300 m were studied for comparison. As a result, it was revealed, that the main parameters of phytomeric structures are retained in the individuals with the shortened basal internodes *Hedysarum gmelinii*, only shortening of length of their flowering shoots is noted in the high mountains. The parameters of the length of generative shoots, leaflets, the number of metamers, inflorescences and leaves, the proportion of generative shoots in a plants *Astragalus austrosibiricus* with shortened basal internodes, decreases in the highlands. In the species *A. mongholicus* and *Hedysarum austrosibiricum*, wich characterised elongated internodes of the stems, there is a reduction of some parameters in the highlands. But at the same time there is an increase in the diameter of the caudex and the number of shoots: generative for *H. austrosibiricum*, vegetative for *Astragalus mongholicus*. This is a compensates for the decrease in the photosynthetic surface, which occurs as a result of the shortening of leaflets in the highlands.

Известно, что в условиях высокогорий отмечается большое структурное и функциональное разнообразие растений. «Анализ адаптационных процессов, происходящих на разных уровнях организации растений, позволяет понять многие общие закономерности эволюции» (Sultan, 2005). Вертикальный градиент климатических условий в горах Южной Сибири – это уникальная природная модель для исследования эколого-морфологических особенностей растений на сравнительно небольшой по площади территории, для которой характерен короткий вегетационный период и, в среднем, намного более низкие температуры воздуха, чем во время вегетационного периода в средних широтах (Поликарпов и др., 1986; Миркин, Наумова, 2011). Известно, что с увеличением абсолютной высоты произрастания, у некоторых видов растений в горах Альп уменьшается удельная листовая поверхность (Larcher et al., 2010). В экстремальных условиях растения формируют такой минимум генеративных органов, который они могут обеспечить необходимыми веществами для созревания семян. При этом уменьшается высота растений, размеры вегетативных и генеративных органов (цветков, плодов, семян), число метамеров побега, заложившихся листьев, цветков в соцветиях, число замещающих побегов; в 2–4 раза сокращается длина междоузлий (Лархер, 1978). Вместе с тем, эколого-морфологические особенности растений разных таксономических групп, принадлежащих к определенным жизненным формам, до сих пор не изучены.

Цель работы – сравнить изменения габитуса особей разных жизненных форм (полурозеточной и длиннопобеговой) у четырех видов семейства Fabaceae Lindl. при увеличении абсолютной высоты произрастания особей в горах Южной Сибири. На остепненных лугах в 2001–2013 гг. исследована изменчивость 15 метрических и аллометрических биометрических признаков у особей трех модельных лесостепных видов с широким высотным диапазоном. Это представители 24 ценопопуляций (ЦП) копеечника гмелина (*Hedysarum gmelinii* Ledeb.), 33 ЦП астрагала южносибирского (*Astragalus austrosibiricus* Schischkin) и 17 ЦП астрагала монгольского (*A. mongholicus* Bunge sensu lato). Для сравнения изучены 9 ЦП высокогорного эндемика копеечника южносибирского (*Hedysarum austrosibiricum* B.Fedtsch.). Таким образом, эколого-морфологические особенности в различных эколого-географических условиях изучены в выборках из природных ЦП, состоящих, в среднем, из 10–15 растений в средневозрастном генеративном онтогенетическом состоянии в фазе цветения–начала пло-

доношения у двух видов растений рода *Astragalus* (около 480 особей) и у двух видов рода *Hedysarum* (около 600 особей).

Изученные виды относятся к травянистым поликарпическим каудексообразующим моноцентрическим стержнекорневым растениям с монокарпическими генеративными побегами. *H. gmelinii* и *Astragalus austrosibiricus* характеризуются полурозеточной жизненной формой, а *Hedysarum austrosibiricum* и *Astragalus mongholicus* – длиннопобеговой. Оценка пластичности средних значений количественных признаков по отношению к фактору абсолютной высоты основана на анализе коэффициента регрессии (R^2), вычисленного с использованием пакета программ STATISTICA 6.0. Этот показатель находится в пределах от 0 до 1 и измеряет качество построенной регрессии. Для изучаемых выборок коэффициенты регрессии считаем достоверными, а признаки – пластичными, при значениях $R^2 \geq 0.1$. Градации фактора – 100 ± 50 м над ур. моря. В результате проведенных исследований у каждого из четырех изученных видов выявлен комплекс пластичных морфологических признаков, средние значения которых достоверно изменяются при увеличении абсолютной высоты произрастания особей, что позволяет растениям приспосабливаться к условиям высокогорий (табл.).

Таблица. Коэффициенты регрессии средних значений морфологических признаков (R^2) у представителей *Hedysarum gmelinii*, *H. austrosibiricum*, *Astragalus mongholicus* и *A. austrosibiricus*

Признак	<i>H. gmelinii</i>	<i>H. austrosibiricum</i>	<i>A. austrosibiricus</i>	<i>A. mongholicus</i>
Длина побега, см	0.25	0.05	0.25	0.19
Диаметр каудекса, см	–	0.21	–	0.19
Длина листочка, см	0.08	0.20	0.14	0.11
Ширина листочка, см	0.03	0.11	0.08	0.04
Длина соцветия, см	0.06	0.06	–	0.04
Ширина соцветия, см	–	0.02	0.04	–
Число: метамеров, шт.	0.02	0.06	0.24	0.22
порядков ветвления, шт.	–	0.02	0.04	–
боковых побегов, шт.	–	–	0.03	0.02
листьев, шт.	0.05	–	0.21	0.08
побегов вегетативных, шт.	0.07	0.08	0.08	0.31
побегов генеративных, шт.	–	0.14	0.08	0.09
соцветий на побеге, шт.	0.01	0.13	0.21	0.10
цветков в соцветии	0.05	0.06	0.03	–
Соотношение побегов	0.03	–	0.18	–
Пластичных побегов	1	5	6	6

Примечание к таблице. «–» – отсутствие регрессии; **полужирным шрифтом** выделены коэффициенты, отражающие наличие достоверной регрессии.

Эколого-морфологические особенности *Hedysarum gmelinii* изучены в более чем у 300 особей в Республике Алтай (РА) и Республике Хакасия (РХ) на высотах 300–2100 м над ур. моря. В условиях высокогорий у растений *H. gmelinii* сохраняется число и размер основных фитомерных структур годичного побега – листьев, соцветий и побегов обогащения. В этих условиях у особей выявлено только уменьшение длины генеративных побегов. Данное приспособление растений к высокогорным условиям обусловлено неполной реализацией меристематического потенциала метамеров и торможением их интеркалярного роста.

H. austrosibiricum изучен на абсолютных высотах 1200–2300 м над ур. моря в РА и РХ (около 120 особей из 9 природных ЦП). По данным регрессионного анализа, в высокогорьях у этого эндемичного вида уменьшается размер (длина и ширина) листочков (в 1.4 раза) и число соцветий (в 2 раза). При этом выявлено возрастание общего числа побегов ($R^2 = 0.17$), в том числе генеративных (в 2 раза), увеличение диаметра каудекса в 1.4 раза.

Astragalus austrosibiricus в естественных условиях изучен на высотах 180–2200 м над ур. моря в РА, Иркутской области (ИО) и Республике Бурятия (РБ) (более 300 особей). По

данным регрессионного анализа, у растений этого вида в высокогорьях наблюдается сокращение шести параметров метамерных структур годовых побегов. Миниатюризация особей проявляется в укорачивании побегов и листочков. Уменьшение длины побегов происходит вследствие уменьшения числа метамеров (в 2.8 раза) и других сопряженных метамерных структур – листьев (в 1.7 раз) и соцветий (в 2.1 раза). Соотношение числа генеративных и вегетативных побегов у особей на небольшой абсолютной высоте (до 600 м над ур. моря) составляет от 2.7 ± 1.2 до 13.9 ± 4.2 . В высокогорьях этот показатель достоверно уменьшается, составляя, в среднем, 0.5 ± 0.1 – 3.7 ± 0.2 ($P = 0.95$).

A. mongholicus изучен в выборках из 17 ЦП (около 180 особей) из РА, РБ, ИО и Забайкальского края (ЗК) на высотах 460–2100 м над ур. моря. При увеличении абсолютной высоты произрастания у особей *A. mongholicus* наблюдается укорочение побегов (в 2 раза), листочков (в 1.5 раза), сокращение числа метамеров (в 1.4 раза) и соцветий (в 1.5 раза). Помимо сокращения числа и размеров некоторых показателей, в высокогорьях у особей вида отмечено достоверное увеличение числа побегов в растениях ($R^2 = 0.21$), диаметра каудекса (в 1.7 раза), и числа вегетативных побегов, в среднем, в 5 раз.

Таким образом, выявлено, что особи полурозеточного вида *Hedysarum gmelinii* способны сохранять основные параметры фитомерных структур независимо от абсолютной высоты их произрастания, так как у них отмечено уменьшение только длины осевых генеративных побегов. В большей степени при увеличении абсолютной высоты произрастания уменьшаются некоторые параметры генеративных побегов у другого полурозеточного вида – *Astragalus austrosibiricus*. Его особи в высокогорьях приобретают карликовость за счет пластичности сопряженных морфологических структур побега – уменьшения длины побегов и листочков, числа метамеров, соцветий и листьев. В этих условиях у растений вида отмечено также уменьшение доли генеративных побегов. У длинопобеговых видов *A. mongholicus* и *Hedysarum austrosibiricum* в высокогорьях отмечено торможение дифференциации генеративных органов побегов, что выражается в сокращении числа соцветий. У этих видов в этих условиях обнаружено увеличение диаметра каудекса, которое сопровождается возрастанием числа побегов: генеративных – у *H. austrosibiricum*, вегетативных – у *Astragalus mongholicus*. Развитие большего числа побегов у особей этой жизненной формы служит компенсацией снижения фотосинтезирующей поверхности, происходящего вследствие укорочения листочков в условиях высокогорий (Жмудь, Дорогина, 2015).

У изученных видов, кроме *Hedysarum gmelinii*, в высокогорьях выявлено сокращение числа соцветий на годовых побегах.

Литература

- Жмудь Е.В., Дорогина О.В. Экологическая пластичность *Astragalus mongholicus* (Fabaceae) в горах Южной Сибири // Сиб. экол. журн. 2015. № 3. С. 431–438.
- Лархер В. Экология растений. М. 1978. 378 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Часть 1: Экология видов и популяций: Учебник. Уфа. 2011. 206 с.
- Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск. 1986. 224 с.
- Larcher W., Kainmuller C., Wagner J. Survival types of high mountain plants under extreme temperatures // Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2010. Vol. 205. No. 1. P. 3–18.
- Sultan S.E. An emerging focus on plant ecological development // New Phytologist. 2005. Vol. 166. No. 1. P. 1–5.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЭМИССИЙ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ И ЕЕ ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СОСТАВ В ХВОЕ *Pinus sylvestris* L.

O. V. Kalugina

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, olignat32@inbox.ru

THE EFFECT OF TECHNOGENIC EMISSIONS ON PEROXIDASE ACTIVITY AND ITS ISOENZYME COMPOSITION IN NEEDLES OF *Pinus sylvestris* L.

O. V. Kalugina

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia, olignat32@inbox.ru

Summary. A significant increase in the activity of peroxidase in needles of Scots pine has been shown in areas polluted by emissions from aluminum smelters. A high variability in the spectrum of isoperoxidases has been established. Molecular forms of peroxidase involved in growth processes, as well as performing a more protective function, have been noted.

В последние десятилетия одним из приоритетных антропогенных факторов, определяющих состояние лесов во многих промышленно развитых регионах страны, служит техногенное загрязнение. В условиях нерегулируемого привноса элементов-загрязнителей изменяется питательный статус древесных растений, нарушаются многие метаболические процессы. При этом наиболее опасно развитие окислительного стресса у деревьев, при котором внутри клеток образуется большое количество активных форм кислорода (АФК) с высокой окислительной способностью – свободных радикалов, нарушающих мембранные комплексы клетки, транспорт веществ и другие внутриклеточные реакции и ингибирующих ростовую активность (Чупахина и др., 2012). Важнейшим механизмом регулирования устойчивости растений к воздействию техногенных выбросов является активация биохимической системы антиоксидантной защиты (АОС), включающая набор низкомолекулярных соединений и ферменты (Чупахина и др., 2012).

Важнейшим звеном ферментативной системы защиты растительного организма является пероксидаза. Она одной из первых активизируется и участвует в нейтрализации АФК, обеспечивая, тем самым, нормальное течение окислительных процессов. Помимо этого, данный фермент играет важную роль в дыхании растений, регуляции ростовых процессов, синтезе лигнина. Полифункциональностью пероксидазы определяется актуальность ее исследования, особенно при выявлении защитных механизмов растений в ответ на воздействие техногенных выбросов (Андреева, 1988).

Исследования проводились на пробных площадях (ПП) заложенных на разном удалении от Братского (БрАЗ) и Иркутского (ИркАЗ) алюминиевых заводов, в направлении преобладающих ветров. Основная часть производства обоих заводов работает по технологии Содерберга с использованием самообжигающихся непрерывных анодов верхнего токоподвода, однако по мощности эти заводы отличаются. В современный период мощность БрАЗа составляет 1 млн. тонн алюминия, что в 2.5 раза больше мощности ИркАЗа. Кроме того, исследовались фоновые территории, удаленные от промышленных предприятий более чем на 60 км в направлениях, не подпадающих под основной перенос выбросов.

Анализировалась хвоя второго года жизни как наиболее физиологически активная. Активность гваякол-зависимой пероксидазы определяли на спектрофотометре Spesord (Германия) по интенсивности окраски в реакционной смеси состава: 0.1 М цитратно-фосфатный буфер (pH 5.5), 0,3 % перекись водорода, 0.05 % гваякол и проба (Граскова и др., 2004). Определение изоформ пероксидазы в хвое осуществляли с помощью нативного электрофореза в полиакриламидном геле (Побежимова и др., 2004). Для выявления ферментативной активности в ПААГ использовали диаминобензидиновый метод в модификации З. Лойда с соавт. (1982).

Результаты показали значительное возрастание активности гваякол-зависимой пероксидазы в хвое деревьев сосны на территориях, загрязняемых выбросами алюминиевых заводов (рисунок). Максимальные значения активности фермента, превышающие фоновые пока-

затели в 22 раза, обнаруживаются вблизи БрАЗа. По мере удаления от завода активность фермента снижается, однако остается выше фоновой в 7–16 раз. На территории, загрязняемой выбросами ИркАЗа, активность пероксидазы возрастает в меньшей степени, вблизи заводы в 17 раз, на удалении 10–20 км в 7 и 3 раза соответственно.

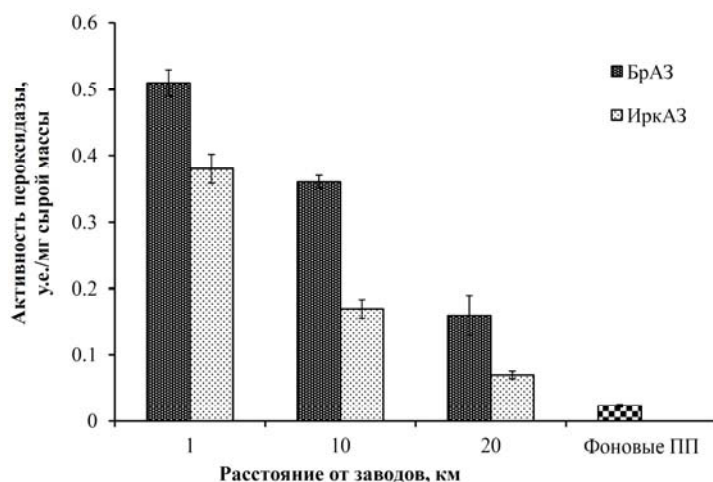


Рис. Активность пероксидазы в хвое сосны обыкновенной на фоновых и загрязняемых территориях.

Пероксидаза довольно чувствительна к воздействию загрязняющих веществ, и возрастание ее активности может свидетельствовать об активации защитных реакций организма в стрессовых условиях, даже задолго до появления у растений видимых повреждений. Кроме того, высокая активность фермента может свидетельствовать об ускорении процессов старения при длительном воздействии аэропромвыбросов (Шебалова, 2007). Нами обнаружено, что вблизи алюминиевых заводов продолжительность жизни хвои сосны составляет всего 2 г., реже 3 г., в то время как на фоновых территориях она равна 5–7 лет.

Разнообразие выполняемых функций и активная реакция пероксидазы в ответ на стрессовые воздействия обуславливаются наличием широкого спектра молекулярных форм фермента – изоформ (Андреева, 1988). Гетерогенность состава пероксидаз – это результат изменений аминокислотного состава белковой части молекулы фермента, состава сахаров углеводной части или агрегации низкомолекулярных форм. Как известно, спектры пероксидазы состоят из низко-, средне- и высокоподвижных фракций (Садвакасова, Кунаева, 1987). Набор изоформ фермента характеризуется высокой лабильностью, что позволяет использовать его в качестве адекватного показателя физиологического состояния растений (Савич, Перуанский, 1990).

Полученные нами результаты свидетельствуют о высокой изменчивости спектра пероксидазы в хвое сосны обыкновенной, подвергающейся воздействию эмиссий алюминиевых предприятий (таблица). На фоновых территориях выявлено две белковые формы со средней подвижностью (R_f 0.56 и 0.68). При воздействии техногенных выбросов увеличивается количество изоформ в зоне средней подвижности (R_f 0.42, 0.46, 0.52, 0.58 и 0.64) и появляются фракции фермента в зоне высокой подвижности (R_f 0.73, 0.76 и 0.81). Максимальное число изоформ фермента характерно для хвои сосны, произрастающей вблизи БрАЗа. При этом стабильной является только одна изоформа с R_f 0.56.

Изоформы различаются по оптимальным условиям, необходимым для проявления их каталитической активности (Садвакасова, Кунаева, 1987). Разные условия произрастания и воздействие негативных факторов способствуют проявлению активности различных изоформ пероксидазы. Вероятно, изоформы с R_f 0.56 и 0.68, выявленные у фоновых древостоев, участвуют в процессах роста растения, другие формы пероксидазы, появляющиеся при воздействии промышленных эмиссий, выполняют в большей степени защитную роль. Следует отметить, что изоформа с R_f 0.42, выявленная вблизи БрАЗа, проявляет свою активность только в условиях самого сильного загрязнения.

Таблица. Выявленные изоформы пероксидазы в хвое сосны обыкновенной на загрязняемых и фоновых территориях

Относительная электрофоретическая подвижность фракций (Rf)	При воздействии выбросов БрАЗа			При воздействии выбросов ИркАЗа			Фоновые территории
	1 км	10 км	20 км	1 км	10 км	20 км	
0.42	+	–	–	–	–	–	–
0.46	+	+	–	–	–	–	–
0.52	+	+	+	–	–	+	–
0.56	+	+	+	+	+	+	+
0.58	+	+	–	–	–	+	–
0.64	+	+	+	–	–	–	–
0.68	–	+	–	–	–	–	+
0.73	+	+	+	+	+	–	–
0.76	+	+	+	+	+	–	–
0.81	+	+	–	+	+	–	–

Примечание к таблице «+» – изоформа выявлена, «–» – изоформа отсутствует.

Литература

- Андреева В.А. Фермент пероксидаза: участие в защитном механизме растений. М. 1988. 128 с.
Граскова И.А., Боровский Г.Б., Колесниченко А.В. Пероксидаза как компонент сигнальной системы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили // Физиология растений. 2004. Т. 51. № 5. С. 692–697.
Лойда З., Госсрау Р., Шиблер Т. Гистохимия ферментов. М. 1982. 279 с.
Побежимова Т.П., Колесниченко А.В., Грабельных О.И. Методы изучения митохондрий растений. Полярография и электрофорез. М. 2004. 98 с.
Савич И.М., Перуанский Ю.В. Биохимическое обеспечение диагностики крисутойчивости зерновых // Физиология и биохимия культурных растений. 1990. Т. 22. №1. С. 13–19.
Садвакасова Г.Г., Кунаева Р.М. Некоторые физико-химические и биологические свойства пероксидазы растений // Физиология и биохимия культурных растений. 1987. Т. 19. № 2. С. 107–119.
Шебалова Н.М. Влияние техногенных загрязнений на активность пероксидазы ассимиляционных органов сосны // Изв. Санкт-Петербургского лесотехн. академии. 2007. № 180. С. 296–303.
Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Бессережнова М.И. Реакция пигментной и антиоксидантной систем растений на загрязнение окружающей среды г. Калининграда выбросами автотранспорта // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2012. № 2 (18). С. 171–185.

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЕЛИ ДЛЯ НАРАСТАНИЯ СТВОЛОВОЙ МАССЫ В ПРИРОДНО-ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ

Е. В. Матюшевская

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, katerina.vm@icloud.com

THE PRODUCTION POTENTIAL OF SPRUCE FOR THE GROWTH OF STEM PRODUCTIVITY IN THE NATURAL-ZONAL CONDITIONS ON THE TERRITORY OF BELARUS IN THE CHANGING CLIMATE

K. V. Matsiusheuskaya

Belarusian State University, Minsk, Belarus

Summary. Spruce (*Picea abies* L.) in the natural-zonal conditions on the territory of Belarus realizes its production potential in the maximum individual tree-ring growth, regardless of the variability of climatic conditions in the age-dependent asynchronous year-round dynamics except for extremely frost-less snowy winters. This ensures its stability in unstable climatic conditions with optimal use of environment resources.

Среди экологических проблем современности возникла потенциальная возможность снижения устойчивости биосферы при изменяющихся климатических условиях, имеющая пространственное содержание. Состояние лесов умеренного климатического пояса служит симптомом современных изменений в биосфере. Динамические процессы в лесах Беларуси могут отражать ситуацию с деградацией и отмиранием лесов в Северном полушарии в целом.

Получение новых данных о состоянии лесов на региональном уровне следует рассматривать как крайне необходимый этап в изучении динамических процессов в них. Выявление всех факторов, причастных к усыханию, и получение новых данных есть основа для познания этого феномена. Географическое положение Беларуси в лесной зоне умеренного климатического пояса предоставляет возможность организации и проведения дендроиндикационных исследований, результаты которых будут способствовать расширению знаний о сущности временной и пространственной изменчивости природной среды и пониманию участия антропогенных факторов в ее динамике. Исследование выполнялось на локальной платообразной возвышенности с покровными лессовидными суглинками в пределах Белорусской гряды. Влияние антропогенных факторов (техногенного загрязнения и осушительной мелиорации) исключено. Типы леса – ельник мшистый и ельник кисличный. Древостой – бонитета I^a.

Образцы древесины ели у 64 деревьев отобраны в 2015 г. возрастным буровом на высоте 1.3 м, после измерения ширины годичных колец объединены в возрастные серии (группы): 75 лет (20 деревьев), 85 лет (14 деревьев) и 105 лет (15 деревьев). Привлечена также дендрометрическая информация по 90-летнему сухостою (образцы древесины отобраны после его усыхания в 2002 г., 15 деревьев). Причиной усыхания ели послужили аномальные морозы декабря 2002 г. (среднемесячная температура -9.4 °С, в отдельные сутки температура опускалась до -37.5 °С).

Согласно рабочей гипотезе, для выполнения исследования было принято, что продукционный потенциал ели для нарастания стволовой массы в условиях изменяющегося климата определяется наиболее высокими значениями радиального прироста отдельного («главного») дерева по сравнению с другими в одновозрастной группе (серии). Поэтому наша задача заключалась в выявлении этого показателя в годичной привязке как потенциала нарастания стволовой массы. В остальные годы значения радиального прироста не должны были превышать его наибольших значений по данной возрастной серии. Также определялся годичный максимальный индивидуальный (по одному дереву) радиальный прирост за время роста и развития насаждения и его значение по серии в сравнении со средним (табл.). По этому методическому приему вычислялся и минимальный индивидуальный радиальный прирост.

Таблица 1. Определение индивидуального (выделен полужирным прямым шрифтом) и сериального (выделен полужирным курсивом) максимального радиального прироста деревьев (в мм)

Год	№ дерева										Максимальный	Средний
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2014	1.5	1.3	1.2	1.5	1.1	1.9	1.4	2.0	1.7	0.9	2.0	1.4
2013	2.0	2.1	2.7	1.6	2.7	1.8	3.1	3.6	2.3	1.7	3.6	2.4
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2004	3.4	6.0	3.7	1.5	5.5	2.7	3.9	3.2	3.7	1.8	6.0	3.5
2003	2.7	4.4	3.4	1.2	1.5	3.5	1.6	1.0	2.2	2.6	4.4	2.4
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1995	5.5	4.6	4.5	3.4	4.1	3.8	2.5	5.6	2.7	2.5	5.6	3.9
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1983	7.2	7.4	5.0	6.2	4.3	2.8	4.1	5.1	3.5	3.0	7.4	4.9
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1968	7.8	6.2	2.6	5.0	4.9	6.1	3.3	3.4	5.0	6.8	7.8	5.1
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1959	8.2	5.4	3.5	5.0	5.1	4.4	3.2	4.5	3.8	5.6	8.2	4.9
1958	5.9	6.0	3.5	5.5	5.1	3.7	4.2	4.4	5.5	5.9	6.0	5.0
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
1957	4.1	6.2	3.9	4.0	3.2	3.6	4.6	5.5	6.4	3.2	6.4	4.6
1956	4.4	11.0	9.5	3.7	3.7	5.0	5.1	3.2	2.8	3.9	11.0	5.2
1955	4.3	8.0	4.5	3.9	4.0	2.8	1.6	4.3	2.8	2.6	8.0	3.9
...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Максимальный	8.2	11.0	9.5	6.2	5.5	6.1	5.8	5.6	6.4	6.8	–	–

Временной анализ изменчивости максимального индивидуального радиального прироста, отражающего биопродукционный потенциал ели при разных климатических условиях, выполнен до 1998 г. – времени со сравнительно однородными климатическими условиями, и после этого года, когда наступило заметно выраженное потепление. В многолетнем ходе изменчивости прироста ели в природно-зональных условиях максимальные индивидуальные (одного дерева) значения не приурочены к определенному одному году с оптимальными параметрами погодно-климатических условий, а проявляются в течение всей жизни роста и развития насаждения (рис.). Ель реализовывала свой биопродукционный потенциал в радиальном приросте независимо от изменчивости погодно-климатических условий до и после 1998 г.

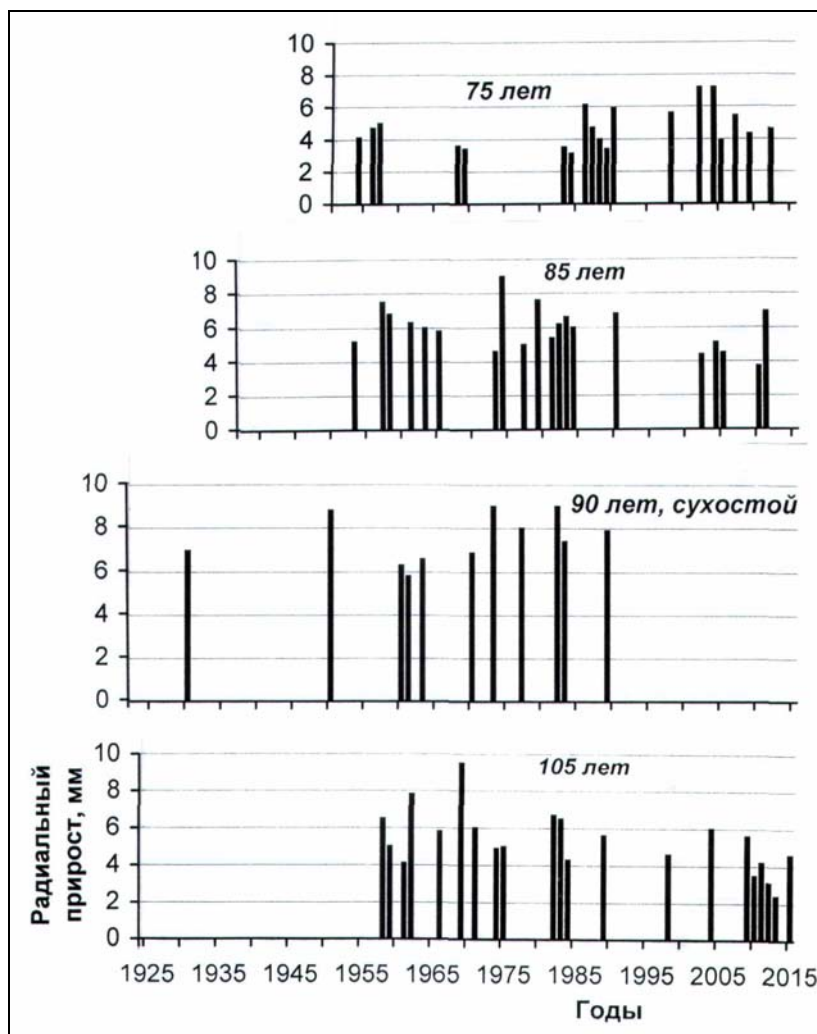


Рис. Многолетний ход изменчивости внутрисериального максимального индивидуального прироста ели в природно-зональных условиях на территории Беларуси.

Ход изменчивости минимального сериального радиального прироста у исследованных календарных возрастов ели оказался разнообразным, как и у максимального. Его текущие значения указали на то, что временные отрезки угнетения и процветания у календарных возрастов насаждения не только не совпадают, но и различаются погодично.

Многолетний ход изменчивости минимального индивидуального радиального прироста указывает на то, что угнетение дерева может происходить при любых метеорологических условиях – как при обильном увлажнении, так и при недоборе осадков, как в относительно холодные, так и теплые годы. По всей видимости, присутствие деревьев с максимальным и минимальным индивидуальным радиальным приростом в разные календарные сроки в лесном насаждении (ценопопуляции) есть следствие внутривидовой конкуренции. Разные календар-

ные сроки угнетения деревьев объясняют появление рассеянного сухостоя, который постоянно присутствует у ельников. Совместное одновременное угнетение деревьев в конкретный год, как, например, в холодные 1956 и 2000 гг., порождает групповой сухостой. Конечный итог роста и развития насаждения ели под контролем внутривидовой конкуренции и под воздействием внешних лимитирующих факторов – массовое отмирание древостоя.

СЕМЕЙСТВА ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕСЯ ПОВЫШЕННОЙ ВСТРЕЧАЕМОСТЬЮ ВИДОВ, ПРИМЕНЯВШИХСЯ ПРИ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЯХ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

П. Л. Попов

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

PLANT FAMILIES, CHARACTERIZED BY THE IMPROVED ATTACHMENT OF SPECIES USED FOR VIRAL DISEASES OF HUMAN AND ANIMALS

P. L. Popov

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The 15 families from division Magnoliophyta have reliably increased occurrence of species used at least against one group of viral diseases. Ranunculaceae (measles, smallpox), Fumariaceae (jaundice), Euphorbiaceae (rabies, warts), Tamaricaceae (jaundice), Malvaceae (respiratory infection), Dipsacaceae (respiratory infection), Sambucaceae (rabies), Viburnaceae (respiratory infection), Trapaceae (rabies), Gentianaceae (rabies, jaundice), Solanaceae (respiratory infection, jaundice, rabies), Cuscutaceae (rabies), Lamiaceae (respiratory infection), Asteraceae (jaundice), Alismataceae (rabies). Viral diseases are reliably interconnected with similarity of sets of plant species used in the prophylaxis or treatment. Consideration of species concentrations in taxa and groups of application made it possible to identify 62 species holding the greatest promise as regards the detection, further investigation and antiviral activity. After the names of families, the number of such species is indicated. Ranunculaceae 4. Euphorbiaceae 6. Dipsacaceae 3. Sambucaceae 2. Gentianaceae 6. Solanaceae 6. Cuscutaceae 1. Lamiaceae 12. Asteraceae 22.

Виды цветковых растений, применявшиеся в традиционной медицине при вирусных болезнях человека и животных, распределены в филогенетической системе неравномерно.

Ранее нами было изучено (Попов, 2008, 2010) распределение 674 видов цветковых растений, применявшихся при вирусных болезнях человека и животных, преимущественно на уровне подклассов филогенетической системы, по А.Л. Тахтаджяну (1987). Источник сведений о применениях – 8-томое издание «Растительные ресурсы СССР» (1984–1993) и «Растительные ресурсы России и сопредельных государств» (1994). В основном изучалось распределение видов, применявшихся при 6 основных вирусных болезнях (или группах трудно различаемых в традиционной медицине вирусных болезней – «респираторные инфекции», например). Для выявления различий встречаемости видов с определенным применением между рассматриваемым таксоном и остальной частью флоры лекарственных растений использовался статистический критерий Фишера.

Оптимальным уровнем статистического изучения такого рода распределения является уровень семейства, поскольку семейство, по сравнению с таксонами менее высокого ранга, обычно более объемно по количеству видов, вместе с тем, по сравнению с таксонами более высокого ранга более однородно по химическому составу и экологической стратегии входящих в него видов.

В ходе дальнейшей работы нами установлено, что достоверное повышение встречаемости видов, применявшихся, как минимум, при одной из 6 вирусных болезней (или одной группе трудно различаемых в традиционной медицине вирусных болезней), имеется в 15 семействах цветковых растений (составляют около 17 % числа семейств флоры лекарственных растений территории бывшего СССР). Приводим список этих семейств, в скобках – названия вирусных болезней (или их групп).

Ranunculaceae (корь, натуральная оспа). Fumariaceae (желтухи). Euphorbiaceae (бешенство, бородавки). Tamariaceae (желтухи). Malvaceae (респираторные инфекции). Dipsacaceae (респираторные инфекции). Sambucaceae (бешенство). Viburnaceae (респираторные инфекции). Tetraceae (бешенство). Gentianaceae (бешенство, желтухи). Solanaceae (респираторные инфекции, желтухи, бешенство). Cuscutaceae (бешенство). Lamiaceae (респираторные инфекции). Asteraceae (желтухи). Alismataceae (бешенство).

С другой стороны, вирусные болезни достоверно связаны между собой сходством наборов видов растений, применявшихся при их профилактике или лечении. Иными словами, в наборе видов, применявшихся против болезни А, доля видов, применявшихся также против болезни В, достоверно выше, чем среди видов флоры лекарственных растений, не применявшихся против А.

Достоверны связи: «респираторные инфекции–желтухи», «респираторные инфекции–бешенство», «респираторные инфекции–бородавки», «респираторные инфекции–корь», «респираторные инфекции–оспа натуральная», «желтухи–бешенство», «желтухи–бородавки», «бешенство–бородавки», «корь–оспа натуральная». Из 15 возможных связей 9 достоверны.

Случайное возникновение концентрации видов с применением при определенной болезни в определенном таксоне маловероятно, и допустимо предположение, что фактором, обусловившим такую концентрацию, является полезность применений. Следовательно, факт такой концентрации может рассматриваться как критерий перспективности видов, входящих в данное семейство, на обнаружение или дальнейшее исследование противовирусной активности. То же можно сказать и о концентрации видов с применением при определенной болезни во множестве видов, применявшихся при другой болезни.

Оба критерия можно соединить и выявить среди 674 видов флоры лекарственных растений, применявшихся при вирусных болезнях человека и животных, группу наиболее перспективных на обнаружение или дальнейшее исследование противовирусной активности.

Учтем следующие типы связи: 1) факт применения вида при двух и более вирусных инфекциях; 2) наличие статистически достоверной связи между хотя бы двумя вирусными инфекциями, против которых вид применялся; 3) наличие статистически достоверной связи семейства, к которому принадлежит вид, хотя бы с одной инфекцией, против которой виды семейства применялись. В соответствии с этими условиями в список особо перспективных попадают только виды, каждый из которых участвует в обеспечении достоверных связей типа «болезнь–болезнь» и «таксон–болезнь». Ранг перспективности вида определяется количеством достоверных связей этих двух типов, в которых вид растения участвует. При равенстве рангов предпочтение отдается виду, применявшемуся при лечении большего числа инфекций.

Например, паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) применялся при респираторных инфекциях и желтухах. Он принадлежит к семейству Solanaceae, в котором наблюдается достоверная концентрация видов для профилактики или лечения желтух и респираторных инфекций, причем эти инфекции достоверно связаны между собой через наборы применявшихся видов растений. В итоге отмечается 3 достоверные связи: одна типа «болезнь–болезнь» и две типа «семейство–болезнь». Другой вид – пижма северная (*Tanacetum boreale* Fisch. ex DC.) семейства Asteraceae также употреблялась при респираторных инфекциях и желтухах. В данном семействе отмечается достоверная концентрация видов, применявшихся при желтухах, но нет достоверной концентрации видов для лечения респираторных инфекций. Отсюда ранг пижмы соответствует 2 связям: одна типа «семейство–болезнь» и одна типа «болезнь–болезнь». Шандра обыкновенная (*Marrubium vulgare* L.) семейства Lamiaceae также практиковалась при этих заболеваниях. В этом семействе отмечается достоверная концентрация видов, применявшихся при респираторных инфекциях, но нет достоверной концентрации видов, использовавшихся при желтухах. Этот вид также характеризуется 2 достоверными связями. Эти три вида удовлетворяют условиям включения в список перспективных лекарственных растений, но паслен имеет более высокий ранг.

В результате проведенного статистического анализа из 674 видов, применявшихся при профилактике и лечении вирусных инфекциях человека и животных, выделено 62 наиболее перспективных вида (имеющих не менее 2 баллов). Виды, соответствующие сформулированным критериям, распределены по таксонам филогенетической системы неравномерно. Далее – после названия семейств – число наиболее перспективных видов.

Ranunculaceae 4. Euphorbiaceae 6. Dipsacaceae 3. Sambucaceae 2. Gentianaceae 6. Solanaceae 6. Cuscutaceae 1. Lamiaceae 12. Asteraceae 22.

В первых 15 видах списка (имеющих самые высокие ранги перспективности) присутствуют 4 вида Ranunculaceae, по 3 вида Asteraceae, Gentianaceae, Solanaceae, по 1 виду Sambucaceae и Lamiaceae.

Литература

- Попов П.Л. Виды растений, применявшиеся при вирусных болезнях человека и животных: закономерности распределения в классификационной филогенетической системе // Журн. стресс физиологии и биохимии. 2008. № 4. С.17–64.
- Попов П.Л. Применение растений в традиционной медицине при вирусных инфекциях и филогенетическая система // Матер. всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвященной памяти выдающегося ученого Леонида Владимировича Бардунова (1932–2008 гг.). Иркутск. 2010. С. 366–369.
- Растительные ресурсы России и сопредельных стран. Л. 1994. 272 с.
- Растительные ресурсы СССР. Л. 1984. Т. 1. 461 с.; Л. 1986. Т. 2. 336 с.; Л. 1987. Т. 3. 328 с.; Л. 1988. Т. 4. 359 с.; Л. 1990. Т. 5. 328 с.; Л. 1991. Т. 6. 200 с.; СПб. Т. 7. 1993. 351 с.
- Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л. 1987. 440 с.

СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. ЧИТЫ И ЧИТИНСКОГО РАЙОНА

Г. Ю. Самойленко, Е. А. Бондаревич, Н. Н. Коцюржинская

Читинская государственная медицинская академия, Чита, Россия, g.s.311278@mail.ru

THE CONTENT OF HEAVY METALS IONS IN SOILS OF THE CHITA CITY AND CHITA DISTRICT

G. Yu. Samoilenko, E. A. Bondarovich & N. N. Kazurinskaya

Chita State Medical Academy, Chita, Russia

Summary. The value of the coefficients of industrial concentration, the total pollution index and the index funds have performed an analysis of samples of soil and plants collected in the Chita city and Chita district.

Одним из критериев оценки степени техногенной трансформации окружающей среды является изучение содержания и миграции тяжелых металлов в системе «почва-растение». В г. Чита и его окрестностях сформирована устойчивая природно-антропогенная территория с определенным содержанием тяжелых металлов. В настоящее время достаточно изучен характер загрязнения городских территорий. Значительно меньше внимания уделялось проблеме накопления и миграции химических элементов.

В связи с этим, цель работы заключалась в определении степени загрязнения почв г. Чита и Читинского района, используя расчет коэффициента техногенной концентрации Zn, Cd, Pb, Cu, суммарный показатель загрязнения (Z_c) и коэффициента накопления тяжелых металлов в травянистых лекарственных растениях.

Материалы и методы: образцы почв отбирали согласно общепринятым методикам в июне 2016 г. Содержание общего органического вещества (гумуса) определяли методом мокрого окисления. Определение подвижных форм тяжелых металлов в почве определяли вольтамперометрическим методом на анализаторе «ГА-Lab». Подробнее методика представлена в ранее опубликованной работе (Самойленко, 2017).

Для исследования были выбраны следующие участки: в районе Титовской сопки, территория вблизи заводов – (пункт № 1), СибВО – верхняя часть склона, район Орбиты, степной склон, южная экспозиция (пункт № 2), СибВО – верхняя часть склона, район Орбиты, степной склон, западная экспозиция (пункт № 3), Сосновый бор, ул. Украинский бульвар, вблизи автомагистрали – (пункт № 4). Полученные данные обрабатывались общепринятыми методами статистического анализа с использованием среднестатистической ошибки среднего.

Результаты и обсуждения: по результатам проведенных исследований, нами было установлено, что высокая концентрация цинка отмечалась в районе Титовской сопки – 4 мг/кг. Максимальная концентрация кадмия была зафиксирована в районе Сосновый бор, вблизи автомагистрали ул. Украинский бульвар. Концентрация свинца в почвах не превысила значений ПДК и колебалась в пределах 0.0031–0.6300 мг/кг сухой почвы. Медь в почвах накапливалась в пределах 5.5×10^{-4} –0.35 мг/кг, что так же не превысило ПДК ни на одной из исследуемых территорий. Во всех исследуемых образцах содержание органического вещества в июне 2016 г. изменялось в пределах 4.202–6.421 г/кг. Наибольшее его содержание (6.421 г/кг) было зафиксировано в пункте № 1, наименьшее – в пункте № 2.

Коэффициенты техногенной концентрации (табл. 1) отражают особенности накопления тяжелых металлов в почвах. Опасность загрязнения тем выше, чем больше K_c превышает единицу (Ильин, 2012). Следует отметить, что на территории пункта № 2 коэффициент не превышал единицу для всех исследуемых тяжелых металлов. В почве пункта № 3 суммарный показатель загрязнения (Z_c) максимален и составил 210.12. Пробы в этом пункте отбирались вблизи автомагистрали, где в результате интенсивного движения автотранспорта образуются своеобразные техногенные аномалии (Ильин, 2013). На придорожной территории почва содержит кадмия и цинка в сотни и десятки больше, чем почвы пунктов № 1, № 2 и № 4, удаленных от автомагистралей. Оценку степени опасности загрязнения почв по показателю Z_c проводили по оценочной шкале по общепринятой методике (Копылова и др., 2013). На основании полученных данных почвы пунктов № 1 и № 4 относятся к категории умеренно опасных, почва пункта № 3 – к категории чрезвычайно опасных. Почвы этих категорий считаются непригодными для посадки растений и оказывают сильнейшее отрицательное влияние на здоровье населения.

Таблица 1. Среднее содержание гумуса (в мг/кг), подвижных форм тяжелых металлов (в мг/кг) в почвах г. Чита и Читинского района, ($M \pm m$), средние коэффициенты техногенной концентрации тяжелых металлов (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c) для почв г. Чита

Район исследования	Среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов / K_c				Z_c	$C_{орг.}$
	Zn	Cd	Pb	Cu		
Титовская сопка	4.00 ± 1.00 / 1.14	0.011 ± 0.003 / 11.220	0.26 ± 0.07 / 6.840	0.35 ± 0.09 / 2.18	18.38	6.421
СибВО – верхняя часть склона, район Орбиты, степной склон, южная экспозиция	1.90 ± 0.50 / 1.45×10^{-4}	0.010 ± 0.003 / 0.704	0.29 ± 0.07 / 0.081	0.26 ± 0.07 / 3.43×10^{-3}	–	4.202
Сосновый бор	1.30 ± 0.30 / 0.37	0.190 ± 0.050 / 193.800	0.63 ± 0.16 / 16.570	0.28 ± 0.07 / 1.75	210.12	3.643
СибВО – верхняя часть склона, район Орбиты, степной склон, западная экспозиция	0.31 ± 0.08 / 0.54	1.000 ± 0.300 / 10.240	0.44 ± 0.11 / 7.630	0.00 / 1.62	17.49	3.723

Высшие растения без каких-либо признаков отравления и патологических изменений могут содержать опасные для животных и человека концентрации химических элементов. В большей степени это касается лекарственных растений. Вместо ожидаемого положительного эффекта можно организму нанести непоправимый вред при использовании загрязненного лекарственного сырья (Реутова и др., 2011). Поглощение ионов осуществляется главным образом молодой частью корней. С целью оценки риска попадания тяжелых металлов в назем-

ные органы растений, был изучен коэффициент накопления (K_n), который характеризует корневое поступление элементов из почвы (табл. 2). Знак «–» в таблице означает, что растение на данной территории не обнаружено.

В пункте № 4 коэффициент цинка достигал значений 960.80 у *Stellera chamaejasme*, свинца – 164.500 у *Potentilla tanacetifolia*, меди – 872.70 так же у *P. tanacetifolia*, что превышает предел даже для элементов группы энергичного накопления. У *Artemisia gmelinii*, произрастающей на территории пунктов № 2 и № 4, происходило сильное накопление Zn, Cd и Pb. Этот факт, возможно, является следствием того, что данные металлы находятся в почве в подвижном состоянии и наиболее доступны растениям. Резкое возрастание подвижности тяжелых металлов, таких как Pb и Zn, как правило, связано с изменением pH почвы. С другой стороны, такое увеличение K_n может также объясняться тем, что растения на данной территории испытывают дефицит этих элементов для метаболизма, или нарушены защитные механизмы корневой системы.

Таблица 2. Коэффициент накопления тяжелых металлов в травянистых лекарственных растениях в условиях городской среды (июнь, 2016 г.)

Растение	№ пункта	Металл			
		Zn	Cd	Pb	Cu
<i>Stellera chamaejasme</i>	1	1.35	0.47	1.270	5.70
	2	–	–	–	–
	3	1.78	1.34	1.750	3.24
	4	960.80	1.60	90.320	0.00
<i>Artemisia gmelinii</i>	1	0.02	0.17	0.070	0.40
	2	13.70	6.00	6.890	0.00
	3	–	–	–	–
	4	13.68	4.00	6.800	0.08
<i>Potentilla tanacetifolia</i>	1	4.95	0.00	11.100	8.80
	2	0.00	0.00	0.040	8.40
	3	50.76	0.00	0.950	7.85
	4	0.00	0.00	164.500	872.70
<i>Oxytropis myriophylla</i>	1	0.85	0.00	1.380	6.85
	2	0.00	0.00	0.093	0.00
	3	–	–	–	–
	4	960.80	1.59	90.320	0.00

Анализируя полученные данные, было выявлено, что увеличение количества гумуса в образцах почв приводит к увеличению содержания в них меди, свинца и цинка. Накопление этих металлов возможно вследствие способности их ионов создавать с гумусовыми кислотами малоподвижные структуры. Ионы кадмия, вероятно, обладают большей подвижностью, так как его содержание в исследуемых образцах почв было минимальным и не зависело от количества гумусового вещества. Почвы исследуемых территорий характеризуются высоким значением суммарного показателя загрязнения (Z_c) тяжелыми металлами и, согласно оценочной шкале, могут быть отнесены к категории умеренно и чрезвычайно опасных. Произрастающие на таких почвах лекарственные растения, без каких-либо признаков патологических изменений, активно поглощают ионы, которые далее поступают в наземные органы, являющихся основным сырьем для приготовления из них настоек, вытяжек и отваров

Литература

- Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. Новосибирск. 2012. 220 с.
Копылова Л.В., Войтюк Е.А., Лескова О.А., Якимова Е.П., Копылова Л.В. Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях урбанизированных территорий (Восточное Забайкалье). Чита. 2013. 154 с.
Реутова Н.В., Реутова Т.В., Воробьева Т.И. Определение мутагенного потенциала неорганических соединений ряда тяжелых металлов // Гигиена и санитария. 2011. № 5. С. 55–57.
Самойленко Г.Ю., Бондаревич Е.А., Коцдоржинская Н.Н. Изучение содержания тяжёлых металлов в почвах и дикорастущих растениях инверсионно-вольтамперометрическим методом // Уч. зап. ЗабГУ. Серия Биологические науки. 2017. Т. 12. № 1. С. 31–39.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ СТЕРИНОВ В ТКАНЯХ ХВОИ И КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Н. В. Семёнова, В. Н. Шмаков, Л. В. Дударева

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, tashasemyonova@mail.ru

SPECIAL FEATURES OF THE CONTENT AND COMPOSITION OF STEROLS IN NEEDLE TISSUES AND IN VITRO CULTURES OF SOME SPRUCE SPECIES GROWN UNDER CONDITIONS OF THE SOUTHERN PRE-BAIKAL REGION

N. V. Semenova, V. N. Shmakov & L. V. Dudareva

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. The sterol profile of needles and calluses of *Picea obovata* Ledeb., *Picea obovata* var. *coerulea* Malyshev., *Picea pungens* Engelm., *Picea abies* (L.) H.Karst. was studied. Campesterol, stigmasterol, β -sitosterol, and cholesterol are shown to have been the main sterols of all the studied objects. It was found that the the content and the qualitative composition of sterols in calluses was significantly different from the one in needles. Campesterol was the major sterol in tissues *in vitro* (184.6–408.0 $\mu\text{g/g}$ of dry weight), in contrast to the one in the needle tissues, where the maximum content of this compound was $105.9 \pm 13.4 \mu\text{g/g}$ of dry weight in European spruce. This fact may indicate the involvement of sterols, and primarily campesterol, in the processes of growth and development observed in the tissue culture of coniferous plants.

Основная часть территории Иркутской области (около 80 %) занята таежными лесами – только в южных районах представлена лесостепная растительность. В лесах преобладают хвойные породы – лиственница сибирская, сосна обыкновенная, сосна сибирская, ель сибирская и пихта. Хвойные занимают свыше 90 % покрытой лесами площади Иркутской области. Ель является одним из главных лесообразующих видов не только в Иркутской области, но и в целом в Сибири. Природные процессы, приводящие к естественному уменьшению ареала хвойных, усугубляются постоянно возрастающим антропогенным воздействием. Поэтому восстановление коренных типов леса на лесосеках прошлых лет, повышение продуктивности и биоэкологической устойчивости лесов на биогеоценотическом уровне и сохранение водоохранной роли лесных насаждений является первостепенной задачей (Бебия, 2015). В связи с этим разработка новых технологий рационального использования лесных ресурсов, в том числе биотехнологических методов, становится все более актуальным научным направлением. Одним из таких подходов является использование культур клеток *in vitro*, для получения растений с хозяйственно-ценными признаками (Пак и др., 2016). Культивирование растений вызывает изменения метаболической активности клеток и химического состава тканей по сравнению с исходным растением. Успешное использование биотехнологических методов невозможно без подробного изучения таких изменений, в первую очередь в составе белков, углеводов и липидов. Однако несмотря на имеющуюся к настоящему времени информацию об индукции тканей *in vitro*, а также о процессах органогенеза и соматического эмбриогенеза, липидный обмен в культуре тканей хвойных остается малоизученным (Cunha, Ferreira, 1997). Известно, что такие липидные соединения, как растительные стеринны (фитостеринны) являются жизненно важными компонентами мембран – играют не только структурную, но и регуляторную роль в клеточных процессах. В отличие от животных и грибов, где доминирующими стеринами являются холестерол и эргостерин, высшие растения обладают более сложным стеринным составом. Наиболее распространенными стеринами являются β -ситостерин, стигмастерин и кампестерин. β -ситостерин и кампестерин – играют значительную роль в упорядочивании жирнокислотных цепей в мембране, что может влиять на ее проницаемость для воды и ионов. Стеринны могут быть вовлечены в процессы адаптации растительных мембран к изменениям температуры, а также могут модулировать активность мембраносвязанных ферментов. Известно также, что β -ситостерин и стигмастерин играют ключевую роль в клеточной дифференциации и пролиферации. Полученные к настоящему

времени данные свидетельствуют о том, что многие стеринны служат сигнальными и/или регуляторными молекулами, вовлеченными в процессы роста и развития растения (Валитова и др., 2016). Поэтому для понимания особенностей липидного обмена у близкородственных видов ели, в том числе и при культивировании их тканей, представляется необходимым выявить отличия в составе стериннов в культуре *in vitro* и в тканях растений, произрастающих в естественных условиях. В связи с вышеизложенным целью представляемой работы был сравнительный анализ состава стериннов хвои *Picea obovata* Ledeb., *Picea obovata* var. *coerulea* Malyshev., *Picea pungens* Engelm., *Picea abies* (L.) H.Karst., их экологических разновидностей, а также сравнительный анализ состава стериннов каллусов, полученных из разных тканей *Picea pungens* Engelm. и *Picea abies* (L.) H.Karst.

В качестве объектов исследования была использована хвоя ели сибирской, ели сибирской голубой, а также хвоя ели сибирской голубой с зеленой хвоей, хвоя ели колючей с зеленой и голубой хвоей и хвоя ели европейской от деревьев разного возраста. Кроме этого был изучен стеринный профиль каллусов индуцированных из апикальной части побегов ветвей *P. obovata*, *P. pungens* и каллусов, полученных из хвои *P. pungens*.

Показано, что в состав фитостериннов всех исследуемых объектов входят: кампестерин, стигмастерин, β -ситостерин и холестерол (табл. 1).

Таблица 1. Состав и содержание стериннов (мкг/г с. в.) в хвое различных видов *Picea*

Стерины	<i>P. pungens</i> зеленая хвоя	<i>P. pungens</i> голубая хвоя	<i>P. obovata</i> зеленая хвоя	<i>P. obovata</i> var. <i>coerulea</i> голубая хвоя	<i>P. obovata</i> var. <i>coerulea</i> зеленая хвоя	<i>P. abies</i> возраст 10–15 л.	<i>P. abies</i> возраст 40–45 л.
Холестерол	11.6 ± 1.3	6.7 ± 0.7	16.3 ± 5.5	21.4 ± 2.3	15.2 ± 3.8	8.8 ± 2.1	26.8 ± 1.1
Кампестерин	68.2 ± 13.4	32.7 ± 6.7	38.2 ± 11.3	53.1 ± 0.8	47.9 ± 4.3	19.7 ± 5.8	105.9 ± 13.4
Стигмастерин	35.4 ± 7.8	40.7 ± 3.4	57.3 ± 7.2	11.3 ± 3.3	9.9 ± 0.9	4.0 ± 0.3	10.5 ± 1.2
β -ситостерин	35.6 ± 4.7	25.7 ± 3.6	45.2 ± 12.2	61.9 ± 11.2	44.3 ± 0.7	31.9 ± 2.4	46.8 ± 4.0
Σ Фитостериннов	150.8 ± 21.0	105.9 ± 13.4	157.0 ± 34.2	147.8 ± 5.3	117.2 ± 2.2	64.4 ± 9.8	190.0 ± 16.4

Доминирующим компонентом в составе стериннов хвои *P. obovata* является стигмастерин (57.3 мкг/г сухого веса), а для *P. obovata* var. *coerulea* – β -ситостерин (61.9 мкг/г сухого веса). Хвоя ели сибирской голубой с зеленой хвоей отличалась высоким содержанием кампестерина – 47.9 мкг/г сухого веса. Содержание кампестерина в целом было примерно в 6 раз меньше в голубой хвое *P. obovata* var. *coerulea* в отличие от ели сибирской (все варианты окраски хвои). В составе стериннов хвои *P. pungens* с зеленой окраской доминирующим компонентом является кампестерин (68.2 мкг/г сухого веса), а для *P. pungens* с голубой хвоей – стигмастерин (40.7 мкг/г сухого веса). Кроме того содержание кампестерина в 2 раза выше для голубой хвои, чем для зеленой. Сравнение содержания стериннов в хвое *P. abies* деревьев разного возраста показало, что для ели возрастом 40–45 лет содержание кампестерина в 5 раз выше, чем для более молодого дерева. В целом суммарное содержание стериннов у разных видов ели колебалось в пределах от 64 до 190 мкг/г сухого веса, причем самое высокое содержание стериннов наблюдали для *P. abies* возрастом 40–45 лет, а самое низкое для *P. abies* возрастом 10–15 лет. Также можно отметить, что для елей с голубой (*Picea obovata* var. *coerulea* и *P. pungens*) и зелено-голубой окраской хвои (*P. obovata*) суммарное содержание стериннов ниже, чем для елей с зеленой хвоей.

Каллусные ткани *P. obovata* и *P. pungens* отличаются от хвои этих же видов большим содержанием суммарных стериннов (табл. 2).

Так для каллусов ели сибирской суммарное содержание стериннов выше, чем в тканях хвои примерно в 2.5 раза. Для каллусов *P. pungens* полученных из хвои этот показатель примерно в 5 раз, а для каллусов из апикальной части побегов в 3.5 раза больше, чем для хвои. Известно, что кампестерин участвует в процессах роста и развития у растений, поскольку снижение его содержания влечет за собой снижение содержания brassinosterinнов, что в

свою очередь вызывает торможение роста и развития. Нами показано, что доминирующим стеринном в культуре *in vitro* является кампестерин (184.6–408.0 мкг/г сухого веса), в отличие от тканей хвои, где максимальное содержание этого стерина составило 105.9 ± 13.4 мкг/г сухого веса у ели европейской. Высокое содержание этого стерина характерно, в первую очередь, для каллусов, полученных из хвои (408.0 мкг/г сухого веса). Этот факт может указывать на вовлеченность кампестерина в процессы в процессы роста в культуре ткани хвойных растений.

Таблица 2. Состав и содержание стериннов (мкг/г с. в.) в каллусах видов рода *Picea*

Стерины	<i>P. pungens</i> хвоя	<i>P. pungens</i> апикиальная часть	<i>P. obovata</i> апикиальная часть
Холестерол	20.2 ± 0.7	31.5 ± 0.8	23.0 ± 3.9
Кампестерин	408.0 ± 22.6	186.5 ± 4.8	184.6 ± 8.0
Стигмастерин	48.6 ± 1.5	126.6 ± 43.5	62.2 ± 17.5
β -ситостерин	107.7 ± 1.5	86.7 ± 8.3	96.1 ± 3.8
Σ Фитостериннов	584.4 ± 14.5	431.3 ± 33.1	365.9 ± 26.0

Анализ полученных результатов показывает, что содержание и качественный состав стериннов в хвое и культуре *in vitro* хвойных закономерно различается между интактным растением и каллусами. Выявленные различия могут указывать на то, что, в отличие от целых растений, где основную роль в процессах клеточной дифференцировки играют стигмастерин и β -ситостерин, в каллусной ткани хвойных, по крайней мере ели, наиболее активное участие в процессах роста и развития играет кампестерин. Планируемое нами дальнейшее изучение закономерностей изменений состава стериннов в ходе эмбриогенеза хвойных в культуре *in vitro* позволит приблизиться к пониманию биологической роли изменений липидного метаболизма, в частности, состава и содержания стериннов, на начальных стадиях формирования зон вторичной дифференцировки.

Литература

- Бебия С.М. Лесные ресурсы черноморского побережья Кавказа: проблемы и перспективы их рационального использования // Сиб. лесной журн. 2015. № 1. С. 9–24.
- Валитова Ю.Н., Сулкарнаева А.Г., Минибаева Ф.В. Растительные стеринны: многообразие, биосинтез, физиологические функции // Биохимия. 2016. Т. 81. № 8. С. 1050–1068.
- Пак Э.М., Иваницкая А.С., Двойнина Л.М., Третьякова И.Н. Эмбриогенный потенциал длительно пролиферирующих клеточных линий *Larix sibirica in vitro* // Сиб. лесной журн. 2016. № 1. С. 27–38.
- Cunha A., Ferreira F. Differences in free sterols content and composition associated with somatic embryogenesis, shoot organogenesis and calli growth of flax // Plant Sci. 1997. Vol. 124. No. 1. P. 97–105.

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ИЗМЕНЕНИЮ УРОВНЯ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИИ

Л. Г. Соколова, А. В. Поморцев, С. Ю. Зорина, Н. В. Дорофеев

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, sokolova.lada@sifibr.irk.ru

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE STABILITY OF WINTER CEREALS TO A CHANGE IN THE LEVEL OF SOIL MOISTENING IN THE PERIOD OF SPRING RENEWAL OF VEGETATION

L. G. Sokolova, A. V. Pomortsev, S. Yu. Zorina & N. V. Dorofeev

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. Under the controlled conditions of the model experiment the influence of soil moisture levels (30, 60 and 90 % of the field water capacity) on the growth processes of winter grain crops in the period of spring renewal of vegetation was researched. The tolerance of the three species of cereal to the soil moisture with used analysis of a number of

physiological, biochemical and morphometric parameters was studied. It was shown that moisture deficit affected the processes of spring growth of winter cereals more negatively than the excess. The resistance to soil moisture deficit during the spring vegetation was decreasing in the range: winter triticale > winter rye > winter wheat.

Решение проблемы устойчивости озимых зерновых культур к неблагоприятным условиям среды не теряет своей актуальности в связи со значительным потенциалом их продуктивности (Жученко, 2004). Основное внимание исследователей сосредоточено на вопросах термотолерантности, как основного фактора морозо- и зимостойкости (John et al., 2016.). Влияние почвенной влаги, особенно в критические периоды роста (уход в зиму и выход из зимовки), практически не изучено. Между тем известно, что у взрослых растений и недостаточное, и избыточное увлажнение почвы вызывает различные биохимические, молекулярные, физиологические и морфологические изменения (Nezhadahmadi et al., 2013).

Задача исследования – в контролируемых условиях вегетационного опыта изучить устойчивость трех основных видов озимых зерновых культур к изменению уровня увлажнения почвы в период весеннего отрастания.

Как известно, при выходе из зимовки основным органом регенерации у озимых зерновых культур в условиях резко континентального климата являются узлы кущения, которые в отличие от надземной массы и корней не утрачиваются в зимний период. Использование их в модельных экспериментах на основе камеры CLFPlantClimatic позволяет в короткие сроки изучить отклик разных видов озимых культур на изменение интересующего фактора среды при контроле других внешних условий. Для изучения процессов возобновления весенней вегетации в условиях разного уровня увлажнения почвы (30, 60 и 90 % от ППВ) в эксперименте использовали узлы кущения озимой пшеницы, ржи и тритикале селекции СИФИБР СО РАН. Их отбирали в полевом опыте после прохождения всех фаз закалывания к низким отрицательным температурам в начале зимнего периода. Почва, используемая в вегетационном опыте, серая лесная среднесуглинистая: $C_{\text{общ.}} = 1.86\%$, $N_{\text{общ.}} = 0.18\%$, $pH_{\text{сол}} = 5.8$, сумма обменных оснований 23.2 мг экв/100 г; объем сосудов 2 л. Моделирование температурного градиента в климатической камере осуществляли в соответствии со среднепогодными показателями первого месяца весенней вегетации озимых в условиях лесостепи Прибайкалья.

Выявлено, что уровень влажности почвы оказывал существенное ($P < 0.001$) влияние на выход из зимовки всех изучаемых видов озимых культур. Минимальная жизнеспособность наблюдалась у пшеницы при низкой влажности почвы (рис. 1). Показатели повышались ($P < 0.05$) при ее более высоких уровнях, достигая максимальной величины в варианте 90 % от ППВ. Тритикале и рожь также негативно реагировали на низкую влажность почвы, но ее более высокие уровни не влияли на выживаемость этих видов. При сравнении культур между собой озимое тритикале показало повышенную жизнеспособность при всех уровнях влажности почвы ($P < 0.001$). Данные свидетельствуют, что низкий уровень влажности почвы (30 % от ППВ) может выступать значимым фактором, определяющим уровень гибели озимых культур на этапе выхода из зимовки. Чувствительность к недостатку влаги у пшеницы и ржи в этот период выше, чем у тритикале.

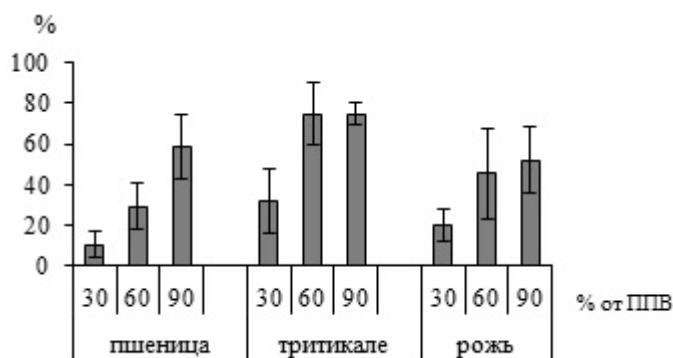


Рис. 1. Выживаемость озимых злаков в условиях разного уровня увлажнения почвы, %.

Здесь, на рис. 3 и в таблице представлены средние значения; барами показано стандартное отклонение.

Выживаемость озимых культур тесно коррелировала с содержанием воды в тканях узлов кущения (рис. 2). При низком уровне влажности почвы показатель у всех исследуемых культур значительно снижался ($P < 0.001$). Наименьшая величина выявлена для пшеницы (61 % сырого веса, против 72 и 67 % у тритикале и ржи, соответственно). Ослабление тесноты связи у ржи позволила предположить наличие механизмов клеточной осморегуляции, которые способствовали ее выживанию при низкой обеспеченности почвенной влагой в начале весенней вегетации.

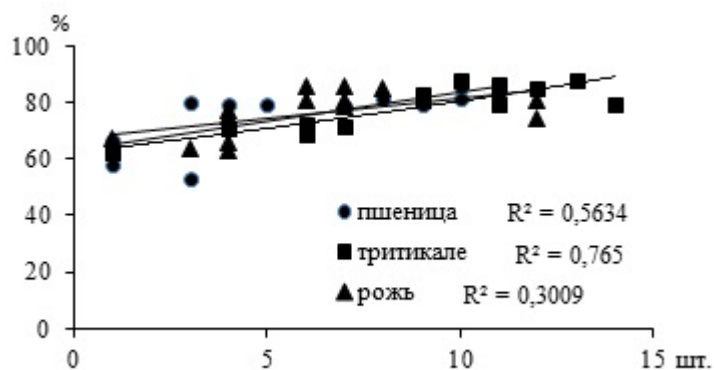


Рис. 2. Зависимость между количеством выживших в опыте растений и содержанием воды в узлах кущения.

Динамика содержания свободного пролина, являющегося известным осмопротектором, в узлах кущения озимых злаков зависела и от уровня увлажнения почвы, и от вида растений (рис. 3). Если в условиях оптимальной и повышенной влажности пшеница и тритикале демонстрировали резкое увеличение содержания аминокислоты в первую декаду эксперимента и последующий спад, то рожь отличалась постепенным ее снижением на протяжении опыта. Выявленные отличия подтверждались статистически ($P < 0.001$). Механизмы активного накопления пролина у ржи включались только при низкой влажности почвы. Тритикале в этом варианте характеризовалась еще более интенсивным ростом его содержания, а пшеница – наименьшим. Повышение содержания аминокислоты в первую декаду эксперимента во всех вариантах можно рассматривать как защитную реакцию клеток на водный стресс, связанный с отсутствием поступления воды в ткани до момента регенерации корней. Их отрастание нивелировало водodefицит в узлах кущения и, как следствие, содержание пролина снижалось. Меньшая интенсивность его накопления у пшеницы при низкой влажности почвы по сравнению с более увлажненными вариантами не позволила ей справиться с водodefицитом. Преодоление продолжительного водного стресса рожью могло происходить за счет второго пика накопления пролина.

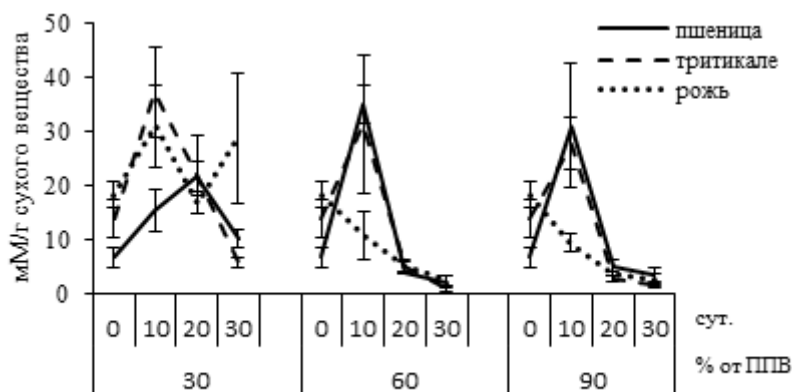


Рис. 3. Динамика содержания пролина в узлах кущения при отрастании озимых злаков в условиях разного уровня увлажнения почвы, мМ/г сухого вещества.

Анализ биометрических показателей растений, проведенному в конце эксперимента, выявил наименьшие их величины при низком уровне влажности почвы ($P < 0.001$). Однако у пшеницы различия между вариантами были выражены слабее, чем у ржи и тритикале. От-

существование значимых отличий показателей между вариантами опыта у озимой ржи и, особенно, пшеницы позволяет предположить, что выжившие растения способны адаптироваться к недостатку влаги в почве в период весеннего возобновления вегетации.

Таблица. Биометрические показатели озимых культур при смене уровня увлажнения почвы в условиях вегетационного опыта (из расчета на 1 растение)

Параметр	Пшеница			Тритикале			Рожь			CP ₀₅
	% от ППВ									
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	
Подземная часть										
Масса корней, г сухого в-ва	0.03	0.04	0.04	0.02	0.07	0.05	0.03	0.06	0.04	0.01
Длина корня, см	29	33	37	25	42	37	25	33	32	8
Надземная часть										
Биомасса побегов, г сух. в-ва	0.12	0.10	0.08	0.05	0.11	0.12	0.05	0.08	0.09	0.03
Высота побегов, см	28	32	31	21	28	26	19	25	22	4

Таким образом, на этапе выхода из зимовки озимые зерновые культуры чувствительны к изменению уровня увлажнения почвы, причем недостаточное ее количество оказывает более негативное влияние, чем избыточное. Устойчивость к дефициту почвенной влаги в период весеннего возобновления роста снижается в ряду: озимое тритикале > озимая рожь > озимая пшеница.

Литература

- Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М. 2004. 110 с.
John R., Anjum N.A., Sopory S.K., Akram N.A., Ashraf M. Some key physiological and molecular processes of cold acclimation // *Biologia Plantarum*. 2016. Vol. 60. No. 4. P. 603–618.
Nezhadahmadi A., Prodhan Z.H., Faruq G. Drought Tolerance in Wheat // *Scientific World Journal*. Vol. 2013 (2013). 12 p.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАРЛИКОВОСТИ *Malus baccata* (L.) Borkh. НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСОСТЕПНОГО ЭКОТОНА

**А. В. Столбикова, А. В. Рудиковский, А. А. Шишпаренок, Е. Г. Рудиковская,
Л. В. Дударева**

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, youtryagain@yandex.ru

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF THE DWARF FORMATION *Malus baccata* (L.) Borkh. IN THE FOREST-STEPPE ECOTONE

A. V. Stolbikova, A. V. Rudikovskiy, A. A. Shishparenok, E. G. Rudikovskaya & L. V. Dudareva
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Irkutsk, Russia

Summary. In the Transbaikalia, dwarf and tall trees *Malus baccata* (L.) Borkh. were found. Their organ-specific differences in lipid and fatty acid compositions are shown, and also features of the phytohormonal status and the photosynthetic system of these two forms are established. An assumption was made about the appearance of a dwarf apple tree habit in response to arid conditions of growth.

В резко континентальном климате Восточной Сибири на границе леса и степи складываются уникальные условия обитания и взаимодействия организмов. Адаптация к этим условиям может приводить к возникновению новых видов и экологических форм. В 2003 г. во время экспедиции в Республике Бурятия на территории Гусиноозерского района были обнаружены популяции значительно различающихся по ростовым характеристикам деревьев карликовой (до 110 см) и высокорослой (до 250 см) дикорастущей яблони. По морфологическим признакам было установлено, что и карликовая и высокорослые формы относятся к од-

ному виду *Malus baccata* (L.) Borkh. С помощью микросателлитных маркеров была установлена высокая степень генетической изоляции между этими растениями (Кузнецова и др., 2008). Учитывая пластичность вида *M. baccata*, было сделано предположение о происхождении карликовых форм яблони сибирской от высокорослых в результате адаптации к условиям окружающей среды. Исследование физических свойств почвы показало, что в местах, где растет карликовая яблоня, толщина плодородного слоя составляет всего 10 см, затем следует дресва, которая слабо удерживает воду. Полевая влагоемкость такой почвы составила 65 % от полной влагоёмкости (ПВ), для мест произрастания высокорослой формы этот показатель составил – 73 % от ПВ. Исходя из анализа климатических и агрофизических данных, было высказано предположение, что формирование карликового фенотипа *M. baccata*, расположенной у подножия Хамбинского хребта Республики Бурятия, происходит под влиянием засушливых условий произрастания и скудности состава почвы. Логично предположить, что наряду с морфологическими и генетическими изменениями между формами существуют различия и в биохимических процессах. Особенно чувствителен к водному дефициту и избыточной солнечной радиации фотосинтез, как основной процесс, обеспечивающий накопление биомассы растения. В результате работы механизма устьичного регулирования и изменений в пигментном составе мембран хлоропластов происходит адаптация работы фотосистем (ФС) и диссипация излишнего поглощенного излучения. Также известно, что дефицит влаги в почве может приводить к изменениям в липидном и жирнокислотном составе мембран растений. Такая пластичность клеточных мембран является характерным показателем стрессоустойчивости растений и индуцирует запуск адаптивно-приспособительных реакций. Кроме того, неблагоприятные условия произрастания активируют неспецифические реакции в системе гормональной регуляции растений. Известно, что засуха вызывает резкое накопление абсцизовой кислоты (АБК), влияющей на механизм закрывания устьиц и индуцирующей синтез стрессовых белков. Наряду с этим может происходить снижение уровня содержания ауксинов (индоллил-уксусной кислоты, ИУК) и гиббереллинов (ГБ), регулирующих рост растения (в том числе работу белок-синтезирующего аппарата). Поэтому целью нашей работы было установить биохимические отличия между карликовой и высокорослой формами *M. baccata* в липидном, фитогормональном составе, а также в работе фотосинтетического аппарата (ФСА).

Результаты анализа листьев, корней и плодов карликовой и высокорослой яблони показали, что липидный и жирнокислотный состав видо- и органоспецифичен. Так, относительное содержание суммарных липидов в листьях высокорослой и карликовой форм яблони составляет соответственно $(10 \pm 0.5) \%$ и $(7 \pm 0.3) \%$ от сухой массы образца. Установлено, что ткани листьев высокорослой яблони содержали $(58 \pm 1.4) \%$, а образцы карликовой яблони – $(48 \pm 0.9) \%$ фосфолипидов от общего количества липидов, соответственно. Качественный анализ липидного состава показал, что листья карликовой и высокорослой яблони имеют приблизительно одинаковый состав нейтральных липидов: диглицериды, стерины, жирные спирты, свободные жирные кислоты, триглицериды и воски, которые выполняют защитную функцию (Cameron et al., 2006). В корнях, обнаружено наличие жирных альдегидов, что, возможно, связано с их ингибирующим действием на прорастание чужеродных семян и антибиотическими свойствами (Zhuang et al., 1996). Интегральные параметры жирнокислотного состава карликовой и высокорослой яблони, произрастающей в Республике Бурятия, представлены в таблице.

Разные условия увлажненности почвы в местах произрастания яблони, в первую очередь, сказываются на функционировании подземных органов. По-видимому, в связи с этим, наибольшие отличия в суммарном жирнокислотном составе двух форм наблюдали именно в корнях. Меньшее содержание суммарных липидов, а особенно фосфолипидов в листьях карликовой яблони по отношению к высокорослой и уменьшение ненасыщенности их ЖК также может свидетельствовать о стрессовом состоянии клеточных мембран карликовых растений в связи с агрофизическими особенностями почвы в местах их произрастания.

В результате анализа пигментного состава листьев двух форм было установлено, что карликовые деревья содержали примерно в два раза меньше суммарных хлорофиллов (ХлА+ХлБ) (1.8 ± 0.3 мг/г сух массы), чем высокорослые (3.2 ± 0.1 мг/г сух массы). Для растений одним из показателей зависимости работы ФС 2 от условий произрастания является не столько снижение суммарного содержания хлорофиллов, сколько соотношение ХлА/ХлБ, которое косвенно связано с величиной мобильной антенны, содержащей ХлБ (Иванов и др., 2013). В нашем случае, соотношение между хлорофиллами А и Б оставалось относительно высоким в листьях карликовой (2.9 ± 0.4) и высокорослой (3.3 ± 0.2) яблони. Однако, индекс отношения содержания хлорофиллов к содержанию каротиноидов ((ХлА+ХлБ)/Кар) был достоверно выше в листьях высокорослой яблони (5.6 ± 0.3), чем в листьях карликовой (4.5 ± 0.6). В результате расчета степени дезоксидации (СД) было установлено, что активность виолаксантинового цикла в июне была одинаковой у обеих форм яблони (0.31 ± 0.03 у карликовой и 0.32 ± 0.07 у высокорослой). Такое соотношение пигментов может быть следствием недостатка суммарных хлорофиллов в листьях карликовой яблони, при сохранении в неизменном виде количества каротиноидов. Результаты флюоресцентного анализа показали, что по измеренной в темноте фоновой флюоресценции, видимому квантовому выходу и нефотохимическому тушению между карликовой и высокорослой яблонями значимых различий нет. Процессы фотосинтеза у карликовой и высокорослой яблони заметно различались по скорости электронного транспорта (СЭТ): у высокорослой формы значение соответствующего индекса было на 30 % выше, чем для карликовой. Исходя из этого, можно предположить, что понижение СЭТ в карликовой яблоне, возможно, связано со снижением общего количества хлорофиллов ФСА по сравнению с высокорослой формой.

Таблица. Интегральные параметры жирнокислотного профиля суммарных липидов корней, листьев и плодов, а также фосфолипидов листьев карликовой и высокорослой яблони сибирской

Параметр	Массовая доля ЖК, %							
	Корни		Плоды		Листья			
					ЖК суммарных липидов		ЖК фосфолипидов	
	Карлик	Высокор.	Карлик	Высокор.	Карлик	Высокор.	Карлик	Высокор.
ЖК	18 ЖК (С14–23)		15 ЖК (С12–С22)		20 ЖК (С12–С23)		19 ЖК (С14–С23)	
Σ_{SPA}^*	41.5 ± 1.4	36.8 ± 1.0	29.7 ± 1.1	27.1 ± 0.8	25.3 ± 0.8	24.4 ± 0.8	26.0 ± 2.0	19.7 ± 1.9
Σ_{USPA}^{**}	58.7 ± 2.0	63.2 ± 0.4	70.3 ± 0.6	72.9 ± 0.6	74.6 ± 1.9	74.9 ± 1.2	73.8 ± 2.1	80.0 ± 1.7
$\Sigma_{USPA}/\Sigma_{SPA}$	1.4 ± 0.0	1.7 ± 0.0	2.4 ± 0.1	2.7 ± 0.1	2.9 ± 0.1	3.1 ± 0.1	2.8 ± 0.1	4.1 ± 0.2
ИДС ^{***}	1.1 ± 0.0	1.3 ± 0.0	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.9 ± 0.0	1.9 ± 0.0	1.9 ± 0.0	2.2 ± 0.0

Примечание к таблице. * Σ_{SPA} – сумма насыщенных жирных кислот, ** Σ_{USPA} – сумма ненасыщенных жирных кислот, ***ИДС – индекс двойных связей (Рудиковский и др., 2013).

Известно, что низкий эндогенный уровень ГБ, наряду с генетическими мутациями могут быть причиной снижения роста растения. Поэтому определение гиббереллин-зависимости карликовой яблони было одним из приоритетных направлений в работе. В ходе эксперимента с нанесением GA3 на конусы нарастания карликовых деревьев наблюдали более интенсивное (на 50 %) удлинение конусов, обработанных экзогенным GA3, по сравнению с контролем: (30.75 ± 3.22) см и (20.50 ± 3.21) см, соответственно. Повторный эксперимент, проведенный в 2015 году, подтвердил эту тенденцию. Таким образом, было установлено, что клетки меристемы верхушечной части побегов карликовой формы сибирской яблони, чувствительны к гиббереллину и мутации в генах белков-репрессоров, по-видимому, нет. Биотест на определение эндогенного содержания ГБ показал, что суммарные гормональные экстракты из листьев высокорослой и карликовой яблони достоверно не увеличивали рост гороха по сравнению с контролем (длина проростков высокорослой (8.0 ± 1.7) см; карликовой (5.9 ± 1.2) см и водной (8.5 ± 2.1) см – средах). Логично предположить, что в листьях яблони присутствует ретардантный фактор или комплекс факторов. В ходе анализа содержания стрессового гормона АБК и ИУК в молодых листьях карликовой и высокорослой яблони вы-

явлено, что содержание ауксина в карликовых деревьях достигало 116 нг/г сухого веса, в высокорослой форме – 350 нг/г сухого веса. Содержание АБК в верхушках побегов было примерно одинаковым у обеих изучаемых форм (210 и 213 нг/г сухого веса у высокорослой и карликовой растений, соответственно). На основании полученных результатов можно заключить, что участие фитогормонов в формировании карликовых форм у яблони сибирской проявляется не в изменении уровня АБК, как можно было ожидать, а в снижении содержания ИУК в верхушечной части побегов (конус нарастания и молодые разворачивающиеся листья).

Таким образом, проведенные исследования липидного и жирнокислотного состава мембран корней и листьев яблони показали, что карликовая форма находится в стрессовых условиях по сравнению с высокорослой, возможно, в связи с разными условиями увлажнения почвы. Адаптация к таким условиям могла стать причиной снижения интенсивности работы фотосистемы и перестройки гормонального статуса яблоневых деревьев и, как следствие, замедлить апикальное доминирование и накопление биологической массы. Карликовость яблони сибирской, вероятно, может быть рассмотрена как адаптивная модификация, расширяющая возможности организма для выживания и размножения в конкретных условиях внешней среды. Возникающие в подобных условиях наследственные изменения могут подхватываться естественным отбором, что позволяет виду более активно осваивать новые экологические ниши и достигать более эффективной приспособляемости к ним.

Литература

- Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Юдина П.К. Изменение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях степных растений вдоль широтного градиента на Южном Урале // Физиол. раст. 2013. Т. 60. № 6. С. 856–864.
- Кузнецова Е.В., Перетолчина Т. Е., Букин Ю. С., Щербаков Д. Ю., Рудиковский А. В. Происхождение карликовых форм яблони сибирской на территории Республики Бурятия // Изв. Ирк. гос. ун-та. Серия Биология. Экология. 2008. Т. 1. № 1. С. 54–58.
- Рудиковский А.В., Дударева Л.В., Столбикова А.В., Рудиковская Е.Г., Потемкин О.Н. Влияние условий произрастания на липидный и жирнокислотный состав карликовой и высокорослой форм яблони сибирской *Malus baccata* // Сиб. экол. журн. 2013. № 4. С. 577–585.
- Cameron K.D., Teece M.A., Smart L.B. Increased Accumulation of Cuticular Wax and Expression of Lipid Transfer Protein in Response to Periodic Drying Events in Leaves of Tree Tobacco // Plant Physiol. 2006. Vol. 140. No. 1. P. 176–183.
- Zhuang H., Hamilton-Kemp T.R., Andersen R.A., Hildebrand D.F. The impact of alteration of polyunsaturated fatty acid levels on C6-aldehyde formation of *Arabidopsis thaliana* leaves // Plant Physiol. 1996. Vol. 111. N 3. P. 805–812.

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА БЕРЕСКЛЕТ ИЗ РАЗНЫХ АРЕАЛОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ГОРОДЕ ИРКУТСКЕ

Т. А. Филиппова, В. В. Тунгрикова

*Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия,
ya.filipova0204@yandex.ru*

THE SEASONAL DEVELOPMENT OF THE GENUS EUONYMUS FROM DIFFERENT AREAS IN THE INTRODUCTION TO THE CITY OF IRKUTSK

T. A. Filippova & V. V. Tungrikova

A.A. Ezhevsky Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk, Russia

Summary. The article presents phenological observations of two species of the genus *Euonymus*: b. warty and b. poppy taking into account habitats where they grow. The data show that the timing of the passing phases of the studied species bereskleta in the areas of their growth completely or partially coincide with those in the soil-climatic conditions of the city of Irkutsk, that is explained by the plasticity of the species.

Актуальность. Для оценки перспективных видов при интродукции растений в условиях города Иркутска необходимо уделять внимание подбору климатических экотипов, проявляющих устойчивость к неблагоприятным условиям местности и обладающих способностью прохождения всех фенологических фаз, совпадающих с таковыми в ареалах их произрастания. Эти факторы являются основополагающими при введении в озеленительный ассортимент города декоративных растений. Как известно, в ландшафтной архитектуре города Иркутска используется незначительное количество кустарников, декоративных в осенний период. В связи с этим все более необходимой становится интродукция именно таких растений. Таким образом, наша работа посвящена введению в культуру нескольких видов бересклетов.

Цель работы состояла в том, чтобы на основании собранных данных определить виды, перспективные для использования в ландшафтной архитектуре города Иркутска.

Объекты и методы. Объектами изучения являлись представители двух видов рода бересклет: бересклет бородавчатый и бересклет Маака. А так же в ходе работы мы опирались на наблюдения, проведенные в природных ареалах изучаемых видов К.И. Шиманович (1987) и Л.Н. Пак (2011). Для проведения данного исследования нами были использованы общепринятые методики по интродукции в ботанических садах, а так же методика изучения фенологии растений и растительных сообществ И.Н. Бейдеман (1974).

Результаты и их обсуждения. С учетом места произрастания, изучаемые виды бересклетов можно разделить на 2 обширных ареала: Дальневосточный (включает в себя Сахалинскую область, Хабаровский край, часть Забайкальского края, Южную Корею, Японию) и ареал Европейской равнины (распространяется от Саратовской области на юге, до Скандинавского полуострова на севере; включает площадь от Западной Европы до Урала). К дальневосточному ареалу был отнесен бересклет Маака, а к европейскому – бересклет бородавчатый. Характеристика климатических параметров города Иркутска и ареалов произрастания изучаемых видов бересклетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика климата г. Иркутска и природных ареалов изучаемых экотипов бересклетов (Научно-прикладной..., 1988; 1991; 1992)

Ареал	Климатический фактор			
	Безморозный период	Сумма осадков за вегетационный периода, мм	Средняя температура воздуха января, °С	Среднегодовая температура поверхности почвы, °С
г. Иркутск	II декада июня–III декада августа	370	-17,9	-2
Дальневосточный ареал	I декада мая–I декада октября	641	-9,2	5
Европейский ареал	II декада мая–II декада сентября	404	-8,1	4

Из данных таблицы 1 можно сделать выводы о том, что в отличие от муссонного климата Дальнего Востока и резко-континентального климата Европейской равнины, резко-континентальный климат г. Иркутска характеризуется низкими зимними температурами, небольшим количеством осадков в первой половине лета, поздними возвратными заморозками и коротким вегетационным периодом. Таким образом, при интродукции растений в почвенно-климатические условия г. Иркутска, эти факторы можно считать лимитирующими. Безусловно, такие факторы напрямую влияют на способность растений к адаптации в новых условиях произрастания и возможность к прохождению всех фенологических фаз.

Сравнительная характеристика сроков прохождения фаз бересклета бородавчатого в условиях интродукции и природных ареалов представлены в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2, видно, что сроки прохождения фенофаз бересклета бородавчатого в европейском ареале и в городе Иркутске совпадают частично. На 10 дней раньше прошли следующие фазы: набухание почек (I декада мая – в Иркутске и II декада мая – в ев-

ропейском ареале), а так же осеннее расцветивание листвы (I–II декада сентября в Иркутске и III декада сентября в европейском ареале произрастания). А такие фазы, как распускание листьев, цветение и плодоношение частично совпадали. В ареале произрастания были продолжительнее фазы для распускания листьев (II–III декада мая в Иркутске и II декада мая в европейском ареале произрастания), цветения (III декада июня–I декада июля в Иркутске и I декада июня–III декада июня в европейском ареале). Фаза плодоношения в Иркутске также началась на 10 дней раньше (в Иркутске с III декады июля по III декаду августа, а в европейском ареале с I декады августа по I декаду сентября). Таким образом, не смотря на разные сроки прохождения фенофаз, растения успевают пройти весь цикл сезонного развития, что объясняется пластичностью вида.

Таблица 2. Фенофазы бересклета бородавчатого

Ареал	Фенофаза				
	Набухание почек	Распускание листьев	Цветение	Плодоношение	Осеннее расцветивание
Европейский ареал	II декада мая	II–III декада мая	I декада июня–III декада июня	I декада августа–I декада сентября	III декада сентября
г. Иркутск	I декада мая	II декада мая	III декада июня–I декада июля	III декада июля–III декада августа	I–II декада сентября

Сравнительная характеристика сроков прохождения фаз бересклета бородавчатого в условиях интродукции и природных ареалов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Фенофазы бересклета Маака

Ареал	Фенофаза				
	Набухание почек	Распускание листьев	Цветение	Плодоношение	Осеннее расцветивание
Дальневосточный ареал	III декада апреля	I декада мая	II декада июня–I декада июля	I–III декада сентября	II–III декада августа
г. Иркутск	III декада апреля	I декада мая	II декада июня–I декада июля	III декада августа–III декада сентября	II декада августа–II декада сентября

По данным таблицы 3 видно, что сроки прохождения следующих фенофаз бересклета Маака полностью совпадают: набухание почек (III декада апреля), распускание листьев (I декада мая) и цветение (II декада июня–I декада июля). А плодоношение и осеннее расцветивание – частично совпадают. Формирование плодов в г. Иркутске началось на 10 дней раньше (III декада августа–III декада сентября), а их созревание завершилось одновременно с Дальневосточным ареалом (I–III декада сентября). Осеннее расцветивание листвы в г. Иркутске также заняло больший период, чем в Дальневосточном ареале. Началась данная фаза одновременно, во II декаду августа, а закончилась в середине сентября, и продлилась на 20 дней дольше.

Выводы. Таким образом, на основании сравнительных наблюдений прохождения фенофаз бересклета бородавчатого и бересклета Маака в трех ареалах произрастания (европейский, дальневосточный и г. Иркутск) можно сделать вывод о том, что оба вида являются перспективными для использования в ландшафтной архитектуре города. Сроки прохождения фаз полностью или частично совпадают с таковыми в почвенно-климатических условиях города Иркутска, что объясняется пластичностью видов.

Литература

- Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск. 1974. 155 с.
Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 22. Иркутская область и западная часть Бурятской АССР. Л. 1991. 604 с.
Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 25. Хабаровский край, Амурская область. СПб. 1992. 264 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 29. Кировская, Костромская, Ярославская, Ивановская, Владимирская, Горьковская, Рязанская области, Удмуртская, Марийская, Чувашская, Мордовская АССР. СПб. 1992. 582 с.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 26. Приморский край. СПб. 1988. 416 с.

Пак Л.Н. Институт природных ресурсов, экологии и криологии // Вестник ИрГСХА. 2011. № 44. С. 113–120.

Шиманович Е.И. Библиотечка древесные породы. Бересклет. М. 1987. 64 с.

ВЫЯВЛЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЯЗИ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ ПОЗИЦИИ И ТРАДИЦИОННОГО МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

А. К. Черкашин, П. Л. Попов

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

IDENTIFICATION AND MODELING OF THE CONNECTION BETWEEN THE CLASSIFICATION POSITION AND TRADITIONAL MEDICAL APPLICATIONS OF PLANT SPECIES IN PROPHYLAXIS AND TREATMENT OF VIRUS DISEASES

A. K. Cherkashin & P. L. Popov

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. A study is made of the distribution of 674 species of flowering plants in the phylogenetic system according to the specific applications of their active materials in traditional medicine in the prophylaxis or treatment of 21 virus diseases of humans and animals. The analysis revealed statistically reliable connections between the particular applications and the taxonomic position of plant species at the level of a family or a subclass, and connections between virus diseases according to the similarity of the sets of plant species that were used in their prophylaxis or treatment. We suggest the model correlating the taxonomic position with medical applications of plant species. We identified 62 plant species holding the greatest promise as regards the detection, further investigation and antiviral activity. These virus diseases at study are divided into 7 groups such as smallpox, rabies, respiratory infection, jaundice, warts, measles and others. Class Magnoliopsida is superior to class Liliopsida in occurrence of species used in various viral infections. The proportion of these species is most large in evolutionarily later subclasses out of class Magnoliopsida. The 15 families from division Magnoliophyta have reliably increased occurrence of species used at least against one group of diseases. Closely related families are often similar on sets of infections in which species of these families are applied. Viral diseases are reliably interconnected with similarity of sets of plant species used in the prophylaxis or treatment. Particularly strong connections are "respiratory infections–jaundice", "respiratory infections–rabies", "measles–smallpox". The 62 plant species are recognized as the most promising for discovery, further study and use of their antiviral activity accounting established relations "family–disease" and "disease–disease". The taxonomic status of plant species is associated with their medical applications using mathematical model. The model is constructed as the equations of the theory of reliability (effectiveness). It describes the changing the frequency of the usage of plant species along the parameter of level of evolutionary development of taxons on rank of subclass. The data on the frequency of application demonstrate good corellation with calculated values ($R^2 = 0.91$) what allows to use the equations for forecasting and valuation.

Лечение и профилактика вирусных заболеваний – одна из наиболее интересных проблем современной медицины. Источником антивирусных препаратов с давних пор являются растения. Возникает задача систематизации опыта традиционной медицины по применению лекарственных растений против вирусных болезней человека и животных, и выявления видов растений, перспективных на обнаружение, дальнейшее исследование и использование противовирусной активности.

Хорошо известно, что позиция вида в филогенетической системе растений во многом определяет химический состав, биометрические и экологические свойства организмов, и как следствие, направление их прикладного использования, например, в медицинской практике. Существуют определенные корреляции между типами объектов, типами их свойств и видами применения. По этой причине для понимания полезности различных растений необходимо несколько классификаций, упорядочивающих отдельно разные виды объектов, их свойств и способов применения. Сочетанию (соотношению) таксономических позиций разных класси-

фикации соответствует частота (сравнительная полезность, эффективность) приложения соответствующих растений в конкретной области.

Данное исследование посвящено установлению связей таксономического положения и традиционного медицинского применения видов растений при профилактике или лечении вирусных инфекции человека и животных, а именно взаимозависимости двух классификаций – растений и вирусных заболеваний, где в качестве критерия полезности выступает доля видов таксона, применявшихся для профилактики или лечения конкретных заболеваний. Проводится статистический анализ исходных данных и разрабатывается теория математического моделирования отображения подобных классификационных связей.

Составлен список видов цветковых растений, применявшихся в традиционной медицине для профилактики или лечения 21 вирусной инфекции человека и животных (Попов, 2008). Источник сведений о применениях – 8-томое издание «Растительные ресурсы СССР» (1984–1993) и «Растительные ресурсы России и сопредельных государств» (1994). В этих изданиях отражены сведения о применении с медицинскими целями 2715 видов дикорастущих цветковых растений флоры в границах территории СССР с учетом медицинских традиций других стран, где эти виды встречаются.

Установлено, что 674 вида применялись, как минимум, при одной вирусной инфекции человека и животных, 513 видов растений применялось против одной болезни, 161 вид – против двух и более (до 5). В рамках исследования вирусные болезни разделены на 7 групп: натуральная оспа (29), бешенство (98), респираторные инфекции (391), желтухи (228), бородавки (65), корь (29), прочие (50). В скобках указано число применявшихся видов растений.

С использованием критерия Фишера, обнаружены статистически достоверные различия в распределении видов, применявшихся при вирусных инфекциях, по классам, подклассам и семействам филогенетической системы. Установлено, что в определенном таксоне процентная доля видов, использовавшихся при конкретной инфекции, достоверно больше или меньше, чем в остальной, т. е. не входящей в данный таксон, части флоры лекарственных растений.

Случайное возникновение концентрации видов с определенным применением в конкретном таксоне маловероятно, поэтому имеет смысл предполагать, что фактором, обусловившим такую концентрацию, является свойственная видам таксонов полезность применений. Это обстоятельство может учитываться при оценке перспективности видов растений на обнаружение, дальнейшее исследование и использование противовирусной активности.

Оптимальным таксономическим уровнем статистического анализа концентраций видов с определенным применением является уровень семейства, поскольку семейство, как правило, и достаточно объемно по количеству видов, и однородно по химическому составу и экологической стратегии выживания. Включение в анализ полезности таксонов более высокого ранга также желательно, поскольку это позволяет проводить количественный анализ на примере большой выборки видов и способствует выявлению эволюционных тенденций в распределении видов с определенными применениями в филогенетической системе.

Статистически обоснованно, что класс Magnoliopsida превосходит по встречаемости видов, применявшихся при различных вирусных инфекциях, класс Liliopsida. Доля таких видов наиболее высока в эволюционно поздних подклассах класса Magnoliopsida. В отделе Magnoliophyta 15 семейств имеют достоверно повышенную встречаемость видов, использовавшихся, как минимум, против одной группы болезней. Ниже приведены названия данных семейств вместе с названиями соответствующих групп болезней, для профилактики и лечения которых привлекались виды растений этих семейств.

Ranunculaceae (корь, натуральная оспа). Fumariaceae (желтухи). Euphorbiaceae (бешенство, бородавки). Tamariaceae (желтухи). Malvaceae (респираторные инфекции). Dipsacaceae (респираторные инфекции). Sambucaceae (бешенство). Viburnaceae (респираторные инфекции). Trapaeeae (бешенство). Gentianaceae (бешенство, желтухи). Solanaceae (респираторные инфекции, желтухи, бешенство). Cuscutaceae (бешенство). Lamiaceae (респираторные инфекции). Asteraceae (желтухи). Alismataceae (бешенство).

Семейства растений, принадлежащие к одному подклассу, нередко сходны по наборам инфекций, при профилактике и лечении которых применялись виды этих семейств. С другой стороны, вирусные болезни достоверно связаны между собой сходством наборов видов растений, применявшихся при их профилактике или лечении. Иными словами, в наборе видов, применявшихся против инфекции А, доля видов, применявшихся также против инфекции В, достоверно выше, чем среди видов флоры лекарственных растений, не применявшихся против А. Особенно сильны зависимости «респираторные инфекции–желтухи», «респираторные инфекции–бешенство», «корь–натуральная оспа». Подобные связи между болезнями представлены в виде графа, где стрелки отображений ориентированы по направлению вывода с указанием вероятности действия ассоциативной связи.

Таксономическое положение видов растений связывается с их медицинскими применениями с использованием математической модели. Модель построена в терминах уравнений теории надежности (эффективности) и описывает изменение частоты применения видов растений вдоль параметра уровня эволюционного развития таксонов ранга подкласса и степени опасности заболевания. Данные по частоте применения показывают хорошее сходство с расчетными значениями ($R^2 = 0.91$), что позволяет использовать полученные уравнения для прогнозно-оценочных вычислений.

Эффективность, или медицинская полезность использования видов растений таксона для лечения определенной группы заболеваний эмпирически оцениваются частотой применения видов растений. Эта предельная (дополнительная) полезность (эффективность) растений по данному заболеванию для подкласса определяется числом видов, использовавшихся при профилактике и лечении конкретной инфекции, отнесенных к количеству известных лекарственных растений флоры России и сопредельных стран из данного подкласса.

Модель описывает процесс изменения полезности как некоторый логико-динамический (логистический) поток вдоль некоторого пути, параметризуемом характеристиками состояния вида в филогенетической системе и показателем опасности заболеваний. Подклассы цветковых растений Magnoliopsida выделены по филогенетической системе А.Л. Тахтаджяна (1987) и пронумерованы в соответствие с уровнем их эволюционного совершенства. Болезни условно упорядочены в последовательность по степени опасности (риска) заболевания и летального исхода для периода формирования традиционной медицины. По этому критерию болезни упорядочены от натуральной оспы и бешенства до кори. Соответствующие порядковые значения приняты в качестве первого приближения двух переменных, параметризующих виды таксона.

Логистический процесс описывается базовым соотношением теории надежности и соответствующим ему дифференциальным уравнением потоковых изменений, аналогичных потоку автомобилей по дорогам с учетом изменения показателей состояния и пространственного положения автомобилей и темпов их выхода с трассы в результате аварии на отрезке пути (интенсивности отказа, функции опасности движения). Предполагается, что таким же образом в эволюционном отборе приобретает и теряется полезность растений по выбранным свойствам: «отрезок пути» – в данном случае конкретная группа инфекций или виды определенного таксона.

Решение дифференциального уравнения для случая функции опасности подбирается опытным путем и в нашем случае соответствует требованиям пропорциональной модели опасности Кокса – экспоненциальной зависимости. Тогда функция надежности описывается уравнением Гомпертца, а функция плотности безотказного функционирования – колоколообразной кривой полезности таксона для лечения определенной группы болезней. По положению максимума этой кривой определяются параметры функции полезности. Замечательной особенностью функции этой кривой является существование инвариантной формы зависимости полезности от функции потери эффективности при переходе от профилактики и лечения одной группы болезней к другой в пределах множества видов таксона. Эмпирические точки фактически ложатся на одну кривую линию, и по отклонениям от этой линии можно судить о перспективности использования видов таксона для лечения конкретной инфекции.

По результатам математико-статистического анализа рассчитан индекс полезности 62 видов по его участию в формировании достоверных связей в системе «семейство–болезнь» и «болезнь–болезнь». Ранг семейств по сумме индексов его видов согласуется с оценками, полученными аналитическим путем по модели. Наиболее перспективными для дальнейших исследований и медицинского применения считаются виды семейств *Sambucaceae*, *Ranunculaceae*, *Solanaceae*, *Gentianaceae*.

Литература

- Попов П.Л. Виды растений, применявшиеся при вирусных болезнях человека и животных: закономерности распределения в классификационной филогенетической системе // Журн. стресс физиологии и биохимии. 2008. № 4. С.17–64.
- Растительные ресурсы России и сопредельных стран. Л. 1994. 272 с.
- Растительные ресурсы СССР. Л. 1984. Т. 1. 461 с.; Л. 1986. Т. 2. 336 с.; Л. 1987. Т. 3. 328 с.; Л. 1988. Т. 4. 359 с.; Л. 1990. Т. 5. 328 с.; Л. 1991. Т. 6. 200 с.; СПб. Т. 7. 1993. 351 с.
- Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л. 1987. 440 с.
-

МИГРАЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

О. В. Шергина, Т. А. Михайлова

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия, sherolga80@mail.ru

MIGRATION OF BIOGENOUS ELEMENTS IN SOIL-PLANT SYSTEM WITHIN URBAN TERRITORIES

O. V. Shergina & T. A. Mikhailova

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Summary. In the urban territories of Priangarie (Shelekhov, Usolie-Sibirskoe) content of biogenous elements in soil profile horizons and leaves (needles) arboreal plants was studied. There was revealed elements disbalance in city trees assimilation organs showing in the increase of the polluting elements quota with the parallel decrease of the quota of biogenous elements. It can be concluded that data on migration of biogenous elements in soil profile horizons and arboreal trees assimilation organs contribute to adequate assessment of technogenic load on urban ecosystems.

Проанализированы результаты комплексных исследований состояния почв и древесных растений в лесопарковых зонах на урбанизированных территориях Приангарья (города Шелехов и Усолье-Сибирское). Выявлено, что при техногенном загрязнении в системе почва–растение миграция элементов-биогенов нарушается вследствие накопления поллютантов во всех горизонтах почвенного профиля; связывания биогенов поллютантами в почвенном поглощающем комплексе (ППК); а также за счет аэральное накопления фитоценозом элементов привносимых с выбросами. В первом случае, при связывании биогенов в ППК, их миграция в корневые системы растений снижается, во втором случае, при поглощении поллютантов в процессе газообмена, у растений одновременно нарушается и минеральное питание, и процесс фотосинтеза. На обследованных городских территориях чаще всего происходит сочетание всех этих нарушений.

Обнаружено, что в лесопарковых зонах значительно изменено состояние органической подстилки и верхних гумусовых горизонтов почв – основного резерва питательных элементов для растений. В органическом веществе почв снижено содержание гумуса (в 2.5 раза и более), азота – более чем в 5.5 раз, наблюдается усиление эмиссии CO₂ (в 3 раза выше фоновой), что указывает на существенное замедление процесса минерализации органических веществ и нарушение биогенной аккумуляции элементов в почве. В результате в верхних горизонтах почв снижен уровень азота, фосфора, магния и калия. Загрязнение городских почв приводит к значительному изменению количественного состава обменных катионов в ППК

за счет их связывания поллютантами. На примере кальция показано связывание его ионов с SO_4^{2-} , Pb^{2+} , содержащимися в техногенных выбросах (рис. 1).

Техногенное загрязнение оказывает большое влияние на содержание катионов в ППК также через смещение реакции среды почвенного раствора (актуальной кислотности) в сторону щелочных значений. Выраженное подщелачивание обнаружено в верхних горизонтах, где pH (водн.) равно 7.50–8.10, в нижней минеральной части почв pH (водн.) 5.60–6.80, в почвах фоновых территорий pH (водн.) составляет от 5.40 до 6.00.

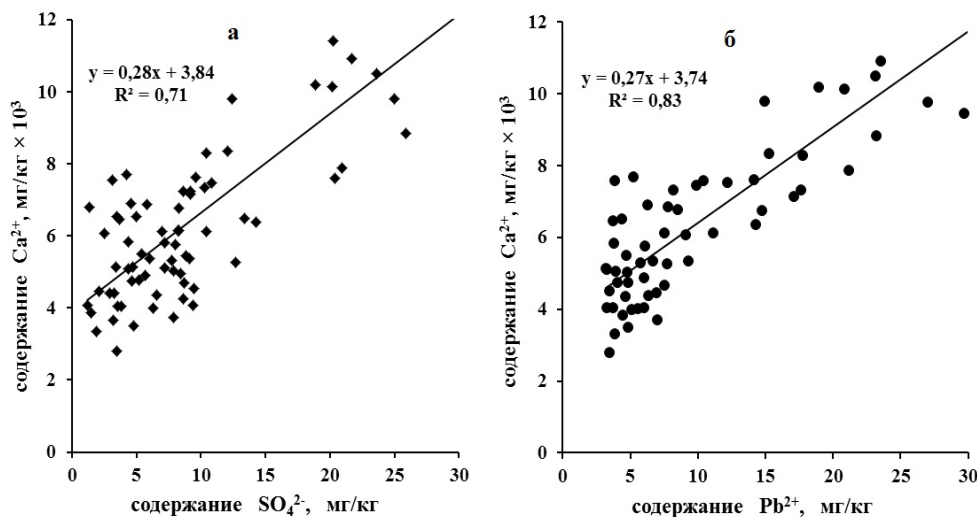


Рис. 1. Зависимости между содержанием подвижных форм серы (а), свинца (б) и обменных форм кальция в горизонтах загрязненных серых лесных почв.

Нарушение кислотно-щелочного баланса приводит к изменению миграционных потоков элементов в почвенных горизонтах. При этом элементы-поллютанты (свинец, кадмий, фтор, сера) характеризуются высоким накоплением в гумусово-аккумулятивных горизонтах и интенсивным иллювиальным перераспределением с глубиной (рис. 2).

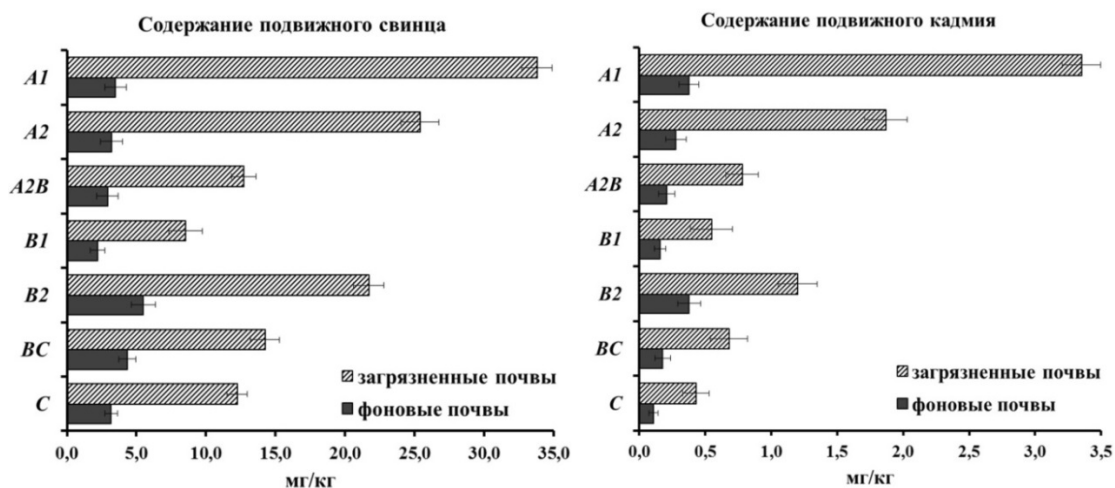


Рис. 2. Содержание подвижного свинца и кадмия по профилю городских почв в сравнении с фоновыми (A1, A2, ... C – индексы почвенных горизонтов).

Из загрязненных городских почв подвижные формы токсичных элементов способны активно поступать в корневые системы растений и с ксилемным током достигать ассимиляционных органов. Это показано на примере сосны обыкновенной, в хвое которой выявлено параллельное повышение содержания серы, фтора, хлора, свинца, кадмия, при этом связь между накоплением элементов-поллютантов в почве и хвое статистически значима ($r = 0.56–0.88$, $n = 32$).

В то же время значительная часть элементов-поллютантов поступает в хвою деревьев из загрязненного воздуха городов, в котором ПДК многих загрязняющих веществ превышены (Государственный..., 2016). Об активном аэральном поступлении поллютантов можно судить по их высоким коэффициентам концентрации в хвое (рис. 3). Поступившие в процессе газообмена поллютанты не только нарушают минеральное питание сосны, приводя к дисбалансу соотношений элементов-биогенов, но и резко снижают фотосинтетическую активность, разрушая пигменты.

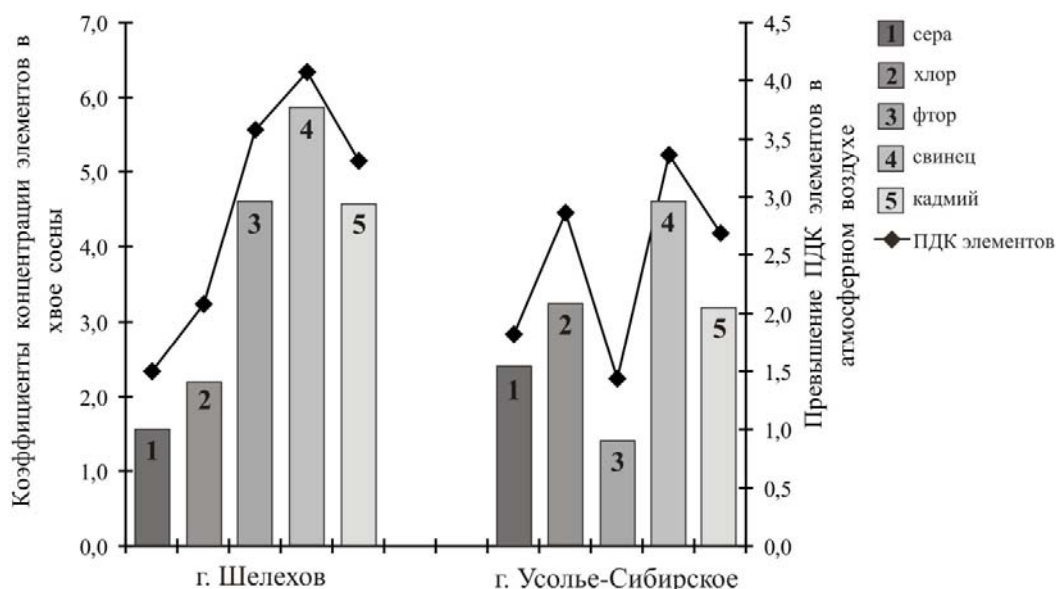


Рис. 3. Накопление элементов-токсикантов в хвое деревьев сосны при превышении их ПДК в атмосферном воздухе городов.

Нарушение потоков биогенных элементов в урбоэкосистеме в конечном счете проявляется в изменении параметров жизненного состояния одного из ее главных компонентов – древостоя (таблица). В обследованных урбоэкосистемах ростовые параметры ассимилирующей фитомассы деревьев значительно снижены в сравнении с фоновыми показателями.

Таблица. Параметры деревьев сосны обыкновенной в урбоэкосистемах

Параметры деревьев	г. Усолье-Сибирское	г. Шелехов	Фоновая территория
Количество зеленой хвои в кронах, %	35–45	30–40	75–80
Продолжительность жизни хвои, лет	3–4	2–4	5–7
Длина побега, см	9.69 ± 2.40	8.34 ± 2.23	19.60 ± 2.79

Таким образом, биогеохимическое перераспределение потоков биогенных элементов в урбоэкосистеме определяется в основном количеством привноса элементов-поллютантов. При этом нарушение потоков, следовательно, и минерального питания растений, вызвано сочетанием ряда негативных процессов, в том числе сильного подщелачивания среды, связывания биогенов поллютантами, сокращения пулов питательных элементов в ППК и ассимилирующей фитомассе. Полученные данные об изменениях потоков биогенных элементов в техногенно загрязненных урбоэкосистемах могут служить основой для разработки нормативов предельно допустимого воздействия загрязнителей воздуха на почвенный покров и древесные растения, для создания программ озеленения городов, а также для разработки рекомендаций по созданию «зеленых поясов» вокруг городов.

Литература

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». М. 2016. 639 с.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<u>НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ Л.В. БАРДУНОВА, ЕГО ВКЛАД В ИЗУЧЕНИЕ ФЛОРЫ</u>	
<u>ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ</u>	3
<i>С. Г. Казановский</i> ВКЛАД Л.В. БАРДУНОВА В ИЗУЧЕНИЕ МХОВ СЕВЕРНОЙ АЗИИ.....	3
 <u>ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА</u>	
<u>ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ; ТАКСОНОМИЯ, СИСТЕМАТИКА И ФИЛОГЕНИЯ</u>	
<u>РАСТЕНИЙ</u>	
<i>Н. В. Власова</i> ТИПОВЫЕ ОБРАЗЦЫ ТАКСОНОВ СЕМЕЙСТВА <i>Caryophyllaceae</i> В КОЛЛЕКЦИИ ГЕРБАРИЯ ИМ. М.Г. ПОПОВА (NSK).....	6
<i>А. А. Гнутиков, Н. Н. Носов, Н. С. Пробатова, А. В. Родионов</i> О ПОЛОЖЕНИИ <i>Coleanthus subtilis</i> Seidl ex Roem. & Schult. В СИСТЕМЕ ЗЛАКОВ (<i>Poaceae</i>).....	7
<i>V. Gundegmaa, T. Munkh-Erdne & B. Uugantsetseg</i> NEW REGIONAL RECORDS OF THE GENUS <i>Cotoneaster</i> Medik. (<i>Rosaceae</i> Juss.) IN MONGOLIA.....	10
<i>М. С. Князев</i> СКАЛЬНАЯ ЦЕНОФЛОРА УРАЛА – КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ФЛОРОГЕНЕЗА В ЭТОЙ ГОРНОЙ СТРАНЕ.....	12
<i>А. Д. Коновалов, В. В. Павличенко, В. В. Чепинога, М. В. Протопопова</i> ФИЛОГЕОГРАФИЯ И ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ <i>Waldsteinia aggr. ternata</i> Fritsch НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА.....	18
<i>Е. В. Кобозева, А. В. Агафонов</i> МИКРОЭВОЛЮЦИОННЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ СИБИРСКИХ ВИДОВ <i>Elymus margaritae</i> И <i>E. komarovii</i> (<i>Poaceae</i>) ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ.....	20
<i>О. А. Костромина</i> ОСОБЕННОСТИ ОТМЕЛЬНО-ПРИБРЕЖНОЙ ФЛОРЫ ЗАЛИВОВ БРАТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	23
<i>Е. В. Минчева, Т. Е. Перетолчина, Ю. С. Букин, А. П. Куклин, Л. С. Кравцова</i> ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КЛОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ <i>Eloдея canadensis</i> Michx. В ВОДОЕМАХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.....	26
<i>О. Д. Никифорова</i> К ВОПРОСУ О ТИПИФИКАЦИИ НАЗВАНИЙ ВИДОВ РОДА <i>Mertensia</i> (<i>Boraginaceae</i>), ОПИСАННЫХ ИЗ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ.....	28
<i>А. Ю. Никулин, В. Ю. Никулин, А. А. Гончаров</i> ФИЛОГЕНИЯ И ФИЛОГЕОГРАФИЯ ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО РОДА <i>Orostachys</i> Fisch. (<i>Crassulaceae</i>).....	30
<i>Т. А. Полякова</i> ФИЛОГЕНИЯ РОССИЙСКИХ ВИДОВ РОДА <i>Spiraea</i> L. (<i>Rosaceae</i> Juss.) ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ И МОЛЕКУЛЯРНЫМ ДАННЫМ.....	33
<i>М. В. Протопопова, В. В. Павличенко, А. Д. Коновалов, В. В. Чепинога</i> ФИЛОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ НЕКОТОРЫХ РЕЛИКТОВЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ.....	35
<i>О. В. Седова</i> СТРУКТУРА «ВОДНОГО ЯДРА» ФЛОРЫ ОЗЕР-СТАРИЦ РЕКИ МЕДВЕДИЦЫ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	37
<i>С. А. Трофимова, Н. В. Клёцина</i> СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ, БИОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФЛОРЫ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОС. КРАСНОБОРСКИЙ ПУДОЖСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ.....	39
<i>О. А. Чернышева, Д. А. Кривенко</i> НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ <i>Tulipa uniflora</i> Besser ex Baker (<i>Liliaceae</i>) В СТЕПЯХ ПРИАНГАРЬЯ.....	41
<i>Д. Г. Чимитов, О. В. Иметхенова</i> О РАСПРОСТРАНЕНИИ <i>Oxytropis squamulosa</i> DC. (<i>Fabaceae</i>) В ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ.....	44
<i>О. В. Шелепова, Ю. К. Виноградова</i> ЭФИРНЫЕ МАСЛА НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА <i>Solidago</i> L. И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАТИКЕ.....	45
 <u>ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ КРИПТОГАМНОЙ БИОТЫ</u>	
<i>Э. З. Баишева, П. С. Широких, О. Н. Ануфриев</i> ВЛИЯНИЕ СПЛОШНЫХ РУБОК НА БРИОКОМПОНЕНТ ЛЕСОВ ЮЖНОГО УРАЛА.....	48
<i>Н. А. Белова, Т. И. Морозова</i> РОЛЬ ОПЕНКА (<i>Armillaria</i>) В ОСЛАБЛЕНИИ КЕДРОВО-ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ.....	50
<i>С. Э. Будаева</i> РЕДКИЕ И РЕЛИКТОВЫЕ ЛИШАЙНИКИ ЛЕСНЫХ ЦЕНОЗОВ И КАМЕНИСТЫХ ВЫХОДОВ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ И ГОРНЫХ ХРЕБТАХ БУРЯТИИ.....	52

Е. А. Волкова, Н. А. Бондаренко ВИДОВОЕ БОГАТСТВО И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА <i>Spirogyra</i> (Zygnematales, Charophyta) В БАЙКАЛЕ И НЕКОТОРЫХ ЕГО ПРИТОКАХ.....	54
О. Г. Воронова К БРИОФЛОРЕ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ...	57
И. Н. Егорова ЭПИГЕЙНЫЕ И ЭПИФИТНЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ИЗ МОНГОЛИИ.....	60
И. Н. Егорова, О.Н. Болдина О РАЗМНОЖЕНИИ ЗЕЛЕННЫХ МИКРОВОДОРΟΣЛЕЙ (Chlorophyta).....	61
С. Г. Казановский, О. М. Афонина СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФЛОРЫ МХОВ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	63
Н. А. Константинова, Ю. С. Мамонтов, А. Н. Савченко ПЕЧЕНОЧНИКИ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	65
Y. I. Kosovich-Anderson CONTEMPORARY BRYOLOGICAL RESEARCH IN WYOMING, USA...	67
М. В. Костина, Н. С. Барабаницкова ГОДИЧНЫЕ ПРИРОСТЫ БОКОПЛОДНЫХ МХОВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	69
Н. В. Кулакова МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ «ЗООХЛОРЕЛЛЫ» – СИМБИОНТА БАЙКАЛЬСКИХ ГУБОК.....	71
Е. Н. Максимова, О. Г. Лопатовская ВОДОРΟΣЛИ В ПОЧВАХ ОСТРОВА ОЛЬХОН (ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	73
Т. И. Морозова, И. Н. Егорова РЕКОГНОСЦИРОВОЧНОЕ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ (РОССИЯ).....	75
И. В. Новаковская, Е. Н. Патова, О. Н. Болдина ЭКОЛОГИЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНО ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШТАММА <i>Chloromonas reticulata</i> (Goroschankin) Gobi ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ РОЗОВОГО «ЦВЕТЕНИЯ» СНЕГА НА ПРИПОЛЯРНОМ УРАЛЕ.....	77
Л. Л. Осипян, Е. Ю. Согоян ПОДВЕРЖЕННОСТЬ СЕМЕЙСТВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПОРАЖЕНИЮ ГРИБАМИ ИЗ РОДА <i>Septoria</i> В РЕСПУБЛИКЕ АРМЕНИЯ..	80
О. Ю. Писаренко ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ПО ЭКОЛОГИИ ВИДОВ МХОВ.....	81
Н. Н. Попова МЕЛОВЫЕ И ИЗВЕСТНЯКОВЫЕ КАРЬЕРЫ – КАК МЕСТА ОБИТАНИЯ РЕДКИХ МОХООБРАЗНЫХ НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....	84
А. В. Рубцова БРИОКОМПОНЕНТ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ТОРФЯНОЕ БОЛОТО ПЫЧАССКОЕ» (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА).....	87
И. Н. Урбанавичене ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭПИФИТНОГО ПОКРОВА ЛИШАЙНИКОВ В ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	89
В. Э. Федосов, В. А. Бакалин, Е. А. Игнатова, А. И. Максимов НОВЫЕ ДАННЫЕ О БРИОФЛОРЕ ПЛАТО ПУТОРАНА: МЕЖДУ ЗАПАДОМ И ВОСТОКОМ.....	92
Н. В. Филиппова ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ СООБЩЕСТВА МАКРОМИЦЕТОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ: РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПЛОДОНОШЕНИЕМ НА ПОСТОЯННЫХ ПЛОЩАДКАХ.....	95
О. М. Tshivleva, T. P. Nguyen, M. P. Chernyshova, V. V. Galushka & A. N. Petrov DIVERSITY OF MYCELIAL MICROSTRUCTURES AND BIOCHEMICAL COMPONENTS OF <i>Ganoderma</i> MACROMYCETES FLORA OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGIN....	98
И. В. Чернядьева, Е.А. Игнатова МХИ ОСТРОВОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА.....	100
Г. С. Шамбуева, И. Н. Егорова, О. В. Шергина, В. В. Гурина ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В СЛОЕВИЩАХ <i>Nostoc commune</i> (Cyanoprokaryota)...	103
<u>РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА, ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ</u>	105
О. А. Аненхонов КЛИМАТОГЕННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА: ОТ ПОПУЛЯЦИЙ ДО РЕГИОНОВ И БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН.....	105
Н. С. Гамова ПИРОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В ПОДГОЛЬЦОВЫХ КЕДРОВНИКАХ БАЙКАЛЬСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	108
В. Н. Егорова АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ РЕКИ ОКИ: МОНИТОРИНГ, ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ГЕНОФОНДА.....	109

<i>И. М. Ермакова, Н. С. Сугоркина</i> ГЛАВЕНСТВУЮЩИЕ ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ НА ЗАЛИДОВСКИХ ЛУГАХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	111
<i>С. П. Жуков</i> ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИРОДНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДОНБАССА В ХОДЕ ТЕХНОГЕНЕЗА....	114
<i>Н. А. Кононова</i> РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ФАКТОРАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ КОЙБАЛЬСКОЙ СТЕПИ (ХАКАСИЯ).....	117
<i>В. В. Корженевский, Ю. В. Корженевская, А. А. Квитницкая</i> СООБЩЕСТВА И УСЛОВИЯ СРЕДЫ НА ХРОНОТRENДЕ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ДЖАУ-ТЕПЕ.....	118
<i>А. О. Кузнецова, А. С. Афонин, Я. В. Тихонравова, М. Нарушко, К. А. Попов, Е. А. Слагода</i> МИКРОСТРОЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ-ТОРФООБРАЗОВАТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	121
<i>М. А. Макарова</i> ЛАНДШАФТЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗВОЗСКОГО КАРСТОВОГО РАЙОНА (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	124
<i>Ф. А. Маслов, Е. И. Курченко, В. Г. Петросян</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЕННОГО ЛУГА (НА ПРИМЕРЕ ЗАЛИДОВСКИХ ЛУГОВ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ).....	126
<i>И. Н. Сафронова</i> АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИКАСПИЯ.....	130
<i>А. П. Сизых, А. И. Шеховцов</i> КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ).....	132
<i>А. П. Софронов</i> КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КОТЛОВИН СЕВЕРНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ.....	134
<i>Е. Г. Суворов, А. Д. Китов, Н. И. Новицкая</i> ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ЗОНЕ МАССИВА МУНКУ-САРДЫК (ВОСТОЧНЫЙ САЯН).....	137
<i>П. С. Широких, В. Б. Мартыненко, И. Г. Бикбаев</i> РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАЛЕЖЕЙ ГОРНО-ЛЕСНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....	139
 <u>АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА И СТРАТЕГИИ ЕГО СОХРАНЕНИЯ</u>	
<i>Э. А. Агаджанян, Р. Э. Авалян, А. Л. Атоянц, Р. М. Арутюнян</i> ПРИМЕНЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	143
<i>К. З. Гамбург, С. Г. Казановский</i> ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МЕГАДЕНИИ БАРДУНОВА (<i>Megadenia bardunovii</i> Popov) И ЕЕ СОХРАНЕНИЕ <i>IN SITU</i> И <i>EX SITU</i>	145
<i>И. В. Гашикова</i> КОЛЛЕКЦИЯ ДЫНИ (<i>Cucumis melo</i> L.): МОБИЛИЗАЦИЯ, ИЗУЧЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ.....	147
<i>В. Н. Ильина</i> К ВОПРОСУ ОБ ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ПОПУЛЯЦИЙ <i>Sephalaria uralensis</i> Roem. & Schult. В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	149
<i>Н. О. Kauhanen</i> THREATENED FLORA AND REINDEER HUSBANDRY – A CASE OF MALLA STRICT NATURE RESERVE IN FINLAND.....	152
<i>Я. А. Костыро, В. В. Костыро, Е. Н. Петрова, Е. С. Гоголь, В. В. Даваа</i> РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО СЫРЬЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ	153
<i>Д. А. Кривенко, С. Г. Бабина</i> БОТАНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВИРОВАННОГО УЧАСТКА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЙКАЛЬСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА.....	154
<i>С. В. Шевченко</i> МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОПЫЛЕНИЯ У НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ КРЫМА.....	156
<i>А. Л. Эбель, А. В. Верхозина, Е. Ю. Зыкова, С. И. Михайлова, Т. О. Стрельникова, С. А. Шереметова, И. А. Хрусталева, А. Н. Куприянов</i> ОСНОВНЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ ЮЖНОЙ СИБИРИ.....	160

<u>ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ</u>	
<u>БИОРАЗНООБРАЗИЯ, БАЗЫ ДАННЫХ</u> 164	
Е. В. Арсеньева, А. В. Касаткина МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ВЕСЕННИХ ЭФЕМЕРОИДОВ И НЕКОТОРЫХ РАННЕЦВЕТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ С КАРТИРОВАНИЕМ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ В ГОРОДСКОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ».....	164
Н. С. Гамова, Т. П. Баландина, С. В. Дудов, К. В. Дудова, Н. К. Шведчикова, А. П. Серегин КАК УСТРОЕН ЦИФРОВОЙ ГЕРБАРИЙ МГУ – КРУПНЕЙШАЯ В РОССИИ БАЗА ДАННЫХ ПО БИОРАЗНООБРАЗИЮ.....	166
Н. Б. Истомина, О. В. Лихачева ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ГЕРБАРИЯ ЛИШАЙНИКОВ ПСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	169
В. В. Мурашко, А. В. Верховина ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПОЯВЛЕНИЯ ИНВАЗИОННЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	171
Н. И. Новицкая ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....	174
М. В. Олонова, Н. С. Мезина, Т. С. Высоких, Д. С. Феоктистов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И СРАВНЕНИЯ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ НИШ.....	177
Д. В. Санданов, Zh. Wang, X. Su БАЗА ДАННЫХ ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	179
В. В. Чепинога, М. В. Протопопова, В. В. Павличенко ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА НЕМОРАЛЬНОГО РЕФУГИУМА НА СЕВЕРНОМ МАКРОСКЛОНЕ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН.....	181
<u>ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ</u> 185	
Д. Е. Алексеев ЗИМОСТОЙКОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ ЕВРОАЗИАТСКИХ РОДОДЕНДРОНОВ В МОСКВЕ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА.....	185
Т. Г. Горноста́й, Д. Н. Оленников, Ю. Б. Захаров, Г. Б. Боровский ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛУПАНОВЫХ ТРИТЕРПЕНОИДОВ В МИЦЕЛИИ <i>Inonotus rheades</i> (Pers.) Bondartsev & Singer ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА.....	188
Е. В. Жмудь, О. В. Дорогина ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА Fabaceae Lindl. В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СИБИРИ.....	190
О. В. Калугина ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЭМИССИЙ НА АКТИВНОСТЬ ПЕРОКСИДАЗЫ И ЕЕ ИЗОФЕРМЕНТНЫЙ СОСТАВ В ХВОЕ <i>Pinus sylvestris</i> L.....	193
Е. В. Матюшевская ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЕЛИ ДЛЯ НАРАСТАНИЯ СТЕЛОВОЙ МАССЫ В ПРИРОДНО-ЗОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ.....	195
П. Л. Попов СЕМЕЙСТВА ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕСЯ ПОВЫШЕННОЙ ВСТРЕЧАЕМОСТЬЮ ВИДОВ, ПРИМЕНЯВШИХСЯ ПРИ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЯХ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.....	198
Г. Ю. Самойленко, Е. А. Бондаревич, Н. Н. Коцюржинская СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. ЧИТЫ И ЧИТИНСКОГО РАЙОНА.....	200
Н. В. Семёнова, В. Н. Шмаков, Л. В. Дударева ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ СТЕРИНОВ В ТКАНЯХ ХВОИ И КУЛЬТУРЕ <i>IN VITRO</i> НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ.....	203
Л. Г. Соколова, А. В. Поморцев, С. Ю. Зорина, Н. В. Дорофеев ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ИЗМЕНЕНИЮ УРОВНЯ УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВЫ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ВЕГЕТАЦИИ.....	205
А. В. Столбикова, А. В. Рудиковский, А. А. Шишпаренок, Е. Г. Рудиковская, Л. В. Дударева ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАРЛИКОВОСТИ <i>Malus baccata</i> (L.) Borkh. НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСОСТЕПНОГО ЭКОТОНА.....	208

<i>Т.А. Филиппова, В.В. Тунгрикова</i> СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА БЕРЕСКЛЕТ ИЗ РАЗНЫХ АРЕАЛОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ГОРОДЕ ИРКУТСКЕ.....	211
<i>А. К. Черкашин, П. Л. Попов</i> ВЫЯВЛЕНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЯЗИ КЛАССИФИКАЦИОННОЙ ПОЗИЦИИ И ТРАДИЦИОННОГО МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	214
<i>О. В. Шергина, Т. А. Михайлова</i> МИГРАЦИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.....	217

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА ЕВРАЗИИ

Материалы II Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых,
посвященной памяти доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля
науки РФ Леонида Владимировича Бардунова (1932–2008 гг.)
(Иркутск, Кырен, 11–15 сентября 2017 г.)

Технический редактор *А.И. Шеховцов*
Дизайнер *И.М. Батова*

Подписано в печать 01.09.2017 г.
Формат 60 × 90/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага Ballet.
Уч.-изд. л. 23,4. Усл. печ. л. 25,9. Тираж 300 экз. Заказ № 775.

Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1