

135

**БОТАНИКА И  
БОТАНИКИ  
В МЕНЯЮЩЕМСЯ  
МИРЕ**

ТРУДЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ

г. Томск

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томское отделение Русского ботанического общества

---

## **Ботаника и ботаники в меняющемся мире**

Труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию  
кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета  
*(Томск, 14–16 ноября 2023 г.)*



Издательство Томского университета  
2023

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2

УДК 58

ББК 28

Б 86

Ответственный редактор: проф. А.С. Ревушкин

**Ботаника** и ботаники в меняющемся мире [Электронное издание]: Труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета (г. Томск, 14–16 ноября 2023 г.) / Отв. ред. А.С. Ревушкин. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2023. – 395 с.: ил.

**ISBN 978-5-7511-2661-2**

В 2023 г. исполняется 135 лет кафедре ботаники и 145 лет Томскому государственному университету. В настоящем сборнике представлены труды участников Международной конференции «Ботаника и ботаники в меняющемся мире» (14–16 ноября 2023 г., Томск), посвященной этим двум знаменательным датам. Предметом обсуждения на конференции стали самые разнообразные вопросы ботанических исследований. В материалах конференции отражены вопросы выявления и сохранения фиторазнообразия, интродукции растений, комплексного подхода к изучению структуры, динамики и функционирования экосистем, исследованию растительных ресурсов для мобилизации их на благо человечества. Внимание уделено и ботаническому образованию и воспитанию современников.

Сборник предназначен для специалистов в области ботаники, экологии, охраны природы, аспирантов и студентов биологических специальностей вузов.

**УДК 58**  
**ББК 28**

*Сборник рекомендован к печати Томским отделением  
Русского ботанического общества*

**ISBN 978-5-7511-2661-2**

*Ответственность за достоверность сведений, представленных в сборнике, несут авторы  
соответствующих материалов.*

© Коллектив авторов, 2023

© Томский государственный университет, 2023

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

В 2023 году исполняется 145 лет первому университету Азиатской части России – Томскому государственному университету. Эта знаменательная дата совпала с юбилеем старейшей кафедры – кафедры ботаники, которой исполнилось в этом году 135 лет. Кафедра ботаники сыграла выдающуюся роль в развитии науки и образования в Томском университете, в подготовке высококвалифицированных ботаников, в становлении и развитии научных центров в различных городах Сибири и России. Первую лекцию студентам университета в 1888 году прочитал заведующий кафедрой, известный ученый С.И. Коржинский. Выдающиеся географические открытия, богатейшие ботанические материалы, фундаментальные труды были выполнены заведующим кафедрой ботаники путешественником В.В. Сапожниковым. Создание ботанической научной школы в Сибирском отделении Академии наук СССР проходило под руководством и при непосредственном участии томского ученого В.В. Ревердатто. Достаточно много интересных научных проектов, получивших высокую оценку в России и за рубежом, было выполнено под руководством профессора А.В. Положий. Более полутора тысяч выпускников получили образование и специализацию на кафедре ботаники, 220 кандидатских диссертаций и 55 докторских диссертаций подготовили и защитили выпускники ботаники. В представляемом сборнике содержатся статьи по материалам международной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники Национального исследовательского Томского государственного университета. Материалы отражают широкий круг проблем, что соответствует широте научных интересов ботаников Томска и раскрывает проблемы современной ботанической науки в разных научных и образовательных учреждениях Сибири.

А.С. Ревушкин  
10 ноября 2023 г.

## **ИСТОРИЯ В ЛИЦАХ: 135 ЛЕТ ПЕРВОЙ КАФЕДРЕ ПЕРВОГО СИБИРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**А.С. Ревушкин**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск,  
Россия*

## **THE HISTORY OF PERSONS: 135 YEARS OF THE FIRST DEPARTMENT IN THE FIRST SIBERIAN UNIVERSITY**

**A.S. Revushkin**

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Кафедра ботаники Томского университета отличается от других университетских кафедр своей историей. Не только тем, что ее история самая продолжительная по времени, не только тем, что в ее составе работали выдающиеся ученые и педагоги, составившие славу отечественной науке и первому сибирскому университету. Не только тем, что из кафедры ботаники вышло более полутора тысяч выпускников, работавших в отечественных и зарубежных научных центрах, производственных организациях и образовательных учреждениях. Кафедра ботаники уникальна непредсказуемостью своей истории, которая временами делала неожиданные повороты, приводила к крупным изменениям различного характера, вовлекала в круговорот исторических событий не только ботаников, но замечательных людей, оставляющих след в разных сферах деятельности и являющихся частью истории старейшей кафедры.

Так сложилось, что к истории кафедры ботаники обращался неоднократно в связи с различными юбилейными датами и поворотами научных исследований. Каждый раз за эту тему брался с большим интересом, особым трепетом и ответственностью. И каждый раз убеждался, что эта тема неисчерпаема, уж очень она многогранна, объемна. В процессе изучения исторических событий и личностей вскрывались различные проблемы, не потерявшие актуальность и ныне. Впервые мне пришлось заняться историей развития ботаники в Томском университете 25 лет назад, когда с Е.С. Ляхович работал над монографией «Университеты в истории и культуре дореволюционной России». В большой по объему работе нашлось место главе «Томская научная школа ботаников: преемственность, традиции и современные направления развития». Исторический материал оказался очень полезным для определения основных признаков понятия научная школа и выявления роли научных школ в развитии научных исследований и университетского образования. Через 5 лет в 2003 году по инициативе декана биолого-почвенного факультета С.Н. Кирпотина отмечался 70 летний юбилей факультета и 125-летие университета. На научной конференции мне удалось выступить с докладом «Кафедра ботаники: история и современность», опубликованным в Вестнике ТГУ. В статье восстановлена точная хронология событий кафедральной истории, выявлены внешние и внутренние причины её развития. В 2013 году проходила Международная научная конференция «Проблемы исследования растительного покрова Сибири», приуроченная к 125-летию кафедры ботаники. При подготовке доклада выяснились замечательные моменты, не соответствующие основным этапам истории университета и логике исторического развития. Выяснилось, что история кафедры в какой-то степени уникальна и парадоксальна. Это и определило название доклада «Парадоксы кафедральной истории», содержащего много замечательных фактов из истории развития ботаники в Томском университете. В 2017 году ботаники университета отметили столетний юбилей А.В. Положий. К этой дате была опубликована монография



Рис. 1. П.Н. Крылов

«Ботаника и ботаники в Томске», в которой содержатся две статьи по истории кафедры. (А.В. Положий «История кафедры ботаники Томского университета» и А.С. Ревушкин «Старейшая кафедра университета»). В книге помещены воспоминания А.В. Положий, А.С. Ревушкина, И.И. Гуреевой, Б.Ф. Свириденко с информацией о кафедре ботаники во время учебы и работы авторов. Довольно много сведений о сотрудниках и выпускниках кафедры можно найти в биографическом словаре «Профессора Томского университета», подготовленным историками под руководством профессора С.Ф. Фоминых.

Размышляя о докладе на юбилейной конференции, я пытался понять как мне рассказать о большой и необычной истории кафедры ботаники, не повторяя то, что было сказано и написано мною ранее. С одной стороны материала очень много и его хватит не на один десяток докладов и статей. С другой стороны, не хотелось бы разделять его на фрагменты, мельчить и увлекаться одной двумя темами. И вдруг неожиданно и

сразу даже непонятно почему всплыло ключевое слово «лица». И вот по мере того, как обдумывал эту идею, замысел становился все более ясным, а лица отчетливыми.

Так судьба распорядилась, что мне довелось работать на кафедре ботаники без малого 50 лет, поэтому лица кафедральной истории не только мне знакомы, но отчетливо запечатлелись в моей памяти. Порой появляется ощущение, что даже с ботаниками, с которыми я никогда не встречался, знаком лично и очень близко. Прохожу коридором главного корпуса и думаю, что могу увидеть не только своего учителя элегантную и приветливую Антонину Васильевну. А если зайду в один из залов Гербария, то может увижу, работающего за столом добрейшего и умнейшего Порфирия Никитича (рис. 1.). А подходя к кафедре, встречу с популярным и любимым студентами Виктором Владимировичем. История кафедры за годы работы стала частью моей жизни и моей судьбы.



Рис. 2. С.И. Коржинский



Рис. 3. В.В. Сапожников

Немного фактологии. В 1888 году был подписан указ о создании в Императорском Томском университете первых 9 кафедр, из которых до наших дней дошла без изменений названия и содержания лишь одна кафедра ботаники. Первую лекцию студентам на тему «Что такое жизнь» прочитал 1 сентября 1888 года первый заведующий кафедрой ботаники С.И. Коржинский (рис. 2). С 1893 г. многогранную деятельность в университете начинает заведующий кафедрой В.В. Сапожников (рис. 3). За 30 лет он не только совершает

выдающиеся путешествия на Алтай, в Западную Монголию и Джунгарию, не только собирает богатейшие коллекции, но в течении двух сроков работает в качестве ректора университета. После 1924 года из кафедры выделяются 4 ботанические кафедры: кафедра геоботаники (1925), кафедра физиологии растений (1924), кафедра морфологии и систематики высших растений (1928). В 1951 г. по инициативе декана Б.Г. Иоганзена 3 ботанические кафедры объединены в одну, а в 1974 году присоединяют еще и кафедру физиологии растений. В 1991 году кафедру физиологии растений восстановили. За 135 лет кафедры ботаники возглавляли 10 профессоров. Кроме упомянутых выше кафедрой заведовали В.В. Ревердатто (17 лет), Н.Н. Лавров (23 года), Л.В. Шумилова (23 года), Б.К. Шишкин (5 лет), П.А. Никитин (5 лет), Н.Н. Карташова (4 года), А.В. Положий (24 года), А.С. Ревушкин (35 лет).

Наибольшее значение для развития кафедры имела деятельность патриарха Сибирской ботаники П.Н. Крылова. Обладая недюжинным педагогическим талантом, широкой эрудицией и научным предвидением он оказал огромное влияние не только на своих непосредственных учеников, но и на все последующие и будущие поколения ботаников и направления работы кафедры ботаники. Перефразируя известное выражение историков, можно сказать, что мы все птенцы гнезда Крылова, все вышли из крыловской ботанической науки.

П.Н. Крылов определил научные исследования кафедры в первые десятилетия ее существования. Именно он настойчиво советовал своему казанскому другу С.И. Коржинскому переехать в Томск заведовать кафедрой, именно он соблазнил физиолога растений В.В. Сапожникова отправиться в экспедицию на Алтай и в дальнейшем стать знаменитым путешественником, первооткрывателем непокоренных вершин, ледников и новых для науки видов растений.



Рис. 4. Л.П. Сергиевская



Рис. 5. В.В. Ревердатто

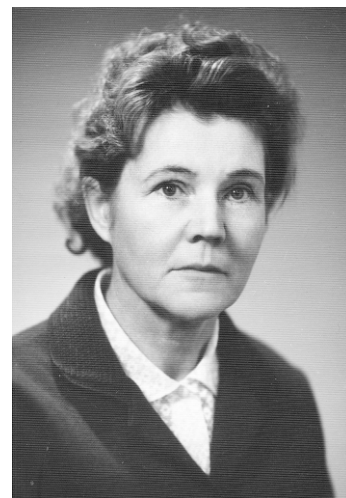


Рис. 6. А.В. Положий

Конечно, главным делом жизни П.Н., вероятно, считал написание и издание «флор». И в этом он не только преуспел, но фактически предопределил будущий путь в науке Л.П. Сергиевской (рис. 4), В.В. Ревердатто (рис. 5), А.В. Положий (рис. 6) и их учеников. Невероятное их трудолюбие, дотошность и аккуратность в работе над диагнозами и ключами привели к неиссякаемому потоку флор и определителей: Флоры Западной Сибири, Красноярского края, определители Томской области, Горного Алтая, Тувы.

Открытие П.Н. Крыловым «липового острова» в Горной Шории в 1890 г. вызвало интерес к нему целой плеяды томских ботаников: Л.Ф. Покровская-Ревердатто, А.В. Куминова, А.В. Положий, Э.Д. Крапивкина (рис. 7) в течение более чем 100 лет изучали этот уникальный ботаническо-географический феномен. Последней из них удалось обобщить все материалы по липовым лесам. в виде докторской диссертации и фундаментальной монографии. Но точка не поставлена, сибирские липы и их спутники ждут новых исследований.



Рис. 7. Э.Д. Крапивкина



Рис. 8. А.С. Ревушкин

Вышедший в 1931 году «Фито-статистический очерк альпийской области Алтая» явился методологической основой анализа флор высокогорий Алтая, Тувы (А.С. Ревушкин – рис. 8, С.Н. Выдрина, Н.В. Ревякина), Северо-запада Алтае-Саянской провинции (А.Л. Эбель – рис. 9), лесных флор Томской области (А.И. Пяк – рис. 10), степных флор (А.В. Положий, И.И. Гуреева, В.И. Курбатский, С.А. Шереметова). «Статистика флоры», обозначенная П.Н. Крыловым, вызвала разработку разнообразных методик сравнительной флористики с использованием информационных технологий (А.А. Зверев – рис. 11).



Рис. 9. А.Л. Эбель



Рис. 10. А.И. Пяк



Рис. 11. А.А. Зверев

Осознавая большой объем работы по созданию многотомной Флоры П.Н. Крылов поручал обработку сложных родов своим ученикам. В дальнейшем такая практика закрепилась и стала самостоятельным направлением исследований на рубеже ботанической географии и систематики. В качестве объектов для томских ботаников послужили папоротники (И.И. Гуреева – рис. 12), мятлики (М.В. Олонова – рис. 13), лапчатки (В.И. Курбатский – рис. 14), полыни (В.П. Амельченко), лютики (Н.В. Щеголева – рис. 15) и другие сложные в таксономическом плане группы растений. Характерная для этих ботаников дотошность, сомнения в правильности сделанных выводов, критическая оценка многих новоописанных таксонов получили достойное уважение и признание систематиков.

Маленькая, всего на одну страничку, заметка «Эндемизм алтайской флоры, предварительное сообщение», опубликованная П.Н. Крыловым в 1905 году, не только была замечена современниками, но послужила стимулом для появления в последние годы



многочисленных публикаций по эндемичным видам. Крупным событием в истории кафедры стала публикация в 2008 году монографии по эндемичным растениям Алтайской горной страны в Великобритании. Этому предшествовала пятилетняя работа ботаников России, Великобритании, Монголии и Казахстана под руководства А.И. Пяка (рис. 10) при финансировании проекта фондом «Дарвиновская инициатива». Основной целью было выявление возможностей организации эффективной охраны трансграничных эндемиков. А это уже область не только ботаники, но и внешних связей и международных отношений.

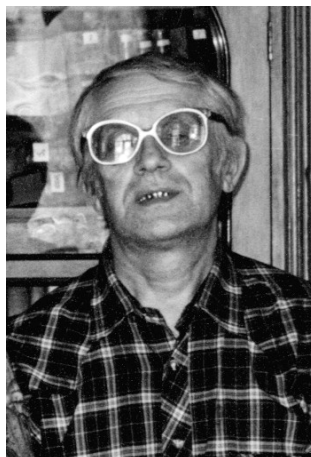


Рис. 12. И.И. Гуреева

Рис. 13. М.В. Олонова

Рис. 14. В.И. Курбатский

Рис. 15. Н.В. Щеголева

П.Н. Крылова справедливо считают основоположником фитоценологии. С его легкой руки геоботаника в Томском университете пышно «расцвела» и продолжает «цветение» и развитие ныне. Не случайно одна из первых кафедр геоботаники в СССР была создана В.В. Ревердатто в 1925 году в Томском университете, там же были подготовлены и опубликованы первые учебники по геоботанике и выращены высококлассные специалисты. В дальнейшем развитие геоботанического направления было связано с Л.В. Шумиловой (рис. 16), среди работ которой особенно выделяется «Ботаническая география Сибири», содержащая крупные теоретические обобщения и результаты многолетних исследований. Но ее биография содержит некоторые факты, которые в дальнейшем получают необычное развитие и поворот в астрономию и небесную механику. С марта по сентябрь 1929 года Л.В. Шумилова по рекомендации П.Н. Крылова работала в составе второй метеоритной экспедиции АН СССР под руководством Л.А. Кулика. В легендарной экспедиции по изучению Тунгусского метеорита она работала не только как геоботаник. Ей удалось сделать ряд зарисовок и акварелей свидетельств Тунгусской катастрофы, произошедшей 17 июня 1908 года. Спустя 30 лет в Томске под руководством медика (в последствии академика) Н.В. Васильева (рис. 17) и биофизика (в 1979–1995 гг. директора НИИ Биологии и биофизики) Г.Ф. Плеханова (рис. 18) в Томске была создана КСЭ (Комплексная самодеятельная экспедиция «Тунгусский метеорит») уникальная общественная организация по изучению проблемы феномена падения Тунгусского метеорита. В ее работе самое активное участие принимал ученик Л.В. Шумиловой Ю.А. Львов (рис. 19). КСЭ каждую пятницу собиралась на кафедре ботаники для обсуждения и решения различных вопросов по изучению Тунгусского чуда. Ю.А. Львов был многогранной личностью и талантливым организатором науки, сделал крупный вклад в изучение болот и разработку методологии экологических исследований. В его честь было присвоено астероиду название «юрийлововия». Ученики Ю.А. Львова продолжали геоботанические работы в различных научных центрах России и зарубежья. (Е.Д. Лапшина, Е.Я. Мульдьяров, Т.А. Бляхарчук, В.А. Базанов).

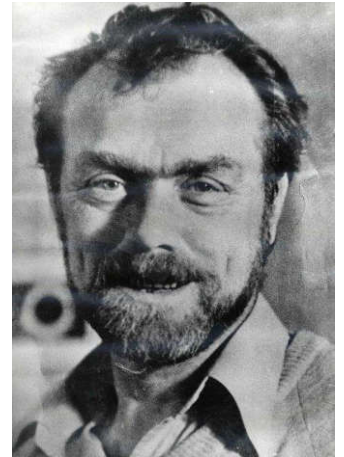


Рис. 16. Л.В. Шумилова

Рис. 17. Н.В. Васильев

Рис. 18. Г.Ф. Плеханов

Рис. 19. Ю.А. Львов

Изучением растительности пойм посвятили свои исследования Л.Ф. Шепелева (рис. 20) и Е.П. Прокопьев (рис. 21), который, кроме того, был великолепным педагогом. Немного педантичный, внешне застенчивый и добрый, обладая невероятной эрудицией и знаниями, он подготовил целый ряд учебников, востребованных до сих пор. А как часто к нему приходили за помощью молодые ученые, зная, что именно он даст самые ценные и полезные советы.

Обоснование и развитие ландшафтной экологии было сделано профессором С.Н. Кирпотиным (рис. 22). Ему же удавалось сочетать административные обязанности (декан, проректор по международным связям) с успешной научной работой, в которой он всегда отличается неординарным подходом и оригинальными решениями.



Рис. 20. Л.Ф. Шепелева

Рис. 21. Е.П. Прокопьев

Рис. 22. С.Н. Кирпотин

Рис. 23. В.М. Елисеева

Многие поколения выпускников кафедры почвоведения с теплотой вспоминают В.М. Елисееву (рис. 23), учившую их премудростям ботанической науки и в университетских аудиториях, и в полевых условиях во время летней практики. Ученица Л.В. Шумиловой, она закончила с отличием университет по кафедре геоботаники и в трудные военные годы возглавляла стационар по изучению осушенных торфяников в Бакчаре. До сих пор ходят легенды о наставнике почвоведов, которую они любовно называли «Баба Вера». В нашей группе ботаников она вела большой практикум, во время которого любила вспоминать различные эпизоды из истории кафедры и своей жизни. Вера Михайловна любила различные виды искусства и прививала эту любовь нам студентам, думающим в основном только об учебе. Неутомимый рассказчик она очень много рассказывала советским студентам о своих туристических поездках за рубеж.

П.Н. Крылов, имея провизорское образование, конечно не мог обойти лекарственные растения. Интерес к ним он привил своим ученикам В.В. Ревердатто, Л.П. Сергиевской и Л.А. Уткину. В Томском университете изучение лекарственных растений продолжалось и

продолжается. Но цели и задачи существенно поменялись. В годы Великой Отечественной войны существенно возросла потребность в лекарственных и перевязочных средствах. Организацией поиска новых лекарственных растений во флоре Сибири занялся энергичный и опытный руководитель В.В. Ревердатто. Кроме разнообразных ботанических знаний он имел базовое химическое образование, что позволило ему объединиться в работе с фармакологами, руководимыми Н.В. Вершининым (рис. 24) и клиницистами во главе с Д.Д. Яблоковым (рис. 25). Была разработана программа и методология поисковых работ, сформированы рабочие группы. Поиск оказался весьма эффективным. В практику отечественной медицины были введены пустырник, панцерия, синюха, шлемник байкальский, пижма, володушка, сирения, голубушка и другие лекарственные растения. Руководителями этих работ в 1947 году была присуждена Сталинская премия. В 60-е годы ботаники приступили к выполнению большого проекта по созданию Атласа ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. В процессе были заняты исследователи из Ленинградского университета, Ботанического института, Всесоюзного института лекарственных растений (Москва) и Томского университета. Предстояла большая и кропотливая работа с учетом огромной и разнообразной территории страны, отсутствием информационных технологий и баз данных и очень большой объем гербарного материала. В Томске для этих целей была организована группа под руководством А.В. Положий из очень трудолюбивых и ответственных ботаников (Г.И. Серых, Г.А. Копанева, С.Н. Выдрина, Н.А. Сахарова, Ю.П. Суров – рис. 26). Параллельно проводились полевые исследования по поиску и картированию запасов лекарственных растений на Алтае, в Туве, Забайкалье. В 1976 году Атлас был опубликован, уникальное, до сих пор не имеющее аналогов в мире, издание получило высокую оценку специалистов разного профиля. Книга была настолько востребована, что потребовалось ее переиздать в 1980 и 1983 годах. Завершением этих работ стала публикация монографий по ресурсам лекарственного сырья в Горном Алтае и Туве.



Рис. 24. Н.В. Вершинин    Рис. 25. Д.Д. Яблоков    Рис. 26. Ю.П. Суров    Рис. 27. Н.А. Некратова

В эти же годы становится весьма актуальной задача разработки системы рационального использования лекарственных растений. Для ее решения требовались новые подходы и методы исследований по биологии и экологии растений, создание стационаров по определению продуктивности к возобновлению ценных растений. Тяжелая многонедельная полевая работа легла на плечи замечательной неутомимой и полной оптимизма женщины Н.А. Некратовой (рис. 27). С помощью мужа Н.Ф. Некратова ей удалось организовать работу большого числа студентов и молодых ученых на Алтае, Саянах и в Кузнецком Алатау. Исследования завершились защитой докторской диссертации и публикацией фундаментальной монографии. Но главное то, что в этом процессе выросло новое поколение ботаников, способное применять новые разнообразные методы изучения растений. Исследованием брусничных занималась Е.Е. Тимошок, защитившая в 1998 году докторскую диссертацию.

В последние годы исследованием химического состава растений и поиском перспективных источников биологически активных веществ занимались аспиранты кафедры ботаники на базе лаборатории фитохимии ботанического сада ТГУ (Л.Н. Зибарева) и лабораторий научно-производственного холдинга «Фитохимия» (С.М. Адекенов) в Казахстане (Н. Мунхжаргал, Т.С. Боровик, Е.А. Кастерова, М.Н. Шурупова, Е.А. Пяк).

Приглашенный в Императорский Томский университет в качестве ученого садовника П.Н. Крылов постоянно и успешно занимался интродукцией растений. Эта его увлеченность передалась по наследству сотрудникам Сибирского ботанического сада. Наиболее деятельной и энергичной среди них была В.А. Морякина (рис. 28). Она с 1969 по 2008 гг. была директором Сибирского ботанического сада, значительно улучшила материально-техническую базу сада, разработала и в течение многих лет читала спецкурс «Интродукция растений». В последние годы заметно выросли коллекции ботанического сада, улучшилось их состояние, в чем несомненно заслуга директора М.С. Ямбурова, являющегося одновременно председателем Совета ботанических садов Сибири и Дальнего Востока. Исключительную работоспособность, широкую эрудицию, известность в научных кругах проявила Т.Н. Беляева, защитившая в 2021 докторскую диссертацию. Ее ученица А.Н. Бутенкова создала уникальную коллекцию флоксов, защитила диссертацию и стала заместителем директора сада.



Рис. 28. В.А. Морякина



Рис. 29. Н.Н. Лавров



Рис. 30. Л.С. Миловидова

Особое место в истории кафедры занимало изучение низших растений. В течение 23 лет кафедру низших растений возглавлял профессор Н.Н. Лавров (рис. 29), впервые для Сибири опубликовавший флора различных групп грибов и слизевиков. Его лекции были очень популярны среди студентов, а консультации востребованы в самых различных организациях и учреждениях. Позже микологические работы продолжала Л.С. Миловидова (рис. 30), горячо любимый студентами факультета заместитель декана. Выпускники тех лет с большой теплотой и благодарностью вспоминают «маму Ларису» за ее доброту, понимание проблем и знание всех студентов в лицо и по характеру. В последующем с помощью биофака Московского университета удалось подготовить миколога Ю.А. Чикина. В университете изучением грибов успешно занимается С.И. Гашков, Н.Н. Кудашова, О.Б. Вайшля. Весьма деятельны и успешно пользуются уважением у студентов бриолог А.Л. Борисенко и лишенолог В.В. Конева.

Проблема изучения биологического разнообразия, которой посвятил многие годы П.Н. Крылов, в настоящее время считается наиболее важной. Ботаники в связи с этим открыли новые направления исследований: создание «Красных книг», изучение адвентивных растений (И.Е. Мерзлякова, А.И. Пяк), создание «Черной книги флоры растений Сибири» (А.Л. Эбель). На кафедре разработана и редактируется магистерская программа «Биологическое разнообразие» (И.И. Волкова).

Результаты научной деятельности томских ботаников были известны зарубежным ботаникам и получали высокую оценку. С.И. Коржинский и В.В. Сапожников неоднократно выезжали за границу и публиковали статьи в зарубежных изданиях. У П.Н. Крылова зарубежных публикаций было немного, но все европейские научные центры имели и использовали крыловскую «Флору Западной Сибири». После его ухода из жизни в университет поступило много писем и телеграмм со словами сочувствия и высокой оценки его работ. Ботаники Масарикова университета в Брно (Чехия) так оценили деятельность П.Н. Крылова «Нестор русских ботаников Порфирий Никитич Крылов много сделал для изучения флоры своего родного края и его «Флора Западной Сибири» надолго останется основным фундаментом для знакомства и дальнейшего изучения сибирской флоры. Ученый европейский мир давно уже оценил заслуги покойного русского ученого». В советские времена международное сотрудничество ученых сдерживалось тем, что Томск был закрытым для иностранцев городом.



Рис. 31. Т. Каллаган



Рис. 32. Г. Нямдаваа

Но в 90-е годы прошлого столетия зарубежные ученые стали появляться в Томском университете. Так получилось, что кафедра ботаники стала одним из первых центров притяжения иностранцев в университете. Выполнение проекта по разработке магистерской программы по экологическому менеджменту привело на кафедру ученых из университетов Оксфорда, Шеффилда (Великобритания), Утрехта (Нидерланды). Руководитель проекта с английской стороны профессор Джудит Маркванд признавалась мне как ей комфортно работать на кафедре. Она же познакомила нас с Нобелевским лауреатом Терренсом Каллаганом (рис. 31), который в настоящее время является профессором кафедры по совместительству. Почти тридцать лет проходит тесное сотрудничество с монгольскими учеными из Западной Монголии. Большим другом и сторонником этих работ является бывший ректор и губернатор Ховдского аймака Г. Нямдаваа (рис. 32). В последние годы развивается сотрудничество с учеными из Центральноазиатских стран.

Заканчивая историю кафедры в лицах, испытываю самые разнообразные чувства. С одной стороны, живые и теплые воспоминания, благодарность всем, с кем довелось работать и жить, гордость за свою причастность к этой непростой и удивительной истории кафедры ботаники Томского университета. С другой стороны, досаду и сожаление, что не все лица в полной мере удалось показать в истории кафедры. Но остается надежда, что они обязательно проявятся, лица прекрасных людей и истинных ботаников.



В качестве многоточия: кафедра ботаники ТГУ в 2022 году

# Выявление и сохранение фиторазнообразия

---

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2/2

## ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *HORDEUM SPONTANEUM* L. ВО ФЛОРЕ УЗБЕКИСТАНА

А.Л. Алламуротов, О.С. Абдураимов

*Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

## ECOLOGICAL AND PHYTOCENOTIC CHARACTERISTICS OF THE CENOPULATION *HORDEUM SPONTANEUM* L. IN THE FLORA OF UZBEKISTAN

A.L. Allamurotov, O.S. Abduraimov

*Institute of Botany Academy Sciences of Republic of Uzbekistan, Tashkent,  
Republic of Uzbekistan*

**Введение.** Дикие сородичи культурных растений (далее – ДСКР) и культурные виды составляют неотъемлемую часть генетических ресурсов растений, определяющих продовольственную безопасность государства и подлежащих сохранению на международном уровне. К ДСКР относят виды природной флоры, эволюционно близкие к культурным растениям, входящие с ними в один род, потенциально пригодные для введения в культуру, для создания или улучшения сортов культурных растений [6].

Средняя Азия, в частности Узбекистан, является одним из центров эволюционного происхождения диких сородичей культурных растений [2], в этой территории сформировалось несколько видов. В Среднеазии в список ДСКР занесены 304 вида [9] и 202 вида растений нашей республики занесены в список ДСКР, из которых 5 видов являются представителями рода *Hordeum* L. [8].

*Hordeum* L. – широко распространенный род семейства Poaceae, насчитывающий около 45 видов по всему миру, включая однолетние и многолетние травы, встречающиеся в умеренных зонах северного и южного полушария.

Представители категории важны с точки зрения питания и входят в число 5 видов, широко используемых во всем мире. Представители рода считаются растениями с высокой белковой ценностью, которые употребляются в пищу не только человеком, но и домашним скотом [10].

Известно, что *H. spontaneum* C. Koch единственный признанный дикий сородич культурного ячменя [14], появившийся в районах Юго-Западной Азии 5.5 млн лет назад и распространившийся на Восточное Средиземноморье, Балканы, Северную Африку и Среднюю Азию [15].

Во флоре Узбекистана *H. spontaneum* распространен в различных сообществах на равнинах, в предгорьях и поясах. В книге «Растительный покров Узбекистана» том IV описано около 1200 сообществ, из них встречаемость и фитоценотический состав *H. spontaneum* отмечены в 16 сообществах. Это вызывает необходимость проведения целевых исследований фитоценозов с участием этого вида [3, 4].

**Цель исследования** – проведение эколого-фитоценотического анализа ценопопуляций *Hordeum spontaneum* L., распространенных во флоре Узбекистана.

**Материалы и методы.** Объектом исследования является дикий ячмень – *Hordeum spontaneum* L. (Poaceae), произрастающий на полях, канавах, обочинах дорог, мягких почвах, гравийных и каменистых склонах. Исследования проводились в 2021–2022 гг. в ботанико-географических районах Узбекистана, Малгузарской, Бабатагской, Таркапчигайской, Северо-Туркестанской и Кураминской [7].

Исследуемые районы отличаются друг от друга по природно-климатическим условиям. Малгузарские горы расположены в северо-западной части Туркестанского хребта, высшая точка которого 2620 метров. Климат континентальный, годовое количество осадков 440 мм [1]. Климат хребта Бабатаг сухой, резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха в предгорьях 16°, годовое количество осадков от 170 мм до 250 мм [13]. Климат Таркапчигая близок к климату Бабатагского хребта, имеет континентальный климат со среднегодовым количеством осадков 277 мм [12]. Район Северо-Туркестанского хребта характеризуется относительно прохладным летом и умеренно холодной зимой. Среднегодовая температура 13.2 °С, годовое количество осадков 629 мм [16]. В районе хребта Курама она равна 450–800 мм [11].

Сначала было изучено распространение вида в ботанико-географических районах Узбекистана и создана карта распространения на основе анализа 135 гербарных образцов, имеющих в фонде TASH (1911–2020 гг.). В ходе полевых исследований было выделено 6 ценопопуляций *Hordeum spontaneum* в разных регионах Узбекистана (рис. 1).

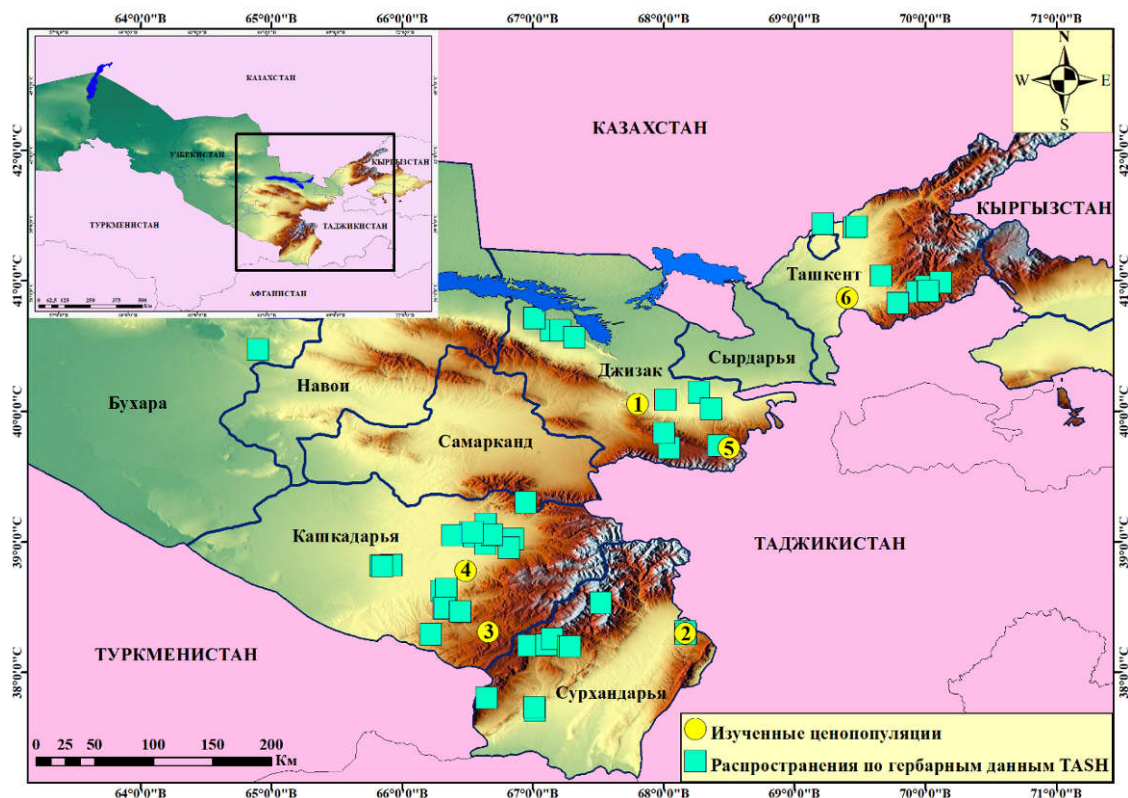


Рис. 1. Распространение *Hordeum spontaneum* (по гербарным данным) во флоре Узбекистана и изученные ценопопуляции

Характеристика ботанического состава ценопопуляций проведена на площадках размером 100 м<sup>2</sup>. Растительный покров и обилие определяли методом Брауна-Бланке. Жизненные формы растений разделены на группы по Серебрякову [5]. Название растений представлены в соответствии современных сайтов <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. ГИС-карта области исследований была создана с использованием программного обеспечения ArcGIS 10.6.1.

Установлено, что выделенные ценопопуляции с участием *H. spontaneum* находятся на высоте от 428 до 1570 м над уровнем моря. Отмечено, что *H. spontaneum* является



доминирующим видом в выделенных ценопопуляциях Малгузар и Каттакуба. При анализе высших растений в ценопопуляциях было отмечено, что видовой состав растений находится в пределах 12–32. Наименьшая доля видового состава ценопопуляций отмечена в степях Камашинского района Западного Гиссара. Бессистемный выпас скота в этом районе отрицательно сказывается на видовом составе флоры и уровне растительности земель.

Наиболее высокий показатель растительного разнообразия в исследованных ценопопуляциях отмечен в окрестностях села Гултепа, расположенного в нижних частях Западного Тянь-Шаня, и в Уриклисайском районе Туркестанского хребта. Это объясняется тем, что количество осадков в год в этих регионах относительно велика, т.е. около 423.4 и 629 мм. В результате исследований визуальное оценивали уровень проективное покрытие травостоя и определяли в процентах. В исследованных ценопопуляциях проективное покрытие травостоя составляло 20–90%. На территории Узбекистана распространены разные типы почв, в основном в холмистых и горных районах распространены разные типы сероземов, горно-бурых и горно-бурых почв, причем отмечено, что основная часть изученных ценопопуляций распространена в серых почвах (табл.).

Таблица

Характеристика изученных ценопопуляции *Hordeum spontaneum* L. во флоре Узбекистана

№ ЦП	Территория	Географические координаты, высота (м)	Растительное сообщество и доминирующие виды	Видовой состав	Проективное покрытие травостоя, %	Почва
1	Малгузарский хребет (Джизакская область)	N: 40.054473 E: 67.799167 h–428.	Разнотравно-ячменное сообщество / <i>Phlomis thapsoides</i> , <i>Hordeum spontaneum</i>	21	30	Щебеночно-гравийный
2	Массив Тамчи (Сурхандаринская область)	N: 38.297688 E: 68.162293 h–699.	Разнотравно-миндальное сообщество / <i>Pistacia vera</i>	18	20	Темно-серые
3	Массив Карадахана (Кашкадаринская область)	N: 38.307137 E: 66.656093 h–1098.	Разнотравно-злаковое сообщество / <i>Poa bulbosa</i> , <i>Artemisia ferganensis</i>	19	40	Бледно-серая
4	Массив Каттакуба (Кашкадаринская область)	N: 38.775988 E: 66.481887 h–470.	Разнотравно-ячменное сообщество / <i>Hordeum spontaneum</i> , <i>Alhagi pseudalhagi</i>	12	30	Буровато-серая
5	Туркестанский хребет Массив Уриклисай хууду (Сурхандаринская область)	N: 39.685493 E: 68.483517 h–1570.	Разнотравно-древесное сообщество / <i>Acer tataricum</i> subsp. <i>semenovii</i> , <i>Artemisia ferganensis</i>	26	55–60	Серая
6	Массив Гултепа (Ташкентская область)	N:40.868472 E: 69.400203 h–430.	Разнотравно-эфемеровое сообщество / <i>Carex pachystylis</i> , <i>Poa bulbosa</i>	32	90	Серая

Так как исследования проводились в разных регионах Узбекистана, виды высших растений, входящих в состав сообщества, также разнообразны. На основе анализа собранных материалов и анализа видового состава выделенных ценопопуляций с участием *H. spontaneum* зарегистрировано 96 видов высших растений. По анализу жизненных форм участников, изученных ценопопуляций, насчитывается 5 деревьев, 5 кустарников, 5 полукустарников, 43 многолетники, 5 двулетники и 33 однолетники.

Среди многолетних растений *Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin, *Poa bulbosa* L., *Carex pachystylis* J.Gay, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Hordeum bulbosum* L., *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Schult. & Schult.f., *Taraxacum officinale* Wigg. отмечено участия в нескольких сообществах и является доминирующими в некоторых ценопопуляциях. По результатам анализа жизненных форм растений изученных сообществах отмечено, самые высокие показатели относятся к многолетним и однолетним растениям (рис. 2).

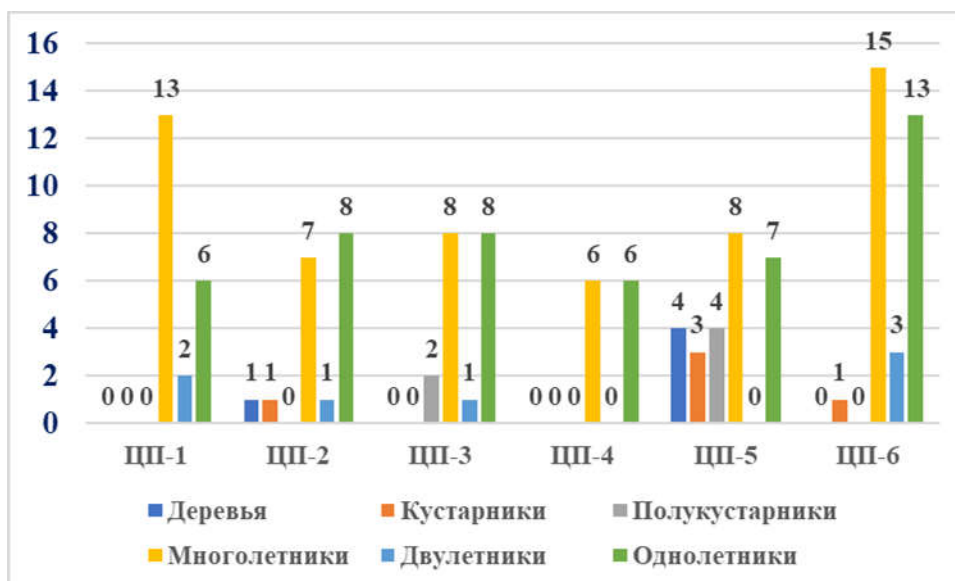


Рис. 2. Анализ жизненных форм растительных сообществах *Hordeum spontaneum* L.

**Выводы.** Информация о распространении и популяционном состоянии диких сородичей культурных растений позволяет использовать их в качестве перспективных видов. В ходе исследований изучено 6 ценопопуляций *H. spontaneum* во флоре Узбекистана. В изученных ценопопуляциях зарегистрировано 96 видов высших растений, принадлежащих к 32 семействам, 76 родам. На основе анализа собранных материалов и анализа видового состава выделенных ценопопуляций с участием *H. spontaneum* зарегистрировано 96 видов высших растений. По анализу жизненных форм участников, изученных ценопопуляций, насчитывается 5 деревьев, 5 кустарников, 5 полукустарников, 43 многолетники, 5 двулетники и 33 однолетники.

Результаты исследований служат основой для проведения мониторинговых работ по этому виду и дальнейших исследований.

**Благодарности.** Работа была выполнена в рамках программы «Оценка современного состояния популяций и создание живой коллекции хозяйственно-ценных видов диких сородичей культурных растений флоры Узбекистана (2021–2024 гг.)» лаборатории популяционной биологии и экологии растений Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан.

## Литература

1. Азимова Д.Э. Молгузар тизмасы флораси: дис. ... канд. биол. наук. Тошкент, 2018. 90 с.
2. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Л.: Тип. им. Гутенберга, 1926. 248 с.
3. Растительный покров Узбекистана и пути его рационального использования. Т. III. Ташкент: Фан Уз ССР, 1976. 297 с.
4. Растительный покров Узбекистана и пути его рационального использования, Т. IV. Ташкент: Фан УзССР, 1984. 384 с.
5. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая ботаника. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1964. С. 146–205.
6. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикие родичи культурных растений России. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 76, СПб, 2005. 54 с.

7. Тожибаев К.Ш., Бешико Н.Ю., Попов В.А. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. 2016. Т. 101, № 10. С. 1114–1117.
8. Abduraimov O.S., Maxmudov A.V., Kovalenko I., Allamurotov A.L., Mavlanov B.J., Shakhnoza S.U., Matatkasimov O.T. Floristic diversity and economic importance of wild relatives of cultivated plants in Uzbekistan (Central Asia) // Biodiversitas. 2023. Vol. 24. P. 1668–1675.
9. Chunlin Long, Karl Hammer, Zhijun Li The Central Asiatic region of cultivated plants // Genet Resour Crop Evol. 2021. Vol. 68, P. 1117–1133. doi: 10.1007/s10722-020-01053-9
10. Hays P.M., Castro A., Marquez-Cedillo L., Corey A., Henson C., Jones B.L., Kling J., Mather D., Matus I., Rossi C. and Sato K. Genetic diversity for quantitatively inherited agronomic and malting quality traits // Diversity in Barley – *Hordeum vulgare*. 2003. P. 201–226. doi: 10.1016/s0168-7972(03)80012-9
11. Румянцев В. Тянь-Шань. 2018 [Электронный ресурс]. URL: <http://geohyst.ru/node/3080> (дата обращения: 01.09.2023).
12. Ўзбекистон Миллий Энциклопедияси Онлайн нусхаси. [Электронный ресурс]. URL: <https://qomus.info/> (дата обращения: 01.09.2023).
13. Узбекская язычная редакция бесплатной онлайн-энциклопедии Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: <https://uz.wikipedia.org/> (дата обращения: 01.09.2023).
14. Morrell P.L., K.E. Lundy, M.T. Clegg Distinct geographic patterns of genetic diversity are maintained in wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) despite migration // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 2003. Vol. 100, No.19. P. 10812–10817. doi: 10.1073/pnas.1633708100
15. Nevo E. Evolution of wild barley and barley improvement // Barley Genetics Symposium. April 15–20. 2012. Hangzhou, China.
16. Saribaeva S., Abduraimov O., Allamuratov A. Assessment of the population status of *Allium oschaninii* O. Fedtsch. in the mountains of Uzbekistan // Ekológia (Bratislava). 2022. Vol. 41, No. 2. P. 147–154.

## ПРОВЕРКА ПОЛНОТЫ ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ ВЫБОРКИ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ

Б.Г. Андреев<sup>1</sup>, А.А. Зверев<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>3</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

## VERIFICATION OF FLORISTIC SAMPLE ADEQUACY IN URBAN AREA

B.G. Andreyev<sup>1</sup>, A.A. Zverev<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry SB RAS, Kemerovo, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>3</sup>Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

При планировании изучения живых объектов в произвольном контуре исследователь неизбежно сталкивается с определением пространственных и временных границ эксперимента. Если для флор нетрансформированных или слаботрансформированных территорий из-за низкой скорости флорогенеза в пределах работы одного автора нет ограничения по срокам сбора материала для анализа, то для урбанизированных территорий по причине быстрого появления и исчезновения видов, а также значительной доли эфемерофитов, Н.Г. Ильминских рекомендует ограничить сроки исследования 2 годами [4]. Если рекомендации для определения временных рамок исследования применимы ко всем методам, то рекомендации для определения пространственных границ – минимально необходимой площади, отображающей особенности флоры всей исследуемой территории – сильно зависят от выбранного метода. В случае выбора либо метода конкретных, либо локальных флор ограничением исследуемой территории является ареал-максимум и ареал-минимум [7], для сбора материалов применяют маршрутную методику, в которой на протяжении одного маршрута в рамках контура необходимо обследовать как можно больше типов местообитаний [1], вышеприведённые методы позволяют выявить и проанализировать генеральную совокупность для города, как неделимого целого. В случае метода модельных выделов [4] город предлагается разделить на функциональные зоны, в пределах каждой из которых необходимо расположить не менее двух модельных выделов, которые должны отображать ключевые черты изучаемой функциональной зоны, быть равновеликими (квадраты площадью 6.25 Га) и не должны выходить на экотонные участки и пересекать крупные препятствия распространению растений. Рекомендация по выбору более одного модельного выдела ставит вопрос о достаточном количестве модельных выделов для отображения существенных характеристик городской флоры. Одной из приоритетных задач урбанофлористики XXI века является обеспечение сравнимости флор городов и их частей друг с другом [8], для чего и необходимо точное установление пространственных границ исследования.

Для изучения флоры города Кемерово был выбран метод модельных выделов, в пределах административной границы было выделено 14 функциональных зон на основании режима трансформации почв, регулярности и цели человеческой деятельности, каждая зона представлена модельными выделами в зависимости от занимаемой площади [2]. Для анализа флористической выборки на достаточность были выбраны наиболее однородные группы местообитаний: одноэтажная (9 модельных выделов) и многоэтажная (9) жилые, приусадебная (4), железнодорожная (4), свалочная (6), декоративная (5) и кладбищенская (5).

Для изучения процесса формирования общей флористической совокупности необходимо последовательное сравнение показателей модельных выделов с формирующейся совокупностью [6]. В качестве показателя темпа прироста видов при увеличении количества исследованных модельных выделов на один предлагается использовать меру не включения множества  $B$  во множество  $A$  [3]:

$$Q_{AB} = \frac{A \setminus B}{A \cup B} = \frac{n(B) - n(A \cap B)}{n(B) + n(A) - n(A \cap B)},$$

где  $A \setminus B$  – разность множеств  $A$  и  $B$ ,  $A \cup B$  – объединение множеств  $A$  и  $B$ ,  $A \cap B$  – пересечение множеств  $A$  и  $B$  [5].

Получаемый коэффициент ограничен значениями 0 и 1, притом абсолютное несходство достигается при значении 1, а абсолютное сходство при 0.

На основе коэффициента не включения множеств авторами предлагается следующий алгоритм для анализа особенностей формирования генеральной совокупности в урбанизированной среде при использовании метода модельных выделов.

Коэффициент отображает в долях соотношение уникальных видов первого подмножества по отношению ко второму, с его помощью можно анализировать количество новых отмечаемых видов в формирующейся совокупности при увеличении исследуемой площади, а так как исследуемая площадь увеличивается равномерно (на 6.25 Га), то генеральная совокупность экономико-географической зоны  $A$  формируется при объединении его подмножеств:  $A_0, A_1, \dots, A_n$ , важно отметить, что подмножество  $A_0$  является пустым, так как несёт в себе информацию о количестве видов до начала изучения флоры. Объём генеральной совокупности можно вычислить по следующей формуле:

$$n(A_n) = n(A_1) - n(A_1 \cap A_0) + n(A_2) - n(A_2 \cap A_1) + \dots + n(A_n) - n(A_n \cap A_{n-1})$$

Значение коэффициента при исследовании первого модельного выдела составляет 1, так как первое подмножество сравнивается с пустым, поэтому все виды являются уникальными:

$$Q_1 = \frac{n(A_1) - n(A_1 \cap A_0)}{n(A_1) + n(A_0) - n(A_1 \cap A_0)} = \frac{n(A_1) - 0}{n(A_1) + 0 - 0} = 1$$

Формула коэффициента при добавлении  $n$ -ого модельного выдела принимает вид:

$$Q_n = \frac{n(A_n) - n(A_n \cap A_{n-1})}{n(A_n) + n(A_{n-1}) - n(A_n \cap A_{n-1})}$$

При расчёте  $Q_2$  необходимо определить, какой модельный выдел будет принят за первый, а какой за второй, так как от данного действия будет зависеть значение коэффициента. Для построения двух моделей, которые ограничивают большую часть возможных вариантов упорядочивания модельных выделов по степени вклада, предлагается определение наибольшего и наименьшего возможного значения коэффициента между всеми подмножествами, стоит учесть, что  $n(A \setminus B) \neq n(B \setminus A)$ , поэтому необходимо определение меры не включения каждого подмножества в каждое.

Как любая биологическая функция, графическое отображение процесса наполнения пространства видами принимает экспоненциальный вид, в данном исследовании предлагается рассмотрение двух крайних вариантов: 1) между модельными выделами выбираются наибольшие значения меры не включения, при которых значительный вклад в показатель видового разнообразия территории вносят первые модельные выделы, остальные лишь немного дополняют список, плато достигается постепенно из-за скачкообразного характера увеличения выборки; 2) между модельными выделами выбираются наименьшие значения меры не включения, при которых каждый модельный выдел, кроме первого, вносит одинаковый вклад в видовой состав флоры группы местообитаний, плато достигается резко после изучения второго-третьего модельного выдела из-за большого объёма первого подмножества.

При определении степени вклада модельных выделов возможна ситуация, когда максимальное или минимальное значение меры не включения подмножеств по количеству

видов получается между сформированной выборкой и несколькими добавляемыми модельными выделами, в данном случае следует делать выбор исходя из меры несходства множеств по показателям родового разнообразия, т.е. темпами увеличения числа родов при равном числе добавляемых видов.

Для выбранных групп местообитаний после исполнения алгоритма были получены по два ряда значений вкладов модельных выделов для каждой, которые отображены в таблице.

Таблица

Доля вклада модельных выделов в формирование флористической совокупности

	Порядковый номер модельного выдела / исследованная площадь (Га)								
	1 / 6.25	2 / 12.5	3 / 18.75	4 / 25	5 / 31.25	6 / 37.5	7 / 43.75	8 / 50	9 / 56.25
Вклад модельного выдела в МН, min	1	0.074	0.112	0.116	0.097	0.101	0.102	0.093	0.120
Вклад модельного выдела в МН, max	1	0.752	0.259	0.135	0.071	0.047	0.040	0.029	0.010
Вклад модельного выдела в ОДН, min	1	0.113	0.145	0.113	0.101	0.088	0.081	0.078	0.079
Вклад модельного выдела в ОДН, max	1	0.730	0.136	0.136	0.088	0.067	0.039	0.028	0.014
Вклад модельного выдела в СВ, min	1	0.109	0.108	0.097	0.096	0.242			
Вклад модельного выдела в СВ, max	1	0.740	0.257	0.067	0.057	0.042			
Вклад модельного выдела в ДЕК, min	1	0.196	0.160	0.192	0.156				
Вклад модельного выдела в ДЕК, max	1	0.578	0.273	0.158	0.057				
Вклад модельного выдела в КЛ, min	1	0.157	0.164	0.120	0.066				
Вклад модельного выдела в КЛ, max	1	0.697	0.152	0.103	0.097				
Вклад модельного выдела в СНТ, min	1	0.136	0.160	0.143					
Вклад модельного выдела в СНТ, max	1	0.636	0.229	0.066					
Вклад модельного выдела в ЖД, min	1	0.048	0.255	0.161					
Вклад модельного выдела в ЖД, max	1	0.819	0.266	0.149					

Примечания: МН – многоэтажная жилая, ОДН – одноэтажная жилая, СВ – свалочная, ДЕК – декоративная, КЛ – кладбищенская, СНТ – приусадебная, ЖД – железнодорожная группа.

На основе данных, отображённых в таблице, можно построить графики для попарного сравнения и анализа. Модель-максимум и модель-минимум в пределах каждой функциональной зоны образуют диапазоны потенциального прироста видов, значения из модели-минимум являются нижней границей, из модели-максимум – верхней. При последовательном увеличении количества модельных выделов графики максимальных и минимальных значений пересекутся, что является точкой достижения выборкой свойства достаточности, так как модель-максимум после пересечения будет демонстрировать меньшие значения, чем модель-минимум. Важно отметить, что модель-минимум после достижения выборкой свойства достаточности может менять своё поведение и демонстрировать незначительное увеличение вклада последним модельным выделом, например, как в жилой многоэтажной и свалочных группах местообитаний, что можно интерпретировать как выход за границы функциональной зоны, т.е. несоответствия модельного выдела условиям сравнимости, диктуемыми методом модельных выделов. При добавлении второго модельного выдела доля вклада варьирует от 0.113 до 0.819, что

приводит к выводу о необходимости исследования более чем 2 пробных площадей. На разницу в значениях может влиять необходимость выделения в группе местообитаний подгрупп, например на основе возраста зоны города, необходимость более детального исследования территории модельного выдела, а также может отображать увеличение количества узнаваемых видов автором, что позволяет использовать данный алгоритм для своевременной корректировки процесса познания и подготовки учащихся к самостоятельной исследовательской деятельности по результатам практики.

Для наглядности приводим пример схождения графиков, построенных на основе данных вышеуказанной таблицы, для многоэтажной жилой зоны города Кемерово, где отображается постепенное снижение эффективности при изучении большей площади в модели-максимуме, а в модели-минимуме – оптимальное создание первого модельного выдела, на территории которого встретилось большинство видов характерных для исследуемой группы местообитаний, а последующие модельные выделы вносят незначительный вклад в формирование генеральной совокупности и лишь служат индикатором нарушения принципов создания модельных выделов (рис.).

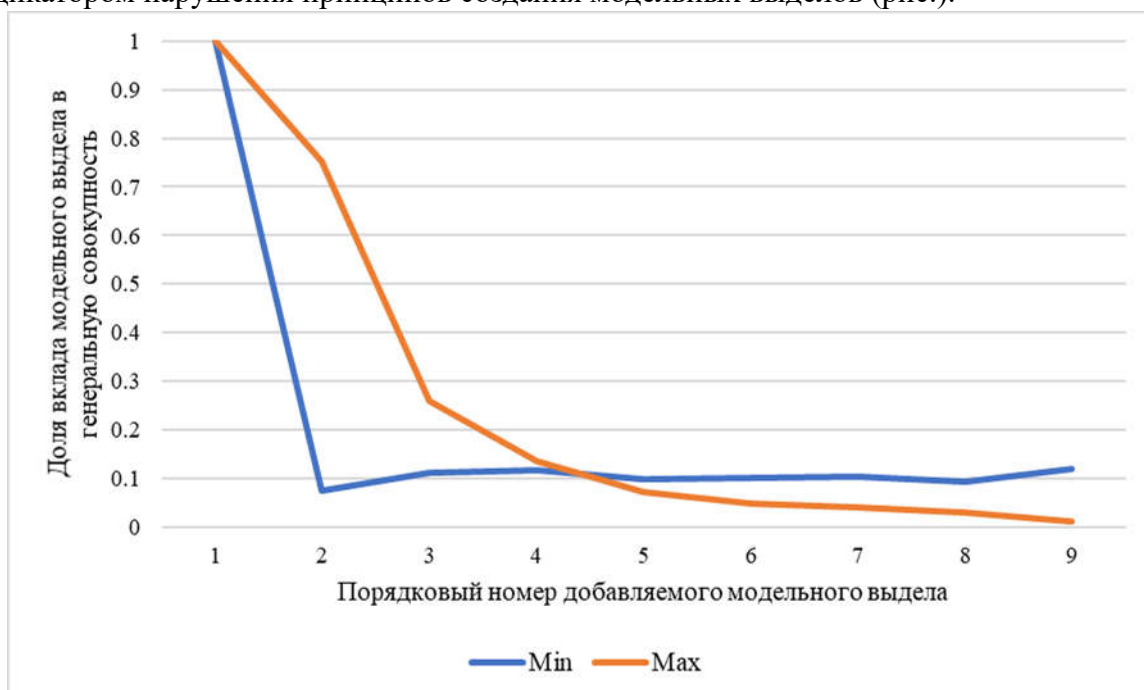


Рис. Особенности формирования генеральной флористической совокупности в зоне многоэтажной жилой застройки по двум моделям (подробности в тексте).

На основе полученных данных рекомендуется для изучения особенностей флорогенеза в урбанизированной среде закладывать на территории города в пределах зоны многоэтажной жилой застройки 4–5 модельных выделов, одноэтажной жилой – 3–5, свалочной – 3–4, декоративной – 3–4, кладбищенской – 3–5, приусадебной – 3–4, железнодорожной – 3–4. Следовательно, общей рекомендацией при использовании метода модельных выделов относительно пространственных границ исследования становится следующее: необходимо при планировании эксперимента закладывать модельные выделы в количестве не меньше четырёх в пределах каждой функциональной зоны.

## Литература

1. Алёхин В.В. Методика полевого изучения растительности и флоры. М.: Наркомпрос, 1938. 208 с.
2. Андреев Б.Г. Эколого-географическая структура флоры города Кемерово // Развитие – 2022: Сбор. трудов ежегод. конф. молодых ученых ФИЦ УУХ СО РАН [Электронный ресурс] URL: <http://www.coal.sbras.ru/science/razvitic-conf/> (дата обращения: 04.08.2023). Кемерово: ФИЦ УУХ СО РАН, 2022. С. 253–261.

3. *Гусарова И.С.* Макрофитобентос сублиторальной зоны островов Итуруп, Уруп и Симушир (Большая Курильская гряда): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1975. 23 с.
4. *Ильминских Н.Г.* Флорогенез в условиях урбанизированной среды. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2014. 470 с.
5. *Морозова В.Д.* Введение в анализ: учеб. для вузов / под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. 408 с.
6. *Сёмкин Б.И., Орешко А.П., Горшков А.П.* Об использовании биоинформационных технологий в сравнительной флористике II. Меры включения дескриптивных множеств и их использование // Бюлл. Бот. Сада-института ДВО РАН. 2009. Вып. 4. С. 58–70.
7. *Толмачёв А.И.* Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: «НАУКА», 1986. 195 с.
8. *Третьякова А.С., Баранова О.Г., Сенатор С.А., Панасенко Н.Н., Суткин А.В., Алихаджиев М.Х.* Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы // *Turczaninowia*. 2021. Т. 24, № 1. С. 125–144.



**ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ ФЛОРЫ Г. ДИВНОГОРСКА  
(КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)**

**Е.М. Антипова, С.В. Антипова**

*Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,  
г. Красноярск, Россия*

**HIGHER SPORE PLANTS IN THE FLORA OF DIVNOGORSK  
(KRASNOYARSK TERRITORY)**

**E.M. Antipova, S.V. Antipova**

*Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia*

Несмотря на возросший интерес к изучению флоры и растительности городских экосистем в Красноярском крае, растительный покров городов, кроме краевого центра, остается до сих пор мало изученным. Особый интерес вызывают небольшие города, связанные с крупным краевым мегаполисом, каковым является г. Дивногорск. До настоящего времени состав его флоры не являлся предметом специальных исследований.

Город Дивногорск находится в южной части Красноярского края в горно-таёжной зоне, приуроченной к Восточному Саяну. По природно-географическому районированию территория относится к Алтае-Саянской горно-лесной области. С востока г. Дивногорск граничит с г. Красноярском и Берёзовским административным районом, с севера и запада – с Емельяновским, с юга – с Балахтинским административным районом Красноярского края. Через г. Дивногорск проходят основные транспортные магистрали – федеральная трасса М-54, водная – Красноярск-Дивногорск и железнодорожная, которые связывают территорию города с краевым центром и республикой Хакасией (дорога «Красноярск-Дивногорск-Абакан»).

С 2013 года нами начато планомерное и детальное изучение современного состояния растительного покрова г. Дивногорска в его административных границах с целью выявления особенностей состава и основных закономерностей структуры флоры.

Обработка собственных гербарных материалов, исследование коллекций Гербария КГПУ (KRAS), критический анализ данных основных флористических сводок по региону: «Флора южной части Красноярского края» Л.М. Черепнина [15], «Флора Красноярского края» [11], «Флора Сибири» [12], «Конспект Флоры Сибири» [7], «Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири» Е.М. Антиповой [2], «Конспект флоры Азиатской России» [6] и др. позволили составить предварительный конспект флоры города, включая высшие споровые растения.

Объём семейств покрытосеменных растений и их расположение в конспекте дано по системе А.Л. Тахтаджяна [9, 19], в соответствии с которой приняты границы семейств, роды и виды расположены в порядке латинского алфавита.

Латинские названия видов приведены по работе С.К. Черепанова [14], флористическим сводкам [1, 6, 7, 10, 12, 13], в ряде случаев – в соответствии с авторами монографических обработок [2, 3, 4, 8, 16, 17, 18, и др.] и новейшими публикациями, а также с учетом изменений в новом МКБН.

Основным методом изучения флоры г. Дивногорска был выбран метод модельных выделов (МВ) урбанизированного ландшафта [5]. Распространение видов растений даётся по заложенным и изученным в черте города модельным выделам.

Цитируемые гербарные образцы хранятся в Гербарии им. Л.М. Черепнина Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (KRAS).

## ОТДЕЛ LYCOPODIOPHYTA – ПЛАУНООБРАЗНЫЕ

### Класс Lycopodiopsida – Плауновидные

Сем. *Lycopodiaceae* P. Beauv. ex Mirb. – *Плауновые*

*Lycopodium annotinum* L.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 33; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 63; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 44; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 11; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 8; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 10; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 108. – **Плаун годичный.**

В смешанных лесах. Встречается очень редко. Собран однажды в пихтово-сосново-берёзовом лесу: горнолыжный комплекс «Дивный» (2023, KRAS). Малообилен.

## ОТДЕЛ EQUISETOPHYTA – ХВОЩЕОБРАЗНЫЕ

### Класс Equisetopsida – Хвощевидные

Сем. *Equisetaceae* Michx. ex DC. – *Хвощовые*

*Equisetum arvense* L.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 43; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 59; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 38; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 11; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 9; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 12; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 108. – **Хвощ полевой.**

На сырых и лесных лугах, по берегам рек, прудов, в кустарниковых зарослях, лесах, иногда как сорное по обочинам дорог. Встречается часто: ул. Нижний проезд (2013, KRAS), ГЭС (правый берег) (2013, KRAS), ГЭС (левый берег) (2014, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2014, KRAS), Гермогенов ручей (2015, KRAS). Местами обилен.

*E. fluviatile* L.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 45; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 40; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 9; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 13; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 108. – *E. limosum* L.: Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 61. – **Х. речной.**

По берегам водоёмов, на сырых заболоченных лугах. Встречается очень редко: Филаретов ручей (2013, 2014, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2015, 2022, 2023, KRAS), набережная (2022, 2023, KRAS). Малообилен.

*E. palustre* L.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 46; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 60; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 40; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 10; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 13; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 109. – **Х. болотный.**

По заболоченным берегам водоёмов, болотам. Встречается очень редко на сырых местообитаниях: по берегу болотца в районе горнолыжных трасс (2022, KRAS) и по берегу р. Енисей на набережной (2023, KRAS). Малообилен.

*E. pratense* Ehrh.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 46; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 59; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 39; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 10; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 13; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 109. – **Х. луговой.**

В берёзовых, сосновых и смешанных лесах, зарослях кустарников, на полянах. Встречается редко: лесной массив между ул. Комсомольской и проспектом Студенческим (2013, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2013, 2014, KRAS), ул. Заводская (2023, KRAS). Необилен.

*E. sylvaticum* L.: Шауло, 1988, Фл. Сиб. 1: 47; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 59; Вылцан, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 39; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 12; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 10; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 13; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 109. – **Х. лесной.**

В смешанных и мелколиственных лесах, долинных кустарниковых зарослях, на лесных лугах. Встречается очень редко: ГЭС (левый берег) (2014, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2015, 2022, 2023, KRAS), ул. Заводская (2015, 2023, KRAS). Малообилен.

## ОТДЕЛ POLYPODIOPHYTES – ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ

### Класс Ophioglossopsida – Ужовниковидные

#### Сем. *Botrychiaceae* Notan – Гроздовниковые

**Botrichium lunaria** (L.) Sw.: Красноборов, 1988, Фл. Сиб. 1: 50; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 54; Положий, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 35; Шмаков, 1999, Определ. папоротн. Росс.: 15; Гуреева, 2001, Равноспор. папоротн. Южн. Сиб.: 14; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 10; Шмаков, 2011, Папоротники Сев. Азии: 31; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 111. – **Гроздовник полулунный**.

На лесных лугах и полянах. Встречается очень редко: горнолыжный комплекс «Дивный» (2013, KRAS). Малообилён.

### Класс Polypodiopsida – Многоножковидные

#### Сем. *Hypolepidaceae* Pich. Sermol. – Подчешуйниковые

**Pteridium pinetorum** C.N. Page et R.R. Mill subsp. **sibiricum** Gureeva et C.N. Page: Гуреева, 2005, Сист. зам. Герб. Томск. ун-та, 95: 22; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 112. – *P. pinetorum* C.N. Page et R.R. Mill, 1994, Bot. J. Scotl. 47,1:140; Шмаков, 2011, Папоротники Сев. Азии: 61; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 17. – *P. aquilinum* (L.) Kuhn auct. sib. flora: Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 50; Положий, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 33; Красноборов, 1988, Фл. Сиб. 1: 73; Шмаков, 1999, Определ. папоротн. Росс.: 34; Гуреева, 2001, Равноспор. папоротн. Южн. Сиб.: 17; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 15; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 11. – **Орляк сибирский**.

В разреженных берёзовых, смешанных и сосновых лесах, на лесных лугах, гарях, вырубках, открытых склонах. Встречается довольно часто: ул. Комсомольская (2013, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2013, 2014, 2022, 2023, KRAS), Гермогенов ручей (2015, KRAS), ГЭС (левый берег) (2015, KRAS), ул. Заводская (2015, 2023, KRAS). Местами обилён.

#### Сем. *Athyriaceae* Alston – Кочедыжниковые

**Athyrium filix-femina** (L.) Roth: Данилов, 1988, Фл. Сиб. 1: 55; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 46; Положий, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 16; Шмаков, 1999, Определ. папоротн. Росс.: 56; Гуреева, 2001, Равноспор. папоротн. Южн. Сиб.: 20; Доронькин, 2003, Фл. Сиб. 14: 12; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 13; Шмаков, 2011, Папоротники Сев. Азии: 88; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 20, Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 114. – **Кочедыжник женский**.

В сырых берёзовых лесах, ивовых и черёмуховых кустарниковых зарослях, редко в берёзовых, сосновых и смешанных травяных лесах. Встречается редко: ГЭС (левый берег) (2014, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2014, 2023, KRAS), ул. Заводская (2023, KRAS). Малообилён.

#### Сем. *Gymnopteridaceae* (Payer) Schmakov – Пузырниковые

**Gymnocarpium dryopteris** Newman: Данилов, 1988, Фл. Сиб. 1: 62; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 41; Положий, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 25; Шмаков, 1999, Определ. папоротн. Росс.: 59; Гуреева, 2001, Равноспор. папор. Юж. Сиб.: 24; Малышев, 2005, Консп. Фл. Сиб.: 13; Шмаков, 2011, Папоротники Сев. Азии: 106; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 21; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 116. – **Голокучник трёхраздельный**.

По смешанным лесам. Отмечен в двух пунктах: в берёзово-сосново-еловом лесу в районе ГЭС (2014, KRAS) и пихтово-сосново-берёзовом лесу в районе горнолыжного комплекса «Дивный» (2023, KRAS). Малообилён.

#### Сем. *Onocleaceae* Pich. Sermol. – Оноклеевые

**Matteuccia struthiopteris** (L.) Tod.: Данилов, 1988, Фл. Сиб. 1: 52; Черепнин, 1957, Фл. южн. ч. Красн. кр. 1: 37; Положий, 1983, Фл. Красн. кр. 1: 16; Шмаков, 1999, Определ. папоротн. Росс.: 80; Гуреева, 2001, Равноспор. папоротн. Южн. Сиб.: 25; Малышев, 2005,

Консп. Фл. Сиб.: 15; Шмаков, 2011, Папоротники Сев. Азии: 136; Малышев, 2012, Консп. Фл. Аз. России: 20; Антипова, 2012, Фл. внутр. остр. лесост. Ср. Сиб.: 117. – **Страусник обыкновенный.**

В смешанных сырых лесах, зарослях пойменных кустарников, по сырым днищам лесных оврагов. Встречается часто: р. Листвянка (2013, KRAS), ул. Комсомольская (2013, KRAS), ГЭС (левый берег) (2014, 2015, KRAS), горнолыжный комплекс «Дивный» (2015, 2022, KRAS), ул. Заводская (2023, KRAS). Местами обилен.

## Литература

1. Андреева Е.Б., Антипова Е.М., Сонникова А.Е., Степанов Н.В., Тупицына Н.Н., Шауло Д.Н. Список растений юга Красноярского края // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти Л.М. Черепнина. Т.1. Красноярск: РИО КГПУ, 2006. С. 72–158.
2. Антипова Е.М. Флора внутриконтинентальных островных лесостепей Средней Сибири. Красноярск: КГПУ, 2012. С. 107–576.
3. Гуреева И.И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири. Систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология. Томск: ТГУ, 2001. 158 с.
4. Гуреева И.И., Пейдж К.Н. К вопросу о систематическом положении орляка в Сибири // Систематические заметки Гербария Томского университета. Томск: ТГУ, 2005. № 95. С. 18–26.
5. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды. Екатеринбург: Тобольская комплексная науч. станция, 2014. 469 с.
6. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. Новосибирск: СО РАН, 2012. 640 с.
7. Конспект Флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2005. 362 с.
8. Положий А.В., Гуреева И.И., Курбатский В.И. Флора островных Приенисейских степей. Сосудистые растения. Томск: ТГУ, 2002. 156 с.
9. Тахтаджян А.Л. Высшие таксоны сосудистых растений, исключая цветковые // Проблемы палеоботаники. Л.: Наука, 1986. С. 135–142.
10. Флора Европейской части СССР. Л.: Наука, 1974–1996. Т. 1–8.
11. Флора Красноярского края. Томск: ТГУ; Новосибирск: Наука, 1964–1983. Т. 1–10.
12. Флора Сибири: В 14 т. Новосибирск: Наука, 1987–2003.
13. Флора СССР. М.; Л.: Изд-во: АН СССР, 1934–1964. Т. 1–30.
14. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
15. Черепнин Л.М. Флора южной части Красноярского края. Красноярск: КГПИ, 1957. 1967. Т. 1–6.
16. Шмаков А.И. Определитель папоротников России. Барнаул: Изд-во АГУ, 1999. 108 с.
17. Шмаков А.И. Конспект папоротников России // Turczaninowia. 2001. Т. 4. Вып. 1–2. С. 36–72.
18. Шмаков А.И. Папоротники Северной Азии. Барнаул, 2011. 209 с.
19. Takhtajan A.L. Flowering Plants. Springer, 2009. 871 p.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ PLANTARIUM, INATURALIST И GBIF В СОВРЕМЕННЫХ ФЛОРИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В УЗБЕКИСТАНЕ**

**Н.Ю. Бешко**

*Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

## **USE OF ONLINE PLATFORMS PLANTARIUM, INATURALIST AND GBIF IN MODERN FLORISTIC RESEARCH IN UZBEKISTAN**

**N.Yu. Beshko**

*Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan*

В последние годы во флористических исследованиях все большее значение приобретают онлайн-платформы, созданные для сбора, обмена, интеграции, анализа и распространения данных о биоразнообразии с помощью современных информационных технологий, такие как Global Biodiversity Information Facility (GBIF), iNaturalist, а также широко используемый ботаниками СНГ портал «Плантариум». Указанные интернет-порталы стали не только мощными базами данных, обеспечивающими открытый доступ к огромному массиву информации о биоразнообразии, но и социальными сетями, объединяющими множество специалистов и любителей.

Созданный в 2001 году сайт Global Biodiversity Information Facility на данный момент содержит более 90 тыс. наборов данных (datasets) и более 2.5 миллиардов наблюдений (occurrence records) различных видов живых организмов, опубликованных более чем 2.1 тысячами организаций-участников сообщества GBIF, в том числе более 436.7 млн. наблюдений растений, включая данные гербарных, живых и иных коллекций, а также наблюдения в природе [22].

iNaturalist, глобальная онлайн-платформа для сбора, обмена и картографирования наблюдений за живыми организмами в формате открытых данных, была создана в 2008 году как совместный проект Калифорнийской академии наук и Национального географического общества США (National Geographic). В настоящее время портал iNaturalist содержит более 177 млн. наблюдений различных видов живых организмов и более 7 млн. пользователей, в т.ч. более 64.6 млн. наблюдений для более чем 152 тыс. видов растений [23]. Информация о более чем 71.5 млн. наблюдениях исследовательского уровня, т.е. с достоверно подтвержденной идентификацией, интегрирована в GBIF (в т.ч. более 27.7 млн. наблюдений растений). Платформа iNaturalist предоставляет своим пользователям не только базу данных о биоразнообразии и облачный фотоархив, но также возможность создания проектов, нейросеть для автоматического определения видов и инструменты для статистической обработки и генерирования отчетов.

Сайт «Плантариум», созданный в 2007 году командой российских ботаников как открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников стран СНГ, предназначенный для широкого круга пользователей, как любителей, так и специалистов ботаников и экологов. В настоящее время география проекта «Плантариум» как по составу участников, так и по охвату видов растений далеко перешагнула границы бывшего СССР. На текущий момент здесь представлены более 607 тыс. фотографий более 25 тыс. таксонов растений, лишайников и грибов со всех континентов [6]. Количество участников проекта – более 1.6 тыс., среди них ведущие флористы, геоботаники, систематики стран СНГ. Благодаря участию квалифицированных специалистов, большинство таксонов на загруженных на сайт «Плантариум» фотографиях достоверно определены, поэтому фотографии видов и данные о местонахождениях, в т.ч. о новых находках, все шире

используются в научных публикациях, включая национальные и региональные «Флоры», «Красные книги» и «Кадастры». В дополнение к фотографиям, сайт содержит морфологические описания многих видов (или ссылки на онлайн-источники с описаниями), списки видов, внесенных в «Красные книги», фотографии ландшафтов и растительных сообществ, привязанные к географическим точкам, в также созданные участниками проекта флористические списки различных урочищ, ООПТ, административных и географических регионов. Недостатком «Плантариума» является ограничение на размер и «вес» загружаемых фотографий (не более 600 килобайт, не более 1400×1400 пикселей для фотографий растений и не более 1680×1400 пикселей для фотографий ландшафтов и фитоценозов), в то время как iNaturalist позволяет загружать фото в оригинальном размере. С другой стороны, на сайте «Плантариума» преобладают фотографии высокого качества, тогда как на iNaturalist много нерезких, некачественных фото со смартфонов, по которым даже специалисту сложно достоверно определить вид растения.

В настоящей статье подводятся краткие итоги использования онлайн-платформ «Плантариум», iNaturalist и GBIF в современных флористических исследованиях в Узбекистане. Актуальный список флоры Узбекистана (не опубликован), насчитывает 4383 вида растений, в том числе около 350 видов национальных эндемиков и более 230 натурализовавшихся адвентивных видов, тогда как шеститомная «Флора Узбекистана», изданная в 1941–1962 гг., содержала информацию по 3663 аборигенным и 485 интродуцированным и заносным видам [14, 19, 24]. 314 видов (около 7.1% от флоры) внесены в актуальное, пятое издание национальной «Красной книги» [4].

В 2016–2022 вышли из печати 4 первых тома нового издания «Флоры Узбекистана», они включают 18 семейств с 92 родами и 507 видами (около 11.7% флоры). Для каждого вида дана точечная карта распространения, созданная в среде ГИС на основе геопривязки гербарных образцов Национального гербария Узбекистана (TASH) и других гербариев СНГ и мира, в которых хранятся сборы с территории страны, прежде всего, LE, MW и AA [15, 16, 17, 18]. В 2023 г. подготовлен к публикации очередной, пятый том, посвященный семейству *Apiaceae* (210 видов из 70 родов). В данном томе, помимо гербарных данных, впервые цитируются местонахождения видов на основе информации «Плантариума».

Впервые в рамках проектов по созданию кадастра флоры административных областей Узбекистана на портале «Плантариум» создан регулярно обновляемый онлайн список флоры Ташкентской области (площадь 15 150 км<sup>2</sup>), который в данный момент включает 2279 видов из 91 семейства, в т.ч. 49 – национальные эндемики Узбекистана и 71 вид, занесенный в национальную Красную книгу [2]. Из них для 826 видов на «Плантариуме» представлены 3575 фотографий. К настоящему времени кадастровые флористические исследования были завершены в Бухарской (41 831 км<sup>2</sup>, 764 вида), Джизакской (21 179 км<sup>2</sup>, 1991 вид), Кашкадарьинской (28 568 км<sup>2</sup>, 2022 вида), Навоийской (109 481 км<sup>2</sup>, 1561 вид) и Самаркандской областях (16 772 км<sup>2</sup>, 1687 видов), и результаты были опубликованы в виде серии книг «Кадастр флоры Узбекистана» [8, 9, 10, 11, 12]. Таким образом, по разнообразию видов растений Ташкентская область стоит на первом месте среди тех административных областей республики, для которых был составлен кадастр флоры, хотя по размеру территории остальные 5 областей заметно превосходят ее по площади. Кроме того, в рамках проекта по составлению кадастра флоры Ташкентской области на «Плантариуме» создан список флоры горного массива Чимган (высшая точка – Большой Чимган, 3309 м н.у.м.), расположенного в западных отрогах Чаткальского хребта в 80 км от Ташкента и охватывающего площадь около 75 км<sup>2</sup>. Массив Чимган – это не только известный горнолыжный курорт и популярное место отдыха, но и уникальная ботаническая территория, где произрастает целый ряд редчайших эндемиков Западного Тянь-Шаня. Список флоры Чимгана включает 663 вида из 75 семейств [3].

В целом, на портал «Плантариум» в настоящее время загружено более 10,6 тыс. фотографий для 2035 видов, произрастающих в Узбекистане (включая интродуцированные

и заносные), т.е. около 46.4% флоры. Некоторые данные «Плантариума» о наблюдениях растений на территории Узбекистана интегрированы в GBIF, в качестве примера можно привести опубликованный в 2021 г. набор данных «Juno in Central Asia» [25].

Что касается актуальных онлайн списков флоры охраняемых природных территорий Узбекистана, на данный момент из таковых имеются только для Нуратинского заповедника на портале «Плантариум» (17 752 га, 840 видов из 79 семейств, в т.ч. 32 краснокнижных и 74 заносных) [1] и Чаткальского заповедника на портале GBIF (24 706 га, 771 вид из 71 семейства, в т.ч. 25 краснокнижных и 14 заносных) [20]. Конспект флоры Чаткальского заповедника впервые был опубликован в 1986 году [5], на тот период территория заповедника состояла из двух кластерных участков, Башкызылсайского (11 103 га, 1004 вида) и Майдантальского (24 706 га, 745 видов), общий список флоры заповедника насчитывал 1151 вид. В 2018 году Башкызылсайский участок был передан новой охраняемой природной территории, Угам-Чаткальскому биосферному резервату. С учетом новых находок, произошедших изменений в номенклатуре и систематике сосудистых растений, а также сокращения территории Чаткальского заповедника, данные о составе флоры требовали критической ревизии, которая была проведена в 2021–2023 гг. и результаты опубликованы в формате чек-листа на портале GBIF.

Узбекистан стал ассоциированным членом GBIF в 2020 году. На данный момент, на портале GBIF имеется 582 набора данных с более чем 118 тыс. наблюдений для территории страны, в том числе более 45 тыс. относится к растениям. Из них 9 наборов данных с 6 962 наблюдениями сосудистых растений опубликованы Институтом ботаники Академии наук Республики Узбекистан (включая вышеупомянутый список флоры Чаткальского заповедника). Особо должна быть отмечена база данных типовой коллекции Национального гербария Узбекистана (TASH), включающая 3955 гербарных образцов из 10 стран (в том числе Узбекистан – 1659, Казахстан – 708, Кыргызстан – 487, Таджикистан – 479, Туркменистан – 307) [26]. К дореволюционному периоду относится 742 типовых образца, самые старые из них были собраны в 1840 году, 3149 типовых образцов относятся к советскому периоду и 51 – к постсоветскому периоду. Наибольшим количеством типовых образцов представлены семейства Asteraceae (621, в т.ч. 237 – род *Cousinia*), Fabaceae (484, в т.ч. 308 – род *Astragalus*) и Apiaceae (438, в т.ч. 172 – род *Ferula*).

Особо следует остановиться на первых итогах использования iNaturalist во флористических исследованиях в Узбекистане. К сожалению, в Узбекистане iNaturalist пока еще используется большей частью зоологами, а в ботанических исследованиях этот инструмент пока задействован достаточно слабо, в отличие, например, от России, где в последние 5 лет по инициативе МГУ им. М.В. Ломоносова развивается масштабный проект «Флора России на iNaturalist» и целый ряд региональных проектов («Флора Подмосковья», «Флора Москвы» и др.) [7, 13]. Использование iNaturalist в проекте «Кадастр флоры Ташкентской области» стало одним из первых примеров (если не первым) применения этой платформы в ботанических исследованиях в Узбекистане. В январе 2022 г. на портале iNaturalist был создан проект «Flora of Tashkent Region, Uzbekistan (Флора Ташкентской области, Узбекистан)» [21]. К настоящему моменту проект включает 2597 наблюдений для 708 видов флоры Ташкентской области, в том числе 1363 (52.48%) наблюдений исследовательского уровня. Это составляет 40.9% всех наблюдений для флоры Узбекистана (6339 наблюдений 1279 видов, из них 2450 или 38.65% исследовательского уровня) и 5.45% наблюдений для флоры Средней Азии в iNaturalist (47634 наблюдений 3620 видов, из них более 40 тыс. наблюдений относится к территории Казахстана). Для сравнения, проект «Флора России» за первый год набрал 223 658 наблюдений, в т.ч. «Флора Московской области» – 16 423 наблюдений. Показатель в 1 млн. наблюдений был достигнут за 2,5 года [7, 13]. Таким образом, на портале iNaturalist в настоящее время представлены наблюдения примерно для 29% видов флоры Узбекистана. На данный момент 2227 наблюдений исследовательского уровня интегрированы в GBIF.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что современные онлайн-платформы, такие как GBIF, iNaturalist и «Плантариум», пока еще недостаточно активно используются во флористических исследованиях в Узбекистане.

## Литература

1. *Бешко Н.Ю.* 2017–2023. Флора Нуратинского заповедника [флористический список] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/page/flora/id/1046.html> (дата обращения: 01.09.2023).
2. *Газиев А.Д.* 2021–2022. Флора Ташкентской области [флористический список] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/page/flora/id/1123.html> (дата обращения: 01.09.2023).
3. *Газиев А.Д.* 2017–2022. Флора урочища Чимган [флористический список] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/page/flora/id/1060.html> (дата обращения: 01.09.2023).
4. *Красная книга* Республики Узбекистан: Редкие и исчезающие виды растений и животных (в 2-х томах). Т. 1. Растения. Ташкент: Tasvir, 2019. Т. 1. 356 с.
5. *Красовская Л.С., Левичев И.Г.* Флора Чаткальского заповедника. Ташкент: Фан, 1986. 173 с.
6. *Плантариум.* Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007–2023. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 01.09.2023).
7. *Серегин А.П., Бочков Д.А., Шнер Ю.В.* и др. «Флора России» на платформе iNaturalist: большие данные о биоразнообразии большой страны // Журнал общей биологии, 2020, т. 81, № 3. С. 223–233.
8. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Кодиров У.Х., Батошов А.Р., Мирзалиева Д.У.* Кадастр флоры Узбекистана: Самаркандская область. Ташкент: ФАН, 2018. 220 с.
9. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Шомуродов Х.Ф., Кодиров У.Х., Тургинов О.Т., Шарипова В.К.* Кадастр флоры Узбекистана: Кашкадарьинская область. Ташкент: Фан, 2019. 256 с.
10. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Шомуродов Х.Ф.* и др. Кадастр флоры Узбекистана: Навоийская область. Ташкент: Фан, 2019. 216 с.
11. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Шомуродов Х.Ф.* и др. Кадастр флоры Узбекистана: Бухарская область. Ташкент: O'kituvchi, 2020. 128 с.
12. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Эсанкулов А.С., Батошов А.Р., Азимова Д.Э.* Кадастр флоры Узбекистана: Джизакская область. Ташкент: Zamin nashr, 2021. 368 с.
13. *Флора Узбекистана.* В 6 т. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1951–1962.
14. Флора России на iNaturalist. Годовой отчет за 2021 г. / Пospelов И.Н., Серегин А.П. Москва: МГУ, 2021. DOI: 10.13140/RG.2.2.13571.63523
15. *Флора Узбекистана.* 2-е изд. / под. ред. А.Н. Сенникова. Т. 1. Ташкент: Навруз, 2016. xxviii + 121 с.
16. *Флора Узбекистана.* 2-е изд. / под. ред. А.Н. Сенникова. Т. 2. Ташкент: Навруз, 2017. xii + 200 с.
17. *Флора Узбекистана.* 2-е изд. / под. ред. А.Н. Сенникова. Т. 3. Ташкент: Маънавият, 2019. xii + 201 с.
18. *Флора Узбекистана.* 2-е изд. / под. ред. А.Н. Сенникова. Т. 4. Ташкент: Фан АН РУз, 2022. xviii + 238 с.
19. *Шестой национальный доклад* Республики Узбекистан о сохранении биологического разнообразия. Ташкент: ПРООН/ГЭФ/Госкомэкологии РУз, 2018. 198 с.
20. *Beshko N., Gaziev A., Kodyrov U., Kosimov Z., Nazarov B.* Checklist of the flora of the Chatkal State Biosphere Reserve (Uzbekistan) // Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, 2023. doi: <https://doi.org/10.15468/q2d6gd>
21. *Flora of Tashkent Region, Uzbekistan* (Флора Ташкентской области, Узбекистан). 2022. [Электронный ресурс] URL: <https://www.inaturalist.org/projects/flora-of-tashkent-region-uzbekistan-flora-tashkent-skoy-oblasti-uzbekistan>.
22. *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*, 2022. [Электронный ресурс] URL: <https://www.gbif.org/> (дата обращения: 01.09.2023).



23. *iNaturalist*. 2022. [Электронный ресурс] URL: <https://www.inaturalist.org/> (дата обращения: 01.09.2023).
24. *Li W., Tojibaev K. Sh., Hisoriev H., Shomurodov Kh. F., Luo M., Feng Y., Ma K.* 2020. Mapping Asia Plants: Current status of floristic information for Central Asian flora // *Global Ecology and Conservation*, 2020. Vol. 24. e01220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01220>
25. *Sennikov A., Lazkov G., Khassanov F.* Juno in Central Asia. Version 1.4. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg. 2021. Occurrence dataset. [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.15468/k4rncn> accessed via GBIF.org
26. *Tojibaev K., Beshko N., Mirzalieva D., Khassanov F.* Type Collection of the National Herbarium of Uzbekistan (TASH). Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan. 2022. Occurrence dataset. [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.15468/sb2srm>. Accessed via GBIF.org. (дата обращения: 01.09.2023).

## ОБЗОР ИТОГОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА» (СЕВЕРНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)

А.Л. Васина

*Государственный природный заповедник «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского, Россия*

## REVIEW OF THE RESULTS OF RESEARCH ON THE FLORISTIC DIVERSITY OF THE RESERVE "MALAYA SOSVA" (NORTHERN TRANS-URALS)

A.L. Vasina

*State Nature Reserve «Malaya Sosva» named after V.V. Rayevsky, Russia*

Заповедник «Малая Сосьва» находится в северо-западной части Западной Сибири, прилегающей к Уралу Кондо-Сосьвинской среднетаежной провинции Обь-Иртышской физико-географической области, в бассейне р. Малая Сосьва в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре (ХМАО-Югре) Тюменской области. Организован в 1976 г., площадь его составляет 225.562 тыс. га. Заповедник является преемником Кондо-Сосвинского заповедника, существовавшего в 1929–1951 гг. на площади около 800 тыс. га.

Впервые целенаправленные исследования растительного покрова заповедника были проведены в 1941–1945 гг. сотрудниками Кондо-Сосвинского заповедника Е.В. Дорогостайской и К.В. Горновским. За четыре года работы в заповеднике в военное время, никак не способствующее научной работе, они смогли провести ценные исследования. Систематический список цветковых и сосудистых споровых растений заповедника, составленный Е.В. Дорогостайской, включил 348 видов (работа, получившая отзыв Б.Н. Городкова в 1949 г., осталась в рукописном варианте) [17]. Не опубликована была и работа К.В. Горновского «Растительность Кондо-Сосвинского заповедника» [16], отзывы о которой сделали Н.А. Прозоровский и Б.Н. Городков.

Через 33 года, в 1977 г., на территории заповедника возобновились исследования растительного покрова. Аннотированный список сосудистых растений заповедника «Малая Сосьва», включивший 362 вида, впервые был опубликован в одном из выпусков серии «Флора и фауна заповедников СССР» [1]. Позднее список сосудистых растений заповедника и прилегающих территорий с анализом его состава дан в диссертации автора [3]. Более полный и уточненный список сосудистых растений заповедника, включивший 418 видов, был приведен в сводке биологического разнообразия на заповедных территориях России [6]. В настоящее время подготовлена рукопись нового аннотированного списка сосудистых растений заповедника, планируемая для издания.

За время исследований впервые на территории заповедника обнаружено 104 вида сосудистых растений (24.6 % от общего числа видов) за счет более тщательного изучения аборигенной флоры, новых адвентивных видов, а также новейшего систематического подразделения прежних комплексных видов. Новыми во флоре заповедника являются 84 аборигенных и 20 адвентивных видов. Пополнение списка аборигенных видов произошло, в основном, за счет видов редких или имеющих ограниченное распространение – *Aster sibiricus*, *Botrychium boreale*, *B. lunaria*, *Carex digitata*, *Cinna latifolia*, *Circaea alpina*, *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Eleocharis mamillata*, *E. ovata*, *Epipogium aphyllum*, *Fragaria vesca*, *Huperzia selago*, *Impatiens noli-tangere*, *Pinguicula villosa*, *Phegopteris connectilis*, *Thelypteris palustris* и др. Но некоторые новые виды довольно широко распространены на территории заповедника – *Angelica decurrens*, *Athyrium filix-femina*, *Chenopodium acerifolium*, *Dryopteris expansa*, *Persicaria scabra*, *Rorippa amphibia*, *Salix hastata*, *S. jennisensis*, *S. pyrolifolia*, *Thalictrum minus* и др. [12]. В результате специальных исследований водоемов обнаружено 14 видов новых водных растений – *Batrachium trichophyllum*, *B. kauffmannii*, *Callitriche cophocarpa*,

*Ceratophyllum demersum*, *Elatine hydropiper*, *E. triandra*, *Myriophyllum sibiricum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton berchtoldii*, *P. compressus*, *P. pectinatus*, *P. praelongus*, *Sparganium glomeratum*, *Spirodela polyrhiza* [4]. Получены новые данные по распространению ранее известных видов, в т.ч. таких редких аборигенных видов, как *Baeothryon alpinum*, *B. cespitosum*, *Bistorta vivipara*, *Carex bohémica*, *Delphinium elatum*, *Juncus stygius*, *Luzula rufescens*, *Platanthera bifolia*, *Pulsatilla uralensis*, *Rhynchospora alba*, *Veronica spicata* и др. Обнаружен ряд растений ранее известных южнее заповедника, в бассейне р. Конда, - *Alisma plantago-aquatica*, *Callithriche hermaphroditica*, *Carex rhizina*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lythrum salicaria*, *Paeonia anomala*, *Potamogeton pusillus*, *Stachys palustris* и др. Данные многолетних исследований флоры заповедника и других территорий позволили автору настоящей работы принять участие в создании «Определителя растений Ханты-Мансийского автономного округа» [21].

Одним из важных направлений флористических исследований заповедника являются работы по выявлению и анализу состава редких и особо охраняемых растений заповедника, которые начались одновременно с началом инвентаризации флоры заповедника, в 1978 году. Заповедник «Малая Сосьва» относится к числу территорий ХМАО-Югры, где сосредоточено большое число редких видов, представляющих историческое, ботанико-географическое, хозяйственное и научно-исследовательское значение. В настоящее время список редких и исчезающих растений заповедника составляют 76 аборигенных видов сосудистых растений [14]. Во флоре известно 2 эндемичных и 27 реликтовых видов [5]. На территории заповедника произрастает 2 вида сосудистых растений, включенные в Красную книгу Российской Федерации – *Dactylorhiza traunsteineri*, *Epipogium aphyllum* [18]. Из редких видов заповедника в региональную Красную книгу Ханты-Мансийского автономного округа – Югры включено 32 вида сосудистых растений (27 – покрытосеменные, 4 – папоротникообразные, 1 вид – плаунообразные), что составляет 24.2% от их общего числа в Красной книге [20].

В заповеднике ведутся многолетние популяционные исследования и наблюдения за многими редкими растениями – видами рода *Botrychium*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Dendranthema zawadskii*, *Epipogium aphyllum*, *Matteuccia struthiopteris*, *Oxytropis ivdelensis*, *Paeonia anomala*, *Pulsatilla uralensis*, *Veronica spicata* и др. Ежегодно проводятся фенологические наблюдения на постоянном маршруте за такими редкими видами, как *Astragalus frigidus*, *Botrychium lanceolatum*, *B. multifidum*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Nymphaea tetragona*, *Pulsatilla uralensis*, *Rhynchospora alba*, *Saussurea controversa* и др. Периодически ведутся визуальные наблюдения за многими другими видами. Результаты этих исследований отражены в ряде публикаций [8, 9, 11, 15]. Сведения о редких растениях заповедника были использованы при составлении первого регионального списка редких растений [2] и двух изданий региональной Красной книги [19, 20]. Данные о состоянии популяций «краснокнижных» растений являются составной частью регионального биологического мониторинга.

Особое внимание уделяется изучению адвентивных растений, произрастающих в заповеднике, его охранной зоне и на прилегающих территориях [7, 10, 13]. Эти исследования позволяют прогнозировать дальнейшее изменение флоры охраняемой природной территории, своевременно обнаружить появление инвазионных чужеродных видов. Адвентивная фракция флоры заповедника включают 53 вида. К ним относятся в основном сорно-рудеральные (35 видов, 66.0%), а также случайные заносные (14, 26.4%) и интродуцированные одичавшие виды (4, 7.6%). Индекс адвентизации флоры равен 12.6%. Все заносные виды, за исключением *Androsace filiformis*, *Crepis tectorum*, *Typha latifolia*, приурочены к кордонам заповедника, которые до организации заповедника были довольно крупными поселками. Заносные растения произрастают здесь около домов, хозяйственных построек, по дорогам и тропам, на пустырях, на месте заброшенных огородов. Внедрению и расселению растений на территории заповедника способствуют небольшие внутренние антропогенные воздействия: заповедно-режимные,

организационно-хозяйственные и научные мероприятия, в результате чего поддерживается сеть дорог и троп, кордонов и избушек, а также некоторые формы использования природных ресурсов (землепользование на кордонах). Среди внешних антропогенных воздействий влияние на флору заповедника оказывают дорожная сеть, железная дорога, линии электропередач и газопроводов на прилегающих территориях. В связи с усиливающейся хозяйственной деятельностью в охранной зоне заповедника темпы заноса чужеродных видов на его территорию могут возрасти.

В результате дальнейших исследований флоры заповедника, несомненно, будут обнаружены новые и редкие виды, заслуживающие охраны.

## Литература

1. Васина А.Л. Сосудистые растения заповедника «Малая Сосьва» // Флора и фауна заповедников СССР: оперативно-информационный материал. М., 1989. 47 с.
2. Васина А.Л. Редкие и исчезающие виды растений Ханты-Мансийского автономного округа // Обзор «О состоянии окружающей природной среды Ханты-Мансийского автономного округа в 1997 году». Ханты-Мансийск, 1998. С. 35–47.
3. Васина А.Л. Флора особо охраняемых природных территорий Кондо-Сосьвинского Приобья: дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1998. 319 с.
4. Васина А.Л. Высшие водные растения Кондо-Сосьвинского Приобья // V Всероссийская конференция по водным растениям «Гидробиотика 2000»: тезисы докладов. Борок, 2000. С. 118–119.
5. Васина А.Л. О реликтах в составе флоры среднетаежного Зауралья // Состояние и динамика природных комплексов особо охраняемых территорий Урала. Научно-практическая конференция, 29 мая-1 июня 2000 г. тез. докл., Сыктывкар, 2000. С. 35–37.
6. Васина А.Л. Сосудистые растения государственного природного заповедника «Малая Сосьва» // Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Выпуск 2. Сосудистые растения (в двух частях). М., 2003. Ч. 1. С. 38–403. Ч. 2. С. 404–781.
7. Васина А.Л. Адвентивный элемент флоры особо охраняемых природных территорий Северного Зауралья // Адвентивная и синантропная флора России и стран ближнего зарубежья: состояние и перспективы: Материалы III международной научной конференции (Ижевск, 19–22 сентября 2006 г.) / Под ред. О.Г. Барановой и А.Н. Пузырева. Ижевск, 2006. С. 25–27.
8. Васина А.Л. О распространении и состоянии ценопопуляций видов рода *Botrychium* Sw. на территории заповедника «Малая Сосьва» (Тюменская область, ХМАО-Югра) // Современное состояние и пути развития популяционной биологии: Материалы X Всероссийского популяционного семинара (г. Ижевск, 17–22 ноября 2008 г.). Ижевск: КнигоГрад, 2008. С. 99–102.
9. Васина А.Л. О распространении и состоянии ценопопуляций остролодочника ивдельского в бассейне р. Северная Сосьва // Ботанические исследования на Урале: материалы регион. с междунар. участием науч. конф., посвящ. памяти П.Л. Горчаковского / отв. ред. С.А. Овеснов; Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. С. 57–58.
10. Васина А.Л. Мониторинг адвентивной флоры заповедника «Малая Сосьва» (ХМАО – Югра, Тюменская область) // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: Материалы IV международной научной конференции / Под ред. О.Г. Барановой и А.Н. Пузырева. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. С. 48–51.
11. Васина А.Л. Мониторинг состояния еремогоны скальной (*Eremogone saxatilis* (L.) Ikonn.) на территории заповедника «Малая Сосьва» // Пятая Югорская полевая музейная биеннале: сборник докладов научно-практической конференции «Роль полевых исследований в сохранении историко-культурного и природного наследия Югры» / Отв. ред. О.И. Приступа. Ханты-Мансийск: ООО «Печатный мир г. Ханты-Мансийск», 2014. С. 42–44.
12. Васина А.Л. Мониторинг флоры сосудистых растений заповедника «Малая Сосьва» (ХМАО-Югра, Тюменская область) // Экологический мониторинг и биоразнообразие / Научный журнал. № 1 (11), 2016. С.19–21.
13. Васина А.Л. Анализ адвентивной флоры заповедника «Малая Сосьва» // Изучение адвентивной и синантропной флор России и стран ближнего зарубежья: итоги, проблемы, перспективы:

материалы V международной научной конференции (Ижевск, 6-8 сентября 2017 г.) / Под ред. О.Г. Барановой и А.Н. Пузырева. М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2017. С. 36–39.

14. Васина А.Л. Обзор редких и особо охраняемых сосудистых растений заповедника «Малая Сосьва» // Систематические и флористические исследования Северной Евразии: материалы II Междунар. Конфер. к 90-летию со дня рождения проф. А.Г. Еленевского), г. Москва, 5–8 декабря 2018 г. Том 1 / под общ. ред. В.П. Викторова. М.: МПГУ, 2018. С. 126–129.
15. Васина А.Л., Бушмакова Г.Н. Состояние популяции *Pulsatilla uralensis* (Zâm.) Tzvel. на территории заповедника "Малая Сосьва" (Северное Зауралье) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа, 2022. № 3. (116). С. 44–61.
16. Горновский К.В. Растительность Кондо-Сосвинского заповедника: рукопись. Т. 1, 2. М., 1945. ЦГА РСФСР. Ф. 385.
17. Дорогостайская Е.В. Систематический список цветковых и сосудистых споровых растений Кондо-Сосвинского заповедника: рукопись. М., 1945. ЦГА РСФСР. Фонд 58, опись 4, № 378.
18. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
19. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа: животные, растения, грибы / Редактор-составитель А.М. Васин. Екатеринбург: «Пакрус», 2003. 376 с.
20. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа - Югры: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / отв. ред. А.М. Васин, А.Л. Васина. Екатеринбург: Изд-во Баско, 2013. 460 с.
21. Определитель растений Ханты-Мансийского автономного округа / под ред. И.М. Красноборова, И.М. Красноборов, Д.Н. Шауло, М.Н. Ломоносова и др.; рис.: Н.В. Прийдак, Н.И. Прийдак, Е.Л. Васильевской. Новосибирск - Екатеринбург: «Издательство «Баско», 2006. 304 с.

## ЛЕСА И ЛЕСНЫЕ БОЛОТА ПРИРОДНОГО ПАРКА «НУМТО»

Е.Л. Веревкина, Е.Д. Лапшина

БУ «Природный парк «Нумто», Югорский государственный университет, Россия

## FORESTS AND FOREST SWAMPS OF THE NUMTO NATURE PARK

E.L. Verevkina, E.D. Lapshina

«Numto» Nature Park, Ugra State University, Russia

Природный парк «Нумто» располагается на севере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, практически в самом центре Западно-Сибирской равнины. Его площадь составляет 597 189.5 га. В соответствии с большинством схем природного районирования, территория парка относится к северотаежной подзоне лесной зоны Западной Сибири. Характерной особенностью ландшафтной структуры парка является преобладание торфяных болот, которые занимают 63% территории. Зональные таежные леса и сосняки на песчаных почвах, значительно уступают им по площади (23.3%). На акватории крупных озер, рек и стариц, без учета многочисленных мелких внутриводотных озерков приходится 13.7% площади [1].

До настоящего времени при проведении геоботанических исследований на территории природного парка «Нумто» преобладали доминантный и эколого-физиономический подходы к выделению синтаксонов. Результатом таких исследований являются, как правило, лишь обобщенные сведения в виде очерков растительности [1, 2]. Детальные характеристики растительных сообществ и флористические списки видов растений с указанием их обилия, в этих работах отсутствуют, что не позволяет эффективно использовать их для организации мониторинга отклика биоты на изменение окружающей среды и разработки конкретных природоохранных мероприятий.

В рамках данного исследования предпринята первая попытка выявить фитоценотическое разнообразие лесной растительности в южной части парка «Нумто» и представить его в системе эколого-флористической классификации.

Полевые исследования проводились авторами в 2006, 2011 и 2017 годах. Всего выполнено 258 полных геоботанических описаний растительности в южной части парка. Кроме того, учтены материалы эколого-биологических исследований, проводимых на территории парка с 2001 года.

Все разнообразие растительных сообществ с хорошо выраженным древесным ярусом отнесены к двум классам *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.Bl et al., 1939 и *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Weshoff et al. 1946.

Класс *Vaccinio-Piceetea* объединяет хвойные и мелколиственно-хвойные смешанные леса Евразии. В составе класса выделено 2 порядка. Порядок *Pinetalia sylvestris* Oberd. 1957 включает бореальные преимущественно сосновые леса Северной Евразии олиготрофных умеренно сухих местообитаний на песчаных и супесчаных почвах. В пределах этого порядка северотаежные сосновые леса Западной Сибири, так же, как и олиготрофные сосновые леса Северной Европы относятся к особому союзу *Cladonio stellaris – Pinion sylvestris* K.-Lund 1986. Диагностическими видами союза являются *Empetrum hermaphroditum*, *Calamagrostis lapponica*, *Cladonia stellaris* (dom.), *C. arbuscula* ssp. *mitis* (dom.), *C. deformis*, *C. cornuta*, *C. uncialis*, *C. coccifera*. Союз включает северотаежные сосновые леса с абсолютным преобладанием в напочвенном покрове кустарничков и лишайников. На территории южной части природного парка «Нумто» союз представлен одной ассоциацией *Pinetum sibiricae-sylvestris* Neshataev ex Makhatkov & Ermakov 2010, объединяющей сосново-кустарничково-зеленомошно-лишайниковые леса северной тайги

Западной Сибири, в пределах которой выделено 2 субасс. *P. s.-s. typicum* и *P. s.-s. ledetosum palustre*.

Порядок *Piceetalia excelsae* Pawlowski et al., 1928 включает бореальные темнохвойные зеленомошные леса Европы и Западной Сибири. Диагностические виды порядка: *Abies sibirica*, *Dryopteris cartusiana*, *D. expansa*, *Diplazium sibiricum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Oxalis acetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Padus avium*, *Sorbus sibirica*, *Listera cordata*, *Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Ранее северотаежные темнохвойные леса Западной Сибири относили к провизорно выделенному союзу *Pino sibiricae – Abietion sibiricae* all. nov. prov. [4] несмотря на то, что пихта сибирская практически отсутствует в темнохвойных лесах севера Сибири. Более правомерно полидоминантные кустарничково-зеленомошные северотаежные леса, занимающие все плакорные местообитания на территории парка «Нумто» рассматривать в составе особого союза *Piceo obovatae – Pineon sibiricae* all. nov. prov., где они представлены асс. *Hylocomio-Pinetum sibiricae-sylvestris* ass. nov. prov. Ассоциация объединяет зональные темнохвойные и полидоминантные березово-лиственнично-елово-кедровые кустарничково-зеленомошные леса северной тайги и лесотундры. В пределах ассоциации выделено две субассоциации, различающихся условиями местообитаний, что отражается на особенностях их флористического состава.

Субассоциация *H.–P. s.-s. vaccinietosum myrtilli* включает темнохвойные елово-кедровые и смешанные березово-елово-кедровые мелкотравно-зеленомошные и бруснично-зеленомошные леса на дренированных почвах в долинах рек и представлена двумя вариантами – *typicum* и *Ledum paluste*.

По наличию рослого древесного яруса к лесным типам экосистем на минеральных почвах тесно примыкают физиономически сходные с ними заболоченные леса и лесные болота на торфяных и торфяно-глеевых почвах.

Бореальные темнохвойные заболоченные леса и лесные болота (согры) грунтового питания Восточной Европы и Сибири охватывает порядок *Calamagrostio purpureae – Piceetalia obovatae* Lapshina 2010, который изначально был описан на юго-востоке Западной Сибири и помещен в класс *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Weshoff et al. 1946 [3]. На севере лесной зоны из напочвенного покрова сообществ заболоченных лесов и лесных болот выпадают практически все представители европейского класса черноольховых лесов. При этом в составе сообществ сохраняются типичные бореальные виды *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Sorbus sibirica*, *Maianthemum bifolium*, *Orthilia secunda*, *Rubus arcticus*, что дает основание рассматривать их в классе бореальных хвойных и мелколиственных лесов – *Vaccinio-Piceetea*.

На территории южной части природного парка «Нумто» порядок *Calamagrostio purpureae – Piceetalia obovatae* представлен союзом *Carici cespitosae – Picion obovatae* Lapshina 2010 с одной асс. *Pseudobryo – Pinetum sibiricae* ass. nov. prov., которая включает заболоченные и болотные березово-елово-кедровые вейниково-моховые леса в долинах малых рек и ручьев севера лесной зоны Западной Сибири. Согры отличаются наиболее высоким видовым разнообразием. Здесь зарегистрировано 142 вида, в том числе 67 видов высших сосудистых растений и 74 вида мохообразных. В приречных заболоченных лесах и сограх отмечено два вида северных орхидей: тайник сердцевидный *Listera cordata* и ладьян трехнадрезанный *Corallorhiza trifida*, включенные в Приложение Красной книги ХМАО –Югры (2013) как виды, требующие особого внимания и мониторинга состояния природных популяций.

Класс *Alnetea glutinosae* охватывает европейские регулярно затопляемые полыми водами черноольховые и березовые топяные болота. На севере лесной зоны Западной Сибири класс представлен порядком *Sphagno-Betuletalia pubescentis* Scamoni et Passarge 1959 и союзом *Betulion pubescentis* Lohmeyer et Tx. ex Oberd. 1957, которые включают сообщества болотных березовых лесов и мелколесий на кислых торфяных почвах минеротрофных болот Евразии.

Диагностическими видами порядка и союза на севере Западной Сибири являются *Betula pubescens* (дом.), *Calamagrostis purpurea*, *Carex canescens*, *C. aquatilis*, *Sphagnum fallax*, *S. fimbriatum*, *Polytrichum swartzii*, *Polytrichastrum longisetum*. К этому порядку и союзу в южной части природного парка «Нумто» отнесены березовые мелколесья асс. *Sphagno fimbriati – Betuletum pubescentis* ass. nov. prov. и два типа сообществ *Betula pubescentis – Carex aquatilis* и *Carex dasyclados – Calamagrostis purpurea*, развивающиеся на торфяных и торфяно-глеевых почвах вдоль русел внутриболотных ручьев и на месте зарастающих стариц в пойме р. Казым.

Результаты классификации растительного покрова используются в качестве основы для инвентаризации и характеристики типологического разнообразия природных экосистем парка «Нумто», что важно для установления наиболее ценных экосистем и выявления закономерностей их пространственного размещения для организации полноценного экологического мониторинга за состоянием популяций редких видов.

### Литература

1. Валеева Э.И., Московченко Д.В., Арефьев С.П. Природный комплекс парка «Нумто». Новосибирск: Наука, 2008. 280 с.
2. Ильина И.С., Лапицина Е.И., Лавренко Н.И. и др. Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. 251 с.
3. Лапицина Е.Д. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Ред-изд. центр НГУ, 2010. 186 с.
4. Ermakov N., Makhatkov I. 2011. Classification of northern boreal dark coniferous forests of the West Siberian plain // Ann. Bot. (Roma). 1. P. 29–36.



**ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕДКОГО ВИДА  
*IRIS ORCHIOIDES* CARRIERE (*JUNO ORCHIOIDES* (CARRIERE) VVED.)  
В КАЗАХСТАНЕ**

**П.В. Веселова<sup>1</sup>, Г.М. Кудабаева<sup>1</sup>, Г.Т. Ситпаева<sup>1</sup>, Д.Ш. Абдилданов<sup>1,2</sup>, О.М. Маслова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт ботаники и фитоинтродукции г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Казахский Национальный университет имени аль-Фараби г. Алматы, Республика Казахстан

<sup>3</sup>Институт географии, Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Россия

**FEATURES OF DISTRIBUTION OF RARE SPECIES  
*IRIS ORCHIOIDES* CARRIERE (*JUNO ORCHIOIDES* (CARRIERE) VVED.)  
IN KAZAKHSTAN**

**P.V. Vesselova<sup>1</sup>, G.M. Kudabayeva<sup>1</sup>, G.T. Sitpayeva<sup>1</sup>, D.Sh. Abdildanov<sup>1,2</sup>, O.M. Maslova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan

<sup>3</sup>Institute of Geography, Altai State University, Barnaul, Russia

Исследования, некоторые результаты которых представлены в настоящей статье, проводились в рамках создания Каталога редких и исчезающих видов высших сосудистых растений Семиречья (Алматинской и Жетысуской областей). Они являются важным этапом подготовки обновленного Перечня редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных (Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года № 1034).

В период с 30 апреля по 7 мая 2023 года был осуществлен экспедиционный выезд в Шу-Илийские горы (в пределах Алматинской области) по изучению современного видового состава и сбору гербария редких представителей весенней флоры региона. 4 мая 2023 г. экспедиционный отряд проводил ботаническое обследование в горах Анракай сельского округа Матыбулак Жамбылского района, где в точке с координатами: 43.5811 с.ш. и 75.1546 в.д., на высоте 880 м над уровнем моря были собраны экземпляры *Iris orchioides* Carriere в состоянии плодоношения (рис. 1 А, Б). Вид был встречен также на высоте 1110 м при подъеме в гору от первой точки. Высотную привязанность вида от предгорий до нижней границы субальпийского пояса (2500 м над уровнем моря) указывает Ивашенко А.А. [1].

Для 26-го флористического района – Шу-Илийские горы *Iris orchioides* является географической новинкой, не отмеченной другими авторами [2–4], что скорее всего обусловлено ранним цветением и сложной идентификацией видов рода *Juno* Tratt. (*Iris* L.) в Казахстане. Из-за этих обстоятельств они нередко пропускаются коллекторами.

Впервые он был найден в окрестности железнодорожной станции Дарбаза близ Ташкента и описан Е. Кариером в 1880 году [1].

К настоящему моменту общий ареал *Iris orchioides* охватывает в основном горные районы стран Средней Азии (Казахстана, Узбекистана, Кыргызстана и Таджикистана) [4].

Ближайшие известные местонахождения *Iris orchioides* к найденной точке находятся: в ущелье Мерке хребта Киргизский Алатау (Казахстан) и в ущелье на север от села Тегерменты Кеминского хребта (Кыргызстан), обнаруженного в апреле 2019 г. Лазьковым Г.А. Информация о последней точке любезно предоставлена нам самим коллектором. Интересно, что точка произрастания *Iris orchioides*, найденная в Шу-Илийских горах, является почти равноудаленной (на расстоянии 236 и 235 км соответственно) от приведенных местонахождений.



А – в природе



Б – гербарный образец

Рис. 1. *Iris orchiooides* Carrière (Алматинская область, Жамбылский район (сельский округ Матыбулак), горы Анракай. 04.05.2023 г.)

Данная находка весьма интересна для обсуждения границ разного ранга ботанико-географических выделов, в том числе флористических районов казахстанской части Тянь-Шаня. В этом отношении стоит напомнить, что часть ботаников относят Киргизский Алатау, как и Шу-Илийские горы, к хребтам Северного Тянь-Шаня, а другая часть – Западного Тянь-Шаня. Так, по мнению Н.И. Рубцова [5] и М.С. Байтенова [6] Киргизский Алатау принадлежит к Северотяньшанской провинции. В работе, посвященной геоботаническому районированию Северного Тянь-Шаня, Н.И. Рубцов [5] пишет: «К Северному (или наружному) Тянь-Шаню нами относятся передовые (наружные) горные цепи системы Тянь-Шаня, окаймленные Балхаш-Алакульской низменностью. Сюда принадлежат: Джунгарский Алатау (в ботанико-географическом отношении это – типичная Тяньшанская страна), Кетменьский хребет, Заилийский Алатау, Кунгей Алатау и Киргизский (Александровский) хребет».

В.И. Грубов [7] относит Киргизский Алатау к Джунгаро-туранской провинции, а Л.П. Лавренко [8] включает этот хребет в состав Джунгаро-тяньшанской горной провинции. Е.Л. Коровин [9] и А.Л. Тахтаджян [10] рассматривают Киргизский Алатау также в составе Джунгаро-Тяньшанской провинции Центральноазиатской подобласти Ирано-Туранской области Древне-средиземноморского подцарства Голарктического царства. В соответствии с ботанико-географическим районированием, представленным в «Ботанической географии Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)» [11] под редакцией Е.И. Рачковской, Е.А. Волковой, В.Н. Храмцова, основанным на материалах, опубликованных в 1994 г. [12], хребет Киргизский Алатау рассматривается в пределах Киргизской подпровинции Джунгаро-Северотяньшаньской провинции.

Р.В. Камелин [13] считает хребет Киргизский Алатау переходным от Западного к Северному Тянь-Шаню. Киргизский Алатау (без восточной оконечности) вместе с хребтами Памироалая и Западного Тянь-Шаня, Шу-Илийскими горами он относит к горной Среднеазиатской провинции. Позднее, Р.В. Камелин [14] делает вывод о том, что северный макросклон Таласского Алатау, вместе с Таласской долиной и хребтами Ичкелитау и западной частью Киргизского Алатау должны быть отчленены от Западного Тянь-Шаня и выделены в особый округ – Киргизский.

Однако вернемся к распространению в пределах Казахстана непосредственно исследуемого вида. Введенский А.И. во «Флоре СССР» [15] отмечает *Iris orchiooides* для

Александровского хребта (старое название Киргизского Алатау), что в последствии было подтверждено более поздними исследованиями. Однако, в «Определителе растений Средней Азии» [3] этот автор ограничивает произрастание *Iris orchioides* только Западным Тянь-Шанем (без перечисления хребтов). Н.В. Павлов и П.П. Поляков во «Флоре Казахстана» [2] также не указывали рассматриваемый вид для Киргизского Алатау.

Таблица 1

Перечень гербарных образцов *I. orchioides*, представленных в Гербарии (АА)

Флористический район	Данные этикеток	Коллекторы	Дата сбора
Туркестанский	Западный Тянь-Шань, на глинистых холмах в окр. ж.д. ст. Дарбаза.	Введенский А.И.	27.03.1923
Западный Тянь-Шань	Около снежника вблизи кордона Кши-Каинды, по руслу реки (выше кордона).	Масальский А.П.	18.06.1936
	Зап. отроги Таласского Алатау, заповедник Аксу-Джабаглы, сенокос на правобережной террасе Кши-Каинды, у дороги.	Кармышева Н.Х.	04.06.1960
	Зап. Тянь-Шань. Зап. отроги Таласского Алатау, заповедник Аксу-Джабаглы, ущ. Талдыбулак. Глинистые склоны.	Васягина М.П.	04.06.1961
Каратау	Южно-Казахст. обл., щебнистый склон у подножья гор Улькун-бурул. Цветы желтые, пятно на отгибе оранжевое.	Павлов Н.В.	28.04.1939
	Южно-Казахст. обл., каменистые вершины Куюкских гор. Цветы желтые, пятно на отгибе оранжевое.	Павлов Н.В.	01.05.1939
	Зап. часть Сыр. Дар. Каратау, плато Шегистык 1400 м н.у.м.	Кармышева Н.Х.	10.05.1963
	Хр. Каратау, река Джиланды, правый берег на склонах.	Мырзакулов П.М.	29.05.1972
	Западная оконечность хр. Каратау, сев. склон.	Мырзакулов П.М.	06.05.1973
	Джамбулская обл., перевал Куюк.	Грудзинская Л.М.	01.05.1979
	ЮКО, Боролдайтау, Тикжолсай, 42 квартал Б.Ф. Выс. 998 м. N 43.00796 E 070.01736.	Курмантаева А.А.	26.04.2017
Киргизский Алатау	Хр. Киргизский Алатау, долина р. Аспара, уроч. Кун-Кормес. На каменистых осыпях под красными скалами.	Ахмедова Ж.	08.05.1976
	Западная оконечность Киргизского Алатау, ущ. Мерке, осыпные крупнообломочные склоны напротив сейсмостанции.	Кудабаева Г.М., Нелина Н.В., Веселова П.В., Осмонали Б.Б.	25.04.2017
	Западная оконечность Киргизского Алатау, ущ. р. Мерке, осыпной каменисто-щебнистый склон, напротив въезда на сейсмостанцию, h~1132 м	Веселова П.В., Шорманова А.А., Осмонали Б.Б.	20.04.2018
Чу-Илийские горы	Алматинская область, Чу-Илийские горы, Жамбылский район, сел. округ Матыбулак, горы Анракай. N 43. 5811 E 75.1511 h – 880 м	Ситпаева Г.Т., Веселова П.В., Абдилданов Д.Ш. и др.	04.05.2023
	Алматинская область, Чу-Илийские горы, Жамбылский район, сел. округ Матыбулак, горы Анракай. N 43.5811 E 75.1511 h – 1100 м	Ситпаева Г.Т., Веселова П.В., Абдилданов Д.Ш. и др.	04.05.2023

Во «Флоре Казахстана» изучаемый вид приводится как *Juno orchioides* (Carriere) Vved., а в современной базе данных POWO (<https://powo.science.kew.org>) [16] указывается, как *Iris orchioides* Carrière. Следует отметить, что он входит в секцию *Juno* (Tratt.) Boiss., объединяющую в пределах Центральной Азии 31 вид [4]. В составе этой секции числятся также *Iris kuschakewiczii* В. Fedtsch. *I. albomarginata* R.C. Foster (*I. coerulea* В. Fedtsch.), отмечаемые для Шу-Илийских гор Ролдугиным И.И. и Фисюн В.В. [17].

Исследуемый вид включен: в Красную книгу Республики Казахстан [18], Республики Кыргызстан [19], Республики Узбекистан [20, 21] как *Iris orchioides* Carrière.

Итак, в целом на территории Казахстана этот вид, согласно перечисленным выше флористическим спискам, встречается в: Сырдарьинском Каратау, Таласском и Киргизском Алатау. В новейших научных трудах по флоре Шу-Илийских гор [17] в списке видов высших сосудистых растений *Iris orchioides* не указывают.

Несмотря на то, что по изучению видов рода *Iris* L. Центральной Азии проведена серьезная исследовательская работа и опубликована солидная (с приведением иллюстративного материала: фотографий видов и карт их распространения) монография [4] в ней, к сожалению, не приводятся указания на гербарные образцы, хранящиеся в Гербарии (АА) Института ботаники и фитоинтродукции КЛХЖМ МЭПР РК. Поэтому для создания актуальной карты местонахождений *Iris orchioides* (рис. 2, 3) на территории Казахстана нами была использована, помимо ранее опубликованных материалов, информация с этикеток гербарных сборов, хранящихся в нашем гербарном фонде (табл. 1).

Кроме того, в создании карты использовались местонахождения исследуемого вида, указанные на электронном ресурсе Plantarium уже после опубликования монографии «The genus *Iris* L. s. l. (Iridaceae) in the Mountains of Central Asia» [4, 22].

Таблица 2

Местонахождения *Iris orchioides* на электронном ресурсе Плантариум [22]

Местонахождения	Окраска венчика		Коллекторы	Дата
	белая	желтая		
Узбекистан, Кураминский хр., басс. р. Абджассай, каменисто-щебнистый склон, ≈1100 м н.у.м.		+	Бахром Назаров	12.04.2023
Узбекистан, Ташкентская обл., Кураминский хр., бассейн реки Лашкеракасай, около 1700 м н.у.м.	+		Достон Турдиев	13.04.2023
Узбекистан, Кураминский хр., ур. Алмалыксай, около 1100 м н.у.м., мелкоземисто-каменистый склон, среди <i>Amygdalus spinosissima</i> .		+	Наталья Бешко	14.04.2022
Узбекистан, Ташкентская обл., юго-западные отроги Чаткальского хр., гора Сюреньята, щебнисто-каменистый склон.	+		Алим Газиев	26.04.2021

Таким образом, найденный *Iris orchioides* Carrière является географической новинкой для Шу-Илийских гор и Алматинской области в целом. Необходимо, провести дальнейшие исследования и поиск новых популяций вида в других частях Шу-Илийских гор и прилегающих территорий.

Данная работа выполнена в рамках реализации программы: BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительности Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021–2023).

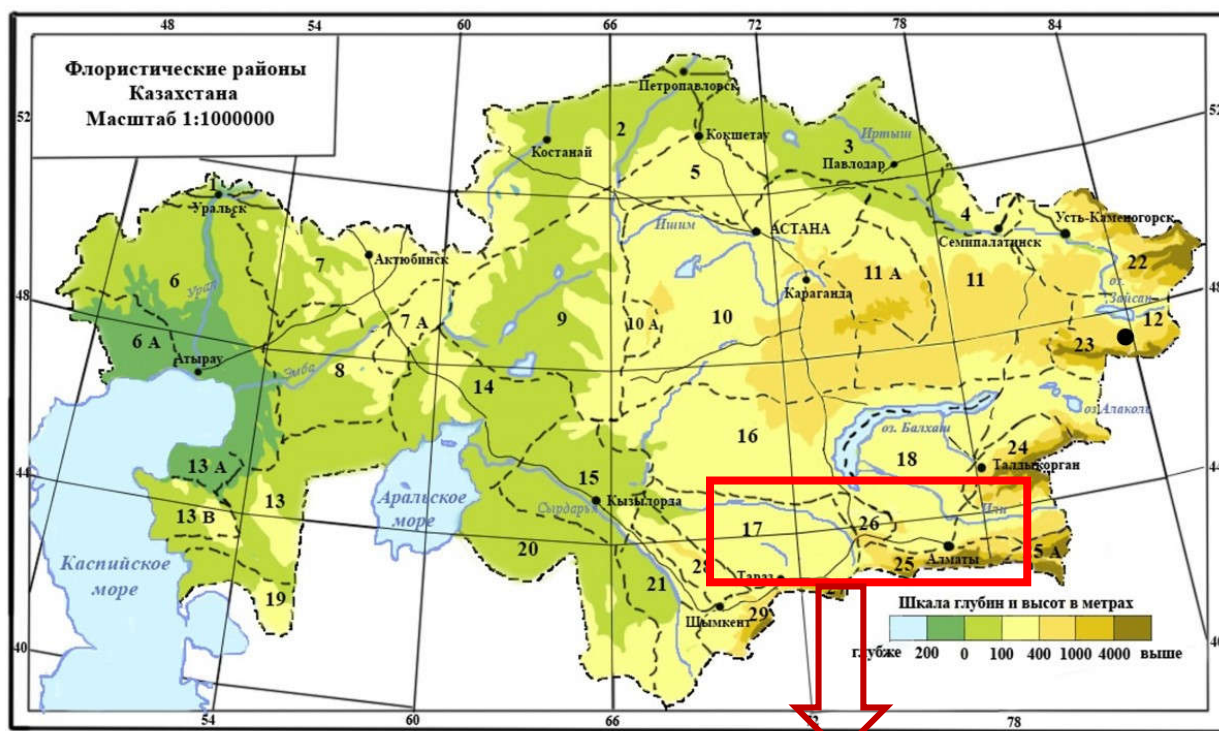


Рис. 2. Флористические районы Казахстана [2]



Рис. 3. Карта-схема распространения *Iris orchoides* в пределах Казахстана (по материалам Гербариев)

### Литература

1. Иващенко А.А. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана Алматы: [Б. и.], 2005. 192 с.
2. Павлов Н.В., Поляков П.П. Род Юнона – *Juno* Tratt. // Флора Казахстана. Т. 2 / под ред. Н.В. Павлова. Алма-Ата: АН КазССР, 1958. С. 247–251.
3. Введенский А. И. Род *Juno* Tratt. – Юнона // Определитель растений Средней Азии. Т. II. Ташкент: изд-во «ФАН» УзССР. С. 132–138.
4. Sennikov A. et al. The genus *Iris* L. sl (Iridaceae) in the Mountains of Central Asia biodiversity hotspot // Plant Diversity of Central Asia. 2023. Vol. 2, No. 1. С. 1–104.

5. *Рубцов Н. И.* Геоботаническое районирование Северного Тянь-Шаня // Изв. АН КазССР. Сер. биол. 1955. Вып. 10. С. 3–27.
6. *Байтенов М.С.* Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня. Алма-Ата: Наука, 1985. 231 с.
7. *Грубов В.И.* Ботаника – географического районирование Центральной Азии // Растения Центральной Азии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. Вып. 1. С. 10–68.
8. *Коровин Е.П.* Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. Т. 2. Ташкент: изд-во АН УзбССР, 1962. 547 с.
9. *Лавренко Е.М.* Провинциальное разделение Центральноазиатской и Ирано-Туранской подобластей Афро-Азиатской пустынной области (с 1 картой) // Ботанический журнал. 1965. Т. 50, № 1. С. 3–15.
10. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли. Л.: Наука. Ленингр. отд-е, 1978. 248 с.
11. *Рачковская Е.И., Храпцов В.Н.* Пустынная растительность // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб., 2003. С. 20–28.
12. *Рачковская Е.И., Сафронова И.Н.* Новая карта ботанико-географического районирования Казахстана и Средней Азии в пределах пустынной области // Геоботаническое картографирование. СПб., 1994. С. 33–49.
13. *Камелин Р.В.* О родовом эндемизме флоры Средней Азии // Ботанический журнал. 1965. Т. 50, № 12. С. 1702–1710.
14. *Камелин Р.В.* Флора Сырдарьинского Каратау. Л.: Наука, 1990. 146 с.
15. *Введенский А.И.* Род 307. *Iris*. Секция *Juno* (Trautt.) Boiss. // Флора СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. Т. 4. С. 560–577.
16. *Plants of the World Online (POWO)* [Электронный ресурс]. URL: <https://powo.science.kew.org/> (дата обращения: 02.09.2023).
17. *Ролдугин И.И., Фисюн В.В.* Флора Чу-Илийских гор (конспект и анализ). Алматы: Аркет-принт, 2018. 210 с.
18. *Красная книга Казахстана: растения.* Астана: Art Print XXI LLP, 2014. 452 с.
19. *Красная книга Кыргызской Республики / Биолого-почвенный институт Национальной академии наук Кыргызской Республики. Экологическое движение Кыргызстана “Алейне”.* 2-е изд. Бишкек: 2006. 544 с.
20. *Красная книга республики Узбекистан. Т. 1. Растения и грибы.* Ташкент, 2009. 356 с.
21. *Красная книга республики Узбекистан. Т. 1. Растения.* Ташкент, 2016. 356 с.
22. *Плантариум.* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 02.09.2023).

**КСИЛОБИОНТНЫЕ МИКСОМИЦЕТЫ ХРЕБТА ХАНГАЙ  
(ХАНГАЙН НУРУУ, МОНГОЛИЯ)**

**А.В. Власенко<sup>1</sup>, Э. Энхтайван<sup>2</sup>, Э. Очирбат<sup>2</sup>, Г. Балжинням<sup>3</sup>, Д. Турмунх<sup>4</sup>, Д. Будсурэн<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup>*Ботанический сад и научно-исследовательский институт АНМ, г. Улан-Батор, Монголия*

<sup>3</sup>*Свободный исследователь (free researcher), г. Улан-Батор, Монголия*

<sup>4</sup>*Институт защиты растений, г. Улан-Батор, Монголия*

**XILOBIONT MYXOMYCETES OF THE KHANGAI MOUNTAINS  
(KHANGAI NURUU, MONGOLIA)**

**A.V. Vlasenko<sup>1</sup>, E. Enkhtayvan<sup>2</sup>, E. Ochirbat<sup>2</sup>, G. Baljinnyam<sup>3</sup>, D. Turmunkh<sup>4</sup>, D. Budsuren<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup>*Botanical Garden and Research Institute of the Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>3</sup>*Free researcher, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>4</sup>*Institute of Plant Protection, Ulaanbaatar, Mongolia*

Хребет Хангай находится на территории Монголии в западной и центральной ее частях. Высоты отдельных вершин достигают 4000 метров над ур. моря. Северные склоны гор покрыты достаточно густыми лиственничными лесами, южные склоны более сухие, с преобладанием безлесых пространств [2]. Флора и фауна хребта изучены относительно хорошо [3, 4, 5, 6, 7], тогда как миксомицеты ранее никем не изучались. Миксомицеты (слизевики) – монофилитическая группа живых организмов, обладающая на разных стадиях жизненного цикла спорокарпами – плодовыми телами, напоминающими миниатюрные грибы, миксамебами, зооспорами и многоядерным плазмодием. Слизевики встречаются во всех наземных сообществах от тундр до пустынь. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в бореальных лесах, где может одновременно обитать порядка 200 видов, наименьшее в пустынях. В лесных сообществах миксомицеты заселяют валежную древесину, опад хвойных и лиственных древесных растений, нижние части травянистых растений, складки коры живых древесных растений. В степях и пустынях миксомицеты поселяются на нижних частях стволиков многолетних растений, опаде, выветрившемся помете растительных животных. По субстратным группам миксомицеты принято разделять на 4 группы: эпифиты, ксилобионты, копробионты и комплекс подстилочных видов. Ксилобионтные миксомицеты можно обнаружить в лесах, парках, скверах на мертвой древесине, под корой упавших деревьев, на плодовых телах старых трутовых грибов, мхах и лишайниках, обитающих на валеже [1].

В 2023 г. впервые начато изучение ксилобионтных миксомицетов хребта Хангай. Экспедиционные исследования проводились в период с 24 июля по 15 августа 2023 года в рамках совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. В результате проведенных исследований было собрано 115 полевых образцов миксомицетов, относящихся к 5 порядкам, 9 семействам, 18 родам и 41 виду, из которых 17 видов являются новыми в биоте Монголии. Наибольшее видовое разнообразие ксилобионтных миксомицетов (31 вид) отмечено в смешанных лесах с преобладанием в древостое *Larix sibirica* Ledeb. В пойменных лесах на валеже тополей и ив выявлено 7 видов миксомицетов. В районе исследования наименьшее видовое разнообразие слизевиков (2 вида) характерно для сухих лиственничных лесов, произрастающих на южных склонах.

Наибольшим видовым разнообразием характеризуется валежная древесина со степенью разложения, когда кора практически отсутствует, древесина мягкая, легко

разделяется на отдельные волокна. Согласно ранее приведённым данным такая степень разложения древесины соответствует «W4» [1].

Отмечено, что в лесах Хангая, произрастающих на почвах с вечной мерзлотой колонии миксомицетов находятся не на верхней и нижней частях валежной древесины, а под живыми мхами, плотно прилегающими к боковым частям бревен. Вероятно, это связано с поиском оптимальной температуры и влажности для развития плазмодия, и созревания спорангиев грибообразных протистов в условиях экстремального температурного режима.

**Благодарность:** Работа выполнена при финансовой поддержке «Совместной российско-монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ».

## Литература

1. Власенко А.В., Новожилов Ю.К., Шниттлер М., Власенко В.А., Томошевич М.А. Закономерности топической приуроченности свободноживущих протистов (Мухомycetes), обитающих на мертвой древесине // Сибирский экологический журнал. 2018. № 5. С. 572–583.
2. Ганболд Э. Флора Хангая (МНР) // Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 1987. 18 с.
3. Данилин И.М., Наурзбаев М.М., Цогт З. Ход роста древостоев псевдотаетных лиственничников в Центральном Хангае (Монголия) // Хвойные бореальной зоны. 2010. XXVII № 3–4. С. 306–311.
4. Кечайкин А.А., Шмаков А.И., Баткин А.А., Гундэгмаа В., Баасаанмунх Ш., Оюнцэцэг Б., Чой Х.Ч., Грэгор Т., Пауле Ю., Шауло Д.Н., Королюк А.Ю., Зибзеев А.Г., Симицына Т.А., Смирнов С.В. Новые находки во флоре Монголии. Часть 2 // Turczaninowia, 2022. Т. 25, № 1. С. 105–123 doi: 10.14258/turczaninowia.25.1.9.
5. Тарасов П.П. Элементы таежной фауны южного Хангая // Русский орнитологический журнал. 2010. Т. 19. С. 235–241.
6. Цэгмэд Ц. Листостебельные мхи высокогорного пояса Хангайского горного массива // Бриолихенологические исследования высокогорных районов и Севера СССР. Апатиты, 1981. С. 58–61.
7. Цэгмэд Ц. Географический анализы флоры листостебельных мхов Хангайского горного массива (МНР) // Ботанический журнал, 1991 б. Т. 76. № 2. С. 121–126.



## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАХОДКИ РЕДКИХ ВИДОВ ДЛЯ ФЛОРЫ СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ

Н.В. Власова, В.М. Доронькин

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

## GEOGRAPHICAL FINDS OF RARE SPECIES FOR THE FLORA OF NORTHERN MONGOLIA

N.V. Vlasova, V.M. Doronkin

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

В соответствии с «Соглашением о научном сотрудничестве между Центральным сибирским ботаническим садом Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск) и Институтом общей и экспериментальной биологии Академии наук Монголии (г. Улан – Батор)» важной задачей является изучение разнообразия растительного покрова приграничных территорий Южной Сибири и Монголии. В проведении совместных полевых работ принимали участие сотрудники ЦСБС СО РАН лабораторий «Систематики высших сосудистых растений» и «Гербарий», с монгольской стороны – сотрудники Отдела «Ботанический сад» ИОиЭБ МАН. Основная задача – изучение состояния редких и исчезающих видов растений в районах Убсунурского, Хубсугульского и Байкальского бассейнов.

Совместные исследования выполнялись в полевые сезоны 2012, 2013, 2014 и 2018 гг. Проводился сбор гербарного материала в следующих ботанико-географических районах Монголии (Грубов, 1982): 1. Прихубсугульский, 2. Хэнтейский, 3. Хангайский, 4. Монгольско-Даурский, 5. Прихинганский, 9. Восточно-Монгольский, 10. Котловина Больших озёр.

Были выявлены новые географические местонахождения ряда редких видов.

Гербарий хранится в коллекции NSK.

Сем. Сурегасеae

*Carex chloroleuca* Meinsh. – Хувсгел аймак, Алаг-Эрдэнэ сомон, дорога Хатгал – Чандмань-Ундэр, восточное побережье оз. Хубсугул, парковый лиственничник в субальпийском поясе, 50.27938 с.ш., 100.15887 в.д., 1885 м над ур.м., 24.VI.2018, Н. Власова. – Вид известен из одного местонахождения в Прихубсугульском районе:

«Западное Прихубсугулье, верховье р. Бэлтэсийн-гол в 25 км севернее пос. Сумбэр Хубсугульского аймака, 27.VI.1988, № 295» (Камелин Р.В. и др., 1991). В горах вид поднимается до субальпийского пояса, встречается в Восточной Сибири, на российском Дальнем Востоке, в Китае (Власова, Доронькин, Овчинникова и др., 2019).

сем. Boraginaceae

*Lappula consanguinea* (Fisch. et C. A. Mey.) Guerke: Хувсгел аймак, Улаан-Уул сомон, Дархадская котловина, берег р. Гунын-гол у пос. Улаан-Уул, галечниковая отмель, 50.4024 с. ш., 99.1314' в. д., 1637 м над ур. м., 19.VI.2018, Н. Власова. – Ранее отмечен еще в 9 ботанико-географических районах (Губанов, 1996). Также был обнаружен нами на Хэнтэй-Чикойском нагорье. Встречается на остепненных лугах и галечниках рек, в луговых степях, как сорное на залежах и пустырях, вдоль дорог и в посевах повсеместно по всей Евразии, кроме высокоарктических районов.

*L. intermedia* (Ledeb.) Rorov: Хувсгел аймак, Улаан-Уул сомон, Дархадская котловина, берег р. Гунын-гол у пос. Улаан-Уул, песчано – галечниковая отмель, 50.4024 с. ш., 99.1314 в. д., 1637 м над ур. м., 19.VI.2018, Н. Власова. – Данные И.А. Губанова (1996) о распространении этого вида на территории Монголии, большей частью, относятся к *L. redowskii* (Hornem.) Greene (Овчинникова, 2005). По уточненным

сведениям, *L. intermedia* ранее была найдена в Монголии только в Монгольском Алтае. Вид встречается на сухих степных склонах, каменистых осыпях, известняковых скалах в пределах Алтае-Саянской горной области на территории России, в Казахстане (хребты Нарымский и Саур, Джунгарский Алатау), Киргизии (Центр. Тянь-Шань) и Китае (Синцзян-Уйгурский авт. р-он) (Овчинникова, 2009).

сем. Alliaceae

*Allium condensatum* Turcz.: Дорнод аймак, Сумбэр (Халхгол) сум, ок. 20 км на юго-восток от пос. Сумбэр, нителистниковая степь, 47.30 с.ш., 118.47 в.д., 740 м над ур. моря, 20.VI.2014, Н. Власова, В. Доронькин. – Вид известен только из Прихинганского и Восточно-Монгольского районов. Относится к категории редких видов (Urgamal, 2018). Распространен на юго-востоке Забайкальского края, юге российского Дальнего Востока, в Северо-Восточном Китае, на п-ве Корея.

Сем. Geraniaceae

*Geranium transbaicalicum* subsp. *turczaninovii* (Serg.) Peschkova: Дорнод аймак, Сумбэр (Халхгол) сум, западные отроги хребта Б. Хинган, р. Нумрэгийн-гол, луговая степь, 46.59 с.ш., 119.21 в.д., 880 м над ур. моря, 22.VI.2014, Н. Власова. – Редкий вид для Прихинганского района. Ранее приводился для Хангайского и Монгольско-Даурского районов, встречается на остепненных лугах в долинах рек и на луговых открытых склонах (Трошкина, 2018). Распространен в Западной и Восточной Сибири, был описан из Забайкальского края и считался эндемиком Сибири. В связи с обнаружением нескольких местонахождений на территории Монголии, подвиду следует отнести к статусу субэндемика Сибири.

## Литература

1. Власова Н.В., Доронькин В.М., Овчинникова С.В., Шеховцова И.Н., Н. Очгэрэл Н., Энхтуяа Л., Мунх-Эрдэнэ Т. Флористические находки в Монголии // Бюл. МОИП. Отд. Биол. 2019. Т. 24, вып. 6. С. 70–72.
2. Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии (с атласом). Л.: «Наука», ЛО, 1982. 443 с.
3. Губанов И.А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг, 1996. 136 с.
4. Камелин Р.В., Губанов И.А., Буданцев А.Л., Ганболд Э., Дариймаа Ш. Новые виды во флоре Монгольской Народной Республики // Ботанический журнал 1991. Т. 76, № 4. С. 609–615.
5. Овчинникова С.В. Заметки о некоторых видах из секции *Lappula* рода *Lappula* (Boraginaceae) // Turczaninowia. 2005. Т. 8, вып. 2. С. 5–19.
6. Овчинникова С.В. Конспект подтрибы *Echinosperrinae* Ovczinnikova (Boraginaceae) флоры Евразии // Новости систематики высших растений М.-СПб., 2009. Т. 41. С. 209–272.
7. Трошкина В.И. Новые данные о составе и распространении рода *Geranium* L. (Geraniaceae) во флоре Монголии и Китая // Turczaninowia. 2018. Т. 21, вып. 4. С. 181–187.
8. Urgamal M. Species catalogue of rare and threatened vascular plants of Mongolia. Ulaanbaatar, 2018. 193 p.

**ОРИГИНАЛЬНЫЙ ТИП ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ НА ХРЕБТЕ САЙЛЮГЕМ  
(РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)**

**И.В. Волков<sup>1</sup>, Д.И. Гуляев<sup>1</sup>, И.И. Волкова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный парк «Сайлюгемский», Россия*

<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия*

**ORIGINAL TYPE OF HIGH ALTITUDE ON THE SAILUGEM RIDGE  
(ALTAI REPUBLIC)**

**I.V. Volkov<sup>1</sup>, D.I. Gulyaev<sup>1</sup>, I.I. Volkova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Sailyugemsky National Park, Russia*

<sup>2</sup> *National Research Tomsk State University, Russia*

Связь и взаимодействие климата и растительности гор с растительностью и климатом равнин неразрывны [3]. Тип высотной поясности, который определяется трансформацией зонального климата с ростом абсолютной высоты, можно определить, как зональную высотную поясность (имеющую наименьшие отклонения от высотного градиента климата в свободной тропосфере). Как и широтная зональность, зональная высотная поясность используется для целей ботанико-географического районирования. Но, как отмечает Р.В. Камелин [2] – тип поясности любых горных территорий и их участков – это обобщение ряда конкретных высотных профилей, всегда индивидуальных по геоморфологии, и по градиенту климатов и гидрографических характеристик, определяющих конкретные проявления растительного и почвенного покрова. То есть, порядок смены растительных сообществ в конкретном высотном профиле может быть обусловлен не только высотным климатическим градиентом. Поэтому растительные сообщества аналогичные интразональным и экстразональным (интрапоясные и экстрапоясные) могут рассматриваться как абerrации зонального типа поясности. Например, луга или горные болота в высотных поясах полуаридного сектора Юго-Восточного Алтая.

Иногда температурные инверсии способствуют формированию обратной поясности, в результате пояса растительности аналогичные (но не идентичные) высокогорным оказываются в нижней части трансекта. Например, в полугумидном секторе Алтая, в замкнутых горных долинах или котловинах, тундровидная растительность может развиваться ниже лесного пояса, занимающего склоны. В то время как выше границы леса могут преобладать ерники, кустарничковые и дриадовые тундры очень похожие на растительность в нижней части трансекта.

Экспозиционные отличия в формировании высотной поясности (которые возрастают с повышением зональной аридности климата) хорошо выражены в полуаридном секторе Алтая (на территории т.н. Юго-Восточного Алтая). Здесь на склонах различной экспозиции могут формироваться различные типы высотной поясности. На северном склоне гор здесь может формироваться тип высотной поясности близкий к бореальному (по [4]), в верхней части которого преобладают дриадовые тундры, в средней части имеется лесной пояс (или пояс экспозиционной лесостепи), а нижний пояс занят степной растительностью (близкой к зональной). Причем данный тип высотной поясности характерен прежде всего для Русского Алтая, в виду редкости дриадовых тундр в Монгольском Алтае, где они встречаются в его северо-западной части, на вершинах облесенного юго-западного (Джунгарского) склона [1]. На южных склонах гор здесь формируются различные варианты аридного типа поясности, который, как отмечает А.А. Юнатов [4], характеризуется большой амплитудой поясных смен с выпадением или полным сокращением некоторых поясов.

На территории хребта Сайлюгем, который находится на границе между Русским и Монгольским Алтаем, на северных склонах невысоких плоских хребтов в его западной части, нами был описан необычный тип высотной поясности, для которого характерно формирование (снизу в верх) ерничково-тундрового, тундрового, тундростепного и степного поясов. Данный тип поясности находится в районе с координатами N 49.373019 E 88.320187 на трансекте от высоты 2520 (дно долины) до выположенного плоскогорья (2715 м над ур. м.).

Трансект начинается выше дна долины, которое в основном занято ерниками, кустарниковыми сообществами ив и спиреи альпийской (*Spiraea alpina* Pall.) и влажными лугами с *Ranunculus altaicus* Laxm произрастающими по берегам дренирующего долину ручья.

Нижнюю часть трансекта занимают дриадово-ерниковые тундры (рис. 1), которые на Алтае являются достаточно обычным комплексным сообществом включающем фрагменты дриадовых тундр с доминированием геофитизированного кустарничка *Dryas oxodonta* Juz. и нивелированными кустарничками березы круглолистной (*Betula rotundifolia* Sprach). Дриада занимает выпуклые формы микрорельефа, а береза в виде нивелированного кустарника занимает понижения, морозобойные трещины, не поднимаясь высоко над общей поверхностью сообщества.



Рис. 1. Дриадово-ерниковые тундры в нижней части трансекта (фото Волкова И.В.)

Выше пояса дриадово-ерниковой тундры расположена относительно небольшая полоса дриадовых тундр (рис. 2), которые занимают наиболее крутую часть склона. В составе сообщества довольно большую площадь занимает *Salix berberifolia* Pall.

Еще выше расположен пояс тундростепей (рис. 3), которые на территории хребта Сайлюгем являются довольно распространенной растительностью. В качестве степного компонента комплексной растительности здесь, в основном, выступают фрагменты ленскотипчаковых степей с доминированием мелкодерновинного злака (*Festuca lenensis* Drob.). Ленскотипчаковые криофитные степи образуют нижний пояс растительности в юго-западной части хребта Сайлюгем, занимая днища долин и нижнюю часть склонов на высотах 2200 – 2600 (до 2700) м над ур. м.



Рис. 2. Дриадовая тундра в средней части трансекта (фото Волкова И.В.)



Рис. 3. Тундростепи в средней части трансекта (фото Волкова И.В.)

Выше пояса тундростепи расположен пояс крыловотипчаковых степей с доминированием плотнодерновинного злака овсяницы Крылова (*Festuca kryloviana* Reverd.) в котором можно выделить два подпояса разнотравно-крыловотипчаковых степей (рис. 4) и крыловотипчаковых степей (рис. 5).



Рис. 4. Разнотравно-крыловотипчаковая степь в верхней части трансекта (фото Волкова И.В.)



Рис. 5. Крыловотипчаковая степь в верхней части трансекта (фото Волкова И.В.)

Разнотравно-крыловотипчаковые степи располагаются выше пояса тундростепей, принимая участие в формировании тундрово-степных комплексов на их верхней границе или развиваются на участках с хорошо выраженным проявлением мерзлотного микрорельефа. В составе этой растительности большое значение имеют виды альпийского разнотравья характерные для низкотравных альпийских лугов.

Крыловотипчаковая степь в основном занимает высокое пенепленизированное плоскогорье на высотах 2700–2800 м над ур. м.

В формировании данного типа высотной поясности вероятно основными факторами являются северная экспозиция склона и накопление сдуваемого с выположенных хребтов снега, чему способствует местная роза ветров. Например, в расположенной через водораздел

долине Чаган-Бургазы, снег сдувается на западные склоны долины, способствуя формированию фрагментов луговой растительности и иногда лесов в мезопонижениях рельефа.

Уникальность описанного типа поясности связана с присутствием дриадовых тундр, которые широко представлены в высокогорной растительности полуаридного сектора Русского Алтая (в отличии от Монгольского Алтая). В более высокой юго-западной хребта Сайлюгем (на Российской территории) дриада широко распространена в системе высотной поясности – от каменистых долин рек на высоте 2500 м над ур. м., до высоты 2900 м где она встречается в составе дриадово-кобрезиевниковых комплексов. Высокая роль дриадовых тундр в формировании высокогорной растительности на территории Юго-Восточного Алтая является доводом в пользу ботанико-географического своеобразия этого региона, являющегося экотонном между бореальными горами и горными районами Центральной Азии.

### Литература

1. Волкова Е.А. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая // Труды Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. 1994. Вып. 14. 132 с.
2. Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул, 1998. 240 с.
3. Станюкович К.В. Растительность гор СССР. Душанбе, 1973. 415 с.
4. Юнатов А.А. Основные черты растительного покрова МНР // Труды Монгольской комиссии. М.-Л., 1950. Вып. 39. 223 с.

## РОД ЧЕШУЙЧАТКА (*PHOLIOTA*, AGARICALES) РОССИИ

**В.В. Воржева, В.А. Власенко**

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

## THE GENUS *PHOLIOTA* (AGARICALES) IN RUSSIA

**V.V. Vorzheva, V.A. Vlasenko**

*Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia*

Род *Pholiota* (чешуйчатка) является одним из наиболее крупных по числу видов семейства Strophariaceae порядка Agaricales. Из-за горького вкуса эти грибы не съедобны, за исключением широко культивируемого вида *Pholiota nameko*. Некоторые виды обладают лекарственными свойствами, поэтому виды рода являются перспективными для скрининга биологически активных метаболитов. Чешуйчатки довольно широко распространены, в связи с чем они, наряду с другими дереворазрушающими грибами, имеют значение для функционирования лесных экосистем. В основном, представители рода являются ксилотрофными грибами, они проявляют как сапротрофные, так и биотрофные свойства и развиваются на широком спектре пород древесных растений, предпочитая при этом лиственные деревья.

В мире насчитывается около 150 видов, но из-за схожести морфологических признаков многие названия таксонов могут быть синонимами, в связи с чем важно уточнить объем и границы данного таксона в России. Также мы планируем выявить экологическую специфику рода и особенности его географического распределения в России. Настоящая работа обобщает литературные данные о видовом составе грибов рода *Pholiota* в России, где, с учетом современной таксономической концепции рода, насчитывается 49 видов.

Первые сведения о грибах рода *Pholiota* России появились еще в 19-ом веке [33, 34, 32, 23, 26]. В те времена были выявлены 15 видов грибов рода *Pholiota*, большинство из которых являются наиболее широко распространенными и часто встречающимися.

В 20-м веке были выявлены 20 видов грибов рода *Pholiota*, большинство из которых встречаются изредка или редко [31, 25, 27, 28, 2, 29, 30, 7, 17, 16, 3, 5, 1, 20, 13]. Большинство из них ранее не были известны или были описаны как новые для науки. Среди грибов рода *Pholiota* России, 29 видов были описаны до начала 20-го века. В связи с интенсификацией микологических исследований в 20-м веке были описаны 19 новых видов.

Остальные 14 видов были найдены в 21-м веке, это, в большинстве своем, редко и очень редко встречающиеся в России виды [24, 21, 22, 6, 19, 18, 8, 11, 10, 9, 15, 16, 14].

Некоторые виды были найдены единственным раз и так и не были реколлекционированы, например, *Pholiota aurantiaca*, а также новые для науки виды, описанные из России – *Pholiota freindlingiae*, *Ph. langei*, *Ph. maackiae*. Находки некоторых видов также были сделаны единожды, но уже в современное время: *Pholiota aberrans*, *Ph. abietis*, *Ph. aurivelloides*, *Ph. brunnescens*, *Ph. muricella*, *Ph. pinicola*, *Ph. pudica*, *Ph. rigidipes*, *Ph. stratosa*, *Ph. terrestris*.



Список видов грибов рода *Pholiota* России:

*Pholiota aberrans* A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota abietis* A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota abstrusa* (Fr.) Singer  
*Pholiota adiposa* (Batsch) P. Kumm.  
*Pholiota astragalina* (Fr.) Singer  
*Pholiota aurantiaca* Thesleff  
*Pholiota aurivella* (Batsch) P. Kumm  
*Pholiota aurivelloides* Overh.  
*Pholiota brunnescens* A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota carbonaria* (Fr.) Singer  
*Pholiota conissans* (Fr.) Kuyper & Tjall.-Beuk.  
*Pholiota decussata* (Fr.) M.M. Moser  
*Pholiota elongatipes* (Peck) A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota flammans* (Batsch) P. Kumm.  
*Pholiota flavida* (Schaeff.) Singer  
*Pholiota freindlingiae* (Singer) Singer  
*Pholiota fulvosquamosa* Peck  
*Pholiota fusa* (Batsch) Singer  
*Pholiota gummosa* (Lasch) Singer  
*Pholiota henningsii* (Bres.) P.D. Orton  
*Pholiota heteroclita* (Fr.) Quél.  
*Pholiota jahnii* Tjall.-Beuk. & Bas  
*Pholiota kodiakensis* A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota langei* Singer  
*Pholiota lapponica* (Fr.) Singer  
*Pholiota lenta* (Pers.) Singer  
*Pholiota limonella* (Peck) Sacc.  
*Pholiota lubrica* (Pers.) Singer  
*Pholiota lucifera* (Lasch) Quél.  
*Pholiota lutaria* (Maire) Kuyper & Tjall.-Beuk.  
*Pholiota maackiae* Singer  
*Pholiota mixta* (Fr.) Kuyper & Tjall.-Beuk.  
*Pholiota muricella* (Fr.) Bon  
*Pholiota pinicola* Jacobsson  
*Pholiota polychroa* (Berk.) A.H. Sm. & H.J. Brodie  
*Pholiota populnea* (Pers.) Kuyper & Tjall.-Beuk.  
*Pholiota pudica* (Bull.) Gillet  
*Pholiota rigidipes* Peck  
*Pholiota scamba* (Fr.) M.M. Moser  
*Pholiota semiimbricata* (Singer) Singer  
*Pholiota spumosa* (Fr.) Singer  
*Pholiota squarrosa* (Vahl) P. Kumm.  
*Pholiota squarrosoides* (Peck) Sacc.  
*Pholiota stratosa* A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota subochracea* (A.H. Sm.) A.H. Sm. & Hesler  
*Pholiota terrestris* Overh.  
*Pholiota tuberculosa* (Schaeff.) P. Kumm.  
*Pholiota veris* A.H. Sm. & Hesler

## Литература

1. Беденко Э.П. Макромицеты Белгородской области // Новости систематики низших растений 1979. № 16. С. 33–42.
2. Васильева Л.Н. Грибы Кавказского заповедника. Ученые записки Казанского университета им. Ленина. 1939. Т. 99, кн.1, вып.5. С. 33–62.
3. Васильева Л.Н. Агариковые шляпочные грибы (пор. Agaricales) Приморского края. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1973. 329 с.
4. Васильева Л.Н. Грибы макромицеты Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Труды Волжско-Камского государственного заповедника. 1977. Вып. 3. С. 3–60.
5. Васильева Л.Н. Волжско-Камск. гос. заповедника. Вып. 3. Казань: Татарское книжное изд-во, 1977. С. 3–60.
6. Волоснова Л.Ф. Шляпочные грибы Окского заповедника // Микология и фитопатология. 1997. Т. 31, вып. 1. С. 8–18.
7. Фрейндлинг М.В. Материалы к флоре шляпочных грибов заповедника "Кивач" Карело-Финской ССР // Известия Карело-Финского филиала Академии наук СССР. 1949. № 4. С. 84–97.
8. Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.Я., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джаган В.В., Ісіков В.П. Гриби природних зон Криму. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 452 с. (In Ukrainian)
9. Крутов В.И., Шубин В.И., Предтеченская О.О., Руоколайнен А.В., Коткова В.М., Полевой А.В., Хумала А.Э., Яковлев Е.Б. Грибы и насекомые-консорты лесообразующих древесных пород Карелии. Институт леса КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 216 с.
10. Крючкова О.Е., Агафонова Н.Н., Кутафьева Н.П., Андреева О.Н. Новые и редкие для Сибири виды рода *Pholiota* (Agaricales, Strophariaceae) // Микология и фитопатология. 2013. Т. 47, вып. 3. С. 154–158.
11. Кудашова Н.Н., Гашков С.И., Кутафьева Н.П. Предварительный список макромицетов Томской области: подотдел *Pezizomycotina* (Ascomycota), класс *Agaricomycetes* (Basidiomycota) // Систематические заметки по материалам Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2013. № 107. С. 22–70.
12. Кудашова Н.Н., Гашков С.И., Вайшля О.Б. Дополнительные данные к списку макромицетов Томской области // Систематические заметки по материалам гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. 2016. № 114. С. 49–60.
13. Левицкая Г.Е. К флоре шляпочных грибов Приокско-Террасного заповедника. IV // Микология и фитопатология. 1998. Т. 32, вып. 4. С. 7–13.
14. Мальшева В.Ф., Мальшева Е.Ф., Кияшко А.А., Коваленко А.Е., Псурцева Н.В., Федосова А.Г., Волобуев С.В., Попов Е.С., Филиппова И.П., Васильев Н.А., Сонникова А.Е. Грибы и мхи Саяно-Шушенского заповедника. Конспект флоры. Шушенское: Гос. природный биосферный заповедник "Саяно-Шушенский", 2017. 172 с.
15. Морозова О.В., Александрова А.В., Попов Е.С., Мальшева Е.Ф. Новые данные об агарикоидных базидиомицетах Тверской области // Новости систематики низших растений. 2016. Т. 50. С. 174–186.
16. Нездоймино Е.Л. К флоре агариковых грибов юго-западного побережья озера Байкал // Новости систематики низших растений. 1973. Т. 10. С. 133–141.
17. Ноздренко М.В. Шляпочные грибы в городских зеленых насаждениях // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Ч. 1. Новосибирск: Наука, 1970. С. 219–223.
18. Паламарчук М.А. Ксилотрофные агарикоидные базидиомицеты Печоро-Ильчского заповедника (Северный Урал) // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43, вып. 2. С. 125–134.
19. Переведенцева Л.Г. Конспект агарикоидных базидиомицетов Пермского края. Пермь: Перм. гос. пед. ун-т, 2008. 86 с.
20. Петров А.Н. К флоре агариковых грибов юго-западного побережья озера Байкал. 2 // Новости систематики низших растений. 1986. Т. 23. С. 152–158.
21. Светашева Т.Ю. Результаты первых исследований микобиоты некоторых особо охраняемых природных территорий Тульской области // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: Сб. научн. трудов. Вып. 1. Тула: Гриф и Ко, 2001. С. 6–15.
22. Таранина Н.А. Агарикоидные базидиомицеты лесного урочища "Мухинка" (Амурская область) // Микология и фитопатология. 2005. Т. 39, вып. 5. С. 55–63.

23. *Bucholtz F.* Verzeichniss im Sommer 1896 in Michailowskoje (Gouvern. Moskau) gesamraelter Pilze // Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. Nouvelle série. 1897. Vol. 11, No. 2. P. 303–326. (In German)
24. *Kalamees K., Botashev R.* Mycobiota of the Teberda State Biosphere Reserve (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales) // Folia Cryptogamica Estonica. 2000. No. 37. P. 27–38.
25. *Pilát A.* Additamenta ad floram Sibiriae Asiaeque orientalis mycologicam // Pars secunda. Bulletin de la Société Mycologique de France. 1934. Vol. 49, No. 3–4. P. 256–339. (In Latin)
26. *Saccardo P.A.* Mycetes Sibirici. Pugillus tertius // Malpighia: rassegna mensile di botanica. 1896. Vol. 10, No. 5–7. P. 258–280. (In Latin)
27. *Singer R.* Studien zur Systematik der Basidiomyceten. II // Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Abteilung B: Systematik, Pflanzengeographie, angewandte Botanik etc. 1936. Vol. 56, No. 1/2. P. 157–174. (In German)
28. *Singer R.* Notes sur quelques Basidiomycètes. IIIe Série // Revue de Mycologie. 1937. Vol. 2, No. 6. P. 226–242. (In French)
29. *Singer R.* Cortinariaceae novae et minus cognitae // Notulae systematicae e sectione cryptogamica Instituti Botanici nomine V.L. Komarovii Academiae Scientiarum URSS. 1945. Vol. 5, No. 7–9. P. 92–100. (In Latin)
30. *Singer R.* New and interesting species of Basidiomycetes. II // Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters. 1948. Vol. 32. P. 103–150.
31. *Thesleff A.* Studier öfver basidsvampfloran i sydöstra Finland med hänsyn till dess sammansättning, fysiognomi, fenologi och ekologi // Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk. 1920. Vol. 79, № 1. P. 1–140. (In Swedish)
32. *Thümen F. von.* Beiträge zur Pilzflora Sibiriens. II // Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. 1878. Vol. 53, No. 2. P. 206–252. (In German)
33. *Weinmann J.A.* Enumeratio Fungorum in agro Pawlowskiensi praecipue crescentium // Sylloge plantarum. 1828. Vol. 2. P. 82–118. (In Latin)
34. *Weinmann J.A.* Hymeno- et Gastero-Mycetes hucusque in imperio Rossico observatos. Petropoli: Impensis Academiae Imperialis Scientiarum, 1836. 676 p. (In Latin)

**ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗДЕЛЕ ПЛАУНОВИДНЫЕ (LYCOPODIOPHYTA) КРАСНОЙ  
КНИГИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ  
ПРИ ПОДГОТОВКЕ НОВОГО ИЗДАНИЯ**

**В.А. Глазунов**

*Тюменский научный центр СО РАН, Институт проблем освоения Севера, Россия*

**CHANGES IN LYCOPODIOPHYTA OF THE NEW EDITION OF THE RED DATA  
BOOK OF THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS AREA – YUGRA**

**V.A. Glazunov**

*Tyumen Scientific Centre SB RAS, Institute of the problems of Northern development, Russia*

Отдел Плауновидные (Lycopodiophyta) – одна из наиболее древних групп современных сосудистых растений, в настоящее время представленная сравнительно небольшим числом родов и видов, объединяемых в два класса – плауновые (Lycopodiopsida) и полушниковые (Isoetopsida) [11]. Система высших споровых (Pteridophyte Phylogeny Group – PPG), предложенная международной группой ученых в 2016 г., рассматривает все плауновидные в ранге класса Lycopodiopsida, включающего 3 семейства: Lycopodiaceae (16 родов, 388 видов), Isoetaceae (1 род, 250 видов), Selaginellaceae (1 род, 700 видов) [14]. Все современные плауновидные – многолетние травовидные растения. На территории Сибири плауновидные представлены 19 видами, в т.ч. 11 видами, относящимися к классу плауновых (роды *Diphasiastrum* Holub, *Lycopodiella* Holub, *Lycopodium* L., *Huperzia* Bernh.) и 8 видами, относящимися к классу полушниковых (роды *Selaginella* Beauv., *Isoetes* L.) [4].

В силу древности происхождения и узкой экологической амплитуды, многие виды плауновидных характеризуются ограниченным распространением и малой численностью, в связи с чем нуждаются в организации специальных мер охраны, как на государственном, так и на региональном уровнях.

Первое издание Красной книги Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО) вышло в 2003 г. [6] и включало 3 вида плауновидных в основном списке (табл.). Во втором издании Красной книги ХМАО 2013 г. [5] накопленные данные о распространении и динамике численности отдельных видов стали основанием для изменения категорий редкости для *Selaginella selaginoides* и *Lycopodiella inundata*. Также в перечень охраняемых на региональном уровне был занесен *Isoetes echinospora* (под названием *Isoëtes setacea* Durieu), впервые отмеченный в округе в южной части природного парка «Нумто» в Белоярском районе.

Таблица

Плауновидные в Красной книге ХМАО

Название вида	Красная книга ХМАО, 2003 г.	Красная книга ХМАО, 2013 г.	Красная книга ХМАО, 2023 г. (проект)
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) P.Beauv. ex Schrank & Mart.	Категория 2	Категория 3	Категория 3, VU
<i>Isoetes echinospora</i> Durieu		Категория 4	Категория 3, VU
<i>Isoetes lacustris</i> L.			Категория 4, DD
<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.	Категория 3	Категория 3	Категория 3, NT
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub	Категория 4	Категория 3	Приложение

В 2022 г. со сбора предложений по изменению и дополнению перечня видов, подлежащих охране, была начата работа по подготовке очередного, третьего издания Красной книги ХМАО. За прошедшее десятилетие, благодаря организации работ по ведению региональной Красной книги, включающих в том числе и обследование малоизученных, труднодоступных районов округа, специалистами был накоплен обширный материал по распространению и состоянию популяций многих редких видов. Развитие информационных технологий, оцифровка гербарных коллекций и появление ресурсов, обеспечивающих доступ к архивным материалам, позволили на новом уровне обобщить имеющиеся данные, уточнить географическое положение ряда исторических местонахождений и дать более объективную оценку состояния редких видов в регионе. Также впервые в регионе для охраняемых видов применена оценка статуса по критериям Международного союза охраны природы, основанная на тенденции к сокращению ареала и количестве сохранившихся особей, впервые разработанным в 1994 г. [13].

В результате проведенной работы, проект перечня объектов животного и растительного мира, подлежащих занесению в Красную книгу ХМАО включает 4 вида плауновидных – помимо уже представленных ранее *Selaginella selaginoides*, *Isoetes echinospora* и *Huperzia selago*, перечень дополнился *Isoetes lacustris*. Один вид – *Lycopodiella inundata*, исключен из основного списка и перенесен в приложение – перечень объектов, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде.

*Selaginella selaginoides* (Selaginellaceae) – плаунок плауновидный, категория 3 (редкий таксон), VU – уязвимый таксон. Гипоарктический вид, в округе встречается на Приполярном и Северном Урале [5, 6]. В значительном отрыве отмечен в равнинной части – у оз. Вонтынглор в окрестностях г. Лянтор [8]. Произрастает по влажным скалистым местам, у снежников, по берегам рек, ручьев, в еловых лесах, березовых редколесьях, на горных и равнинных торфяных болотах. Встречается небольшими пятнами до нескольких десятков экземпляров, как правило, среди мха.

*Isoetes echinospora* (Isoetaceae) – полушник колючеспоровый, категория 3 (редкий таксон), VU – уязвимый таксон, занесён в Красную книгу Российской Федерации [9]. Бореальный евросибирский вид. В округе отмечен в ряде озёр (Танаешлор, Хышкотлор, Похрынглор и др.) на территории природного парка «Нумто», в оз. Ун-Новыинклор у г. Белоярский, в оз. Окунёвое у г. Покачи в Нижневартовском районе, в нескольких озёрах севернее д. Согом в Ханты-Мансийском районе [1, 3, 5, 10]. Произрастает группами от нескольких десятков экземпляров до сплошных зарослей, в основном на глубине от 0.3 до 1 м.

*Isoetes lacustris* (Isoetaceae) – полушник озёрный, категория 4 (таксон с неопределённым статусом), DD – таксон, для оценки которого недостаточно данных, занесён в Красную книгу Российской Федерации [9]. Циркумбореальный, преимущественно, атлантический вид, с дизъюнкциями в континентальной части Северной Америки и в Сибири. В округе отмечен в нескольких озёрах севернее д. Согом Ханты-Мансийского района [3]. Вероятно, встречается еще в ряде аналогичных по морфологии и экологии озёр на водоразделах Оби, Конды и Иртыша, в восточной части Кондинского и в южной части Ханты-Мансийского районов. Произрастает совместно с *Isoetes echinospora* или образует обширные монодоминантные сообщества на глубине 0.6–1.7 м.

*Huperzia selago* (Huperziaceae) – баранец обыкновенный, категория 3 (редкий таксон), NT – почти угрожаемый таксон. Вид рассматривается в широком смысле. Большинство найденных на территории округа растений принадлежат к *subsp. appressa* (Bach.Pyl. ex Desv.) D.Löve (выделяемому также в самостоятельный вид), поскольку имеют желтоватую окраску и компактную форму с прижатыми листьями. Встречается единично или малочисленными популяциями не более 10 экземпляров, практически по всей территории округа, во влажных хвойных и смешанных лесах, на Приполярном и Северном Урале – в редколесьях и горных тундрах, на скалах [5, 6].

*Lycopodiella inundata* (Lycopodiaceae) – ликоподиелла заливаемая. Циркумбореальный (неморально-бореальный), преимущественно, атлантический вид с

дизъюнкциями ареала в Сибири и континентальной части Северной Америки. До недавнего времени в округе было известно лишь одно местонахождение – у оз. Нумто в верховьях рек Казым и Надым [7, 12]. К настоящему времени в округе известно более 20 местонахождений, в большинстве из которых вид встречается на антропогенно нарушенных местообитаниях с благоприятными условиями увлажнения – зарастающие карьеры, грунтовые дороги, отсыпки грунта и т.п. Отмечены популяции численностью от нескольких десятков до тысяч экземпляров, занимающие площадь от 1 – 2 до 200 и более м<sup>2</sup>. При этом, вид достаточно быстро исчезает при изменении гидрологического режима и восстановлении растительного покрова [2]. С учетом постоянно возрастающего числа местонахождений и высокой численности предложено исключить ликоподиеллу из перечня охраняемых на территории ХМАО видов.

## Литература

1. Верёвкина Е.Л., Лапина Е.Д. Ландшафтно-геоботаническая характеристика памятника природы «Система озер Ун-Новыйинклор, Ай-Новыйинклор» // Вестник Нижневартского государственного университета, 2018. № 3. С. 26–35.
2. Глазунов В.А. Распространение и охрана *Lycopodiella inundata* (L.) Holub (*Lycopodiaceae*) в Западной Сибири // Вестник Томского государственного ун-та. Биология. 2015. № 2 (30). С. 59–69.
3. Глазунов В.А., Николаенко С.А. Новые местонахождения видов *Isoetes* L. (*Isoetaceae*, *Lycopodiophyta*) в Западной Сибири // Фиторазнообразии Восточной Европы, 2019. Т. XIII, № 3. С. 290–294.
4. Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения / Сост. Л.И. Малышев, Г.А. Пешкова, К.С. Байков и др. Новосибирск: Наука, 2005. 362 с.
5. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: животные, растения, грибы / Отв. ред. А.М. Васин, А.Л. Васина. Екатеринбург: Изд-во Баско, 2013. 460 с.
6. Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа: животные, растения, грибы / Ред.-сост. А.М. Васин. Екатеринбург: Пакрус, 2003. 376 с.
7. Куваев В.Б., Рудский В.В. О распространении плауна *Lycopodium inundatum* L. на территории Азии // Ботанический журнал, 1973. Т. 58. № 6. С. 880–882.
8. Нешатаева В.Ю., Чернядьева И.В. Геоботаническая и бриофлористическая характеристика окрестностей озера Вонтынглог // Биологические ресурсы и природопользование. Сургут: Изд-во СурГУ, 2001. Вып. 4. С. 51–65.
9. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 23.05.2023 г. № 320 «Об утверждении Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (зарегистрирован 21.07.2023 г. № 74362).
10. Тюрин В.Н. Новые находки редких растений на реке Аган (окрестности г. Покачи) // Экология и природопользование в Югре: м-лы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры экологии СурГУ (Сургут, 24-25 октября 2014 г.). Сургут, 2014. С. 50–52.
11. Филин В.Р. Отдел Плауновидные (*Lycopodiophyta*) // Жизнь растений. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники / Под ред. И.В. Грушвицкого, С.Г. Жилина. М.: Просвещение, 1978. Т. 4. С. 99–146.
12. Шауло Д.М. Семейство 1. *Lycopodiaceae* – Плауновые // Флора Сибири. *Lycopodiaceae* – *Hydrocharitaceae*. Новосибирск: Наука, 1988. Т. 1. С. 32–37.
13. IUCN Red List Categories. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. As approved by the 40<sup>th</sup> Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland, 30 November 1994. 1994. Published by IUCN, Gland, Switzerland. P. 1–21.
14. Schuettpelz E., Schneider H., Smith A.R. et al. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns PPG I // Journal of Systematics and Evolution. 2016. Vol. 54. Issue 6. P. 563–603.

## СОВОКУПНОСТЬ РЕПРОДУКТИВНО СОВМЕСТИМЫХ ВИДОВ КАК БАЗОВАЯ ЕДИНИЦА ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ

С.Н. Горошкевич

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия*

## A SET OF REPRODUCTIVELY COMPATIBLE SPECIES AS A BASIC UNIT OF PHYTODIVERSITY

S.N. Goroshkevich

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Russian Academy of Sciences,  
Siberian Branch, Tomsk, Russia*

В настоящее время общепризнано, что базовой, фундаментальной единицей живой природы является вид. Определение видов на практике по морфологическим признакам в большинстве случаев не составляет проблемы. Однако сколько-нибудь общепризнанного определения вида нет: налицо многочисленные разночтения и разногласия. Если обсуждать лишь серьезно обоснованные концепции вида, то даже их насчитывается не меньше 25 [14]. Пожалуй, наиболее распространена так называемая биологическая концепция, что вполне естественно: ведь речь идет о биологическом виде. Эту концепцию сформулировал Эрнст Майр: species are groups of interbreeding natural populations that are reproductively isolated from other such groups [15].

Применение биологической концепции вида в ботанической практике чрезвычайно затруднено. Например, среди хвойных добрая половина изученных в этом отношении видов имеют современные гибридные зоны [7]. Остальные либо имели их в прошлом (сетчатая эволюция), либо могут иметь их в будущем (они репродуктивно совместимы). Так, в роде *Picea* межвидовая гибридизация является главным фактором диверсификации и видообразования [3]. Среди 5-хвойных сосен (подсекция *Strobus*) практически все виды репродуктивно совместимы если не «напрямую», то через другие виды (два несовместимых совместимы через третий) [23]. Иными словами, большинство общепризнанных видов хвойных не являются видами в общепризнанном значении термина.

Над решением этой проблемы наука работает примерно 150 лет. Обсуждению концепции вида прямо посвящены более 1000 только чисто теоретических публикаций [5]. Однако до сих пор проблема лишь усугубляется: главный критерий вида остается неизменным, а доля не отвечающих ему видов в результате проводимых исследований все время растет. Большая часть ботаников, которые занимаются исследованием частных вопросов, знают об этой проблеме, но делают вид, что ее нет. Это вряд ли оправдано. Проблему надо решать.

По большому счету, тут возможны всего два варианта. (1) Пользуясь основным критерием вида, объединить все репродуктивно совместимые отдельности в один вид. (2) Не рассматривать больше вид как основную систематическую категорию, основной продукт и основную единицу и эволюционного процесса, а считать таковыми совокупность репродуктивно совместимых видов.

Мы выступаем за второй вариант и приглашаем ботаническое сообщество присоединиться к этой идее. Почему? Потому, что главным условием закрепления перспективных эволюционных новообразований является репродуктивная несовместимость новой филогенетической ветви с другими такими же ветвями. Из этой новой ветви при благоприятном стечении обстоятельств развивается новая система ветвления: совокупность существенно разных, но репродуктивно совместимых отдельностей. Такая система ветвления и является главной единицей эволюции живой

материи: внутри ее «работают» популяционные процессы, вне ее происходит дальнейшее расхождение репродуктивно несовместимых ветвей филогенетического древа.

От Ю.А. Филипченко [19] и донныне выделяют два уровня эволюционного процесса: микро- и макроэволюцию. Микроэволюция происходит внутри популяций: их саморазвитие, адаптация к меняющимся во времени и пространстве внешним факторам, в том числе, диверсификация популяций вплоть до образования новых видов. Макроэволюция – процессы эволюционных преобразований надвидового масштаба, приводящие к образованию новых родов, семейств и т.д. Примерно так же построено широко распространенное представление А. Н. Северцова [20] о идиоадаптациях (частных изменениях на прежнем уровне организации) и ароморфозах (прогрессивных изменениях, повышающих уровень организации).

Этот дуалистический принцип создания эволюционной теории плохо соотносится с характерным для живой природы преобладанием среднего над крайним. Очевидно, что не все эволюционные явления можно с уверенностью отнести к микро- или макро-масштабу. События мезо-масштаба, может быть, и не преобладают, но всегда присутствуют в эволюции любой филогенетической ветви. Кроме того, классификация явлений по двум не связанным между собой признакам, каждый из которых имеет две градации, предполагает не две, а по крайней мере, четыре отдельности (Табл. 1).

Таблица 1

Существующая классификация эволюционных событий по уровню и последствиям

Последствия эволюционных событий	Уровень, на котором происходят эволюционные события	
	Популяционно-видовой	Надвидовой
Локальная адаптация	Микроэволюция	Неизвестно что
Эволюционный прорыв	Неизвестно что	Макроэволюция

С одной стороны, даже самые значимые эволюционные прорывы обычно начинаются с одной-единственной полезной мутации и локального популяционного процесса. С другой стороны, даже очень давнее и полное расхождение эволюционных ветвей может вообще не влиять ни на морфологию, ни на экологию. Приведем один характерный пример. Вплоть до начала 21-го века в семействе *Cupressaceae* был типовой род *Cupressus*, включавший виды из Старого и Нового Света? Начало молекулярной эры в филогенетической систематике ознаменовалось открытием: оказалось, что евроазиатская и американская ветви старого рода *Cupressus* дивергировали примерно 80 млн. лет назад и представляют собой явно самостоятельные филогенетические ветви [12]. При этом огромный род *Juniperus* отделился от евроазиатской ветви уже после этого события. Американская линия тоже дала боковую ветвь, пусть и не такую мощную (монотипные роды *Callitropsis* и *Xanthocyparis*). Вскоре вышла еще одна статья, где этот факт был подтвержден другим методом [1]. Авторы предложили все американские виды выделить из рода *Cupressus* и обозначить как новый род *Hesperocyparis*. *Cupressus* и *Hesperocyparis* – это, в сущности, роды-двойники: они идентичны по морфологическим признакам и экологии. Сторонники традиционной, морфологической систематики, например, крупнейший специалист по хвойным А. Farjon [9], не признают род *Hesperocyparis* и все его виды продолжает рассматривать в составе рода *Cupressus*. Причина – полное отсутствие морфологических и экологических различий между евроазиатскими американскими видами.

Чтобы решить обозначенные проблемы, мы предлагаем в базовой классификации эволюционных явлений использовать строго объективный критерий – репродуктивную совместимость, при этом выделять не два, а три уровня эволюционного процесса (Табл. 2).

(1) Микроэволюция – популяционные процессы внутри вида, т.е. в условиях полной репродуктивной совместимости, морфологического подобия и единой экологической ниши.



(2) Мезоэволюция – взаимодействие между видами, т.е. в условиях морфологической дивергенции, расхождения экологических ниш и неполной репродуктивной совместимости.

(3) Макроэволюция – дальнейшее расхождение репродуктивно несовместимых линий.

Таблица 2

Предлагаемая классификация эволюционных событий по уровню и последствиям

Совместимость	Уровни эволюции	Уровни разнообразия
Отсутствует	Макроэволюция	Таксономический
Ограниченная	Мезоэволюция	Генетический
Полная	Микроэволюция	

Для чего в этой схеме на генетическом уровне организации выделяется два уровня эволюционного процесса, почему это важно? Для того, чтобы отобразить актуальность сетчатого компонента в эволюции растений. Примерно четверть современных общепризнанных видов растений так или иначе участвуют в межвидовой гибридизации [13]. В эволюции цветковых важнейшую роль играет полиплоидное гибридное видообразование, т.к. из-за различий в ploidy гибриды в большинстве случаев сразу же оказываются репродуктивно изолированными от родительских видов [21]. У хвойных полиплоиды – большая редкость [2]. Однако и у них генетический обмен между существенно разными, но репродуктивно совместимыми филогенетическими линиями распространен очень широко [17]. Его последствия многообразны: от легкой интрогрессии до образования новых видов. Все эти процессы явно имеют адаптивное значение.

Первым видом хвойных, гибридное происхождение которого доказано молекулярными методами, была *Pinus densata* с восточной окраины Тибета [24, 27]. Удивительно, что этот самый высокогорный вид сосны (распространен в очень суровых условиях вплоть до высоты 4200 м над уровнем моря) произошел от преимущественно равнинных (низкогорных) предков: неморальной *P. tabuliformis* и субтропической *P. yunnanensis*. О том, что межвидовая гибридизация часто сопровождается адаптивным гетерозисом, позволяющим занять новые для рода экологические ниши, говорят и многие другие факты.

У *Abies* вся бореальная секция *Balsamea* (8 видов, в т.ч. *A. sibirica*) имеет пластидную ДНК, общую с азиатскими «южными» секциями, и митохондриальную ДНК, общую с американскими «южными» секциями [26]. Три из пяти видов «кедровых» сосен, которые в целом представляют собой бореальную группу подсекции *Strobus* (*Pinus pumila*, *P. koraiensis*, *P. albicaulis*), также имеют «американские» митохондрии и «азиатские» хлоропласты, что однозначно свидетельствует о их гибридном происхождении (*Pinus pumila*, *P. koraiensis*, *P. albicaulis*) [22]. Генетический обмен между видами в форме интрогрессии (без образования новых видов) распространен еще шире. Он также направлен, в первую очередь, на адаптацию и расширение экологической ниши. Так, бореальный *Pinus sibirica* и субарктический *P. pumila* имеют огромную, до 1 млн. кв. км, гибридную зону [10]. На крайнем востоке ареала *P. sibirica*, где климат наиболее суровый и присутствует многолетняя мерзлота, «чистый» вид вообще отсутствует: все без исключения особи имеют митохондриальную ДНК *P. pumila* [18]. Характерные для *P. pumila* аллели некоторых монокопийных ядерных генов присутствуют даже в уральских популяциях *P. sibirica* [23]. Всё это означает что два вида, контрастных по морфологии и адаптациям, чуть ли не на всем протяжении своего существования генетически взаимодействуют, представляют собой единую популяционно-эволюционную систему. Именно такая система, совокупность репродуктивно совместимых видов, представляет собой центральную единицу биологического разнообразия. Потому, что внутри ее «работают» популяционные процессы, а вне ее происходит дальнейшее расхождение репродуктивно несовместимых ветвей филогенетического дерева.

Ботанические таксоны традиционно выделяются по произволу ботаников. Раньше для этого использовались более или менее нейтральные (не связанные с адаптацией) морфологические признаки, в настоящее время – более или менее нейтральные молекулярные маркеры разнообразия. Этот принцип представляется корректным и логичным, если относится к «таксономическим» уровням, где нет репродуктивной совместимости, соответственно, нет основанных на ней популяционно-адаптационных процессов. Однако для генетического уровня организации разнообразия, где таковые процессы реально происходят или потенциально возможны, актуально использовать другой принцип: репродуктивную совместимость.

Почему это важно? Перед современной биологией растений в целом стоит двуединая цель: (1) сохранить максимально устойчивыми природные экосистемы; (2) разработать максимально эффективные схемы селекции и технологии культивирования ее продуктов. Решению этих актуальных мешает сохранение прежних принципов, когда нижние этажи ботанической системы основаны на нейтральных элементах разнообразия, слабо связанных с популяционными процессами и адаптацией, с возможностью генетического взаимодействия. Это мешает корректно определять объекты защиты и подбирать материал для селекционной работы. Актуально изменить принципы ботанической систематики на нижних этажах.

Важнейший вопрос такой: как назвать совокупность репродуктивно совместимых видов – главную, основную, центральную единицу биологического разнообразия? В истории науки ее называли по-разному: компариум, коммискуум, сингамеон и т.д [6, 4]. Ни один из этих терминов не прижился как общеупотребительный потому, что все они находились за пределами кодекса ботанической номенклатуры (род – вид – подвид), были узкоспециальными. Сделать это важнейшее, центральное понятие общеупотребительным можно только назвав его РОДОМ! Таксономия культурных растений уже давно отказалась от видовых эпитетов, т.к. в сильно измененных селекцией родах почти все современные сорта являются сложными межвидовыми гибридами [11]. Осталось лишь расширить эту идею на ботанику в целом.

Как такая реформа выглядела бы на практике? Возьмем для примера семейство *Pinaceae*. Самый гомогенный из более или менее крупных родов – *Larix*, все его виды репродуктивно совместимы [16]. Значит, он сохранился бы в прежнем объеме. Самый гетерогенный род – *Pinus*: репродуктивная совместимость налицо лишь в пределах подсекций, которых насчитывается до 10 [8]. Каждую из них предлагается «приподнять» до рода. Остальные крупные роды занимают в этом отношении промежуточное положение: виды репродуктивно совместимы, как правило, на уровне современных подсекций [7].

Реализация такой реформы позволит наполнить строго объективным содержанием род как базовую единицу биологического разнообразия. При этом выделение видов по-прежнему останется предметом творчества ботаников. Мы предлагаем ученому сообществу сделать этот последний и решительный шаг к естественной системе природы.

Работа выполнена при финансовой поддержке по теме Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ для Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН № FWGR-2021-0007.

## Литература

1. Adams R.P., Bartel J.A., Price R.A. A new genus, *Hesperocypris*, for the cypresses of the western hemisphere // *Phytologia*. 2009. Vol. 91, No. 1. P. 160–185.
2. Ahuja R. Polyploidy in Gymnosperms: revisited // *Silvae Genetica*. 2005. Vol. 54, No. 2. P. 59–69.
3. Bouille M., Senneville S., Bousquet J. Discordant mtDNA and cpDNA phylogenies indicate geographic speciation and reticulation as driving factors for the diversification of the genus *Picea* // *Tree Genetics & Genomes*. 2011. Vol. 7, No. 3. P. 469–484.

4. Buck R., Flores-Rentería L. The syngameon Enigma // *Plants*. 2022. Vol. 11, No.77: 895.
5. Claridge M.F., Dawah H.A., Wilson M.R. *Species: The Units of Biodiversity*. London: Chapman & Hall, 1997. 439 p.
6. Cruzan M.B. *Evolutionary biology: A plant perspective*. Oxford: Oxford University Press, 2018. 552 p.
7. Eckenwalder J. E. *Conifers of the world*. Portland: Timber Press, 2009. 744 p.
8. Gernandt D.S., López G.G., Garsia S.O., Liston A. Phylogeny and classification of *Pinus* // *Taxon*. 2005. Vol. 54. P. 29–42.
9. Farjon A. *A handbook of the world's conifers*. 2 vol. Leiden, Boston: Brill, 2017. 1154 p.
10. Goroshkevich S.N., Popov A.G., Vasilieva G.V. Ecological and morphological studies of hybrid zone between *Pinus sibirica* and *Pinus pumila* // *Annals of Forest Research*. 2008. Vol. 51. P. 43–52.
11. Hettterscheid W.L.A., Brandenburg W.A. Culton versus Taxon: conceptual issues in cultivated plant systematics // *Taxon*. 1995. Vol. 44. P. 161–175.
12. Little D.P. Evolution and circumscription of the true cypresses (Cupressaceae: *Cupressus*) // *Systematic Botany*. 2006. Vol. 31, No. 3. P. 461–480.
13. Mallet J. Hybridization as an invasion of the genome // *Trends in Ecology and Evolution*. 2005. Vol. 20. P. 229–237.
14. Mayden R.L. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem // Claridge M.F., Dawah H.A., Wilson M.R. (eds.), *Species: the units of diversity*. Chapman & Hall, 1997. P. 381–423.
15. Mayr E. *Animal species and evolution*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1963. 797 p.
16. Meirmans P.G., Gros-Louis M-C., Lamothe M., Perron M., Bousquet J., Isabel N. Rates of spontaneous hybridization and hybrid recruitment in co-existing exotic and native mature larch populations // *Tree Genetics & Genomes*. 2014. Vol. 10. P. 965–975.
17. Neale D.B., Wheeler N.C. *The Conifers: Genomes, Variation and Evolution*. Springer International Publishing AG, 2019. 590 p.
18. Petrova E.A., Zhuk E.A., Popov A.G., Bondar A.A., Belokon M.M., Goroshkevich S.N., Vasilyeva G.V. Asymmetric introgression between *Pinus sibirica* and *Pinus pumila* in the Aldan plateau (Eastern Siberia) // *Silvae Genetica*. 2018. Vol. 67. P. 66–71.
19. Philiptschenko J. *Variabilität und Variation*. Berlin: Borntraeger, 1927. 101 p.
20. Sewertzoff A. N. *Morphologische Gesetzmäßigkeiten der Evolution*. Jena: Gustav Fischer, 1931. 371 p.
21. Soltis P. S., Soltis D. E. The Role of Hybridization in Plant Speciation // *Annual Review of Plant Biology*. 2009. 60(1), P. 561–588.
22. Tsutsui K., Suwa A., Sawada K., Kato T., Ohsawa T.A., Watano Y. Incongruence among mitochondrial, chloroplast and nuclear gene trees in *Pinus* subgenus *Strobos* (Pinaceae) // *J. Plant Res.* 2009. Vol. 122. P. 509–521.
23. Vasilyeva G., Vavilova V., Ustyantsev K., Sukhikh I., Blinov A., Goroshkevich S., Sokolov V. Genetic diversity of *Pinus sibirica*, *P. pumila* and their natural hybrids based on non-linked nuclear loci // *Dendrobiology*. 2018. Vol. 79. P. 168–173.
24. Wang X.-R., Szmidt A.E., Savolainen O. Genetic composition and diploid hybrid speciation of a high mountain pine, *Pinus densata*, native to the Tibetan Plateau // *Genetics*. 2001. Vol. 159. P. 337–346.
25. Willyard A., Cronn R., Liston A. Reticulate evolution and incomplete lineage sorting among the ponderosa pines // *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2009. Vol. 52, No. 2. P. 498–511.
26. Xiang Q.-P., Wei R., Shao Y.-Z., Yang Z.-Y., Wang X.-Q., Zhang X.-C. Phylogenetic relationships, possible ancient hybridization, and biogeographic history of *Abies* (Pinaceae) based on data from nuclear, plastid, and mitochondrial genomes // *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2015. Vol. 82. P. 1–14.
27. Xing F., Mao J. F., Meng J., Dai J., Zhao W., Liu H., Xing Z., Zhang H., Wang X. R., Li Y. Needle morphological evidence of the homoploid hybrid origin of *Pinus densata* based on analysis of artificial hybrids and the putative parents, *Pinus tabulaeformis* and *Pinus yunnanensis* // *Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 4, No. 10. P. 1890–1902.

## ЧИСЛО И СОСТАВ ТАКСОНОВ, ОПИСАННЫХ П.Н. КРЫЛОВЫМ

И.И. Гуреева

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## NUMBER AND COMPOSITION OF TAXA DESCRIBED BY P.N. KRYLOV

I.I. Gureyeva

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Порфирий Никитич Крылов известен ботаникам, прежде всего, как основатель первого за Уралом ботанического научного центра – Гербария Томского университета и как знаток сибирской флоры, создавший фундаментальные труды – «Флору Алтая и Томской губернии» [2] и, совместно с сотрудниками, «Флору Западной Сибири» [3], которые основаны на огромном фактическом материале, собранном в многочисленных экспедициях П.Н. Крылова, В.В. Сапожникова, их учеников и сотрудников. Все поступившие коллекции тщательно обрабатывались и определялись, при этом П.Н. Крылов не всегда мог отнести то или иное растение к уже известным таксонам, что закономерно приводило его к описанию новых. Однако мы до сих пор не знаем, сколько именно и каких таксонов было описано Порфирием Никитичем. Ученица П.Н. Крылова, его биограф и преемница Л.П. Сергиевская в своих работах называет лишь число таксонов, названных в честь П.Н. Крылова – 50 видов и 1 род [5, 6], но не говорит о том, сколько таксонов описано самим П.Н. Крыловым. В *online*-базе названий растений «International Plant Names Index» [8] представлен список из 40 названий, опубликованных П.Н. Крыловым, из которых 36 являются названиями описанных им таксонов, и ещё 4 – новыми комбинациями. В биографических работах приводятся разные сведения о числе описанных П.Н. Крыловым таксонов: у А.В. Положий сказано о «12 новых для науки видах и большом количестве внутривидовых форм» [4: 22]», в нашей статье говорится о 25 новых для науки видах [1]. Поэтому мы задались целью выяснить, сколько и какого ранга таксонов было на самом деле опубликовано П.Н. Крыловым в течение его научной деятельности.

Анализ трудов П.Н. Крылова показал, что им опубликовано 239 новых для науки таксонов, в том числе 33 вида, 4 подвида, 91 разновидность и 111 форм. Новые таксоны относятся к 45 семействам и 105 родам сосудистых споровых (1 таксон), однодольных (61 таксон) и двудольных (177 таксонов) цветковых растений (таблица). Наибольшее число новых таксонов описано в семействах Asteraceae (32), Poaceae (28) и Fabaceae (25), в 17 семействах описано по 1 таксону.

Большинство таксонов опубликовано в двух уже упомянутых многотомных фундаментальных трудах – во «Флоре Алтая и Томской губернии» (110 таксонов) и «Флоре Западной Сибири» (76 таксонов). Надо заметить, что при жизни П.Н. Крылова было издано 6 томов «Флоры Западной Сибири», еще 5 вышли в свет уже после его смерти в конце 1931 г. Однако, по свидетельству Б.К. Шишкина и Л.П. Сергиевской [7], все тома были вчерне написаны П.Н. Крыловым ещё до 1925 г., а том 11 доведён до рода *Artemisia*, поэтому названия, опубликованные и после 1931 г., имеют его авторство. Кроме этих двух фундаментальных трудов, новые таксоны опубликованы в «Трудах Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада» (19 таксонов), в основанном П.Н. Крыловым издании «Систематические заметки по материалам Гербария Томского государственного университета» (17 таксонов), остальные – в других изданиях.

## Число таксонов видового и внутривидовых рангов, описанных П.Н. Крыловым

№ п/п	Семейство	Число родов с описанными таксонами	Ранг таксона				Всего таксонов
			sp.	subsp.	var.	f.	
Сосудистые споровые							
1	Ophioglossaceae	1				1	1
Однодольные цветковые							
2	Typhaceae	1	1				1
3	Poaceae	14	2		11	15	28
4	Cyperaceae	2			7	2	9
5	Juncaceae	2	1	1	3	2	7
6	Liliaceae	1			1		1
7	Alliaceae	1			7	1	8
8	Asparagaceae	1	1		1		2
9	Convallariaceae	1				1	1
10	Melanthiaceae	1				1	1
11	Orchidaceae	1				2	2
Двудольные цветковые							
12	Salicaceae	1				5	5
13	Betulaceae	1			1		1
14	Santalaceae	1			1		1
15	Polygonaceae	1				2	2
16	Chenopodiaceae	6	1		7	6	14
17	Caryophyllaceae	4	2		2	2	6
18	Elatinaceae	1			1		1
19	Ranunculaceae	4	1	3	4		8
20	Brassicaceae	7	1		4	2	7
21	Saxifragaceae	1			1		1
22	Grossulariaceae	1	1		1		2
23	Rosaceae	2			3	5	8
24	Fabaceae	4	9		11	5	25
25	Geraniaceae	1			2		2
26	Linaceae	1			1		1
27	Euphorbiaceae	1			2	1	3
28	Hypericaceae	1			1		1
29	Violaceae	1			1		1
30	Onagraceae	1				3	3
31	Apiaceae	2	4			2	6
32	Pyrolaceae	1			1		1
33	Ericaceae	1			1		1
34	Primulaceae	1			3		3
35	Plumbaginaceae	1			1		1
36	Gentianaceae	1			1		1
37	Convolvulaceae	1				2	2
38	Boraginaceae	5	1		1	5	7
39	Lamiaceae	4	2			3	5
40	Scrophulariaceae	7	1		1	16	18
41	Orobanchaceae	1				2	2
42	Rubiaceae	2	1		1	2	4
43	Valerianaceae	1	1				1
44	Campanulaceae	2			2		2
45	Asteraceae	9	3		6	23	32
	<b>Всего</b>	<b>105</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	<b>111</b>	<b>239</b>

Примечание: sp. – вид; subsp. – подвид; var. – разновидность; f. – форма. Семейства расположены по системе А. Энглера, принятой в Гербарии им. П.Н. Крылова Томского государственного университета.

Описанные П.Н. Крыловым виды принадлежат к 17 семействам. Из 33 видов 19 описаны П.Н. Крыловым единолично и 12 в соавторстве: с Б.К. Шишкиным – 2, Л.П. Сергиевской – 5, Г.П. Сумневичем – 2, А.И. Иваницкой, Е.И. Штейнберг и Н.А. Плотниковым – по 1; ещё 1 вид П.Н. Крылов опубликовал по заметкам Н.А. Блукет, оставленным на гербарном листе; 1 вид опубликован Л.П. Сергиевской после смерти П.Н. Крылова. Больше всего видов описано в сем. Fabaceae (9) и Ariaceae (4).

Почти все образцы, на основе которых П.Н. Крыловым описаны новые для науки виды, подвиды, разновидности и формы, хранятся в Гербарии имени П.Н. Крылова (ТК) Томского государственного университета.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета (Приоритет-2030).

## Литература

1. *Гуреева И.И.* Порфирий Никитич Крылов (к 160-летию со дня рождения) // Бот. журн. 2011. Т. 96, № 1. С. 116–132.
2. *Крылов П.Н.* Флора Алтая и Томской губернии. Руководство к определению растений Западной Сибири. Томск, 1901–1914. Т. 1–7. С. I–XXII+I–XXVIII+1–1815+61
3. *Крылов П.Н.* Флора Западной Сибири. Руководство к определению западносибирских растений. 2-е доп. и расшир. изд. «Флоры Алтая и Томской губернии» / При сотрудничестве Б.К. Шишкина, Л.П. Сергиевской, Л.Ф. Ревердатто, Е.И. Штейнберг, Г.П. Сумневича, И.М. Крашенинникова. Томск, 1927–1949. Т. 1–11. С. I–IX+I–XXIV+1–3070+I–XXIV.
4. *Положий А.В.* Гербарий им. П.Н. Крылова в Томском университете (К 100-летию со времени основания). Томск: Изд-во Том. ун-та, 1986. 87 с.
5. *Сергиевская Л.П.* Жизнь и деятельность П.Н. Крылова. Томск, 1951. 35 с.
6. *Сергиевская Л.П.* Порфирий Никитич Крылов. Новосибирск: Обл. гос. изд-во, 1952. 48 с.
7. *Шишкин Б.К., Сергиевская Л.П.* Предисловие // Флора Западной Сибири. Руководство к определению западносибирских растений. 2-е доп. и расшир. изд. «Флоры Алтая и Томской губернии» / При сотрудничестве Б.К. Шишкина, Л.П. Сергиевской, Е.И. Штейнберг и И.М. Крашенинникова. Т. 11 (Campanulaceae – Compositae). С. 2627–2628.
8. IPNI (2023): International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. (Accessed 25 September 2023).

**ПЕТРОФИТНЫЕ КУСТАРНИКОВЫЕ СООБЩЕСТВА С УЧАСТИЕМ  
*TULIPA REGELII* KRASN. И ИХ ОХРАНА**

**А.В. Дубынин**

*Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Республика Казахстан*

**PETROPHYTIC SHRUB COMMUNITIES WITH *TULIPA REGELII* KRASN.  
AND THEIR CONSERVATION**

**A.V. Dubynin**

*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Растительность скалистых и каменистых местообитаний отличается экологическим своеобразием и классифицируется большинством специалистов как особый петрофитный тип растительности. Процессы видообразования и появления эндемиков в условиях скалистых и каменистых местообитаний активно продолжаются. В качестве важных условий отмечаются высокая мощность светового потока, контрастный температурный режим и режим влажности, ветер, обрывистость склонов [1].

Динамика растительного покрова пустынной зоны связана с наличием доступной влаги. Для подгорных равнин и низкогорий Северного Тянь-Шаня характерны весенний максимум осадков (35–40% годового запаса), летние дефицит влаги и высокая температура [2]. Такие физико-географические условия способствуют формированию комплекса растительных сообществ пустынь, полупустынь и опустыненных степей [3].

Тюльпан Регеля (*Tulipa regelii* Krasn.) – эндемик, описанный в 1889 г. А.Н. Красновым по гербарным образцам, собранным им в 1886 г. в урочищах Курты и Анрахай [4, 5]. Он распространен исключительно на Северном Тянь-Шане, по всему массиву Чу-Илийских гор, в Жамбылской и Алматинской областях Казахстана и произрастает на высоте от 557 до 1175 м над ур. м. Тюльпан Регеля входит в состав петрофитных растительных сообществ южных, юго-западных и юго-восточных щебнистых склонов, осыпей, щебнисто-каменистых, часто платообразных, участков водоразделов [6–12].



Рис. 1. Тюльпан Регеля во время массового цветения в конце марта – начале апреля в долине р. Курты и Куртинского водохранилища. Фото В.Г. Эпиктетова (CC-BY-NC).

Тюльпан Регеля – эфемероид, многолетний геофит, размножающийся семенами. Растение небольшое, достигает всего около 10–15 см в высоту. Перепутать этот тюльпан с другими совершенно невозможно из-за наличия характерных сизовато-зеленых борозчатых листьев. Строение листа (толстая кутикула, борозчатость, лодочкообразная форма), по всей видимости, позволяет снизить испарение с поверхности листа и способствует концентрации дождевой влаги у основания растения, что способствует выживанию этого вида в экстремальных условиях склонов южной экспозиции полупустынных низкогорий. Тюльпан Регеля можно встретить цветущим в конце марта и в начале апреля, во время плодоношения скот часто поедает семена [8, 12]. В культуре он сложен в разведении [13]. Вид включен в Красную книгу Казахстана (категория II «Редкий вид») [14]. В Красном списке МСОП он отнесен к категории «Endangered» («Исчезающий таксон») [12].

Цель настоящего сообщения – обосновать необходимость сохранения петрофитных сообществ с участием *Tulipa regelii* в Алматинской области Казахстана и включения их в реестр редких растительных сообществ, нуждающихся в охране.

В течение полевого сезона 2023 г. нами были проведены рекогносцировочные выезды в границах Алматинской области для поиска местообитаний тюльпана Регеля и геоботанические описания растительных сообществ по стандартной методике (на площадках 100 м<sup>2</sup>). Для уточнения предполагаемой территории распространения вида (Extent of Occurrence / EOO) и занятой видом территории (Area of Occupancy / AOO) [15] использовался GeoCAT, веб-инструмент, использующий первичные биологические данные для полуавтоматической оценки и анализа вида по критериям Красного списка МСОП [16], и наборы данных, размещенных в GBIF (114 точек, [17]) и iNaturalist (109 точек фотонаблюдений, из которых 71 сделано автором [18]), имеющих точную географическую привязку. Для экспертного обоснования территории, важной с точки зрения сохранения ботанического разнообразия, использовались подход и обновленная система критериев выделения Ключевых ботанических территорий / КБТ (Important Plant Areas / IPAs) [19, 20]. Границы, площадь и координаты угловых точек КБТ были определены с помощью программы Google.Earth.

Анализ риска исчезновения размещенных в GBIF мест обнаружения тюльпана Регеля, выполненный с помощью GEOcat, выявил EOO площадью 10602 км<sup>2</sup>, AOO площадью 64 км<sup>2</sup>. Из 134 записей о тюльпане Регеля в GBIF 114 имеют координаты. В основном, это подтвержденные данные фотонаблюдений исследовательского уровня (Research Grade), которые автоматически переносятся в GBIF с платформы iNaturalist. Поэтому добавление в анализ координат мест обнаружения вида из iNaturalist не повлияли на значение EOO и AOO. Этих данных достаточно, чтобы определить риск исчезновения вида. В соответствии с критериями Красного списка МСОП по площади EOO вид может быть отнесен к категории «Vulnerable» («Уязвимый вид»), по площади AOO к категории «Endangered». Разницу между статусами можно объяснить узкой экологической приуроченностью вида, то есть редкостью его местообитания. Выявленный глобальный статус вида в целом соответствует его текущему статусу в Красном списке МСОП, обновленному в 2022 году [12].

Растительные сообщества с участием тюльпана Регеля исследованной нами части правобережья р. Курты и Куртинского водохранилища относятся к петрофитным (каменистость 80–90%). Эти полынно-эфемеретумово-кустарниковые сообщества находятся на высоте 557–615 м над у.м. на склонах 25–45° южной и юго-западной экспозиции. Общее проективное покрытие меняется в границах 10–35%. Плотность *T. regelii* в местах обитания варьирует от нескольких до 60 экз./м<sup>2</sup>. Наибольшую площадь занимают мезоксерофитные низкие кустарники *Ephedra intermedia*, *Spiraea hypericifolia*, *Atraphaxis frutescens*. Описания сообществ производились в разное время года, что



позволило выявить комплекс эфемеров и эфемероидов, характерный для этого типа петрофитных сообществ в полосе предгорных полукустарничковых пустынь с эфемероидами [21]: *Gagea bulbifera*, *G. kunawurensis*, *G. setifolia*, *G. tenera*, *Tulipa biflora*, *T. alberti*, *Iris kuschakewiczii*, *Androsace maxima*, *Alyssum turkestanicum*, *Ziziphora tenuior*, *Holosteum glutinosum*, *Ceratocephala orthoceras*, *Koelpinia linearis*, *Medicago medicaginoides*. Заметно участие полукустарничков – *Artemisia sublessingiana*, *Acanthophyllum pungens*. Отмечены *Poa bulbosa*, *Bromus tectorum*, *Stipa drobovii*, *Allium pallasii*, *Ixiolirion tataricum*, *Goniolimon cuspidatum*, *Phlomis isochila*, *Ceratocarpus arenarius*, *Gelasia circumflexa*.

Применение критериев позволяет выделить здесь Ключевую ботаническую территорию «Долина Курты». Координата ее центральной точки: 43.8233, 76.3687. Координаты крайних узловых точек: С, З – 43.8800, 76.3303, В – 43.7728, 76.4177, Ю – 43.7712, 76.4026.

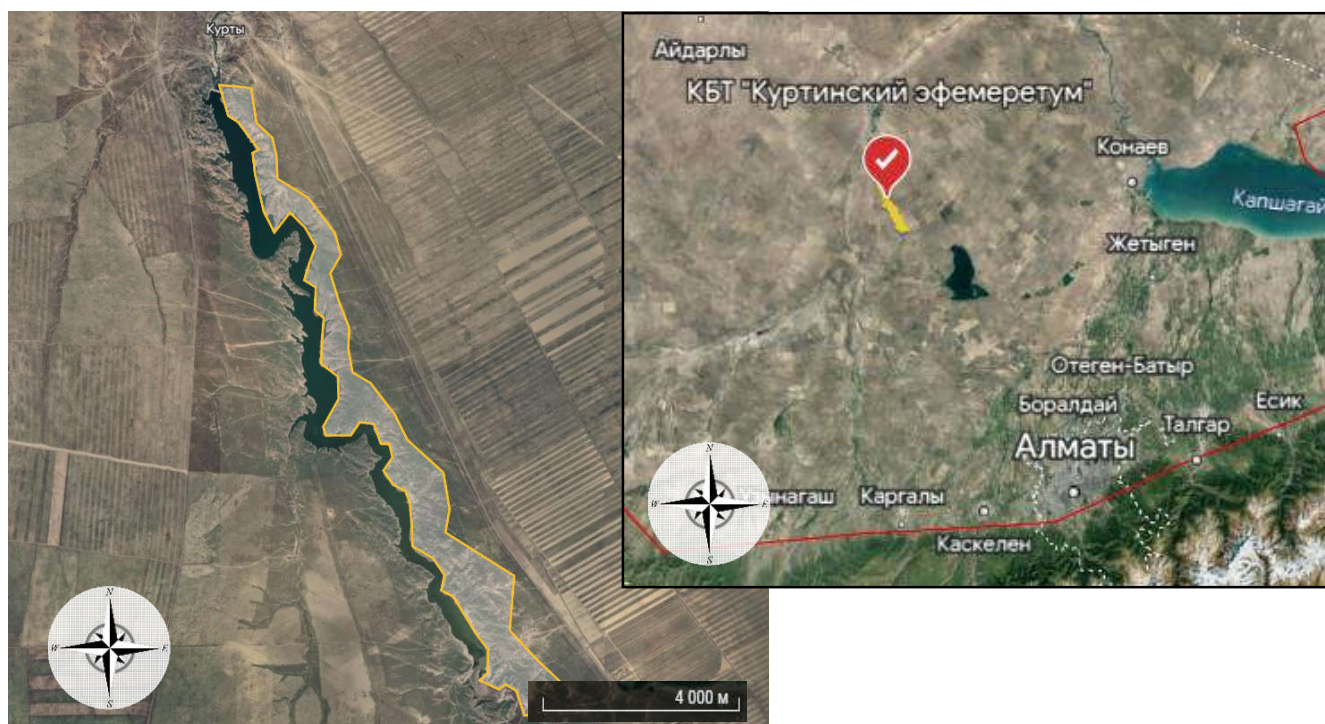


Рис. 2. Предлагаемые границы КБТ «Долина Курты».

Для выделения КБТ оказалось достаточно применения критерия А: А(i), А(ii), А(iii). Критерии В и С не использовались.

А(i). Территория содержит около 50% известной мировой популяции *Tulipa regelii* (категория «Endangered» Красного списка МСОП).

А(ii). Территория содержит один из лучших участков произрастания *Iris kuschakewiczii*, вида, находящегося под угрозой исчезновения в региональном масштабе (Центральная Азия). Вид не внесен в Красный список МСОП, но на основании использования наилучших доступных данных по оценке GEOCat может быть отнесен к категории «Endangered» Красного списка МСОП.

А(iii). Территория содержит около 50% мировой популяции сильно ограниченного эндемика (АОО <100 км<sup>2</sup>) *Tulipa regelii*.

КБТ площадью примерно 9.25 км<sup>2</sup> располагается на границе двух районов Алматинской области – Жамбылского и Илийского, наивысшая точка 615 м. Ее западная граница идет вдоль береговой линии Куртинского водохранилища, восточная отрисована по границе каменистых склонов. Куртинское водохранилище, построенное на реке Курты в 1967 году, имеет высоту 554 м над у.м. Хозяйственное использование территории связано с водообеспечением, выпасом скота и отдыхом местных жителей в летнее время.

В окрестностях водохранилища отмечаются петроглифы сакского времени (личное сообщение С.А. Потапова). Годовое количество осадков не превышает 500 мм, максимум (до 40%) которых выпадает весной. В жаркое время в развитии растительных сообществ устанавливается летняя пауза. Здесь формируется экосистема низкогорных петрофитных кустарников на горностепных термоксероморфных почвах.



Рис. 3. Петрофитные кустарниковые сообщества опустыненной степи долины р. Курты в летние месяцы. Июль 2023 г.

Впервые изучение ценопопуляций *T. regelii* в правобережье р. Курты провели А.А. Иващенко с соавт. в 2009–2010 гг. Флористический состав описанных участков насчитывал 21 вид. Преобладающими по обилию являются *Ephedra intermedia*, *Poa bulbosa*, *Holosteum umbellatum*, *Gagea bulbifera*, *Tulipa biflora* (указано как *T. buhseana*). Из других редких видов, кроме тюльпана Регеля, встречаются *Tulipa alberti*, *Iris kuschakewiczii*, *Gagea setifolia*. В наиболее благоприятных местах (нижняя треть осыпного, хорошо прогреваемого склона, под защитой скал) плотность тюльпана Регеля достигает 73 экз./м<sup>2</sup> (средняя 21.3 экз./м<sup>2</sup>). На верхних участках склонов и почти плоских террасах над каньоном плотность популяции уменьшается до 53 (средняя – до 19.2 экз./м<sup>2</sup>). Изучение возрастного состава и оценка численности показало, что популяция из самой восточной точки распространения вида жизнеспособна. Она насчитывает 2–3 тысячи разновозрастных особей и является самой большой и плотной в сравнении с другими популяциями в границах ареала [8].

В.В. Фисюн в 1979 г. описала экологические особенности произрастания *T. regelii* в западной части ареала вида в Чу-Илийских горах. Вид редок, чаще всего встречается на каменистых пестроцветных склонах и платообразных вершинах, где произрастает рассеянно или скученно по несколько экземпляров, иногда пятнами по 20–30 растений на расстоянии 10–20 см. Занимает склоны разных экспозиций, кроме северных, предпочитая южные. Из других растений были встречены *Gagea bulbifera*, *G. setifolia*, *Allium*

*vvedenkianum*, *Phlomoide molucelloides* (указано как *Eremostachys moluceloides*), а также *Lappula microcarpa*, *Ziziphora tenuior*, *Ceratocephala orthoceras*, *Meniocus linifolius*, *Holosteum umbelatum*, *Valeriana chionophila*, *Artemisia sublessingiana*, *Ephedra intermedia*, *Tulipa biflora*, *Ferula sp.*, *Goniolimon sp.*, *Iris kuschakewiczii*, *Astragalus kronenburgii*. На юго-восточном скалистом склоне гор Хантау тюльпан Регеля был встречен с *Thymus marshallianus* [7].

И.И. Кокорева с соавт. обследовали местообитания тюльпана Регеля в горах Анрахай, Костобе, Кульжабасы, Жетыжол. Они отнесли их к разнотравно-полынным, кустарниково-эфедрово-разнотравным, кустарниково-разнотравно-луковым и кустарниково-разнотравным сообществам на высоте 800–1175 м над у.м., с ПП 10–30% и каменистостью 80–90%. Плотность *T. regelii* в них сильно варьировала (от 1.55 до 80 экз./м<sup>2</sup>). Вместе с тюльпаном Регеля были отмечены *Tulipa alberti*, *Ziziphora clinopodioides*, *T. biflora*, *Festuca valesiaca*, *Allium galanthum*, *Schrenkia involucrata*, *Goniolimon cuspidatum*, *Artemisia sublessingiana*, *Atraphaxis pyrifolia*, *Cerasus tianschanica* и др. [9].

Ценопопуляция двух изолированных участков тюльпана Регеля на хребте Жетыжол общей численностью не менее 300 особей была подробно описана А.А. Иващенко и О.В. Ковпенко в апреле 2011 года. Состояние вида в этой самой южной точке своего распространения авторы охарактеризовали как «относительно благоприятное» [22].

Общая численность популяции оценивается от 3000 до 5000 цветущих особей по всему ареалу. Оценка тренда – численность вида снижается. По прогнозам, в ближайшие 50 лет популяция вида сократится на 30% из-за увеличения рекреационной деятельности и чрезмерного выпаса скота. Ослабление интенсивности семенного возобновления вида связано с возвратными холодами во время цветения, препятствующими нормальному опылению цветков и завязыванию плодов, а также с поеданием семян скотом во время выпаса [8, 10, 12].

В настоящий момент сообщества с тюльпаном Регеля не охраняются *in situ*. Делаются попытки выращивания тюльпана *ex situ* в ботанических садах в Ташкенте, Харькове, Санкт-Петербурге и Алматы [14], но этого недостаточно для сохранения вида.

Петрофитные кустарниковые сообщества, расположенные на склонах южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции в правобережной части каньонообразной долины р. Курты и Куртинского водохранилища, включают в себя наибольшую часть жизнеспособных ценопопуляций глобально редкого эндемика *Tulipa regelii*, достигающего здесь высокой плотности и численности. Эти сообщества требуют охраны и должны быть включены в реестр редких растительных сообществ, нуждающихся в охране («Зеленая книга Казахстана») [23]. Для снижения и предотвращения риска исчезновения вида необходимо учитывать глобальное распространение вида и обеспечить снижение интенсивности хозяйственной деятельности, в частности, ограничение выпаса скота в весенний период в местах массового произрастания тюльпана Регеля и контроль за рекреационной нагрузкой, а также включение участков возможного расселения вида в случае изменения климата [24]. При организации территориальной охраны рекомендуется ориентироваться на предлагаемые нами границы и площадь КБТ «Долина Курты».

Автор искренне благодарит Л.А. Димееву, И.Э. Смелянского и А.А. Иващенко за критические замечания и полезные рекомендации при подготовке статьи, В.Г. Эпиктетова за замечательные фотографии цветущего тюльпана Регеля из долины р. Курты, а также Сейида Сатиметова за помощь в экспедиционных выездах.

Исследование проведено при поддержке научно-технической программы BR10264557: «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021–2023 гг.).

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Гречушкина Н.А. Петрофитная растительность и ее классификация // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. №1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/petrofitnaya-rastitelnost-i-ee-klassifikatsiya> (дата обращения: 23.08.2023).
2. Климатические данные городов по всему миру. Азия. Казахстан. Алматинская область. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.climate-data.org> (дата обращения 23.08.2023)
3. Вальтер Г. Растительность Земного шара: эколого-физиологическая характеристика. Т.3. пер. с нем. Ю.Я. Ретеюма. Москва: Прогресс, 1975. 422 с.
4. Krassnow A. Descriptiones plantarum novarum vel minus cognitarum anno 1886 ab A. Krassnow in regionibus Thian-Schanicis lectarum // Scripta botanica, 1889, II. P. 9–22.
5. Введенский А.И. Тюльпан – *Tulipa* // Флора СССР. Л., 1935. Т. 4. С. 352.
6. Быков Б.А. Ареалы некоторых эндемиков Казахстана // Ботанические материалы гербария Ин-та ботаники АН КазССР. Алма-Ата, 1966. Вып. 4. С. 3–15.
7. Фисюн В.В. *Tulipa regelii* Krasn. – реликтовый эндем Чу-Илийских гор / Ботанические материалы гербария Ин-та ботаники АН КазССР. Алма-Ата, 1979. Вып. 11.
8. Иващенко А.А., Белялов О.В., Эпиктетов В.Г. Тюльпан Регеля (*Tulipa regelii* Krasn.) на восточной границе ареала // Terra. 2011. № 1 (10). С. 47–51.
9. Кокорева И.И., Отрадных И.Г., Съедина И.А., Лысенко В.В. Редкие виды растений Северного Тянь-Шаня (популяции, морфология, онтогенез, возобновление): монография. Алматы, 2013. 208 с.
10. Everett D. The genus *Tulipa*. Tulips of the world. Kew Garden Press, London, 2013. 380 p.
11. Иващенко А.А., Белялов О.В. Казахстан – родина тюльпанов. Алматы, 2019. – 368 с.
12. Wilson, B., Sultangaziev, O.E., Ivashenko, A. & Epiktetov, V. 2022. *Tulipa regelii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T184531957A184539363. [Электронный ресурс]. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2022-2.RLTS.T184531957A184539363.en>. (дата обращения 29.07.2023).
13. Mathew, B., Wilford, R. (2001). 406. TULIPA REGELII: Liliaceae. Curtis's Botanical Magazine, 18 (1), P. 6–11. [Электронный документ]. URL: <http://www.jstor.org/stable/45065469> (дата обращения 23.08.2023)
14. Красная книга Казахстана. Т.2, ч. 1: Растения. Алматы: Арт Print XXI, 2014. 605 с.
15. IUCN Red List categories and criteria, version 3.1, second edition. Gland and Cambridge: IUCN, 2012. iv, 32 p.
16. Bachman, S., Moat, J., Hill, A., de la Torre, J. & Scott, B. Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: Geospatial Conservation Assessment Tool // ZooKeys. 2011. Vol. 150. P. 117–126. <https://doi.org/10.3897/zookeys.150.2109>
17. *Tulipa regelii*. GBIF.org. GBIF Occurrence Download [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.15468/dl.qq674h> (дата обращения 24.08.2023)
18. *Tulipa regelii*. Research grade. Экспорт наблюдений. 109 наблюдений. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.inaturalist.org/attachments/flow\\_task\\_outputs/6539325/observations-352884.csv.zip?1692849154](https://www.inaturalist.org/attachments/flow_task_outputs/6539325/observations-352884.csv.zip?1692849154) (дата обращения 24.08.2023)
19. Darbyshire I., Anderson S., Asatryan A. et al. Important Plant Areas: revised selection criteria for a global approach to plant conservation // Biodivers Conserv. 2017. 26, P. 1767–1800. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1336-6>
20. Дубынин А.В. Современные задачи и подходы в сохранении разнообразия растений in situ // Актуальные вопросы охраны биоразнообразия: материалы III междунар. науч. конф., Уфа, 14 ноября 2022 г. / отв. ред. А.Р. Ишбирдин. Уфа: РИЦ УУНиТ, 2022. С. 98–108.
21. Рачковская Е.И., Волкова Е.А., Храмов В.Н. (ред.) Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб., 2003. 424 с.
22. Иващенко А.А., Ковпенко О.А. Некоторые результаты мониторинга популяций редких видов тюльпанов Южного Казахстана // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2011. № 6 (52). С. 77–80.
23. Байтулин И.О., Курочкина Л.Я., Огарь Н.П., Рачковская Е.И. Редкие и уникальные растительные сообщества Казахстана, меры их охраны и рационального использования // Известия НАН РК. Серия биологическая. 2009. № 4. С. 3–10.
24. Wilson, B., Dolotbakov, A., Burgess, B.J. et al. Central Asian wild tulip conservation requires a regional approach, especially in the face of climate change // Biodiversity and Conservation. 2021. Vol. 30, P. 1705–1730. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02165-z>

## ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СУБАЛЬПЕЙСКИХ БУКОВЫХ (*FAGUS ORIENTALIS*) ЛЕСОВ КОЛХИДЫ (ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Н.Б. Ермаков<sup>1,2</sup>, В.Д. Лейба<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Россия

<sup>2</sup>Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия

<sup>3</sup>Абхазская научно-исследовательская лесная опытная станция, г. Очамчыра, Республика  
Абхазия

## ECOLOGICAL AND FLORISTIC PECULIARITIES OF SUBALPINE BEECH (*FAGUS ORIENTALIS*) FORESTS FROM COLCHIS (THE WESTERN CAUCASUS)

N.B. Ermakov<sup>1,2</sup>, V.D. Leyba<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nikita Botanical Garden - National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia

<sup>2</sup>Maykop State Technological University, Maykop, Russia

<sup>3</sup>Abkhazian Experimental Research Forest Station, Ochamchira, Republic of Abkhazia

Буковые леса на Кавказе образованы из бука восточного (*Fagus orientalis*) и выступают одним из ключевых элементов растительного покрова. Они преобладают в верхней части лесного пояса на абсолютных высотах 700–2000 м, где занимают склоны гор различной экспозиции и крутизны, встречаются на субстратах, образованных различными горными породами, что определяет их высокое фитоценотическое разнообразие. Результаты классификации буковых лесов и характеристика их типологического состава в системе эколого-фитоценотической классификации представлены в ряде работ отечественных исследователей, среди которых мы выделяем труды Поварницына [1], Гулисашвили [2], Бебия [3].

Классификация буковых лесов Западного Кавказа и в целом Кавказской горной системы с использованием метода Браун-Бланке до настоящего времени очень слабо разработана. Основной публикацией по синтаксономии буковых лесов Кавказа считается статья Passarge [4], в которой он описал пять ассоциаций на небольшом пространстве южного макросклона Главного Кавказского хребта (вдоль Военно-Грузинской дороги), включив их в союз *Rhododendro pontici–Fagion orientalis* Passarge 1981 и в особый порядок *Rhododendro pontici–Fagetalia orientalis* Passarge 1981. Позднее, в сводке по растительности Европы Mucina et al. [5] союз *Rhododendro pontici–Fagion orientalis* рассматривается как синоним союза *Fagion orientalis* Soó 1964 из Восточных Балкан.

Данные о синтаксономических особенностях буковых лесов Колхиды до настоящего времени отсутствуют. Цель исследования – охарактеризовать экологические и флористические особенности сообществ буковых лесов, встречающихся в субальпийском поясе Гагрского горного хребта, являющегося передовым западным поднятием Главного Кавказского хребта.

В основу проведенного исследования положено 18 геоботанических описаний буковых лесов, выполненных 2018–2022 гг. на территории Колхидской части Эвксинской геоботанической провинции (Абхазия, Гагрский район). Также было использовано 48 геоботанических описаний буковых лесов из работы Passarge [5] с территории центральной части Грузии.

В результате проведенной классификации и сравнительного синтаксономического анализа субальпийские буковые леса Колхиды представлены в ранге ассоциации *Acero heldreichii–Fagetum orientalis* ass. nov. prov.

Сообщества ассоциации описаны с высокогорной части Гагрского хребта (Северная Колхида, Абхазия). Они небольшими массивами встречаются на крутых и умеренно крутых (15–40°), западных, восточных и отчасти южных склонах гор, сложенные

известняковыми породами, на абсолютных высотах 1690–1800 м, где непосредственно контактируют с высокотравными субальпийскими высокотравными лугами.

Леса характеризуются типичной для буковых лесов хорошей сомкнутостью – 60–80% и высотой 23–27 м. Абсолютно доминирует бук восточный (*Fagus orientalis*), к которому единично примешивается *Abies nordmanniana* и *Acer heldreichii* ssp. *trautvetteri*. Ярус кустарников всегда присутствует (покрытие 12–20%, высота до 3 м). В нем доминируют умеренно холодолюбивые виды - *Lonicera orientalis*, *Rubus caucasicus*, *Sorbus boissieri*. Однако, также встречается теплолюбивая вечнозеленая лавровишня (*Prunus laurocerasus*). В сообществах постоянно подрост видов древесного яруса.

Характерная особенность ассоциации хорошее развитие травяного яруса (покрытие – 60–85%, высота – до 60 см), который разделяется на два подъяруса. В верхнем подъярусе ведущая роль принадлежит субальпийско-лесным и субальпийским видам: *Adenostyles platyphylloides*, *Agasyllis latifolia*, *Calamagrostis arundinacea*, *Dolichorrhiza correvoniana*, *Petasites albus*, *Valeriana tiliifolia*, *Woronowia speciosa*, наряду с представителями лесной флоры: *Athyrium filix-femina*, *Brachypodium sylvaticum*, *Bromopsis benekeni*, *Dryopteris caucasica*, *D. filix-mas*, *Festuca drymeja*. Нижний подъярус состоит преимущественно из неморальных видов: *Fragaria vesca*, *Galium odoratum*, *Polygonatum glaberrimum*, *Sanicula europaea*. В составе ассоциации выделено две субассоциации:

Субасс. *A. t.–F. o. typicum* subass. nov. prov.

В ее составе более значимо преобладают субальпийские высокотравные и отчасти лесные виды: *Adenostyles macrophylla*, *Aegopodium podagraria*, *Asperula taurica*, *Rhamnus imeretina*, *Ranunculus buhsei*, *Polystichum lonchitis*, *Prenanthes abietina*, *Ptarmica biserrata*.

Субасс. *A. t.–F. o. vaccinietosum arctoctaphyli* subass. nov. prov.

Субассоциация объединяет субальпийские буковые леса с более значимым участием лесных, петрофильных и низкотравных субальпийских видов: *Asplenium trichomanes*, *Doronicum macrophyllum*, *Kemulariella caucasica*, *Omphalodes cappadocica*, *Pulmonaria mollis*, *Ruscus colchicus*, *Salvia glutinosa*, *Sorbus boissieri*, *Swertia iberica*, *Vaccinium arctostaphylos*.

Охарактеризованная ассоциация субальпийских буковых лесов во многом уникальна для Эвксинской области несмотря на то, что буковые леса часто встречаются у верхней границы леса на Кавказе и Малой Азии. Основная их флористическая специфика определяется высокими показателями постоянства и проективного покрытия многочисленных субальпийских видов эндемичного кавказского типа ареала (некоторые из которых иногда заходят в прилегающий район северо-восточной Анатолии): *Acer heldreichii* ssp. *trautvetteri*, *Aconitum orientale*, *Adenostyles platyphylloides*, *Agasyllis latifolia*, *Astrantia major* subsp. *biebersteinii*, *Asyneuma campanuloides*, *Cephalaria gigantea*, *Cicerbita petiolata*, *Dolichorrhiza correvoniana*, *Doronicum macrophyllum*, *Kemulariella caucasica*, *Lonicera orientalis* (*L. caucasica* ssp. *caucasica*), *Ranunculus buhsei*, *Rhamnus imeretina*, *Ranunculus cappadocicus*, *Swertia iberica*, *Valeriana tiliifolia*, *Woronowia speciosa*. Это во многом связано с известными физико-географическими и ботанико-географическими особенностями Колхиды (как части Эвксинской провинции) [6]. Климатическое своеобразие этой части Кавказской горной системы, обусловлено тем, что она выступает передовым барьером на пути Западного переноса Атлантических воздушных масс и в совокупности с региональным влиянием бассейна Черного моря, существенно отличается более гумидными и менее континентальными климатическими условиями от внутренних территорий Кавказа (как, впрочем, и от большей части территории Эвксинской провинции в целом). Климат на высоте около 1600 м умеренно холодный и очень влажный. Среднегодовая температура составляет 5.2°C. Средняя температура самого теплого месяца (августа) 14 – 16°C, самого холодного месяца (января) – 2° – – 5°C. Зима длится 4–5 месяцев в году, но высокий снежный покров держится дольше. Высокая влажность климата обеспечивается активными средиземноморскими циклонами на всей западной части Кавказа. Среднегодовое количество осадков 1000–2500 мм [6]; [7]. Снежный покров

зимой достигает 4 метров. По данным ближайшей к оптимальным местообитаниям буковых лесов метеостанции Ачишко, расположенной на абсолютной высоте 1880 м, среднегодовая температура +3.9° С, средняя температура самого теплого месяца (августа) +12.9° С, самого холодного месяца (январь) – – 5° С, среднегодовое количество осадков 3200 мм.

Эти климатические условия, а также наличие передовых горных хребтов, сложенных известняковыми породами [8], обусловили на протяжении исторически длительного времени с конца палеогена уникальные особенности природных условий региона, определяющие своеобразные направления флорогенеза и филогенеза в растительном покрове Колхиды. Это обусловило высокий уровень регионального своеобразия современного флористического состава, экологии и фитоценотической структуры лесных сообществ (и буковых лесов, в частности). В результате, описанная ассоциация, отличается от аналогичных сообществ тем, что она формирующиеся в своеобразных - ультра-гумидных и наиболее теплообеспеченных экологических условиях западной части Кавказа на известняковых горных породах. Проведенный сравнительный флористический анализ показал, что некоторые субальпийские виды (в значительно меньшем числе, но тем демонстрирующие достаточно высокие показатели константности, и прежде всего виды высокотравья) присущи также трем ассоциациями из верхней части лесного пояса Центрального Кавказа – *Petasito–Fagetum orientalis* Passarge 1981, *Veratro–Fagetum orientalis* Passarge 1981 и *Pyrolo–Fagetum orientalis* Passarge 1981: *Acer heldreichii* ssp. *trautvetteri*, *Adenostyles platyphylloides*, *Aconitum orientale*, *Calamagrostis arundinacea*, *Gentiana schistocalyx*, *Geranium sylvaticum*, *Lonicera orientalis*, *Petasites albus*, *Polygonatum verticillatum*, *Parmica biserrata*, *Sorbus boissieri*, *Swertia iberica*, *Valeriana tiliifolia*. Эта группа общих видов демонстрирует возможность рассмотрения субальпийских ассоциаций буковых лесов Колхиды и Центрального Кавказа в качестве одной синтаксономической категории высокого уровня – союза *Acero heldreichii–Fagion orientalis* all. nov. prov. Сообществ восточно-буковых лесов со значимым участием субальпийских видов нами не было обнаружено в доступной литературе по Северной Анатолии и Восточным Балканам. Поэтому потенциально ареал союза *Acero heldreichii–Fagion orientalis* может быть в настоящее время ограничен только верхней частью лесного пояса и субальпийской высокогорной области Кавказа. В настоящее время синтаксономическое положение субальпийских буковых лесов Кавказа выглядит следующим образом:

Cl. *Carpino–Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968

Ord. *Rhododendro pontici–Fagetalia orientalis* Passarge 1981

All. *Acero heldreichii–Fagion orientalis* nov. prov.

Ass. *Acero heldreichii–Fagetum orientalis* nov. prov.

Subass. *A. t.–F. o. typicum* nov. prov.

Subass. *A. t.–F. o. vaccinietosum arctoctaphyli* nov. prov.

Ass. *Petasito–Fagetum orientalis* Passarge 1981

Ass. *Veratro–Fagetum orientalis* Passarge 1981

Ass. *Pyrolo–Fagetum orientalis* Passarge 1981

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-24-00527, <https://rscf.ru/project/22-24-00527/>

## Литература

1. Поварницын В.А. 1936. Типы лесов Абхазии // Абхазия: геоботанический и лесоводственный очерк по материалам экспедиции Академии наук СССР М.-Л., 1934. С. 67–156.,
2. Гулисаивили В.З., Махатадзе Л.Б., Прилипко Л.И. Растительность Кавказа. М.: Наука, 1975. 233 с.
3. Бебия С.М. Леса Абхазии. Сухум.: АКАДЕМИЯ, 2022. 589 с.
4. Passarge H. 1981. Über Fagetea im kartalinischen Kaukasus // Feddes Repertorium. Vol. 92. Iss. 5–6. P. 413–431.
5. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Ya. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Freitag H., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19. (Suppl. 1). P. 1–264.
6. Гвоздецкий Н.А. Кавказ. Очерки природы. М.: Географгиз, 1963. 264 с.
7. Гребенищikov О.С. Опыт климатической характеристики основных растительных формаций Кавказа // Ботанический журнал. 1974. Т. 59, № 2. С. 161–174.
8. Антонов Б.А., Думитрашко Н.В., Ширинov Н.Ш. Общая характеристика и история развития рельефа Кавказа. М.: Наука, 1977. 288 с.



## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НИШИ ОРХИДНЫХ В ПОЯСЕ ДУБОВЫХ КСЕРОМЕЗОФИЛЬНЫХ ЛЕСОВ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Е.Л. Железная, И.Я. Караван

Институт экологии Российского университета дружбы народов им. П. Лумумбы,  
г. Москва, Россия

## ECOLOGICAL NICHEs OF ORCHIDS IN THE BELT OF OAK XEROMESOPHILIC FORESTS OF THE SIKHOTE-ALIN NATURE RESERVE

E.L. Zheleznaia, I.Ya. Karavan

Institute of Environmental Engineering, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University  
of Russia, Moscow, Russia

*Orchidaceae* – самое многочисленное семейство однодольных растений и второе по численности после *Asteraceae* – содержит около 28 тыс. видов. Тем не менее почти все орхидеи включены в Приложение II Конвенции о международной торговле видами, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС). В России отмечено свыше 125 видов, из которых 63 занесены в Перечень объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации [5]. Еще больше видов включены в региональные Красные книги. Причины редкости орхидных заключаются и в узкой экологической амплитуде части видов, стратегии избегания конкуренции других трав, необходимости иметь грибного симбионта, а иногда и узкоспециализированных опылителей. Именно этими причинами обусловлена их особая уязвимость при антропогенном воздействии, прежде всего при разрушении или нарушении их местообитаний.

В Сихотэ-Алинском заповеднике выделяют 6 высотных поясов растительности: гольцово-тундровая (более 1100 – 1400 м. н. у.м.), подгольцовая (более 1000 м. н. у.м.), пихтово-еловые леса (600 – 1000 м.н.у.м.), кедрово-широколиственные леса (300 – 700 м. н. у.м.), широколиственно-дубовые ксеромезофильные леса (до 300 м. н. у.м.), прибрежно-морская растительность [10; 6].

В поясе дубовых ксеромезофильных лесов мы изучили 8 видов орхидных, которые занимают разные экологические ниши. В дубняке из *Quercus mongolica* произрастают ценопопуляции *Platanthera mandarinorum* Reichb. F. В, *P. metabifolia* F. Maek. А также редкие виды – *Tulotis ussuriensis* (Regel & Maack) Nara и *Liparis kumokiri* Maekawa [3]. *P. mandarinorum* встречается еще в березняке из *Betula platyphylla* и *B. dahurica*, входящем в этот пояс леса. На переувлажненных приморских лугах – сфагново-осоковых болотах, относящихся к азональной растительности, но чередующихся с участками дубового и березового леса, исследовали *Habenaria linearifolia* Maxim., *Platanthera hologlottis* Maxim. и редкий вид – *Pogonia japonica* Rehb. f. [5]. На сухих и влажных приморских лугах – *Spiranthes sinensis* (Pers.) Ames [2].

В каждом местообитании проводили геоботанические описания по стандартной методике, также проводили описания микросайтов и измерение освещенности люксметром LX1010BS. Возрастные состояния выделяли по методикам И.В. Татаренко [8, 9]. При изучении структуры популяций за счетную единицу у корневищных видов – *Pogonia japonica*, *Spiranthes sinensis* – принимали фитоценоотическую счетную единицу или парциальный побег, у видов со стеблекорневым тубероидом – *Platanthera metabifolia*, *P. mandarinorum* и *Habenaria linearifolia*; столоновидным тубероидом – *P. hologlottis* и *Tulotis ussuriensis*; с псевдобульбой – *Liparis kumokiri* – особь.

Некоторые характеристики учетных площадей, в целом фитоценозов, где произрастают орхидные, и их ценопопуляций, приведены в табл.1.

Таблица

**Характеристики фитоценозов и ценопопуляций орхидных пояса дубовых  
ксеро-мезофильных лесов Сихотэ-Алинского заповедника**

Фитоценоз, местонахождение	Вид растения	Средняя плотность, ос/м <sup>2</sup>	Размер учетной площади, м <sup>2</sup>	Освещенность, Лк	Сомкнутость крон ярусов А, В	ОППС, %	ОППД, %
Дубняк разнотравно-злаковый, Благодатное	<i>Platanthera mandarinorum</i>	0.79	29	4808	0.7; 0–0,3	40–45	0
	<i>P. metabifolia</i>	1.05	20				
	<i>Tulotis ussuriensis</i>	11.24	25				
Березняк разнотравно-злаковый, Благодатное	<i>Platanthera mandarinorum</i>	0.48	25	22200	0.3; не сомкнут	40–45	5
Травяное болото сфагново-осоковое 1, Благодатное	<i>Habenaria linearifolia</i>	0.88	40	42500	–	90	95
	<i>Platanthera hologlottis</i>	0.48	40				
	<i>Pogonia japonica</i>	4.65	40				
Травяное болото сфагново-осоковое 2, Благодатное	<i>Habenaria linearifolia</i>	0.85	20	32740	–	90	95
	<i>Platanthera hologlottis</i>	0.45	20				
	<i>Pogonia japonica</i>	9.15	20				
Травяное болото сфагново-осоковое 3, Благодатное	<i>Habenaria linearifolia</i>	1.10	40	65440	–	90	95
	<i>Platanthera hologlottis</i>	0.05	40				
	<i>Pogonia japonica</i>	4.50	40				
Сухой злаково-разнотравный приморский луг, Благодатное	<i>Spiranthes sinensis</i>	3.10*	40*	Нет данных	А – отсутствует, 0–0.2	20–80	5–100
Сухой злаково-разнотравный приморский луг, мыс Первенец	<i>Spiranthes sinensis</i>	2.45	20	102660		50	0
Влажный ситниково-осоковый луг, мыс Первенец	<i>Spiranthes sinensis</i>	2.50*	20*				40–50

Примечание: \* Учетные площади были заложены только на участках с наличием растений, указана экологическая плотность на единицу обитаемого пространства [4].

Мы не поместили сведения о липарисе, т.к. в 2023 г. было обнаружено всего несколько растений.

Самую высокую плотность в изученных фитоценозах имеют виды с активным вегетативным размножением – *Tulotis ussuriensis* и *Pogonia japonica*. В литературе в Приморье отмечают многочисленные популяции, насчитывающие от нескольких сотен до нескольких тысяч растений [1]. Весеннее выжигание ветоши на лугах способствует увеличению численности популяций тулотиса [1]. Тулотис – эврибионт по отношению к свету и может произрастать как в тенистых лесах, так и на лугах. Гелиофит бородавка японская предпочитает селиться на микроповышениях – кочках на заболоченных лугах. В экологических шкалах В.П. Селедца [7] имеются сведения о ступенях шкалы увлажнения для поводника линейнолистного 66 – 95, любки цельногубой 72 – 95 и скрученника китайского 60 – 90. А также о ступенях шкалы богатства и засоленности почвы для этих видов. Соответственно: 6–12, 8–13, 10–13. Для этих видов приведены еще

значения антропотолерантности. Соответственно: 2–3, 2–3 и 2–7. То есть скрученник может расти как на сухих, так и на сырых лугах, более требователен к богатству почв и устойчив к антропогенному воздействию. Действительно, в местах его произрастания на мысе Первенец на сухом лугу имеются кабаньи порои разного возраста, а на влажном лугу ценопопуляция базируется на старой дороге. На мысе Южном в урочище Благодатное в местонахождении скрученника есть следы деятельности пятнистых оленей. Из-за пациентной стратегии этого вида типичными местообитаниями для него являются обочины дорог и заброшенные шахты. Любка цельногубая и поводник линейнолистный имели весьма низкую среднюю плотность ценопопуляций на болотах в Благодатном в 2023 г. (табл.). В то же время И.В. Татаренко, работавшая с этими видами там же в 1989–90 гг., отмечает более высокую плотность, что видимо связано с периодическим сенокосением этой территории, тогда еще не входившей в заповедник, а бывшей памятником природы. Снова проявляется пациентная стратегия, поскольку сенокосение разрушает замкнутые группировки плотнодерновинных, корневищных и кочкообразующих злаков и осок. Интересно, что как в слишком влажный, так и в слишком сухой период вегетации сглаживается разница в онтогенетической структуре ценопопуляций скрученника на влажном и сухом лугах (рис.). Также отмечено, что в сухих местообитаниях молодые растения могут раньше закончить вегетацию. Неблагоприятные периоды орхидные также могут пережить в состоянии вторичного покоя или пониженной жизненности.

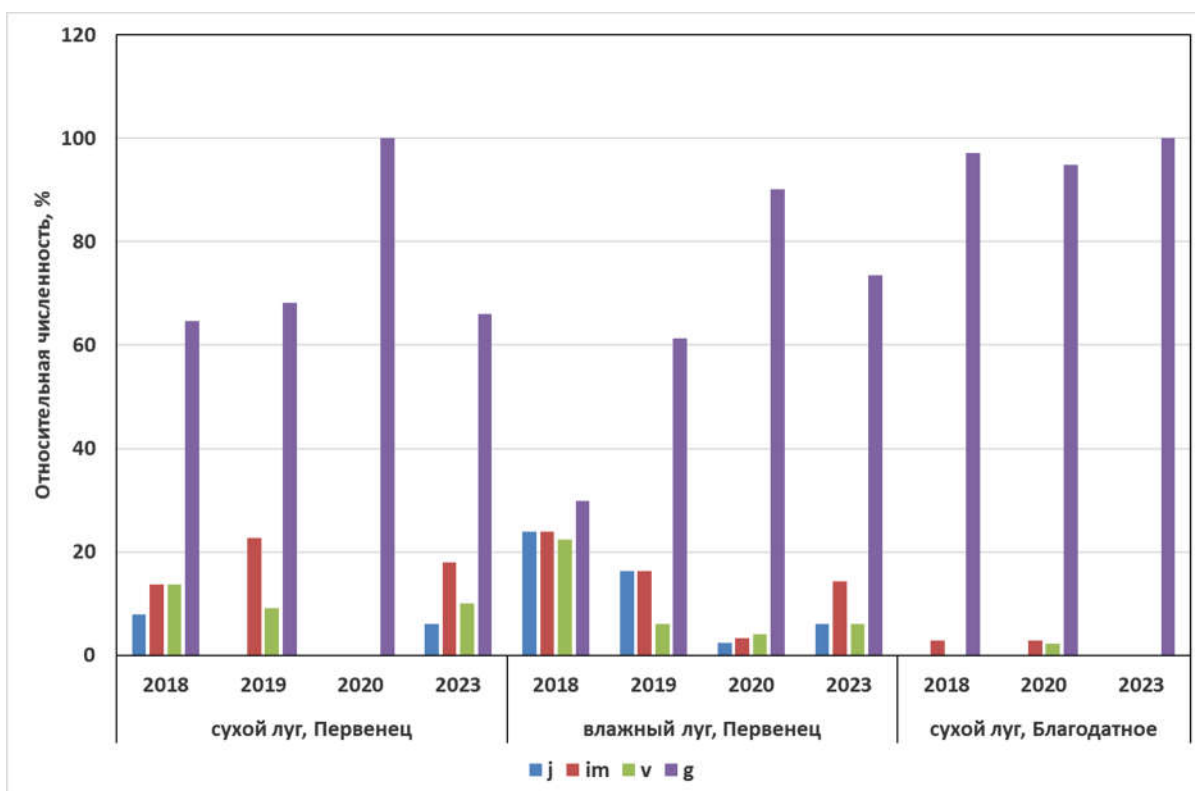


Рис. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Spiranthes sinensis* в 2018–2023 гг.

Занимая разные экологические ниши в растительных сообществах, орхидные чаще всего малочисленны, поскольку имеют слабую конкурентоспособность, но высокую способность к адаптациям.

## Литература

1. *Вахрамеева М.Г., Варлыгина Т.И., Татаренко И.В.* Орхидные России (биология, экология и охрана). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 437 с.
2. *Железная Е.Л.* Изучение орхидных Сихотэ-Алинского заповедника в разных местообитаниях // Вестник Тульского государственного университета. Всероссийская научная конференция «Изучение и сохранение биоразнообразия Тульской области и других регионов России», посвященная перспективам создания национального парка «Тульские засеки». 23–26 ноября 2021 г. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. С.62–69.
3. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Биолого-почвенный институт ДВО РАН. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. 688 с.
4. *Одум Ю.* Основы экологии. М., Мир, 1975. 740 с.
5. *Приказ Минприроды РФ от 23.05.2023 № 320* «Об утверждении перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.07.2023 №74362)
6. Растения, грибы и лишайники Сихотэ-Алинского заповедника. отв. ред.: Е.А. Пименова. Владивосток: Дальнаука, 2016. 557 с.
7. *Селедец В.П.* Экологические шкалы для ботанических исследований в муссонном климате Дальнего Востока России // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН, 2010. Вып. 7. С. 39–82.
8. *Татаренко И.В.* Атлас побегово-корневых модулей орхидных России и Японии. Москва, Модерат, 2015. 236 с.
9. *Татаренко И.В.* Орхидные России: жизненные формы, биология, вопросы охраны. М.: Аргус, 1996. 207 с.
10. *Флягина И.А.* Высотная поясность // Структурная организация и динамика природных комплексов Сихотэ-Алинского биосферного заповедника. Владивосток: ОАО «Примполиграфкомбинат», 2005. С. 22–60.

## ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Ю. Истомина

ФГБОУ ВО Ульяновский государственный педагогический университет  
им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия

## FLORISTIC MATERIALS FOR MAINTAINING THE RED BOOK OF THE ULYANOVSK REGION

E.Y. Istomina

*Ulyanovsk state pedagogical University after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk, Russia*

Ведению региональных Красных книг всегда уделялось особо пристальное внимание учёных, так как данную работу необходимо проводить постоянно и скрупулёзно. Основные задачи ведения Красной книги заключаются не только в выявлении новых местонахождений редких видов и их популяций, но и обоснование предложений по внесению новых таксонов или исключения ранее внесенных после восстановления их численности в регионе.

В Ульяновской области последнее издание Красной книги было выпущено в 2015 году. Во флористический список редких видов высших сосудистых растений вошло 222 вида. Согласно категориям статуса редкости видов, преобладают редкие (3) – 90 видов, затем сокращающиеся в численности (2) – 85 видов, далее находящиеся под угрозой исчезновения (1) – 41 вид. Самая малочисленная группа – неопределённые по статусу виды (4) – представлены 6 видами и нуждаются в дополнительном изучении об их состоянии в природных сообществах.

Работы по мониторингу охраняемой флоры Ульяновской области проводятся автором начиная с 2008 г. и отражены в ряде публикаций. В результате полевых исследований степных меловых склонов 2023 г. в Карсунском районе Ульяновской области в окрестностях сел Новое Погорелово и Нагаево были выявлены новые местонахождения краснокнижных видов растений. Обнаружено более 30 редких видов, из которых 6 видов включены в Красную книгу Российской Федерации [1] и 17 видов – в Красную книгу Ульяновской области [1]. Ниже приводится перечень редких видов.

1) *Pinus sylvestris* L. var. *cretaceae* Kalenicz. ex Kom. – вид, находящийся в Ульяновской области под угрозой исчезновения (1). Этот подвид сосны обыкновенной включён в Красную книгу Российской Федерации [1]. Является реликтом третичного периода и эндемиком Восточной Европы. Из-за массовых рубок в прошлом этой разновидности сосны произошло резкое сокращение численности вида, а восстановление проходит крайне медленно. На территории области сосна меловая приурочена к районам выхода на поверхность верхнемеловых карбонатных отложений. Нами обнаружена популяция сосны в верхней и средней части склонов правого берега реки Сухая Карсунка севернее с. Нагаево. Особи в популяции разновозрастные от 5 до 30 лет. Наличие шишек является признаком семенного размножения вида. В настоящее время идёт активное восстановление численности сосны меловой из-за сокращения выпаса скота и весеннего пала травы на степных склонах.

2) *Thymus cimicinus* Blum. ex Ledeb (*Th. dubjanskyi* Klok. et Shost.) – редкий вид Красной книги Российской Федерации [1], Поволжский эндемичный вид с дизъюнктивным ареалом, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (3в) [2]. В Ульяновской области тимьян встречается только в Правобережной части, но в местах произрастания может образовывать крупные популяции. В Карсунском районе нами отмечен в окрестностях с.

Новое Погорелово и в окрестностях с. Нагаево, образуя характерные участки тимьянниково-разнотравных степей. Площадь данных участков значительно варьирует – от 1 м<sup>2</sup> до 300 м<sup>2</sup>.

3) *Iris aphylla* L. – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а), включенный в Красную книгу Российской Федерации [1]. На территории области встречается практически во всех районах небольшими популяциями. Нами обнаружен в окрестностях с. Новое Погорелово среди степного разнотравья в верхней части меловых склонов. Вторая точка расположена в окрестностях с. Нагаево, в верхней части степных склонов, под пологом сосны меловой, а также по полянам и опушкам сосново-широколиственного леса в верхней облесненной части склонов. Обе популяции не многочисленны, представлены небольшими по площади куртинами.

4) *Cephalanthera rubra* (L.) Rich. – вид, находящийся под угрозой исчезновения (1), включён в Красную книгу Российской Федерации [1]. Охраняется на международном уровне, так как входит в Европейский список краснокнижных сосудистых растений [3] с категорией LC – требующий внимания, а также в Приложение II конвенции СИТЕС. В Ульяновской области встречается очень редко и всегда в небольшом обилии. Для Карсунского района ранее не указан. Нами обнаружен в окрестностях с. Нагаево, в сосново-широколиственном лесу в верхней части степных склонов правого берега р. Сухая Карсунка. Популяция малочисленна, отмечено 3 особи в стадии бутонизации.

5) *Orchis militaris* L. – редкий вид, находящийся на южной границе ареала (3г), входит в Красную книгу Российской Федерации [1] и Приложении II Конвенции СИТЕС. На территории области редок. Ближайшие местонахождения – близ сел Русские Горенки и Беловодье Карсунского района. Нами обнаружен в окрестностях с. Нагаево, в средней части степных склонов под пологом сосны меловой. Отмечен единично в стадии цветения.

6) *Stipa pennata* L. – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а), входящий в Красную книгу Российской Федерации [1]. Ранее на территории области вид встречался широко, но в настоящее время наблюдается сокращение численности вида в связи с интенсивными антропогенными нагрузками и разрушением местообитаний. Нами отмечен в окрестностях с. Новое Погорелово и в окрестностях с. Нагаево Карсунского района. Обе популяции многочисленны. Ковыль перистый является доминантом и эдификатором ковыльно-разнотравных степей на изученных участках, занимая преимущественно верхние и средние части склонов.

7) *Stipa pulcherrima* K. Koch – редкий вид, находящийся на северной границе ареала (3г), включен в Красную книгу Российской Федерации [1]. На территории Ульяновской области встречается изредка, преимущественно в южных степных районах. Ковыль красивейший обнаружен по степным склонам восточной экспозиции в окрестностях с. Нагаево. Популяция не многочисленна, занимает небольшие по площади участки степных склонов совместно с другими представителями этого рода.

8) *Adonis vernalis* L. – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а). На территории Ульяновской области имеет достаточно широкое распространение, т.к. встречается во всех районах, но из-за антропогенной нагрузки на природные сообщества имеет тенденцию к сокращению численности [1]. Обнаружено 2 местонахождения: севернее с. Нагаево, по правому склону остепнённый холмов реки Сухая Карсунка. Встречался изредка небольшими группами по 2–8 особей среди разнотравной степной растительности, преимущественно в верхней части склонов. Второе – в 1 км северо-западнее с. Новое Погорелово, по крутым меловым склонам правого берега реки Сухая Карсунка. Встречается редко, по 2–4 особи в нижней части степных склонов.

9) *Artemisia latifolia* Ledeb. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (3в),

встречается достаточно редко, в Карсунском районе известен только из двух пунктов. Нами обнаружен в верхней части степных склонов в окрестности с. Новое Погорелово. Популяция полыни широколистной немногочисленная.

10) *Artemisia sericea* Web. ex Stechm. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (Зв). Полынь шелковистая обнаружена среди степного разнотравья в верхней и средней части склонов в окрестностях с. Нагаево. Популяция не многочисленна и образует небольшие куртинки под пологом сосны меловой.

11) *Hedysarum gmelinii* Ledeb. – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а). В Ульяновской области встречается редко, преимущественно в Карсунском и Вешкаймском районах. Нами обнаружен в 1 км северо-западнее с. Новое Погорелово, в верхней и средней части степных меловых склонов. Популяция копеечника многочисленная, во время цветения образуя характерный аспект. Встречается также на степных каменистых склонах в окрестностях

с. Нагаево. Копеечник Гмелина занимает большую по площади территорию как на участках каменистых меловых степей, так и разнотравных и ковыльно-разнотравных степей. Произрастает небольшими группами или единично.

12) *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (Зв), имеет единичные местонахождения на территории Ульяновской области. Солнцецвет монетолистный имеет достаточно крупную популяцию на разнотравных меловых каменистых степях в окрестностях с. Нагаево и с. Новое Погорелово.

13) *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (Зв). В области встречается преимущественно в южных районах. Ближайшее местонахождение находится в окрестностях с. Русские Горенки Карсунского района. Овсец опушенный обнаружен нами среди степного разнотравья в верхней части меловых склонов в окрестностях с. Нагаево. Популяция немногочисленна, отдельные группы занимают небольшие по площади участки, не превышая 5 м<sup>2</sup>.

14) *Krascheninnicova ceratoides* (L.) Gueldenst. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (Зв), встречается преимущественно в южных районах области. Этот кальцефильный полукустарник обнаружен нами по степным меловым склонам в 1 км северо-западнее с. Новое Погорелово. Терескен серый встречается редко, популяция малочисленна, представлена 5–10 особями.

15) *Lomelosia isetensis* (L.) Sojak – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а), встречающийся только в Правобережье области. Ранее указывался для Карсунского района, но в окрестностях с. Нагаева отмечен нами впервые. Скабиоза исетская, являясь облигатным кальцефиллом, приурочена меловым обнажениям в верхней части склонов. Встречается спорадически, небольшими по площади группами.

16) *Polygala sibirica* L. – редкий вид, имеющий узкую экологическую приуроченность и растущий по выходам мелов и других карбонатных пород (Зв), отмечен ещё в двух местообитаниях Карсунского района: на меловых склонах правого берега р. Сухая Карсунка в окрестностях с. Нагаево и по меловым склонам восточной экспозиции в окрестностях с. Новое Погорелово. Обе популяции истода сибирского небольшие по площади, приурочены, главным образом, открытым участкам выхода мела. Единично может встречаться в степном разнотравье.

17) *Valeriana tuberosa* L. – вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний (2а), преимущественно в южных районах Ульяновской области. В Карсунском районе отмечен близ с. Русские

горенки в 7 км от обнаруженной нами популяции. Валериана клубненосная найдена в верхней части меловых склонов восточной экспозиции в окрестностях с. Нагаево. Популяция малочисленна, найдено 6 особей, которые находились в стадии цветения.

Кроме указанных выше видов, нами обнаружены растения из «Перечень объектов растительного, животного мира и грибов Ульяновской области, нуждающихся в особом внимании» [2]: *Bupleurum falcatum* L., *Dianthus fischeri* Spreng., *Ephedra disrachya* L., *Gentiana cruciata* L., *Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag., *Jurinea ledebourii* Bunge, *Silene multiflora* (Ehrh.) Pers. К категории редких для Ульяновской области видов относятся также *Astragalus rupifragus* Pall., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Onosma simplicissima* L., *Galium octonarium* (Klokov) Soo, *Erucastrum armoracioides* (Czern. ex Turcz.) Cruchet, *Salvia verticillata* L., *Chaenorhinum minus* (L.) Lange.

### Литература

1. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008. 782 с.
2. Красная книга Ульяновской области / под науч. ред. Е.А. Артемьевой, А.В. Масленникова, М.В. Корепова; Правительство Ульяновской области. Москва: Изд-во «Буки Веди», 2015. 550 с.
3. Bilz M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 130 p.



**РОЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КОМИ В СОХРАНЕНИИ  
РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА**

**В.А. Канев<sup>1</sup>, С.В. Дёгтева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт Биологии Коми Научного Центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия*

<sup>2</sup>*Федеральный Исследовательский Центр Коми Научный Центр Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия*

**THE ROLE OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREAS OF REPUBLICAN  
IMPORTANCE OF THE KOMI REPUBLIC IN THE PRESERVATION  
OF FLOWER WORLD**

**V.A. Kanev<sup>1</sup>, S.V. Degteva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia*

<sup>2</sup>*Federal Research Center Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia*

Республика Коми (РК), расположенная на европейском северо-востоке России, отличается от сопредельных регионов значительным разнообразием природных комплексов. Исследование и мониторинг биоты особо охраняемых природных территорий (ООПТ), которые имеют ключевое значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия как основы биосферы, рассматриваются в мире в качестве важнейшего приоритета. Республика Коми, где ландшафты мало трансформированы деятельностью человека, представляет собой уникальный полигон для сохранения и изучения биологического разнообразия. Республика Коми занимает площадь 416 тыс. км<sup>2</sup> и находится на границе Европы и Азии, граница которых проходит по Уральскому хребту. В пределах республики расположены следующие основные природные зоны: таежная (южная, средняя и северная), лесотундра и южная тундра, на востоке республики в Уральских горах хорошо выражена зона вертикальной поясности.

В регионе созданы 244 ООПТ, четыре из которых – Печоро-Ильчский государственный природный биосферный заповедник, Национальные парки «Югыд ва» и «Койгородский», государственный природный заказник «Параськины озера» имеют федеральный статус, 238 – региональное (республиканское) подчинение и 2 местного значения. Общая площадь природно-заповедного фонда составляет 5.7 млн. га – примерно 13.7% от общей площади республики, из которых почти половина – 2.69 млн. га (6.5% от территории республики) приходится на четыре федеральные ООПТ [1–4].

Несмотря на расположение республики Коми в Европейской части России, с ботанической точки зрения территория республики до сих пор остается мало изученной, многие районы до сих пор не посещались ботаниками. Углубленное целенаправленное изучение флоры сосудистых растений этой территории, началось только в середине XX столетия, продолжается и сегодня. К настоящему моменту достаточно относительно хорошо исследованы некоторые локальные и конкретные флоры равнинной части таежной зоны региона и отдельные районы Уральского хребта [5–8]. Но все равно степень изученности флор отдельных территории республики является очень слабой, к таким мало исследованным территориям относятся многочисленные ООПТ в Республике Коми, которые стали создаваться с 70–80-х годов двадцатого столетия и расположены в труднодоступных местностях. Со второй половины 1980-х годов специалисты Института биологии Коми НЦ УрО РАН начали планомерную инвентаризацию флор сосудистых

растений крупнейших особо охраняемых природных территорий федерального значения, расположенных в предгорьях и горах Северного и Приполярного Урала – Печоро-Ильчского государственного природного заповедника и Национального парка «Югыд ва» [6-8], а к инвентаризации резерватов республиканского значения началась только с 2000 года и на данный момент завершена [1, 2, 4]. Но в настоящее время происходит инвентаризация новых территорий, которые перспективны для включения в сеть ООПТ, в тех природных комплексах, где отсутствуют природные резерваты [1].

По состоянию на 31.12.2022 в границах Республики Коми функционируют 238 ООПТ республиканского значения: 190 государственных природных заказников (3.06 млн. га) и 48 памятников природы (5.07 тыс. га) [9]. Их общая площадь – 3.06 млн. га (7.2% от территории республики). Общая площадь двух ООПТ местного значения составляет 221.3 га. В зависимости от предмета охраняемого объекта региональные резерваты в регионе представлены комплексными (ландшафтными), гидрологическими (болотные и озерные), биологическими (собственно биологические, ботанические, лесные, кедровые, луговые).

По последним данным, флора высших сосудистых растений в Республике Коми насчитывает 1222 вида растений, к 415 родам и 114 семействами [9], из которых 906 видов произрастает в резерватах федерального значения, относящихся к 343 родам и 98 семействам, что составляет 74.3% от всей флоры Республики. Около 800 видов произрастает в резерватах республиканского значения, что составляет около 65% от всей флоры Республики. Всего в Республике Коми произрастает 233 вида редких охраняемых растений включенные в Красную книгу Республики Коми [10] (табл. 1).

В 4 резерватах федерального значения произрастает 194 вида сосудистых растений, что составляет 83.3% от всех охраняемых видов в регионе [11]; а в 238 резерватах республиканского значения – 110 видов или 47.2% от общего числа охраняемых видов. У некоторых охраняемых растений, включенных в Красную Книгу, местонахождения уникальны и единственны для территории Республики Коми и охраняются только в одном резервате республиканского значения, например солнцезвезд монетолистный (*Helianthemum nummularium* (L.) Mill) из семейства ладанниковые в комплексном заказнике «Белая Кедрва» [10]. Также кроме, видов включенные в Красную Книгу, есть виды, которые нуждаются в биологическом надзоре, и которые включены в приложение к региональному Красной Книге, таких видов 35.

Больше всего в регионе создано болотных заказников и памятников природы (92 и 8 соответственно), которые были созданы для охраны различных комплексов болотных систем в период массовой осушки и мелиорации болот и заболоченных лесов в 80-е годы 20 века, с целью сохранения мест произрастания клюквы, морошки, голубики и воспроизводства промысловых видов птиц и зверей. В период инвентаризации биоразнообразия резерватов региона, все данные болотные ООПТ были обследованы на выявление состава флоры, растительности и местообитания редких видов растений [2, 12]. Большинство болот в нашем регионе это верховые и переходные, и чаще всего сфагнового типа. Самые крупные болотные системы, которые подлежат охране в регионе, включены в следующие резерваты: «Додзьнюр», «Кельтминское», «Мартюшевское», «Океан», «Печорский», «Родионовское», «Ташнюр», «Угьюм» и др. В результате исследований было выявлено местообитания редких видов растений, которые произрастают на болотах. Список охраняемых растений, включенные в Красную Книгу Республики Коми, которые произрастают на болотах небольшой: около 30 видов, больше всего таких видов на низинных (ключевых и зарастающих пойменных озерах); а меньше всего на крупных болотных системах верхового типа. Больше всего на болотах отмечены представители семейства орхидных – *Cypripedium calceolus* L., *Cypripedium guttatum* Sw., *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo, *Dactylorhiza traunsteineri* Saut. ex Reichb., *Dactylorhiza cruenta* (O.F. Muell) Soo, *Hammarbia paludosa* (L.) O. Kuntze, *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Malaxis monophyllos* (L.) Sw., *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz и др., которые, чаще всего

отмечены именно на низинных болотах. У двух видов орхидей – *Liparis loeselii* (L.) Rich. и *Epipactis palustris* (L.) Crantz имеется одна единственная точка нахождения на болоте переходного типа в заказнике «Дынь-нюр», который расположен в Усть-Куломском районе в подзоне средней тайги [2, 12]. Также в болотных резерватах из охраняемых растений отмечаются следующие виды растений: *Thelypteris palustris* Schott, *Pinus sibirica* Du Tour, *Cinna latifolia* (Trev.) Griseb., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, *Juncus stygius* L., *Kobresia myosuroides* (Vill.) Fiori, *Saussurea parviflora* (Poir.) DC. и др. Кроме охраняемых видов, в болотных резерватах встречаются виды, нуждающиеся в биологическом надзоре – *Utricularia minor* L., *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br., *Platanthera bifolia* (L.) Rich.

Для сохранности уникальных ландшафтов и комплекса биоты были созданы комплексные (ландшафтные) заказники, таких в нашем регионе 55 [9]. Они находятся во всех природных ландшафтах Республики и охраняют биологическое разнообразие характерное для данной природной подзоны. На Тиманском кряже создана сеть комплексных заказников, одной из целью являлось сохранения уникальных флористических комплексов на выходах известняков, гипсов, мергелей и охраны карстовых ландшафтов – «Светлый», «Адак», «Белая Кедва», «Пижемский», «Уньинский», «Вежавожский» и др. В этих заказниках скальный флористический комплекс представлен следующими охраняемыми видами: *Woodsia glabella* R. Br., *Cryptogramma stelleri* (S.G. Gmel.) Prantl, *Poa glauca* Vahl, *Carex alba* Scop., *Carex glacialis* Mackenz., *Carex pediformis* C.A. Mey., *Allium strictum* Schrad., *Cypripedium calceolus*, *Cypripedium guttatum*, *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *Gypsophyla uralensis* Less., *Silene paucifolia* Ledeb., *Paeonia anomala* L., *Anemone sylvestris* L., *Schivereckia podolica* (Bess.) Andr. ex DC., *Rhodiola rosea* L., *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Dryas punctata* Juz. ex Blytt, *Potentilla kuznetzowii* (Govor.) Juz., *Polygala comosa* Schkuhr, *Hedysarum alpinum* L., *Viola collina* Bess., *Seseli condensatum* (L.) Reichenb. fil., *Primula farinosa* L., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Arnica iljinii* (Maguire) Iljin, *Aster alpinus* L., *Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvel, *Tephrosia tundricola* (Tolm.) Holub. Для охраны водно-болотных угодий и сопредельных лесных территорий, сохранения флоры и фауны, также созданы комплексные заказники («Донты», «Синдорский», «Усинский»), которые охраняют болотные комплексы с ближайшими водоемами и для сохранения водно-болотной дичи, в них охраняются следующие виды растений – *Isoetes lacustris* L., *Sagittaria natans* Pall., *Scolochloa festucea* (Willd.) Link, *Iris sibirica* L., *Nymphaea tetragona* Georgi, *Ranunculus lingua* L., *Chrysosplenium tendrarum* (Lund ex Malmgr.) Th. Fries, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Pinguicula villosa* L. Для охраны биоразнообразия больших лесных массивов в таежной зоне и в трех ее подзонах, также созданы комплексные заказники, самые крупные которые из них – «Важьелью», «Сэбысь», «Верхне-Локчимский», «Гажаягский», «Немский», «Удорский», «Вычегда», «Чернореченский», «Карпогорский» и др. В данных заказниках отмечены следующие охраняемые виды – *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Botrychium virginianum* (L.) Sw., *Cinna latifolia*, *Leucorchis albida* (L.) E. Mey., *Cypripedium calceolus*, *Cypripedium guttatum*, *Adonis sibirica* Patr. ex Ledeb., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Corydalis bulbosa* (L.) DC., *Paeonia anomala*, *Viola selkirkii* Pursh ex Goldie, *Hypopitys monotropa* Crantz, *Veronica spicata* L., *Succisa pratensis* Moench, *Inula salicina* L., *Calypso bulbosa* (L.) Oakes.

Непосредственно для охраны определенных типов лесных, луговых сообществ и определенных флористических (луговые, лесные, скальные) комплексов были созданы биологические заказники и памятники природы (ПП) – ботанические (17 заказников и 5 ПП соответственно), лесные (6 заказников и 1 ПП соответственно), луговые (1 заказник и 2 ПП соответственно). Охраняемые виды растений в данных заказниках представлены видами, которые отмечены выше в комплексных и болотных резерватах.

Сосна сибирская или сосна кедровая (*Pinus sibirica*) в Коми Республике встречается на северо-западной границе ареала, поэтому сосну сибирскую начали охранять еще с 1959 г. и

тогда же была запрещена рубка в РК. Для охраны данного вида голосеменного растения была создана сеть кедровых резерватов – 7 заказников и 9 памятников природы, а в целом данный вид охраняется в 31 заказнике и 14 памятниках природы [10].

Проведенные исследования в резерватах республиканского значения в Республике Коми, показывают их большое научное и практическое значение, т.к. тут произрастают почти более 60% видов высших сосудистых растений, встречаемых в Республике Коми, т.е. здесь очень высокое видовое разнообразие. Большая ценность данных ООПТ заключается, что в этих резерватах находятся места обитания более 40% охраняемых видов растений в нашем регионе и многие местонахождения данных видов являются уникальными и иногда не встречаются в других ООПТ, что доказывает необходимость их создания и дальнейшего функционирования. Но не все охраняемые растения, которые включены в Красную Книгу РК, охраняются в резерватах республиканского и федерального значения, поэтому для охраны единственных уникальных местонахождений нужно создать в регионе еще резерваты для их сохранения.

Исследования проведены в ходе выполнения темы государственного задания ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Оценка эколого-ценотического, видового и популяционного разнообразия растительного мира ключевых особо охраняемых природных территорий Республики Коми», № государственной регистрации 1021051101424-8-1.6.11;1.6.19;1.6.20.

## Литература

1. Дётева С.В., Ермаков А.А. Схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Коми // Изв. Коми НЦ УрО РАН. Сер. Экспериментальная биология и экология. 2021. № 5 (51). С. 5–12.
2. Кадастр особо охраняемых природных территорий Республики Коми / Под ред. С.В. Дёгтевой, В.И. Пономарева. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2014. 428 с.
3. Состояние изученности природных ресурсов республики Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1997. 200 с.
4. Особо охраняемые природные территории Республики Коми итоги анализа пробелов и перспективы развития. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2011. 256 с.
5. Мартыненко В.А., Груздев Б.И., Канев В.А. Локальные флоры таежной зоны Республики Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2008. 76 с.
6. Лавренко А.Н., Улле З.Г., Сердитов Н.П. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника. СПб.: Наука, 1995. 255 с.
7. Мартыненко В.А., Дётева С.В. Конспект флоры национального парка «Югыд-Ва» (Республика Коми). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 108 с.
8. Флоры, лихно- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, Национальный парк «Югыд ва»). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 483 с.
9. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2021 году» : Гос. доклад // Минприроды Республики Коми [и др.]; под общ. ред. ГБУ РК «ТФИ РК». Электронная версия. Сыктывкар: Минприроды Республики Коми, 2022. 167 с.
10. Красная книга Республики Коми: третье издание, официальное. Сыктывкар, 2019: ООО «Коми республиканская типография». 768 с.
11. Канев В.А., Дётева С.В.. Роль особо охраняемых природных территорий федерального значения Республики Коми в сохранении растительного мира // Актуальные вопросы естественных наук в современном научном знании: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2022. С. 184–189.
12. Гончарова Н.Н., Канев В.А.. Редкие виды сосудистых растений на болотах Республики Коми // Ботанический журнал. 2020. 105(6). С. 68–77.

**СЕКЦИЯ *EBRACTEOLATAE* GRAEBN. РОДА РОГОЗ (*TYPHA* L., TYPHACEAE)  
В АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ГИБРИДОГЕНЕЗ**

**О.А. Капитонова<sup>1</sup>, Е.В. Мавродиев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН, г. Тобольск, Россия

<sup>2</sup>Флоридский музей естественной истории Университета Флориды, Гейнсвилл, США

**SECTION *EBRACTEOLATAE* GRAEBN. OF THE GENUS CATTAIL  
(*TYPHA* L., TYPHACEAE) IN THE ASIAN PART OF RUSSIA AND PERIPHERAL  
HYBRIDOGENESIS**

**O.A. Kapitonova<sup>1</sup>, E.V. Mavrodiev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tobolsk complex scientific station of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Tobolsk, Russia

<sup>2</sup>Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, USA

Секция *Ebracteolatae* Graebn. рода *Typha* L. объединяет виды рогозов с женскими цветками без прицветников, ланцетными или широколанцетными рыльцами, обычно с 1–2 карподиями на верхушках женских колосков, пыльцой с объединенными в тетрады пыльцевыми зернами. Одним из видов, принадлежащих к данной секции, является широко распространенный в Евразии полифилетичный *T. latifolia* L., на внутривидовую неоднородность которого обращали внимание еще монографы рода 19 столетия М. Kronfeld [4] и Р. Graebner [3]. Использование этого биномиала сегодня, скорее, дань традиции, поскольку таксономическая ревизия комплекса «*T. latifolia* s. str.» пока не проведена.

Кроме последнего, на территории азиатской части России отмечено как минимум 4 рогоза данной секции: *T. elata* Boreau, *T. intermedia* Schur, *T. tzvelevii* Mavrodiev и *T. incana* Karit. et Dyukina [1]. Однако этот список неполный: в дополнение к названным четырем видам впервые для флоры Сахалина и Курильских островов (и России в целом) нами приведен рогоз японский (*T. japonica* Miq.), также относящийся к секции *Ebracteolatae* [5]. Кроме того, в настоящей публикации мы провизорно приводим новый для науки, предположительно гибридогенный вид из той же секции – рогоз Шипунова (*T. shipunovii* Mavrodiev, Karit. et Belyakov), являющийся эндемиком архипелага малой Курильской гряды.

Из перечисленных видов наиболее распространенным является *T. latifolia* s.str. – крупный рогоз высотой до 2.5–3(3.5) м, легко узнаваемый благодаря широким (до 2–3 см ширины) серо- или темно-зеленым листьям, толстым, темно-бурым, почти черным зрелым пестичным соцветиям, вплотную примыкающим к равным с ними по длине тычиночным соцветиям. Рогоз широколистный имеет не более 1 карподия на верхушках женских колосков, либо они отсутствуют. Встречается от степной зоны до севера лесной зоны в различных типах местообитаний, как первичных, так и вторичных.

Весьма распространенным, особенно в Западной Сибири, является *T. elata*, отличающийся от рогоза широколистного более узкими (в ширину 0.5–1(1.2) см) светло-зелеными (салатовыми) листьями, короткими (обычно не более 10–12 см длины) бурыми пестичными соцветиями, отделенными от равных по длине тычиночных соцветий небольшим (от 0.6 до 2–2.5 см длины) промежутком оси соцветия, и в целом более изящным габитусом. Рогоз высокий преимущественно произрастает на грунтах легкого гранулометрического состава, часто – на антропогенных местообитаниях (придорожные канавы и лужи, выработанные обводненные карьеры и выемки грунта, мелководья прудов), по которым уходит далеко на север – до границы средней и северной тайги.

Огромный ареал *T. elata* указывает на вероятную таксономическую неоднородность рогозов, формально объединяемых последним биномиалом.

Так, габитуально близким к *T. elata* оказался *T. tzvelevii*, вид, замещающий последний в пределах Российского Дальнего Востока, где довольно обычен. Рогоз Цвелёва отличается от рогоза широколистного более узкими (0.6–1 см) зелеными листьями, короткими (6–10 (16) см длины) пестичными соцветиями, наличием 1–2 карподиев на верхушках женских колосков, а от рогоза высокого – рыжеватыми пестичными соцветиями, которые вплотную примыкают к почти равным по длине тычиночным соцветиям. Этот рогоз также часто встречается на антропогенно трансформированных местообитаниях. Смешивается с рогозом широколистным.

*Typha incana* в азиатской части России известен только с территории Западной Сибири, где произрастает как в первичных (минеротрофные болота), так и в разнообразных вторичных (обводненные карьеры, придорожные канавы) местообитаниях. Рогоз седой отличается от рогоза широколистного более длинными волосками гинофора, отчего вначале бурые пестичные соцветия приобретают в период плодоношения белесый или сероватый (пепельный) оттенок, более узкими листьями, небольшим промежутком между пестичным и тычиночным соцветиями, который у части растений в популяциях может отсутствовать, менее крупными монокарпическими побегами, обычно не превышающими 1.5 м в высоту. Часть пыльцы этого вида стерильна, что может говорить о гибридогенной природе этого рогоза (предположительно, вероятными родительскими видами являются *T. elata* и *T. lepechinii* Mavrodiev et Kapit., выделенный из состава *T. shuttleworthii* эндемик Предуралья, произрастание которого в Сибири весьма вероятно).

Редкий и все еще малоизученный *T. intermedia* в азиатской части России также известен исключительно с территории Западной Сибири. Предположительно рогоз промежуточный является результатом гибридизации *T. latifolia* и *T. elata*, в связи с чем имеет промежуточные между родительскими видами признаки. Для этого вида характерны цилиндрические темно-коричневые или бурые пестичные соцветия до 25 см длины, отделенные от равных по длине тычиночных соцветий небольшим промежутком (0.6–1 (3) см длины) оси соцветия, зеленые или слегка сизоватые листья шириной до 2 (2.4) см, обычно относительно небольшая высота репродуктивных приростов монокарпических побегов – до 1(2) м.

*Typha japonica* четко отличается от рогоза широколистного узкими (до 10 (12) мм ширины), слегка килеватыми на абаксиальной поверхности светло-зелеными (травяно-зелеными, салатовыми) листьями, относительно короткими (до 14 см длины) рыжевато-коричневыми пестичными соцветиями. В соответствии с протологом [6] к *differentia specifica* рогоза японского относятся суженные к основанию срединные листья монокарпического побега, создающие впечатление наличия «черешков», и жесткие, кожистые, долго сохраняющиеся кроющие листья пестичных и тычиночных соцветий. Эти признаки, а также наличие закругленного кия на нижней стороне листьев отличают *T. japonica* от габитуально близких видов – *T. elata* и *T. tzvelevii*. Рогоз японский известен с Японских островов (о. Кюсю – *locus classicus*), южной части острова Сахалин и Южных Курил.

Редчайший *T. shipunovii* представляет собой вероятный гибрид *T. japonica* и *T. latifolia* и имеет промежуточные между родительскими видами признаки: суженные к основанию (до 6–7 мм ширины), но относительно широкие в средней части (11–16.5 мм ширины) листовые пластинки с закругленным килем на нижней стороне; более длинные, чем у *T. japonica*, пестичные соцветия (до 23 см длины), часто с недоразвитыми цветками; длинные, плотные, кожистые, долго сохраняющиеся кроющие листья пестичного и тычиночного соцветий. Возможный гибрид назван в честь безвременно ушедшего в 2022 году замечательного систематика и флориста, профессора А.Б. Шипунова.

Таким образом, в пределах азиатской части России произрастает не менее 7 видов и нотовидов секции *Ebracteolatae* рода *Typha*, некоторые из которых, подобно рогозу

широколистному (или европейскому рогозу Шуттлеворта), могут оказаться сборными таксонами. Анализ разнообразия азиатских рогозов также заставляет вернуться к старой идее С.В. Юзепчука о периферическом гибридогенезе [2], впрочем, приобретающей в контексте своеобразной биологии видов *Typha*, особые черты.

### Литература

1. *Конспект флоры Азиатской России: сосудистые растения* / под ред. К.С. Байкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с.
2. Юзепчук С.В. Материалы для изучения ежевик Кавказа // Труды по Прикладной Ботанике, Генетике и Селекции. 1925. Т. 14, № 3. С. 139–169.
3. Graebner P. Typhaceae u. Sparganiaceae // Das Pflanzenreich. IV, 8 (Heft 2). Leipzig: Engelmann, 1900. 18 s.
4. Kronfeld M. Monographie der Gattung *Typha* Tourn. (*Typhinae* Agdh., *Typhaceae* Schur-Engl.). // Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien. 1889. Bd. 39. P. 89–192.
5. Mavrodiev E.V., Kapitonova O.A., Belyakov E.A. First records of the forgotten cattail *Typha japonica* Miq. (Angiospermae, Typhaceae) on Sakhalin and Kuril Islands // Specimen. 2023. № 6. <https://doi.org/10.56222/28166531.2023.6>
6. Miquel F.A.W. Prolusio Florae Japonicae // Annales Musei Botanici Lugduno-Batavi. 1867. Vol. 3. Amsterdam: C.G. van der Post. P. 91–209.

**РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ЛЕСОБОЛОТНОГО ЭКОТОНА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ВАСЮГАНСКОЙ РАВНИНЫ В РАМКАХ ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

**Н.В. Климова, Н.А. Чернова**

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия*

**PLANT COMMUNITIES OF FOREST-TO-BOG ECOTONE IN THE SOUTH-EAST OF THE VASYUGAN PLAIN IN THE SYSTEM OF SYNTAXA OF ECOLOGICAL-FLORISTIC CLASSIFICATION**

**N.V. Klimova, N.A. Chernova**

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia*

В настоящее время эколого-флористический подход – один из основных подходов при классификации растительности, признанный мировым сообществом. Он основывается на выявлении сходства и различий видового состава фитоценозов. При этом определение видовой принадлежности растения методически проработано лучше, чем, к примеру, определение принадлежности к эколого-ценотической группе, используемое при эколого-ценотическом подходе. Кроме того, важными преимуществами эколого-флористического подхода являются единая, охватывающая все континенты, иерархическая система крупных синтаксонов растительности [11], а также детальный кодекс фитосоциологической номенклатуры [12]. Именно этот подход предполагается положить в основу классификации растительности России, разработка которой будет способствовать обоснованию конкретных мер, направленных на сохранение фиторазнообразия и рациональное природопользование [9].

Цель данной работы – классификация эколого-флористическим методом растительных сообществ западин на юго-востоке Васюганской равнины, выбранных в качестве модельного объекта при изучении лесоболотных экотонов юга таежной зоны Западной Сибири [3, 10]. Для исследования взяты западины, в центре которых сформировано сосново-кустарничково-сфагновое олиготрофное болото. Трансекты заложены от дренированного края западины к наиболее глубокому участку с болотом. Склоны западин занимают лесные сообщества. Древесный ярус образуют осина *Populus tremula* и береза *Betula pubescens* при участии сосны *Pinus sylvestris* и с небольшой примесью темнохвойных видов *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica*. Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит. В верхней части склонов западин преобладают травы, в нижней части, по периферии болота, выше обилие кустарничков. Моховой ярус довольно хорошо развит только в сообществах, прилегающих к болоту. В рамках эколого-флористической классификации сообщества западин отнесены к трем классам растительности.

Продромус синтаксонов растительности западин на юго-востоке Васюганской равнины

Класс *Asaro europaei-Abietetea sibiricae* Ermakov, Mucina et Zhitlukhina 2016

Порядок *Carici macrourae-Abietetalia sibiricae* Lashchinsky et Korolyuk 2016

Союз *Carici macrourae-Abietion sibiricae* Lashchinsky et Korolyuk 2016

Ассоциация *Aegopodio podagrariae-Abietetum sibiricae* Lashchinsky et Korolyuk 2016

Класс *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946

Порядок *Calamagrostio purpureae-Piceetalia obovatae* Lapshina 2010

Союз *Carici cespitosae-Piceion obovatae* Lapshina 2010

Ассоциация *Oxalido acetosellae-Betuletum pubescentis* Lapshina 2010

Класс *Oxycocco-Sphagnetes* Br.-Bl. et R.Tx. 1943

Порядок *Sphagnetalia magellanici* (Pawl. 1928) Kästn. et Flöss. 1933

Союз *Ledo-Pinion* Tx. 1955

Ассоциация *Sphagno angustifolii-Pinetum sylvestris* Lapshina 2010



Сведения о видовом составе растительных сообществ западин приведены в сокращенной синоптической таблице. Перечислены только виды, встречаемость которых в каком-либо из синтаксонов выше 40% (выше III класса).

Таблица

Растительные сообщества западин на юго-востоке Васюганской равнины

Синтаксон		MHv	REv	SMv	SSv
Число описаний	L	21	25	23	23
Древесные виды					
<i>Pinus sibirica</i>	a1	II	I	III <sup>1</sup>	II
<i>Betula pubescens</i>	a1	V <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	V <sup>3</sup>	III
<i>Populus tremula</i>	a1	V <sup>3</sup>	IV <sup>2</sup>	I	
<i>Pinus sylvestris</i>	a1	I	III <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Pinus sibirica</i>	a3	II	IV	V <sup>1</sup>	V
<i>Betula pubescens</i>	a3	IV	V <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Populus tremula</i>	a3	V <sup>1</sup>	III	II	
<i>Pinus sylvestris</i>	a3	I	IV	V <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>
Д.в. класса <i>Asaro europaei-Abietetea sibiricae</i>					
<i>Padus avium</i>	b	IV <sup>1</sup>	I	I	
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	IV <sup>1</sup>	II	I	
<i>Cacalia hastata</i>	c	IV	II	I	
<i>Carex macroura</i>	c	IV <sup>2</sup>			
<i>Cirsium heterophyllum</i>	c	III <sup>1</sup>	I		
<i>Crepis sibirica</i>	c	III <sup>1</sup>			
<i>Milium effusum</i>	c	III <sup>1</sup>			
<i>Oxalis acetosella</i>	c	III <sup>1</sup>	I	I	
<i>Paris quadrifolia</i>	c	IV	I		
<i>Stellaria bungeana</i>	c	IV <sup>1</sup>	I		
Д.в. порядка <i>Carici macrourae-Abietetalia sibiricae</i> , союза <i>Carici-macrourae-Abietion sibiricae</i> , ассоциации <i>Aegopodio podagrariae-Abietetum sibiricae</i>					
<i>Aegopodium podagraria</i>	c	V <sup>2</sup>	I		
<i>Rubus saxatilis</i>	c	V <sup>1</sup>	II		
<i>Viola selkirkii</i>	c	IV	I		
Д.в. класса <i>Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae</i>					
<i>Galium boreale</i>	c	IV	I		
<i>Melica nutans</i>	c	III	I		
<i>Pleurospermum uralense</i>	c	III			
<i>Pulmonaria mollis</i>	c	IV <sup>1</sup>	I		
<i>Solidago virgaurea</i>	c	III	III	I	
<i>Thalictrum minus</i>	c	III <sup>1</sup>	I		
<i>Trientalis europaea</i>	c	IV	V	III	
<i>Vicia sepium</i>	c	V	III	I	
Д.в. класса <i>Alnetea glutinosae</i>					
<i>Equisetum palustre</i>	c	I	III	I	
<i>Filipendula ulmaria</i>	c	IV <sup>1</sup>	III <sup>1</sup>		
<i>Sphagnum squarrosum</i>	d		III <sup>1</sup>	II	
Д.в. порядка <i>Calamagrostio purpureae-Piceetalia obovatae</i>					
<i>Calamagrostis purpurea s.l.</i>	c	II	V <sup>2</sup>	II	
<i>Carex vaginata</i>	c	II	IV <sup>1</sup>	I	
<i>Rubus arcticus</i>	c	IV	V <sup>1</sup>	II	

<i>Calliergon cordifolium</i>	d	I	III <sup>1</sup>	II	
<i>Climacium dendroides</i>	d	II	III <sup>1</sup>	I	
<i>Helodium blandowii</i>	d		IV	I	
<i>Hylocomium splendens</i>	d	II	III	II	IV
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	d	III <sup>1</sup>	IV <sup>1</sup>	I	I
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	III <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>
Д.в. ассоциации <i>Oxalido acetosellae-Betuletum pubescentis</i>					
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	c	III <sup>1</sup>	IV		
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	II	III	II	
Д.в. класса <i>Oxycocco-Sphagnetea</i> и порядка <i>Sphagnetalia magellanici</i>					
<i>Chamaedaphne calyculata</i>	c		II	V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Ledum palustre</i>	c	I	IV	V <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Oxycoccus palustris</i>	c			I	III
<i>Rubus chamaemorus</i>	c		I	IV	V
<i>Aulacomnium palustre</i>	d	II	IV	V	V
<i>Polytrichum strictum</i>	d	I	II	IV	IV
<i>Sphagnum magellanicum</i>	d		II	IV <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Sphagnum fuscum</i>	d			I	III <sup>1</sup>
Д.в. союза <i>Ledo-Pinion</i>					
<i>Sphagnum russowii</i>	d		II	III <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>
<i>Carex globularis</i>	c	I	V <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Vaccinium myrtilus</i>	c	I	II	III <sup>1</sup>	III <sup>1</sup>
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	c	II	IV <sup>1</sup>	V <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>
<i>Dicranum polysetum</i>	d	II	II	IV	IV
Д.в. ассоциации <i>Sphagno angustifolii-Pinetum sylvestris</i>					
<i>Sphagnum angustifolium</i>	d		III	V <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>
Прочие виды					
<i>Aconitum septentrionale</i>	c	IV	I		
<i>Angelica sylvestris</i>	c	V	II	I	
<i>Calamagrostis obtusata</i>	c	V <sup>2</sup>	I		
<i>Caragana arborescens</i>	b	IV <sup>2</sup>	III	I	
<i>Carex canescens</i>	c		III <sup>1</sup>	I	
<i>Equisetum pratense</i>	c	V <sup>1</sup>	II		
<i>Equisetum sylvaticum</i>	c	IV <sup>1</sup>	V <sup>2</sup>	V <sup>1</sup>	II
<i>Lathyrus pratensis</i>	c	III	I		
<i>Maianthemum bifolium</i>	c	V	V <sup>1</sup>	II	
<i>Rosa acicularis</i>	b	IV <sup>1</sup>	III	I	
<i>Rubus idaeus</i>	b	V <sup>1</sup>	II	I	
<i>Salix caprea</i>	b	II	III <sup>1</sup>		I
<i>Sorbus sibirica</i>	b	IV	IV	I	
<i>Vicia sylvatica</i>	c	IV	I		
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>	d	III	III	IV	I
<i>Brachythecium salebrosum</i>	d	I	III	I	
<i>Brachythecium sp.</i>	d	III	II	I	III
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	d	III	III	I	
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	d	I	III	II	III

Примечание. Растительные сообщества: MHv – ассоциация *Aegopodio podagrariae-Abietetum sibiricae*; REv – асс. *Oxalido acetosellae-Betuletum pubescentis*; SMv, Ssv – асс. *Sphagno angustifolii-Pinetum sylvestris*. Ярусы сообществ (L): а – древесный (1 – взрослые деревья, 2 –

подрост), b – кустарниковый, c – травяно-кустарничковый, d – моховой. Д.в. – диагностические виды. Классы встречаемости (римские цифры): I – <20%, II – 20–40%, III – 40–60%, IV – 60–80%, V – 80–100%. Приведены виды со встречаемостью более 40% в каком-либо из сообществ. Обилие в баллах (арабские цифры в надстрочных индексах): 1 – 1–5%, 2 – 5–25%, 3 – 25–50%. Пустые ячейки означают отсутствие вида.

Наиболее дренированные участки в верхней части склонов западин с влажными довольно богатыми органо-аккумулятивными дерновыми оподзоленными и дерновыми остаточно-гумусовыми почвами занимают березово-осиновые разнотравные леса (**MHv**). Деревесный ярус в них хорошо развит (сомкнутость крон 0.5–0.8), образован березой и осинкой высотой 22–25 м, диаметром 20–35 см. В виде примеси в древостое и в довольно редком (покрытие от + до 3–7%) подросте отмечены сосна и темнохвойные виды. В густом травяном покрове (покрытие 60–95%) доминирует осочка *Carex macroura* при участии *Aegopodium podagraria*, *Calamagrostis obtusata*, *Equisetum pratense* и др. Моховой ярус

не развит. Хотя в сообществах березово-осиновых лесов **MHv** хорошо представлены диагностические виды класса *Brachypodio-Betuletea*, но по числу и суммарному обилию преобладают диагностические виды класса темнохвойных южнотаежных лесов *Asaro europaei-Abietetea sibiricae*. Сообщества **MHv** отнесены к ассоциации *Aegopodio podagrariae-Abietetum sibiricae* [5, 6], в них присутствуют диагностические виды порядка и союза, те же доминанты, которые свойственны и для сообществ ассоциации (*Carex macroura*, *Aegopodium podagraria*, *Calamagrostis obtusata*) (табл.). Основная часть ареала ассоциации *Aegopodio-Abietetum* приурочена к южной части южнотаежной подзоны Западной Сибири [5, 6]. Сравнительно низкая встречаемость и обилие темнохвойных видов в березово-осиновых лесах **MHv** позволяют рассматривать их как длительнопроизводные сообщества на месте темнохвойных южнотаежных лесов. Судя по данным разных исследователей [1, 5], такие сообщества часто формируются на границе лесной зоны и потому довольно широко распространены.

Довольно богатые (мезотрофные), но более влажные экотопы склонов западин с органо-аккумулятивными темно-гумусовыми и перегнойно-темно-гумусовыми почвами занимают леса с осоково-вейниковым покровом (**REv**). В их древесном ярусе (сомкнутость крон 0.5–0.6) преобладает береза, меньше осины, высотой 20–22 м, диаметром 20–30 (40) см, в виде примеси отмечена сосна. Темнохвойные виды чаще присутствуют в составе негустого (покрытие 1–7%) подроста, иногда выходя и в древесный ярус. Травяной покров хорошо развит (покрытие 45–70 (80)%), в нем преобладают *Calamagrostis purpurea s.l.*, *Equisetum sylvaticum*, *Carex globularis*. Моховой ярус (покрытие 3–30%) представлен небольшими дернинами мхов из родов *Plagiomnium*, *Climacium*, *Calliergon*, *Sphagnum*. На микроповышениях в небольшом обилии произрастают лесные кустарнички, мелкотравье, лесные зеленые мхи.

Несмотря на пограничное положение с сообществами **MHv**, диагностические виды класса *Asaro europaei-Abietetea sibiricae* за исключением *Populus tremula* встречаются в березняках вейниковых сравнительно редко или отсутствуют (табл.). В то же время в них хорошо представлена диагностическая комбинация класса низинных болот *Alnetea glutinosae* [11], а также входящего в него порядка *Calamagrostio purpureae-Piceetalia obovatae* [2]. Внутри порядка березняки **REv** наиболее близки по составу ассоциации *Oxalido acetosellae-Betuletum pubescentis*, сообщества которой описаны на богатых почвообразующих породах по периферии верховых болот юга лесной зоны Западной Сибири [4]. Сообщества порядка распространены преимущественно в южнотаежной подзоне [8], в подтаежной подзоне ареал сообществ *Calamagrostio purpureae-Piceetalia obovatae* ограничен специфическими местообитаниями, где создаются условия достаточной для них влажности, например, в долинах рек [7].

Сырые и менее богатые (мезоолиготрофные) экотопы в нижней части склонов западин, на границе с верховым болотом, с переувлажненными торфяно-перегнойно-

глеевыми и торфяно-глеевыми почвами, занимают кустарничково-моховые леса (SMv). Древостой в них (сомкнутость крон 0.5–0.6) наряду с березой образует сосна, высотой 16–20 м, диаметром 10–25 см. В виде примеси в древостое и в подросте отмечены темнохвойные виды (преимущественно *Pinus sibirica*, иногда *Picea obovata*). Основу разреженного напочвенного покрова составляют кустарнички (15–40%), осока шарообразная *Carex globularis* (5–15%) и мхи (5–60 (80)%). Последние представлены небольшими дернинами гипновых мхов, а ближе к болоту – мелкими и крупными дернинами-пятнами сфагнов. В сосново-березовых кустарничково-моховых лесах диагностические виды класса низинных болот *Alnetea glutinosae* присутствуют, но с низкой встречаемостью, в то же время в них хорошо представлена диагностическая комбинация класса верховых болот *Oxycocco-Sphagnetes* [4, 11]. Эти леса отнесены нами к ассоциации *Sphagno angustifolii-Pinetum sylvestris* союза *Ledo-Pinion*, объединяющей сообщества промежуточные между заболоченными лесами и верховыми болотами в ряду олиготрофного заболачивания. Они широко распространены в Западной Сибири, встречаясь в среднетаежной, южнотаежной и подтаежной подзонах в плоских понижениях и по периферии болот [4].

Сосново-кустарничково-сфагновые сообщества олиготрофных болот в центре западин (SSv) тоже отнесены к ассоциации *Sphagno angustifolii-Pinetum sylvestris* союза *Ledo-Pinion*. Однако по сравнению с кустарничково-моховыми лесами SMv периферии, видовой состав болотных сообществ SSv заметно беднее (табл.). Древесный ярус разрежен (сомкнутость крон 0.2–0.3), его образует сосна высотой от 10–12 м до 17–18 м, диаметром 15–25 (30) см, при участии березы и кедра преимущественно в подросте. В травяно-кустарничковом ярусе (покрытие 35–60%) преобладают *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*. Моховой покров (покрытие 60–95%) образуют *Sphagnum angustifolium* и *S. magellanicum* при участии *S. russowii* и иногда *S. fuscum*.

Таким образом, дренированные экотопы по краям западин занимают длительнопроизводные сообщества класса *Asaro europaei-Abietetes sibiricae*. На склонах во влажных экотопах, соответствующих начальной стадии заболачивания, формируются сообщества класса низинных болот *Alnetea glutinosae*, заболачивание протекает по эвтрофному типу. Подобное эвтрофное заболачивание описано и для темнохвойных лесов класса *Asaro europaei-Abietetes sibiricae* на южном пределе их распространения – в долинах рек подтаежной подзоны [7]. Однако ниже по склону западин в сырых экотопах, соответствующих следующей стадии заболачивания, формируются сообщества класса верховых болот *Oxycocco-Sphagnetes*, тип заболачивания меняется на мезо-олиготрофный. Сочетание в одном лесоболотном экотоне сообществ трех, а не двух классов растительности мы связываем со сравнительно большими различиями в условиях местообитаний на разных его концах.

## Литература

1. Горожанкина С.М., Константинов В.Д. География тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1978. 191 с.
2. Ермаков Н.Б. Продромус высших единиц растительности России // Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: АН РБ, «Гилем», 2012. С. 377–483.
3. Климова Н.В., Чернова Н.А., Никифоров А.Н., Дюкарев А.Г. Особенности флористического состава и ценотической структуры березовых лесов в экотоне лес-болото на юге Васюганской равнины // Журн. Сиб. федер. ун-та. Биология. 2020. Т. 13, № 1. С. 25–43.
4. Лапина Е.Д. Растительность болот юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2010. 186 с.
5. Лащинский Н.Н., Королюк А.Ю. Синтаксономия темнохвойных зональных лесов южной тайги Западно-Сибирской равнины и гумидных низкогорий Алтае-Саянской горной области // Растительность России. 2015. № 26. С. 85–107.

6. Лащинский Н.Н., Королук А.Ю. К синтаксономии темнохвойных лесов южной тайги Западно-Сибирской равнины // Растительный мир Азиатской России. 2016. №2 (22). С. 44–55.
7. Лащинский Н.Н., Писаренко О.Ю. Темнохвойные леса Западно-Сибирской равнины на южном пределе распространения // Растительность России. 2016. № 28. С. 89–107.
8. Писаренко О.Ю., Лащинский Н.Н. Заболоченные леса подтайги и лесостепи Западной Сибири // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2020. № 50. С. 52–78.
9. Плугатарь Ю.В., Ермаков Н.Б., Крестов П.В., Матвеева Н.В., Мартыненко В.Б., Голуб В.Б., Нешатаева В.Ю., Нешатаев В.Ю., Аненхонов О.А., Лавриненко И.А., Лавриненко О.В., Чепинога В.В., Синельникова Н.В., Морозова О.В., Белоновская Е.А., Тишков А.А., Черненко Т.В., Кривобоков Л.В., Телятников М.Ю., Лапина Е.Д., Онипченко В.Г., Королева Н.Е., Черосов М.М., Семенищенков Ю.А., Абрамова Л.М., Лысенко Т.М., Полякова М.А. Концепция классификации растительности России как отражение современных задач фитоценологии // Растительность России. 2020. № 38. С. 3–12.
10. Пологова Н.Н., Дюкарев А.Г. Структура и динамика лесоболотных экотонов // Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. С. 214–230.
11. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachović M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19, Iss. 1. PP. 3–264.
12. Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3<sup>rd</sup> edition // J. Veg. Sci. 2000. Vol. 11, Iss. 5. P. 739–768.

## РОЛЬ ЛИШАЙНИКОВ РОДА CLADONIA В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

В.В. Конева

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## THE ROLE OF LICHENS OF THE GENUS CLADONIA IN PLANT COMMUNITIES OF THE WESTERN SIBERIA

V.V. Koneva

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Район исследований находится в бореально-лесной области, для которой присуще широкое распространение темнохвойных лесов, состоящих из сибирских видов *Picea obovata*, *Abies sibirica*, и *Pinus sibirica*, а также повсеместная довольно значительная примесь березы и осины. Темнохвойные леса занимают хорошо дренированные участки междуречных пространств. Площади таких участков возрастают с севера на юг. Также широко распространены сосновые леса, которые обычно формируются на песчаных почвах или образуют сфагновые сосняки на заболоченных почвах [1, 2]. Закономерное распространение зональной растительности в широтном направлении в значительной степени нарушается широким развитием болотообразовательного процесса, особенно на ровных водоразделах, где темнохвойные породы встречаются в виде небольших островов на повышенных элементах рельефа, а основные массивы таежных лесов отнесены к речным долинам. Бореально-лесная зона Западной Сибири, в свою очередь, делится на подзоны северной, средней и южной тайги и подзону березово-осиновых лесов [3].

Территория Западной Сибири в всегда вызывала интерес геоботаников, в настоящее время интерес к изучению этой территории возник и у лишенологов. Известны некоторые работы по лишенофлоре особо охраняемых природных территорий [4, 5], сообществ тундр [6, 7, 8, 9, 10, 11], средней тайги [12, 13, 14, 15, 16], Приполярного Урала [17, 18, 19]. Однако территория Сибири и, особенно севера Западной Сибири, в лишенологическом отношении изучена неравномерно. Причиной этого, в известной мере, является прочно утвердившееся представление о малой специфичности и относительной бедности бореальных лишенобиот равнинных территорий Сибири, а также в связи с ее труднодоступностью, суровым климатом и отсутствием дорог [20].

При изучении локальных лишенобиот четырех подзон бореальной зоны равнинной части Западной Сибири были выявлены закономерности участия видов *Cladonia* в составе фитоценозов и их распределение внутри сообществ.

В общем списке этот род занимает первое место по количеству видов (64), встречающихся на самых разнообразных субстратах.

Таблица 1

№	Таксон	Подзоны				Субстрат
		СевТ	СрдТ	ЮжТ	ПдТ	
1	<i>Cl. amaurocraea</i> (Florke) Schaer	+	+	+	+	Почва, торф
2	<i>Cl. arbuscula</i> (Wallr.) Flot	+	+	+	+	Почва, торф
3	<i>Cl. bacilliformis</i> (Nyl.) Gluck.	+	+	+	+	Гнилая древесина, основания стволов
4	<i>Cl. bellidiflora</i> (Ach.) Schaer.	+				Торф
5	<i>Cl. borealis</i> S.Stenroos	+				почва
6	<i>Cl. botrytes</i> (K.G.Hagen) Willd.	+	+	+	+	Гнилая древесина, основания стволов, почва
7	<i>Cl. brevis</i> (Sandst.) Sandst.	+	+			Почва
8	<i>Cl. caespiticia</i> (Pers.) Florke		+		+	Гнилая древесина,

						ОСНОВАНИЯ СТВОЛОВ
9	<i>Cl. cariosa</i> (Ach.) Spreng.	+	+	+	+	Почва, торф
10	<i>Cl. carneola</i> (Fr.) Fr.		+		+	Гнилая древесина, основания стволов
11	<i>Cl. cenotea</i> (Ach.) Schaer.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
12	<i>Cl. cervicornis</i> (Ach.) Flot.				+	торф
13	<i>Cl. chlorophaea</i> (Florke ex Sommerf.) Spreng.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
14	<i>Cl. coccifera</i> (L.) Willd.	+	+	+	+	Почва, торф
15	<i>Cl. coniocraea</i> (Florke) Spreng	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
16	<i>Cl. cornuta</i> (L.) Hoffm.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
17	<i>Cl. cornuta</i> f. <i>phyllothoca</i> (Florke) Arnold		+			Основание сосны
18	<i>Cl. crispata</i> (Ach.) Flot.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
19	<i>Cl. crispata</i> var. <i>elegans</i> (Delise) Vain.		+			Основание стволов
20	<i>Cl. cyanipes</i> (Sommerf.) Nyl.				+	Гнилая древесина
21	<i>Cl. decorticata</i> (Florke) Spreng.		+	+	+	Основание стволов, почва
22	<i>Cl. deformis</i> (L.) Hoffm.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
23	<i>Cl. digitata</i> (L.) Hoffm.	+	+	+	+	Основание стволов
24	<i>Cl. ecmocyna</i> Leight	+	+			Почва
25	<i>Cl. fimbriata</i> (L.) Fr.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
26	<i>Cl. floerkeana</i> (Fr.) Florke		+			Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
27	<i>Cl. foliacea</i> (Huds.) Willd.		+			Почва
28	<i>Cl. furcata</i> (Huds.) Schrad.	+				Почва
29	<i>Cl. glauca</i> Florke	+	+		+	Почва
30	<i>Cl. gracilis</i> (L.) Willd.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
31	<i>Cl. gracilis</i> subsp. <i>nigripes</i> (Nyl.) Ahti		+			Гнилая древесина
32	<i>Cl. gracilis</i> subsp. <i>turbinata</i> (Ach.) Ahti		+			Гнилая древесина
33	<i>Cl. gracilis</i> var. <i>dilacerata</i> Floerke		+			Гнилая древесина
34	<i>Cl. grayi</i> G.Merr. ex Sandst.		+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов
35	<i>Cl. incrassata</i> Florke		+		+	Гнилая древесина, основания стволов
36	<i>Cl. macilenta</i> Hoffm.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов
37	<i>Cl. macroceras</i> (Delise) Hav.	+	+		+	Почва, торф
38	<i>Cl. macrophylla</i> (Schaer.) Stenh.		+		+	Почва, торф
39	<i>Cl. mitis</i> Sandst.	+	+	+		Почва, торф
40	<i>Cl. ochrochlora</i> Florke		+	+	+	Гнилая древесина, основания стволов
41	<i>Cl. oxneri</i> Rass.	+				Песок
42	<i>Cl. parasitica</i> (Hoffm.) Hoffm.	+	+		+	Гнилая древесина, основания стволов
43	<i>Cl. peziziformis</i> (With.)		+			Почва

	Laundon					
44	<i>Cl. phyllophora</i> Hoffm.	+	+		+	Почва
45	<i>Cl. pleurota</i> (Florke) Schaer.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов
46	<i>Cl. pocillum</i> (Ach.) Grognot		+		+	Почва
47	<i>Cl. polydactyla</i> (Florke) Spreng.		+			Древесина
48	<i>Cl. portentosa</i> (Duf.) Coem.	+	+	+	+	Почва, торф
49	<i>Cl. pyxidata</i> (L.) Hoffm.	+	+		+	Гнилая древесина
50	<i>Cl. ramulosa</i> (With.) Laundon		+			Почва
51	<i>Cl. rangiferina</i> (L.) F.H.Wigg.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
52	<i>Cl. rangiformis</i> Hoffm.				+	Торф
53	<i>Cl. rei</i> Schaer.		+			Гнилая древесина, основание стволов
54	<i>Cl. squamosa</i> var. <i>squamosa</i> (Scop.) Hoffm.		+			Почва
55	<i>Cl. stellaris</i> (Opiz.) Pouzar et Vezda	+	+	+	+	Разнообразные древесные и почвенные субстраты
56	<i>Cl. stricta</i> (Nyl.) Nyl.	+	+	+	+	Почва, торф
57	<i>Cl. stygia</i> (Fr.) Ruoss	+	+	+	+	Влажные почва, торф
58	<i>Cl. subcariosa</i> Nyl.		+		+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
59	<i>Cl. subfurcata</i> (Nyl.) Arnold	+				Почва
60	<i>Cl. subulata</i> (L.) Web. ex Wigg.	+	+		+	Почва
61	<i>Cl. sulphurina</i> (Michx.) Fr.	+	+	+	+	Гнилая древесина, торф, основания стволов, почва
62	<i>Cl. turgida</i> Hoffm.		+		+	Почва, гнилая древесина
63	<i>Cl. uncialis</i> (L.) F.H.Wigg.	+	+	+	+	Почва, торф, основания деревьев
64	<i>Cl. verticillata</i> (Hoffm.) Schaerer	+	+			Почва

Примечание: 1). СевТ – северная тайга, СрдТ – средняя тайга, ЮжТ – южная тайга, ПдТ – подтайга; + – присутствие таксона.

Таким образом, встречаемость видов по подзонам выглядит так: северная тайга 40, средняя тайга 57, южная тайга 29 и подзона мелколиственных лесов (подтайга) – 43 вида.

На северных территориях лишайники рода *Cladonia* заселяют почву и напочвенные субстраты – торф, крупный древесный опад. На севере Западной Сибири, на плоскобугристых торфяниках, доля лишайников этого рода составляет 95% проективного покрытия, несмотря на меньшее видовое разнообразие по сравнению с более южными сообществами.

Вид рода *Cladonia* (*Cl. oxneri* Rass.) играет большое значение в пионерных сообществах, на техногенных раздувах в северной тайге, связывая их поверхность, по сути, останавливая их [21]. Так, большую роль в закреплении песков на ранних стадиях играет листостебельный мох *Polytrichum piliferum* Hedw., массово разрастающийся на поверхности и формирующий характерный микрорельеф. Кроме мхов, доминантом и практически единственным образователем лишайникового яруса выступает *Cladonia oxneri* Rass. – вид, ранее отмечавшийся только в тундровой зоне на песчаных почвах полуострова Ямал [22, 23]. Площадь подобных сообществ достигает до первых сотен квадратных метров. Они встречаются спорадически по краю песчаных массивов, наряду с более распространенными моховыми сообществами с доминированием *Polytrichum piliferum*. Описанные моховые и лишайниковые сообщества, покрывая значительные территории, как правило, по периферии песчаных раздувов, играют важную роль в



первичном закреплении песков и создании благоприятных условий для заселения этих местообитаний высшими сосудистыми растениями [21].

По количеству видов средняя тайга выходит на первое место в связи с широким распространением верховых болот и сухих сосновых лесов, которые на изучаемой территории развиваются на песчаных террасах рек и на песчаных отложениях ложбин древнего стока. В этих фитоценозах лишайники рода *Cladonia* играют ведущую роль в сложении напочвенного покрова рямовых сообществ наряду со сфагновыми мхами, а также чистый образуют лишайниковый ярус в сосняках. Верхнему ярусу рямов и грядовых сообществ характерен угнетенный древостой сосны, болотные кустарнички и сплошной моховой покров из *Sphagnum fuscum*, реже с примесью *Sph. magellanicum*, *Sph. angustifolium* – в микропонижениях. Зеленые мхи представлены *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum strictum*, из печеночных мхов характерна *Mylia anomala*. Участки деградации сфагновых мхов занимают лишайниковые сообщества, а затем зеленые мхи. Сообщества напочвенных лишайников представлены различными видами рода *Cladonia*: на открытых мертвопокровных участках наиболее обильны *Cladonia stellaris*, *Cl. rangiferina*, *Cl. stygia*, *Cl. portentosa*. Не меньшим обилием характеризуются «трубчатые» кладонии, обычно растущие вместе: *Cl. gracilis*, *Cl. deformis*, *Cl. sulphurina*, *Cl. cenotea*, *Cl. amaurocraea*, *Cl. uncialis*. Другие кладонии, *Cl. chlorophaea*, *Cl. grayi*, *Cl. fimbriata*, *Cl. crispata*, *Cl. botrytes*, обычно заселяют деградированные участки мохового покрова под пологом хорошо развитого кустарничкового яруса. В качестве субстрата используют опад ксероморфных эрикоидных болотных кустарничков. Основания стволов сосен, различных валежник и гнилые пеньки заселяются как видами, типичными для напочвенного покрова, так и видами, предпочитающими гнилую древесину: *Cl. botrytes*, *Cl. macilenta*, *Cl. digitata*, *Cl. bacilliformis*.

При продвижении к югу участие видов рода *Cladonia* в составе лесных сообществ уменьшается, они поднимаются на основания деревьев или упавшие замшелые стволы. Единичные подстилки или первичное солоевище *Cladonia* встречаются на луговых сообществах, травяной ярус которых угнетен выпасом. Исключение составляют сосновые леса и верховые и гряды переходных болот. На юге бореальной зоны сосновые боры, главным образом зеленомошного и травяного типов, широко представлены на левобережье р. Томи. Более низкие участки гривного мезорельефа зарастают кустарниками и кустарничками. В наиболее сухих участках в напочвенном покрове развиваются сплошные лишайниковые ковры, состоящие из видов рода *Cladonia*, реже *Cetraria*. Наиболее обильны кустистые виды *Cladonia stellaris*, *Cl. arbuscula*, *Cl. rangiferina*, покрывающие значительные пространства, и виды «трубчатых» кладоний *Cl. cornuta*, *Cl. gracilis*, *Cl. coccifera*, *Cl. stricta*, *Cl. crispata*. В целом, набор видов в сосновых борах сходен с таковым на верховых болотах.

Изучением лишайников рода *Cladonia* автор начал в 1997 году и продолжает до сих пор. Данное сообщение представляет результат многолетних исследований и наблюдений в зональных и а зональных растительных сообществах Западно-Сибирской равнины [24, 25, 26].

Названия таксонов даны по Fungal databases nomenclature and species banks, 2023 [27].

## Литература

1. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири: Учебн. пособие. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1962. 440 с.
2. Горожанкина С.М., Константинов В.Д. География тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1978. 200 с.
3. Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
4. Седельникова Н.В., Таран Г.С. Основные черты лишенофлоры Елизаровского заказника (Нижняя Обь) // Krylovia. 2000. Т. 1, № 2. С. 46–53.
5. Толтышева Т.Ю., Шишконокова Е.А. Лишайники Южной части природного парка «Нумто» (ХМАО, Югра, Западная Сибирь) // Растительный мир Азиатской России: Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. 2019. № 1 (33). С. 15–22.

6. Андреев М. П. Лишайники полуострова Ямал // Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1984. Т. 21. С. 127–136.
7. Алексеева Н.А., Хозяинова Н.В. К вопросу о лишенофлоре Пуровского района Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 8. С. 43–50.
8. Валеева Э.И., Блом О.Б. Некоторые сведения о лишайниках тундр Ямала и их индикационных свойствах // Западная Сибирь – проблемы развития. Тюмень: ИПОС СО РАН, 1994. С. 142–146.
9. Пристяжнюк С.А. Лишайники южных субарктических тундр Ямала и перевыпас // Сибирский экологический журнал. 1998. № 2. С. 197–200.
10. Пристяжнюк С.А. Сравнительный анализ напочвенных лишайниковых синузид в субарктических тундрах полуострова Ямал // Ботанический журнал. 2001. Т. 86, № 7. С. 15–25.
11. Пристяжнюк С.А. Напочвенные лишайники гор Микчангда (плато Путорана) // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2012. Т. 10. № 2. С. 48–55.
12. Макарова И.И., Таран Г.С., Тюрин В.Н. Лишайники окрестностей г. Сургут (Тюменская область, Западная Сибирь) // Новости систематики низших растений. СПб.: Наука, 2002. Т. 36. С. 150–161.
13. Толмашева Т.Ю. Элементы структуры сообществ эпифитных лишайников олиготрофных болот Среднего Приобья // Вестник МГУ. Сер. 16. Биология. 2004. № 4. С. 42–46.
14. Катаева О.А., Макарова И.И., Таран Г.С., Тюрин В.Н. Лишайники поймы р. Обь в окрестностях г. Сургута (Тюменская область, Западная Сибирь) // Новости систематики низших растений. 2005. Т. 38. С. 186–199.
15. Конева В.В., Лапина Е.Д. К изучению лишайников Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Материалы всероссийской конференции. – Институт биологии Коми НЦУрО РАН, 2013. С. 219–221. [Электронный ресурс]. URL: <http://ib.komisc.ru/add/conf/tundra> (дата обращения: 04.09.2023)
16. Толмашева Т.Ю. Лишайники междуречья Тапат-Еган и Керви-Ягун (ХМАО-Югра, Западная Сибирь) / Социально-экологические технологии. 2021. Т. 11. № 1. С. 32–53.
17. Магомедова М.А. Лишайники предтундровых лесов Западной Сибири // Ботанический журнал, 1994. Т. 79, № 1. С. 1–11.
18. Магомедова М.А. Лишайники как компонент растительного покрова арктических и бореальных тундр: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2003. 47 с.
19. Седельникова Н.В. Видовое разнообразие лишайников проектируемого природного парка «Маньинский» и бассейна р. Малая Сосьва (Приполярный и Северный Урал, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2010. № 10. С. 3–36.
20. Лащинский Н.Н. Пространственная структура растительного покрова южной тундры в междуречье р.р. Пур и Таз // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Матер. IV Международ. науч. конф., посвящ. 125-летию Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. С. 105–107.
21. Конева В.В., Лащинский Н.Н. Сообщества *Cladonia Oxneri* Rass. На техногенных раздувах в северной тайге Западной Сибири // *Turczaninowia*. 2014. Т. 17. № 1. С. 77–82.
22. Рассадина К.А. О новом виде *Cladonia oxneri* Rass. // Ботанические материалы отдела споровых растений Ботанического Института им. В.Л. Комарова АН СССР, 1960. Т. 13. С. 14–20
23. Трасс Х.Х. Сем. Cladoniaceae // Определитель лишайников СССР. Вып. 5. Л.: Наука, 1978. С. 7–79.
24. Конева В.В. Лишайники лесных и болотных фитоценозов юго-востока Томской области // Сибирский экологический журнал. 2003. № 4. С. 523–528.
25. Конева В.В. Флора лишайников Обь-Чулымского междуречья // Сибирский экологический журнал. 2007. Т. 14. № 3. С. 409–415.
26. Лапина Е.Д., Конева В.В. Видовое разнообразие напочвенных лишайников в растительном покрове верховых болот левобережных террас Нижнего Иртыша // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, 2010, №1. С. 92–97.
27. Nordin A., Moberg R., Törnsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Eksman Index Fungorum database [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indexfungorum.org/> (дата обращения: 01.08.2023).

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИОННЫХ РАСТЕНИЙ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО КАРТИРОВАНИЕ

И.В. Кузьмин, А.А. Хапугин

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

## DISTRIBUTION OF INVASIVE PLANTS IN TYUMEN REGION AND ITS MAPPING

I.V. Kuzmin, A.A. Kharugin

Tyumen State University, Tyumen, Russia

Тюменская область (не считая территории автономных округов) является «воротами в Сибирь» для транспортных потоков. Это обуславливает непрерывный занос диаспор. Более суровый климат Зауралья, в сравнении с климатом Восточной Европы (в т.ч. внезапные летние заморозки) приводит к тому, что не все чужеродные виды закрепляются и успешно распространяются. Некоторые из них становятся инвазионными (проникают в естественные растительные сообщества разной степени нарушенности).

Для изучения особенностей распространения инвазионных растений нами было выбрано шесть модельных видов: *Bidens frondosa* L., *Calystegia inflata* Sweet sensu A.K.Skvortsov, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A.Gray, *Heracleum sosnowskyi* Manden., *Impatiens glandulifera* Royle, *I. parviflora* DC. Это виды со средней встречаемостью, что делает их интересными и наглядными для картирования. Они включены в ряд чёрных списков Тюменской области [1–3]. Среди чужеродных растений нашей флоры имеются как виды с более редкой встречаемостью (много видов с 1–10 находками в регионе), так и виды с намного более широким распространением (*Acer negundo* L. и т.п.).

Первым этапом картирования распространения видов явилось составление оригинальной базы данных, которая была сформирована из трёх источников.

Работая по гранту РФФИ, поиск отдельных локалитетов и очагов инвазий авторы осуществляли маршрутным методом. Территория городского округа Тюмень исследована почти полностью (на 85%, исключая недоступные места). Регион был изучен при автомобильных выездах с остановками в местах с предположительно благоприятными условиями для инвазионных видов, и их обследованием. При наличии растений нужного вида проводили фотофиксацию, описывали ценопопуляцию, брали образцы в гербарий, устанавливали геопривязку. Этот подход позволил сформировать основное ядро базы данных на основании наблюдений 2020–2023 гг. (358 наблюдений, 50% базы).

Проработан научный архив одного из авторов (И.В. Кузьмин) по флоре Тюменской области, насчитывающий несколько сотен тысяч фотографий растений и биотопов. Поиск растений и их идентификацию осуществляли как на крупноплановых фотографиях, так и на обзорных в случае попадания искомого вида в кадр на заднем фоне. Также был использован гербарий этого же автора. При этом удалось пополнить базу данных сведениями за более ранние годы с 1994 по 2019 гг. (249 наблюдений, 35% базы). В Гербариях учреждений интересующие нас инвазионные виды практически отсутствуют.

Третьим источником явились открытые данные из наблюдений, выложенные пользователями портала [inaturalist.org](https://inaturalist.org). В базе данных имеется гиперссылка на страницу конкретного наблюдения в Сети и указана фамилия (либо никнейм) его автора (Ю.А. Басов, Е.П. Саранчин и др.). Определения видовой принадлежности были критически перепроверены нами. Этот ресурс дал несколько дополнительных локалитетов из новых районов. Наблюдения сделаны в 2019–2023 гг., одно – в 2014 г. (109 наблюдений, 15%).

В базу данных включили все наблюдения (встречи, находки), даже если они сделаны в том же месте, что и уже ранее включённое в базу, но новым наблюдателем или в новое

время. Это важно для ведения долговременного мониторинга состояния популяций. Статистика содержания базы данных приведена в таблице.

Таблица

Содержание базы данных наблюдений шести инвазионных видов растений  
Тюменской области

Вид	Источники	Наблюдения И.В. Кузьмина и А.А. Хапугина, 2020–2022 гг.	Фотоархив и гербарий И.В. Кузьмина, 1994–2019 гг.	Наблюдения inatutalist.org, 2014, 2019–2023 гг.	Всего
<i>Bidens frondosa</i> L.		24	5	1	30
<i>Calystegia inflata</i> Sweet sensu A.K.Skvortsov		43	31	20	94
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. & A.Gray		53	66	23	142
<i>Heraclеum sosnowskyi</i> Manden.		17	21	37	75
<i>Impatiens glandulifera</i> Royle		137	108	26	271
<i>Impatiens parviflora</i> DC.		84	18	2	104
Всего из разных источников		358	249	109	716

Примечание. Цифрами указано количество наблюдений из разных источников.

База данных включает поля: название вида, широта, долгота (в десятичном формате), дата и место наблюдения, тип данных (фото, гербарий, визуальное наблюдение), фамилия автора, ссылка на источник данных, примечание. Координаты устанавливали непосредственно на местности. Старые наблюдения геопривязывали по ориентирам на снимках земной поверхности Яндекс-карт и Google maps. Построены точечные цифровые карты-схемы распространения каждого вида в Тюменской области (рис.1) и отдельно на территории городского округа Тюмень (рис. 2) из-за высокой плотности локалитетов.

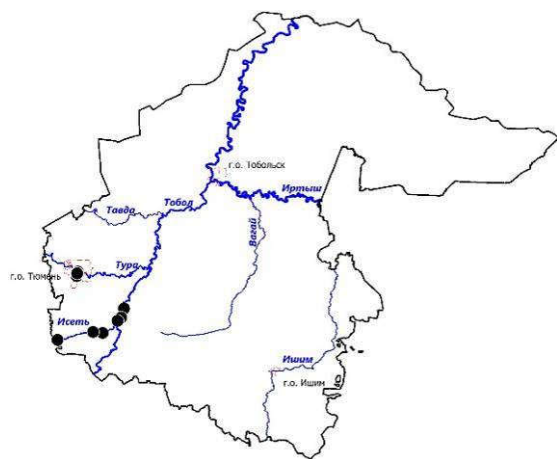
На основе составленных базы данных, карт-схем вторичных ареалов, наблюдений в природе, проведён анализ географического и экологического распространения видов.

Инвазионные растения в зауральской части Западной Сибири распространены не так широко и повсеместно, как в средней полосе Европейской России. Поэтому каждое наблюдение имеет большой научный интерес.

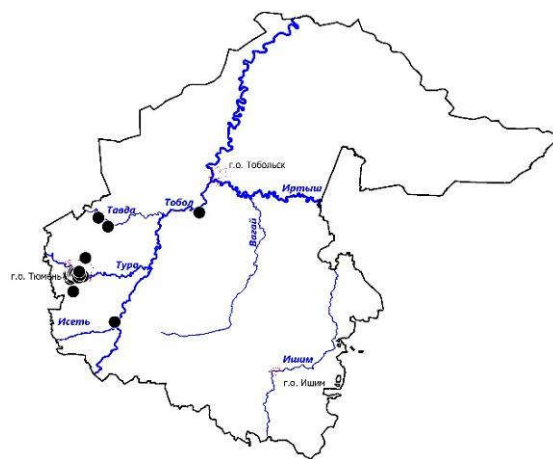
Основное количество наблюдений в базе данных (600, 84%) сделано в черте городского округа Тюмень. Это обусловлено не только большей доступностью территории, но и рядом объективных причин. Тюмень – крупный город (848 тыс. чел.), самый старый русский город в Сибири (основан в 1586 г.). Это обуславливает большое разнообразие экотопов. Очень развита деревянная застройка частного сектора. Через город протекает крупная река Тура, на берегах и в пойме которой растут многие вселенцы. Имеются центры сельского хозяйства и садоводства, придомовые цветники. В Тюмени сравнительно благоприятный климат. В более северных городах инвазионным видам мешают развиваться летние вторжения холодных арктических масс и суровая зима. В более южных городах – недостаточное обеспечение осадками в течение летнего вегетационного периода и небольшое разнообразие экотопов.

Кратко опишем выявленные особенности распространения модельных видов.

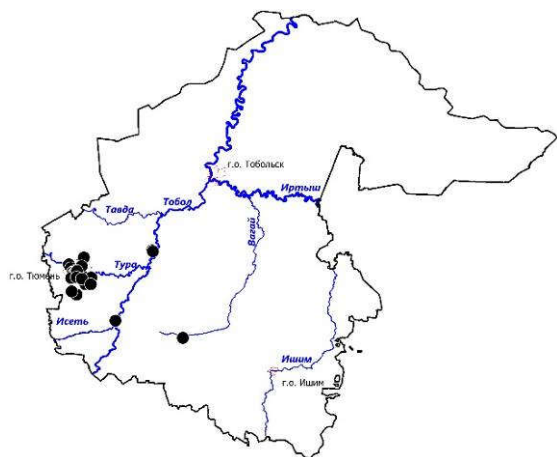
*B. frondosa* выявлена в двух центрах. Первый находится на левом берегу реки Туры в центре Тюмени. Это основной очаг инвазии, существующий более десяти лет. Большая часть растений была уничтожена при строительстве набережной, но оставшихся – хватило для возобновления популяции и дальнейшего расселения. Две находки в городе вдали от основного очага связаны со случайными заносами семян. Второй центр расселения находится на берегах реки Исеть, куда череда проникает с юга, из Курганской области, закрепляясь на остатках старых мостов и илистых отмелях, в зарослях кустарников.



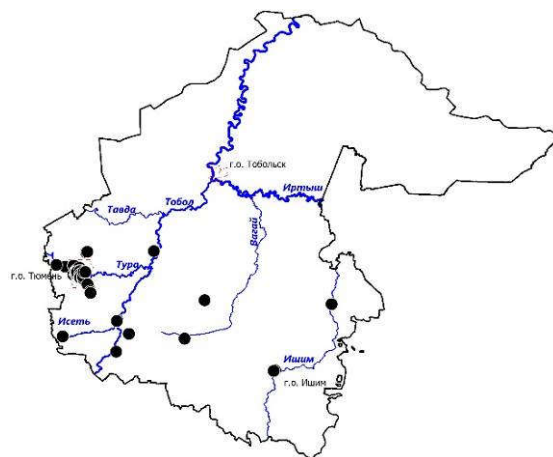
*Bidens frondosa* L.



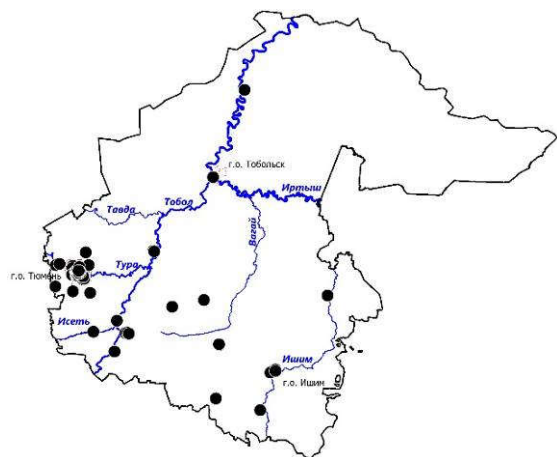
*Heracleum sosnowskyi* Manden



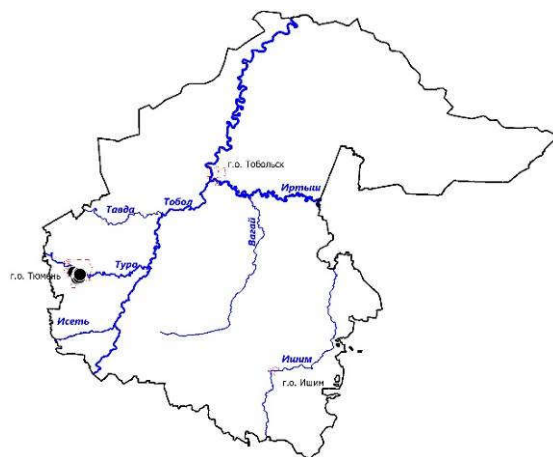
*Calystegia inflata* Sweet sensu A.K.Skvortsov



*Impatiens glandulifera* Royle

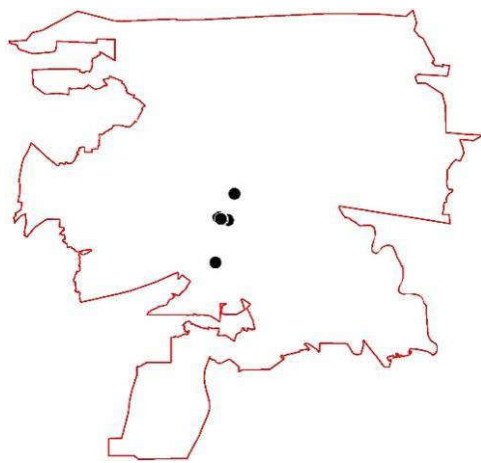


*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A.Gray

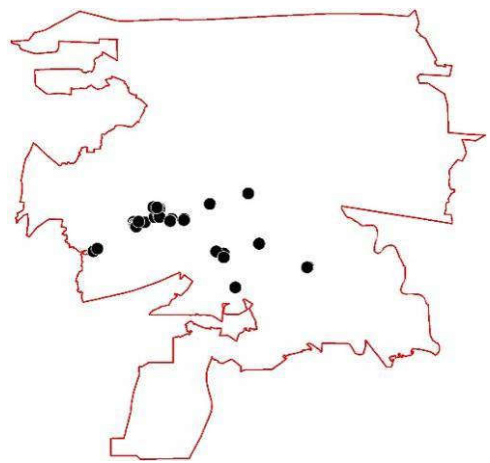


*Impatiens parviflora* DC.

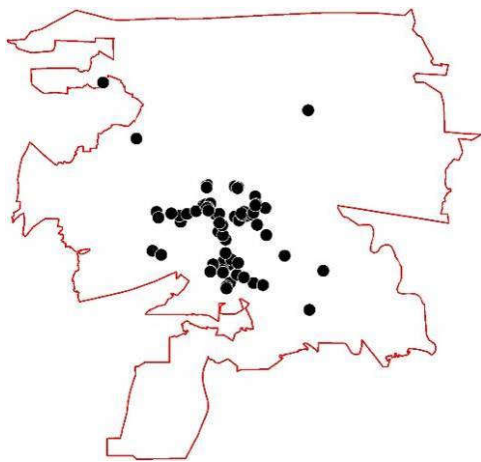
Рис. 1. Карты-схемы распространения шести модельных инвазионных видов растений в Тюменской области (• – места наблюдений)



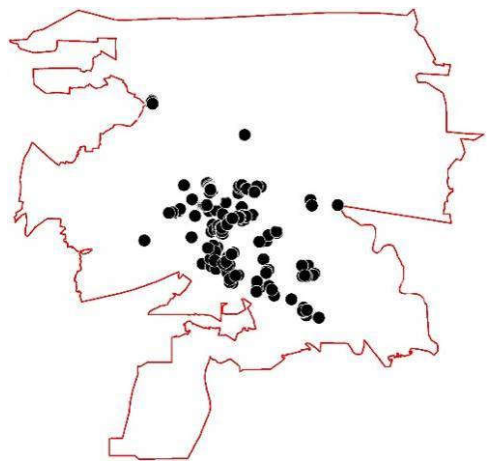
*Bidens frondosa* L.



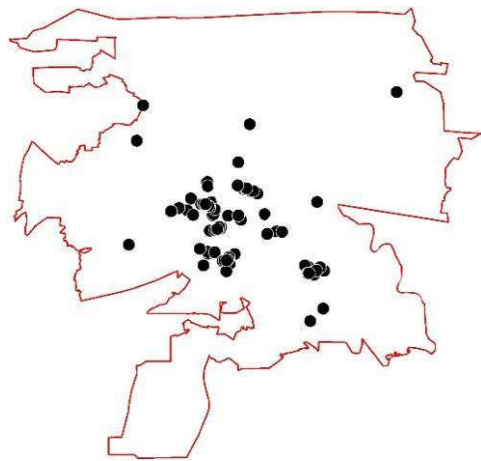
*Heracleum sosnowskyi* Manden



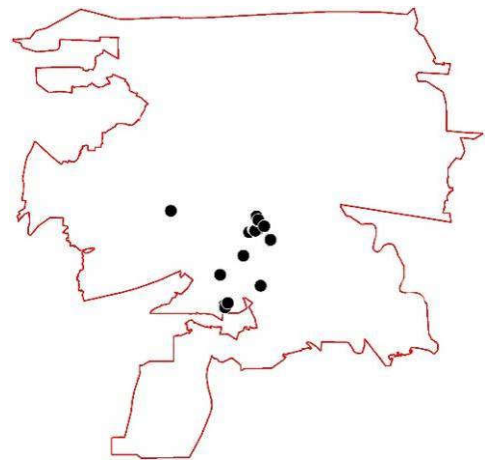
*Calystegia inflata* Sweet sensu A.K.Skvortsov



*Impatiens glandulifera* Royle



*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. & A.Gray



*Impatiens parviflora* DC.

Рис. 2. Карты-схемы распространения шести модельных инвазионных видов растений в городском округе Тюмень (• – места наблюдений)

*C. inflata* культивируется и дичает в основном в Тюмени и Тюменском районе, где розовоцветковый повой занимает сырые места в кварталах старой деревянной застройки, пойменные заросли ивняка, реже – около цветников в районах многоэтажных домов. Также обнаружен в Ялуторовске, Омутинском и Ярково, в небольшом обилии.

*E. lobata* сравнительно широко распространена в регионе, встречается во многих населённых пунктах и в их окрестностях (в т.ч. города Тюмень, Тобольск, Ишим, Ялуторовск), иногда вдали от жилья. Тяготеет к поймам рек, оплетая заросли ивняка и забираясь на значительную высоту. Расселению в окрестностях Ишима способствуют крупные наводнения. В Тюмени культивируется и уходит из культуры, часто встречается по сорным, влажным и сырым местам в пойме, кварталам деревянной застройки, логам.

*H. sosnowskyi* – произрастает, главным образом, в черте областного центра, особенно в западной части вокруг полей Аграрного университета Северного Зауралья и учебного хозяйства (очаг первичного заноса). Второй старый очаг – Букинское кладбище. В других местах города – обнаружены отдельные случайные экземпляры. В регионе – единичные встречи (д. Кутарбитка, сёла Нижняя Тавда и Червишево, г. Ялуторовск), случайные заносы. Распространяется при работах по ремонту дорожного покрытия и благоустройству. Заходит под полог осиново-берёзовых лесов, на луговые опушки.

*I. glandulifera* – сравнительно самый широко распространённый в Тюменской области инвазионный вид из изученных нами. Он отмечен в девяти районах. Находки связаны с его уходом из культуры, расселением на мусорных местах и внедрением в прибрежные экотопы. В Тюмени встречается в кварталах деревянной застройки, по берегам Туры и её стариц, в логу речки Ключи, реже – самовоспроизводится в цветниках около пяти- и девятиэтажных домов. В поймах образует обширные заросли.

*I. parviflora* обитает только в Тюмени. Крупный очаг инвазии находится в квадрате, ограниченном улицами Профсоюзная, 50 лет Октября, Максима Горького и правым берегом реки Туры, где занимает придомовые цветники, уходит на мусорные места, под полог зарослей *A. negundo* и на опушки ивняков, местами образуя сплошной покров на сотнях квадратных метров. Второй очаг – близ бывшей д. Патрушева, где она появилась у садового центра, и сформировала обширные заросли в разнотравном березняке памятника природы «Тополя». Остальные находки связаны с придомовыми цветниками.

Таким образом, появление в регионе, существование и распространение изученных инвазионных видов связано, прежде всего, с крупным городом – областным центром. Этому способствуют транспортные связи, активная хозяйственная деятельность, разнообразие биотопов. Остальные населённые пункты имеют малое значение.

Работа выполнена в рамках госзадания FEWZ-2020-0009 Министерства образования и науки РФ и гранта РФФИ – Тюменская область (проект 20-44-720006).

## Литература

1. Кузьмин И.В. Инвазионные виды зауральской флоры в пределах Тюменской области // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы IV Международной научной конференции, посвящённой 125-летию Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета и 160-летию со дня рождения П.Н. Крылова (Томск, 1–3 ноября 2010 г.). Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. С. 99–101.
2. Кузьмин И.В. «Чёрный список» флоры Тюменской области // X Зырянские чтения: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции (Курган, 6–7 декабря 2012 г.). Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та, 2012. С. 202–203.
3. Kuzmin I.V. New «black-list» of flora of Tyumen region (West Siberia) // Фитоинвазии: остановить нельзя сдаваться: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, 10–11 февраля 2022 г.). Москва: Изд-во Москов. ун-та, 2022. С. 172–175.

## РАСПАД СВИТ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ГРАНИЦАХ АРЕАЛОВ

И.Б. Кучеров<sup>1</sup>, А.А. Зверев<sup>2,3</sup>, С.В. Чиненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск, Россия

<sup>3</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

## DISINTEGRATION OF VEGETATION “CORTEGES” AT THE CLIMATICALLY DETERMINED DISTRIBUTION LIMITS

I.B. Kucherov<sup>1</sup>, A.A. Zverev<sup>2,3</sup>, S.V. Chinenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>V.L. Komarov Botanical Institute RAS, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>3</sup>Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

На климатически обусловленных (широтных, долготных, высотно-поясных) границах ареалов исчезновению видов предшествует индивидуализация их ценотической приуроченности, т. е. дезинтеграция соответствующих свит растительности [1, 2, 3].

1. На примере распада темнохвойно-таежной свиты ели (*Picea abies* s.l.) [4] близ южных границ ареалов слагающих ее видов в Европейской России видно, что этот процесс протекает в два этапа.

Вакциниетальные (в смысле Ю.Д. Клеопова [5]) бореальные виды (*Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L.), константные и доминирующие в темнохвойной тайге [4, 6, 7], в зоне широколиственных лесов нехарактерны для зональных дубрав (из *Quercus robur* L.) и липняков (из *Tilia cordata* Mill.). Зато они постоянны и часто обильны в экстразональных ельниках и сосняках (из *Pinus sylvestris* L.) сфагновых (со *Sphagnum girgensohnii* Russow) по краю болот [1]. Другим характерным местообитанием черники и брусники в неморально-лесной зоне выступают интразональные травяно-зеленомошные сосновые боры на песках. В них эти виды фактически интегрируются в боровую свиту, на что указывал Г.М. Зозулин [8]. К югу от границы ареала *Picea abies* в Поволжье находки вакциниетальных кустарничков тоже приурочены к окраинам болот и к сосновым борам. Здесь эти виды считаются плейстоценовыми реликтами [1, 9].

В то же время квазибореальные (в смысле В.Б. Сочавы [10]) виды (*Oxalis acetosella* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Trientalis europaea* L., *Linnaea borealis* L.) сохраняются как в интразональных сосновых борях, так и под пологом зональных дубрав (на приствольных повышениях) и липняков (также на почве). В послеледниковых широколиственных лесах Прибалтики Т. Липпмаа [11] относил *Oxalis acetosella* и *Maianthemum bifolium* к неморально-лесной синузии *Galeobdolon-Asperula-Asarum* наравне с собственно неморальными видами. Квазибореальные виды встречаются и во вторичных березняках (из *Betula pendula* Roth) и осинниках (из *Populus tremula* L.), сукцессионно предшествующих липнякам и дубравам [1].

Однако в лесостепной полосе расходятся и ниши квазибореальных видов. *Maianthemum bifolium* остается в дубравах по дну оврагов и балок, т. е. сохраняется его ниша, близкая к таковой в сообществах зонального ряда в широколиственно-лесной зоне. В то же время *Trientalis europaea* встречается только в сосновых борях [1, 9].

Другой пример распада темнохвойно-таежной свиты можно проследить на высотном поясе в заповеднике «Басеги» на западном макросклоне Среднего Урала. В горно-долинных сосново-еловых лесах среднетаежного облика встречаются как *Vaccinium myrtillus*, так и *V. vitis-idaea*. Но в вышележащих пихто-ельниках



крупнопапоротниковых (с *Abies sibirica* Ledeb. и *Dryopteris expansa* s.l.) на высоте 500–800 м над ур. м. *V. vitis-idaea* полностью отсутствует. В то же время *V. myrtillus* изредка и в малом обилии, но встречается и здесь. В то же время в крупнопапоротниковых лесах очень обильна *Oxalis acetosella*, обычны *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Linnaea borealis*, *Luzula pilosa* (L.) Willd.. Однако ни кислица, ни майник не проникают выше верхней границы горно-лесного пояса, в то время как *Trientalis europaea* с *Linnaea borealis* проникают и в горную еловую лесотундру, где доминирует *Vaccinium myrtillus* и вновь появляется *V. vitis-idaea*. Последний вид вместе с *Linnaea borealis* встречается вплоть до лишайниковых горных тундр [1, 12].

Аналогично, в горах Лапландского заповедника на Кольском п-ове *Maianthemum bifolium* на подветренных склонах спорадически достигает среднего (зеленомошного) подпояса горно-лесного пояса, но не переходит верхней границы леса (250 м над ур. м.). В то же время и *Trientalis europaea*, и *Linnaea borealis* встречаются намного чаще и поднимаются выше по склонам. В качестве сопутствующих видов они отмечены и в ерниковых, и даже в воронично-лишайниковых горных тундрах – либо вместе с *Vaccinium myrtillus*, либо поодиночке. Здесь они, судя по всему, являются атлантическими реликтами. *Trientalis* проникает и в зональные южные тундры севера Русской равнины, Тимана и Предуралья, где он нередок под пологом ивняков и в нивальных мелкотравных тундрах [3, 13, 14]. *Oxalis acetosella* при этом не достигает Лапландии и тем более Малоземельской и Большеземельской тундр. Северный предел ее ареала проходит еще в Прибеломорье [1, 15].

2. Распад неморальной свиты [2, 5, 8, 16] можно проследить в таежной зоне Европейской России и далее Сибири при движении на восток по градиенту континентальности на примере имяобразующих таксонов уже упомянутой синузии *Galeobdolon-Asperula-Asarum* [11].

В широколиственных лесах запада Европейской России – как зональных, так и экстразональных – *Galeobdolon luteum* Huds., *Galium odoratum* (L.) Scop. и *Asarum europaeum* L. чаще всего произрастают совместно. В мелколиственных лесах южной тайги Ленинградской обл. нередки и случаи доминирования *Galeobdolon luteum* без сопровождения обоих других названных видов [2]. Между тем в более континентальном климате Среднего Поволжья (в частности, в Мордовском заповеднике) фагетальный суббореальный *G. luteum* исчезает, тогда как *Galium odoratum* и *Asarum europaeum* сохраняются. Это тилиетальные (тургайские, прабореальные [16]) виды с евразийскими ареалами либо, подобно копытню, имеющие замещающие дальневосточные таксоны [8, 10, 16]. При этом в Мордовии ценоспектр *Galium odoratum* сужается до влажных теневых лесов снытевого (с *Aegopodium podagraria* L.) и пролесникового (с *Mercurialis perennis* L.) типов, тогда как в более сухих липняках волосистоосоковых (с *Carex pilosa* Scop.) обычно присутствует лишь *Asarum europaeum*. Только последний вид из всех трех, как правило, проникает и в южнотаежные ельники неморально-травяные и высокотравные, а в средней тайге юга Архангельской и севера Вологодской областей – в сосновые боры и флористически обедненные ельники кисличные по залежи [2].

Индивидуальность расселения *Asarum europaeum* и *Galeobdolon luteum* ярко выражена на границе южной и средней тайги вдоль северного побережья Финского залива в Ленинградской обл. Первый вид редко и в малом обилии встречается в ельниках болотно-травяных и в черноольховых (с *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) топях при основании склона литоринового уступа. Второй же отмечен в ельниках от «богатых» кисличных (в том числе в значимом обилии на камах выше уступа) до широколиственных приручейных (книзу от уступа). Совместное произрастание обоих видов зафиксировано лишь однажды – на зарастающей просеке в нижней части склона уступа, т. е. в антропогенно трансформированном сообществе, где конкуренция ослаблена [2].

*Asarum europaeum* и *Galium odoratum* – тилиетальные виды, чей ареал продолжается далеко за Урал. Однако уже на Урале спектры совместного

произрастания и тем более доминирования этих видов тоже нередко расходятся. На западном макросклоне Среднего Урала чаще встречаются пихто-ельники с господством *G. odoratum*, на восточном – копытневые [17, 18]. В черневой тайге Кузнецкого Алатау и Алтая оба вида чаще растут вместе, притом окруженные другими реликтовыми представителями тилиетальной свиты [19, 20]. Но уже в Западном Саяне данная свита распадается. Неморальные виды начинают встречаться поодиночке; *Asarum europaeum* вообще не доходит до Саяна. В то же время реликтовый ареал *Galium odoratum*, хотя и с рядом разрывов, но достигает Приморья [2, 21].

3. Яркий пример распада свиты гипоарктических видов дают виды южнотундрово-болотного элемента: *Betula nana* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Rubus chamaemorus* L. В полосе крайнесеверной тайги [7] *Betula nana* – основной доминант зональных и горных южных тундр – помимо произрастания на открытых болотах, формирует низкий подлесок в редкостойных ельниках сфагновых. Под пологом олиготрофных ельников (со *Sphagnum angustifolium* (С. Е. О. Jensen ex Russow) С. Е. О. Jensen) обычны также *Rubus chamaemorus* и *Eriophorum vaginatum*. Помимо ерниковых сфагновых, по всей крайнесеверной тайге Коми от рек Пижмы и Цильмы до верховий р. Усы описаны ельники ерниковые сфагново-зеленомошные (*Piceeta nanobetulosa mixta* [3, 22]).

В южной полосе северотаежной подзоны [7] *Betula nana* почти всюду исчезает из-под полога ельников, сохраняясь лишь в заболоченных сосняках и на верховых болотах. Однако *Eriophorum vaginatum* и *Rubus chamaemorus* произрастают и в ельниках сфагновых: первый вид – в малом обилии, тогда как второй становится одним из доминантов. Возможно, именно в еловых лесах северной тайги выражен фитоценотический оптимум морошки [23, 24], хотя она обильна и на болотах с мощной торфяной залежью. В средней тайге ельники морошковые сфагновые более редки, а самой *Rubus chamaemorus* свойственны меньшие покрытия. *Eriophorum vaginatum* господствует на сфагновых коврах болот и в подтопленных сосняках по их окраинам как в северной, так и в средней тайге [3].

В южной тайге роль заболоченных ельников как рефугиумов гипоарктических видов не выражена. Сохраняется лишь произрастание этих видов в заболоченных сосняках, на верховых и ключевых болотах. *Betula nana* лишь изредка встречается по окраинам верховых болот в северной части подзоны, южнее же удерживается лишь местами, исключительно как гляциальный реликт. В отличие от березки, *Rubus chamaemorus* и *Eriophorum vaginatum* продолжают встречаться на верховых болотах, как и в северной и средней тайге, со сходной частотой и в сопоставимом обилии, достигая южных пределов подзоны. Южная граница ареала морошки и определяется таковой бореальных сфагновых болот, но проходит несколько севернее последней [3, 25].

Обобщая приведенные примеры, можно заключить, что «правило распада свит» должно носить универсальный характер, затрагивая виды всех геоэлементов без исключения.

Распад свит на границах зональных ареалов, или (что то же самое в аспекте пространственной структуры сообщества) распад синузий, несомненно, должен иметь адаптивное значение. Он облегчает расселение вида за пределы ареала, вне свойственной ему ценоценотической среды [26, 27], особенно при заносе диаспор на дальние расстояния [28]. Однако наряду с этим, как видно на примерах свит неморальных и гипоарктических видов, распад свит может иметь и реликтовую природу.

Работа И.Б. Кучерова выполнена в рамках действующего государственного задания БИН РАН по теме 121032500047-1, А.А. Зверева – согласно действующему государственному заданию ЦСБС СО РАН АААА-А21-121011290026-9.

## Литература

1. Кучеров И.Б., Зверев А.А. Ценоотические позиции бореальных видов растений в сообществах широколиственно-лесной зоны // *Turczaninowia*. 2021. Т. 24, № 3. С. 89–110.
2. Кучеров И.Б., Зверев А.А. Ценоотические позиции неморальных и бореонеморальных видов растений в сообществах таежной зоны // *Turczaninowia*. 2022. Т. 25, № 3. С. 129–152.
3. Кучеров И.Б., Зверев А.А., Чиненко С.В. Ценоотические позиции гипоарктических видов растений в сообществах таежной зоны Европейской России // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. 2023. № 61. С. 45–87.
4. Толмачев А.И. К истории возникновения и развития темнохвойной тайги. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 156 с.
5. Клеопов Ю.Д. Основные черты развития флоры широколиственных лесов европейской части СССР // *Материалы по истории флоры и растительности СССР*. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 183–256.
6. Сукачев В.Н. Растительные сообщества (Введение в фитосоциологию). 4-е изд. Л.; М.: Книга, 1928. 232 с.
7. Кучеров И.Б. Ценоотическое и экологическое разнообразие светлохвойных лесов средней и северной тайги Европейской России. СПб.: Марафон, 2019. 568 с.
8. Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности Европейской части СССР // *Ботанический журнал*. 1973. Т. 58, № 8. С. 1081–1092.
9. Саксонов С.В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). Тольятти: Кассандра, 2012. 511 с.
10. Сочава В.Б. Вопросы флорогенеза и филоценогенеза манчжурского смешанного леса // *Материалы по истории флоры и растительности СССР*. Вып. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. С. 283–320.
11. Lippmaa T. Areal und Altersbestimmung einer Union (*Galeobdolon-Asperula-Asarum* U.) sowie das Problem der Charakterarten und der Konstanten // *Acta Inst. et Horti Bot. Univ. Tartuens.* 1938. Т. 6, No. 2–3. P. 1–152. (In German).
12. Овеснов С.А. Местная флора. Флора Пермского края и ее анализ. Пермь: Изд-во ПГУ, 2009. 215 с.
13. Дедов А.А. Растительность Малоземельской и Тиманской тундр. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2006. 159 с.
14. Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.
15. Раменская М.Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1983. 203 с.
16. Камелин Р.В., Овеснов С.А., Шилова С.И. Неморальные элементы во флорах Урала и Сибири. Пермь: Изд-во ПГУ, 1999. 83 с.
17. Игошина К.Н. Остатки широколиственных ценозов среди пихтово-еловой тайги Среднего Урала // *Ботанический журнал*. 1943. Т. 28, № 4. С. 144–155.
18. Горчаковский П.Л. Растения широколиственных лесов на восточном пределе их ареала // *Труды Института экологии растений и животных УФАИ СССР*. Свердловск: ИЭРЖ УФАИ СССР, 1968. Вып. 59. 286 с.
19. Шумилова Л.В. Ботаническая география Сибири. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1962. 440 с.
20. Положий А.В., Крапивкина Э.Д. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1985. 158 с.
21. Ильин М.М. Третичные реликтовые элементы в таежной флоре Сибири и их возможное происхождение // *Материалы по истории флоры и растительности СССР*. Вып. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 257–292.
22. Юдин Ю.П. Темнохвойные леса Коми АССР (геоботаническая характеристика): Дис. ... докт. биол. наук. Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1948. 323 с.
23. Богдановская-Гуензф И.Д. О происхождении флоры бореальных болот Евразии // *Материалы по истории флоры и растительности СССР*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 425–468.
24. Kielland-Lund J. Die Waldgesellschaften SO Norwegens // *Phytocoenologia*. 1981. Т. 9, No. 1–2. S. 53–250. (In German).
25. Эйхвальд К.Ю. Подрод ежевик *Cylactis* Rafin. Исследование филогенеза одной бореальной растительной группы // *Ученые записки Тартуского гос. ун-та*. 1959. Вып. 81. 286 с.
26. Good R. The geography of the flowering plants. 2nd ed. L.; N.Y.; Toronto: Longmans, Green & Co, 1953. 452 p.
27. Harper J.L. Population biology of plants. L.; N.Y.; Toronto: Acad. Press, 1977. 892 p.
28. Cain M.L., Milligan B.G., Strand A.E. Long-distance seed dispersal in plant populations // *American Journal of Botany*. 2000. Vol. 87, No. 9. P. 1217–1227.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТУНДРЕ

**Н.Н. Лащинский**

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

## APPLYING OF UAV FOR THE ARCTIC VEGETATION RESEARCH

**N.N. Lashchinskiy**

*Central Siberian Botanical Garden SD RAS, Novosibirsk, Russia*

В последние годы наблюдается все возрастающий интерес мирового сообщества к исследованиям в Арктике в целом и в том числе к геоботаническим исследованиям, в частности. Не смотря на длительный период освоения арктических территорий эта область все еще остается труднодоступной и сложной для организации наземных исследований. В связи с этим особый интерес вызывает возможность использования различных дистанционных методов, сокращающих затраты труда и времени на проведение натурных изысканий. Появление беспилотных летательных аппаратов создает новые возможности для исследователей, для получения новых оперативных данных о состоянии растительного покрова.

Для условий Арктики использование БПЛА в геоботанических исследованиях имеет особое значение. Во-первых – это огромные территории с отсутствием и очень слабым развитием дорог и троп. Во-вторых – растительный покров Арктики отличается мозаичностью и мелкоконтурностью не всегда отчетливо различимыми при наземном обследовании. В-третьих – отсутствие древесного полога и одно-двухъярусная вертикальная структура сообществ позволяет получить более полную информацию о растительных сообществах по сравнению с более сложно организованными лесными экосистемами. По сравнению с аэрофотосъемкой использование БПЛА существенно дешевле. В сравнении с космическими снимками съемка с БПЛА отличается большей оперативностью и меньшей зависимостью от погодных условий.

В рамках работ на международной арктической станции «Остров Самойловский» были использованы снимки с БПЛА для целей детального геоботанического картирования тундровых ландшафтов на различных геоморфологических поверхностях в дельте р. Лена.

В работе использовались:

– Геодезический беспилотный летательный комплекс российского производства Supercam S 250 G - летательный аппарат самолетного типа. Высота полета 250 метров.

– Адаптированный фотоаппарат Sony a6000

– Геодезический бортовой приемник Javad (двухчастотный L1/L2, GPS/ГЛОНАСС, с записью 5 раз в секунду)

– Дополнительно применялось наземное геодезическое обеспечение с использованием геодезического приемника Javad Triump-2 (двухчастотный L1/L2, GPS/ГЛОНАСС, с записью 5 раз в секунду).

Общее время полетов составило 4 часа 7 минут. Сделано 5 755 аэрофотоснимков. Общая площадь съемки – 36 кв. км. Разрешение изображения – 5 см на пиксель. Точность геодезической привязки не хуже 10 см в плане и 15 см по высоте.

Обработка материалов аэрофотосъемки выполнена в программах Justin и Photoscan. Фотограмметрическая обработка материалов велась в ПО Photoscan Pro и ЦФС Photomod.

В результате обработки был получен ортофотоплан (рис. 1) и цифровая модель рельефа (ЦМР) (рис. 2) отснятой территории. В состав территории вошел остров Самойловский (4 кв. км) (рис. 1) и юго-восточная часть острова Курунгнах (32 кв. км). Съемка производилась в середине июля.

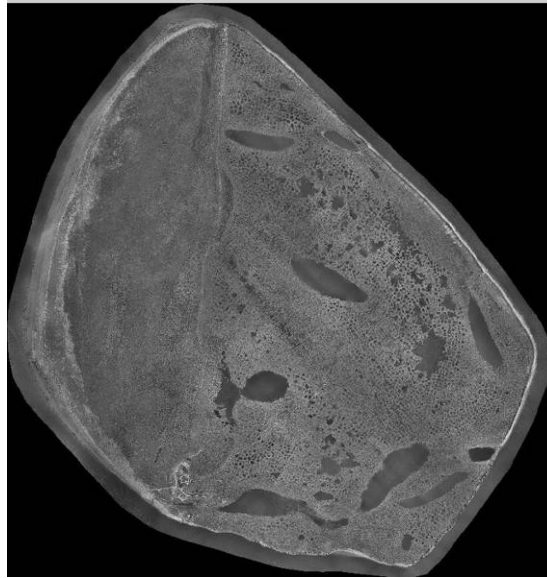


Рис. 1 Ортофотоплан острова Самойловский на основе съемки с БПЛА

При составлении геоботанической карты острова Самойловский предварительно была составлена карта на основе цветов и их сочетаний по ортофотоплану. Хорошо заметно, что остров разделяется на две неравные части – западную (около одной трети территории) и восточную. Если в восточной части границы между контурами различного цвета были отчетливы, то западная часть выглядела единым контуром с плавными цветовыми переходами.

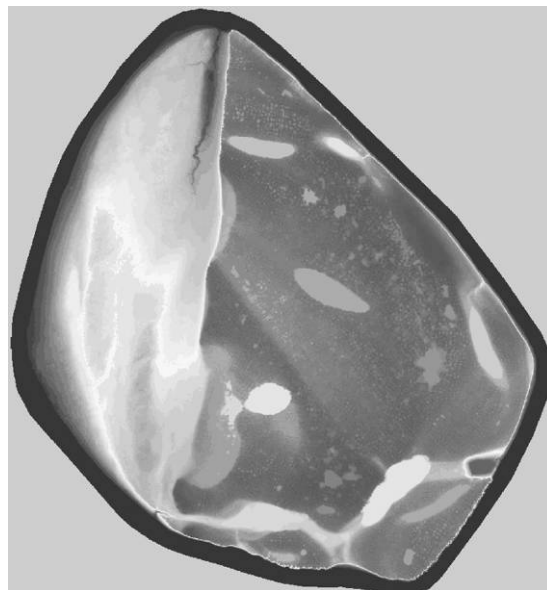


Рис. 2 Цифровая модель рельефа острова Самойловский на основе съемки с БПЛА

При анализе ЦМР, напротив, в западной части острова выделились отчетливые контура разновысоких поверхностей. Восточная часть острова в целом существенно выше западной (8–12 м над у.м. против 3–5 м над у.м.) и относится к первой надпойменной террасе, тогда как западная часть, отделенная хорошо выраженным уступом, принадлежит пойме Лены [1].

Большая часть первой террасы занята полигональным комплексом из полигонов различной степени обводненности, высоких бровок полигонов и трещин между ними. Полигоны различались по форме от изометрических 4–6 угольных, до вытянутых прямоугольных собранных в ряды (рис. 3).

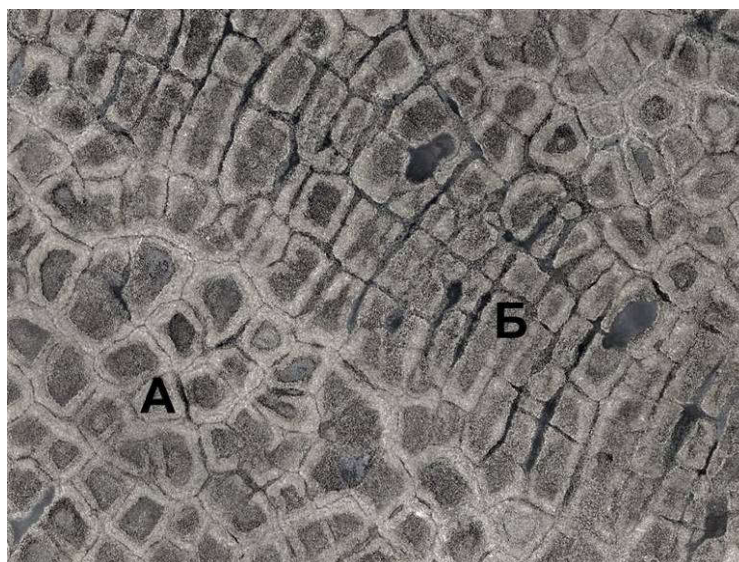


Рис. 3 Полигональный комплекс изометрический (А) и ориентированно-прямоугольный (Б) на ортофотоплане.

По цвету можно было выделить светлые полигоны, интерпретируемые как выпуклые и темные – вогнутые. Помимо полигональных структур на снимке хорошо выделялись водные объекты, околородная растительность и антропогенно-нарушенные территории. Западная, пойменная часть острова на ортофотоплане воспринималась как один слабодифференцированный контур.

Использование ЦМР позволило выделить ряд контуров для западной части острова. В целом, предварительная карта растительности острова, составленная только на анализе снимка и ЦМР, включала 10 основных элементов легенды, уверенно выделяемых на снимке по цветовой гамме, взаимному расположению и форме элементов, и особенностям микрорельефа, отраженным в ЦМР.

Следующим шагом было наземное геоботаническое обследование острова с целью верификации предварительной карты и наполнения ботаническим содержанием предварительно выделенных контуров. Детально-маршрутным методом по стандартной методике было выполнено 160 описаний на площадках 10×10 м репрезентативно (не менее чем в 10-кратной повторности) представляющих все визуально выделенные типы фитоценозов. Материалы обследования были сведены в базу данных в среде IBIS [2] и обработаны по методу табличной сортировки [3]. В результате было выделено 9 фитоценозов, каждый из которых характеризовался группой диагностических видов и особенностями морфологии сообществ.

На восточной части острова на хорошо выраженном полигональном рельефе развит комплекс осоково-зеленомошных тундр, осоковых и гипновых мелкозалежных болот и околородных сообществ макрофитов. В зависимости от выраженности различных форм микрорельефа выделенные фитоценозы организуются в микропоясные ряды, либо полностью заполняют определенные формы микрорельефа. В целом на всю территорию первой террасы они образуют пространственную мозаику, подчиненную полигональным структурам, созданным полигонально-жильными льдами (рис. 4). Степень обводненности и форма полигонов коррелируют с более крупными формами рельефа, слабо дифференцируемыми на ЦМР.

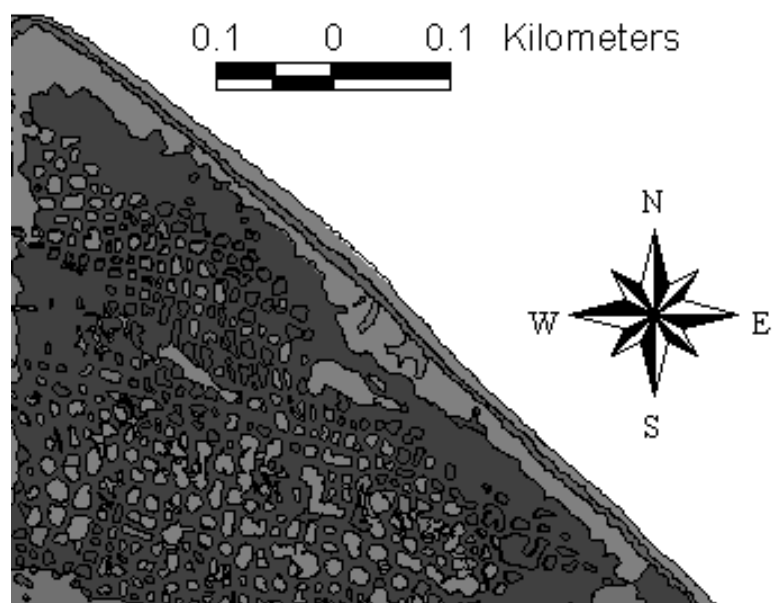


Рис. 4. Фрагмент карты растительности полигонального комплекса на первой террасе

Для западной низменной части острова наземными исследованиями было выделено 8 фитоценонов, закономерно распределенных по элементам пойменного рельефа. Анализ ЦМР показал хорошее совпадение контуров выделенных сообществ с определенными высотными уровнями пойменного рельефа. Если на ортофотоплане не различимы четкие границы между различными типами растительных сообществ поймы, то ЦМР показала высокую информативность для выделения структуры растительного покрова в этих условиях (рис. 5).

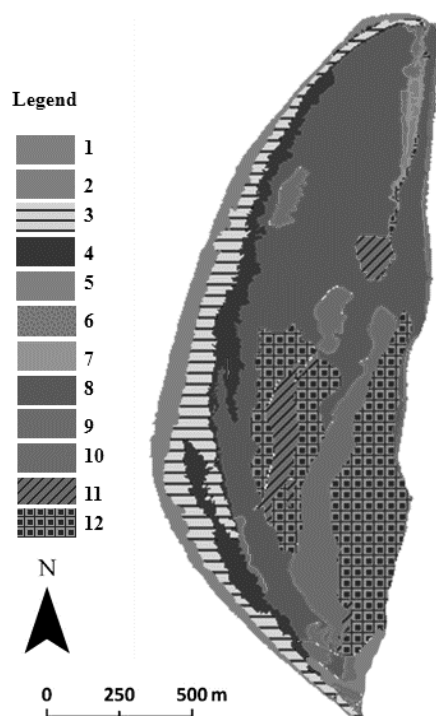


Рис. 5. Карта растительности пойменной части острова Самойловский. 1 – песчаный пляж; 2 – открытая вода; 3 – отдельные пионерные растения на пляже; 4 – пионерные растительные сообщества; 5 – антропогенно нарушенные участки (дороги, здания и т.п.); 6 – псаммофитные сообщества на развеваемых песках; 7 – водная растительность; 8 – хвощево-ивовые заросли; 9 – богаторазнотравные ивовые заросли; 10 – хвощевые сообщества; 11 – осоковые болота; 12 – зеленомошные ивовые заросли.

Таким образом, съемка высокого разрешения с использованием БПЛА позволила создать хорошую предварительную карту растительности для первой террасы, но снимок оказался мало информативным для поверхности поймы. Наземное обследование было необходимым этапом для наполнения предварительно выделенных контуров конкретным ботаническим содержанием и уточнения границ контуров и набора выделенных единиц. Для дешифрирования растительности поймы большей информативностью обладает ЦМР в сочетании с наземными исследованиями. Создание предварительной карты, основанной только на анализе снимка, было важным шагом, позволившим оптимизировать полевые работы и существенно облегчить и ускорить визуализацию данных на итоговой карте.

### Литература

1. *Большакинов Д.Ю., Макаров А.С., Шнайдер В., Штоф Г.* Происхождение и развитие дельты реки Лены. СПб. 2013. 268 с.
2. *Зверев А.А.* Информационные технологии в исследованиях растительного покрова Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
3. *Westhoff V., Maarel E.* The Braun-Blanquet approach (Classification of plant communities). 1978. The Hague. P. 287–399.



**РОД VERONICA L. (PLANTAGINACEAE JUSS.) В КОЛЛЕКЦИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ГЕРБАРИЯ ИМ. П.Н. КРЫЛОВА: КАРТИРОВАНИЕ МЕСТ СБОРА И АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ.**

**В.В. Локтева, Д.И. Казанцева**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия*

**VERONICA L. (PLANTAGINACEAE JUSS.) IN COLLECTIONS OF WESTERN SIBERIA: MAPPING COLLECTION LOCATIONS AND CURRENT STATUS OF THE P.N. KRYLOV HERBARIUM.**

**V.V. Lokteva, D.I. Kazantseva**

*National Research Tomsk State University, Russia*

Гербарий им. П.Н. Крылова (ТК) основан в 1885 году и входит в тройку крупнейших гербариев России. Общий объем коллекций составляет около 500 тыс. гербарных образцов, из которых примерно 200 тыс. входит в состав коллекций Западной, Приенисейской и Восточной Сибири. Общее число гербарных образцов рода *Veronica* по вышеупомянутым коллекциям составляет 1133 гербарных листа, по исследуемой коллекции Западной Сибири – 627 образцов.

Растения рода *Veronica* представляют собой интересную задачу для исследователей различных областей науки. Многие современные виды этого рода представляют собой результат гибридизации [2, 3], что открывает новые пути для изучения эволюции растений и их генетической адаптации, а также способствует пониманию процессов гибридизации в природных популяциях. Так же, представители рода *Veronica* содержат активные соединения: флавоноиды и иридоиды, что делает эти растения полезными для медицины и фармакологии [1]. Также вероники активно используются в садоводстве и городском озеленении, поэтому поиск новых источников растительных ресурсов является актуальной задачей.

Помимо создания флористических описаний, для анализа географического распространения видов часто используется метод картирования, который визуально отображает области, где данный таксон встречается, предоставляя более наглядное представление о его ареале. Эта информация также может быть важной для библиографов, позволяя отслеживать маршруты исследователей и их учеников, которые внесли свой вклад в развитие науки и гербариев.

Просмотр коллекции Западной Сибири показал наличие 28 видов и 2 подвидов: *V. agrestis* L., *V. anagallis-aquatica* L., *V. anagalloides* Guss., *V. beccabunga* L., *V. biloba* Schreb., *V. chamaedrys* L., *V. densiflora* Ledeb., *V. incana* L., *V. krylovii* Schischk., *V. laeta* Kar. & Kir., *V. longifolia* L., *V. macrostemon* Bunge, *V. nudicaulis* Kar. & Kir., *V. officinalis* L., *V. pesica* Poir., *V. pinnata* L., *V. pinnata* subsp. *nana* (Krylov) Polozhij, *V. porphyriana* Pavlov, *V. porphyriana* × *V. longifolia*, *V. prostrata* L., *V. scutellata* L., *V. serpyllifolia* L., *V. × sessiliflora* Bunge, *V. spicata* L., *V. spicata* subsp. *paczoskiana* (Klokov) Kosachev, *V. spicata* × *V. porphyriana*, *V. spuria* L., *V. teucrium* L., *V. urticifolia* Jacq., *V. verna* L.

Сборы образцов имеют значительный временной отрезок с 1885 по 2016 гг., поэтому нами был выбран отрезок с 1880 по 2020 гг., который был разделен на отрезки по 20 лет каждый. Также отдельную группу составляли образцы, у которых не был указан год сбора. Указанные на этикетках видов места переносились на Google Карты, на которой были выделены слои с годами, а каждый вид обозначался определенным цветом. Готовая карта представлена на рисунке 1.

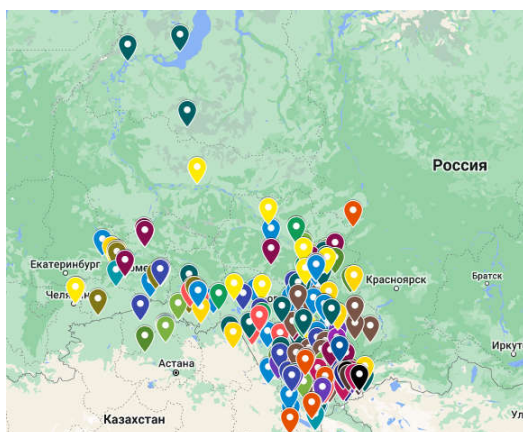


Рис. 1. Картирование сборов рода *Veronica* в промежуток с 1885 по 2016 гг.

Всего на карте удалось указать места сборов 576 гербарного образца. Точки сбора для 51 вида установить не удалось из-за некорректных этикеток, а также из-за плохого состояния надписей на этикетках.

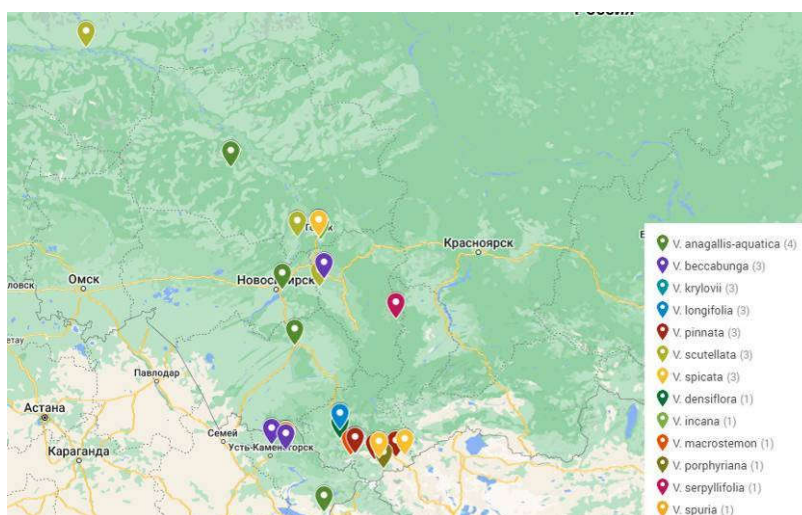


Рис. 2. Сборы в период с 1885 по 1900 гг.

В начальные годы функционирования гербария было собрано 28 гербарных листов, представляющих 13 различных видов растений (рис. 2). Главными коллекторами в этот период были В.В. Сапожников (14 листов), и П.Н. Крылов (9 листами).

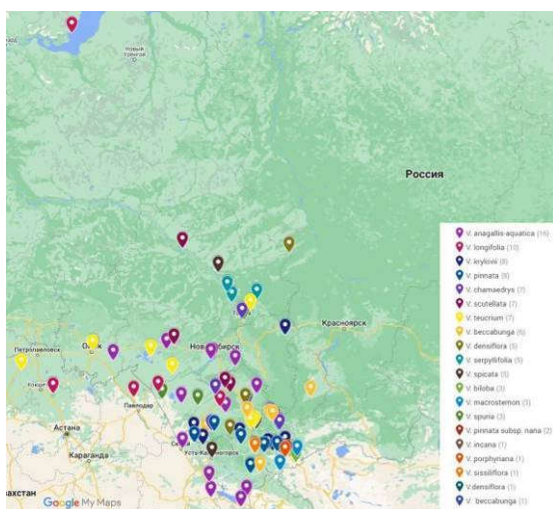


Рис. 3. Сборы в период с 1901 по 1920 гг.

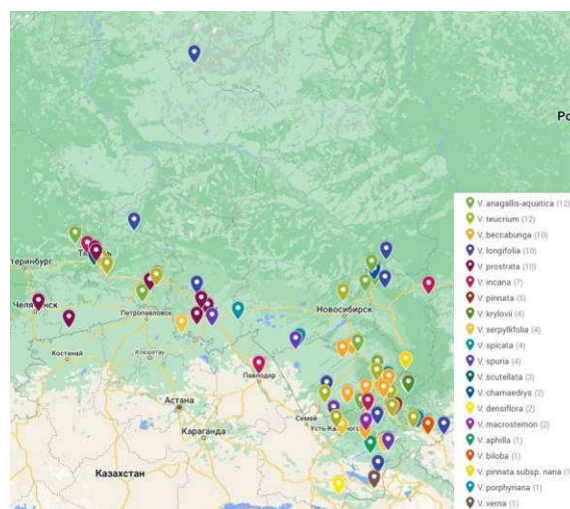


Рис. 4. Сборы в период с 1921 по 1940 гг.

В период с 1901 по 1920 годы было зафиксировано собрание 100 гербарных листов, представляющих 17 различных видов растений (рис. 3). Основными коллекторами в этот период были следующие: П.Н. Крылов собрал 32 листа, В.В. Сапожников – 11 листов, а Б.К. Шишкин – 6 листов.

С начала 1921 года и до 1940 года было собрано дополнительно 96 гербарных листов, принадлежащих 20 разным видам растений (рис. 4). Основными коллекторами в этот период были Л.П. Сергиевская, которая собрала 24 листа, П.Н. Крылов – 19 листов, и Б.К. Шишкин – 9 листов.

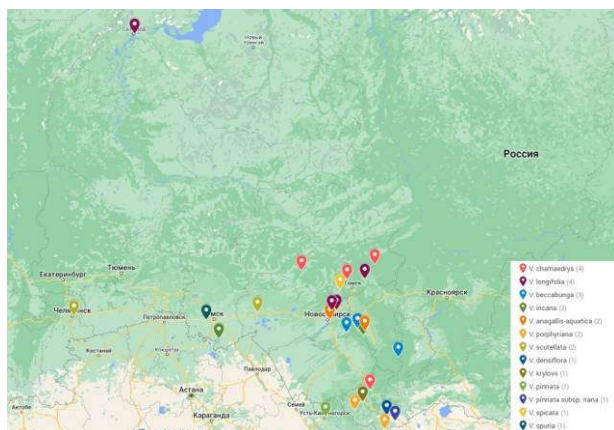


Рис. 5. Сборы в период с 1941 по 1960 гг.

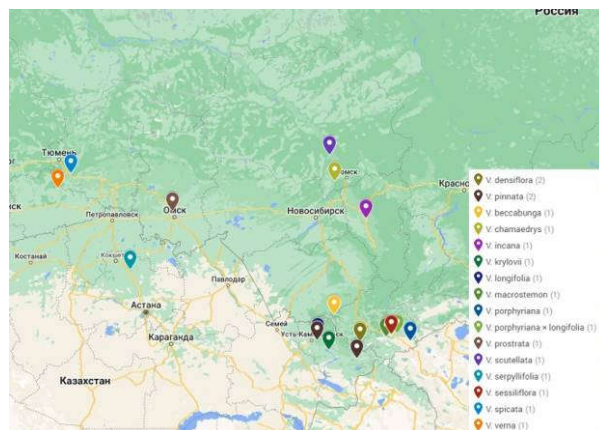


Рис. 6. Сборы в период с 1961 по 1980 гг.

В период с 1941 по 1960 год было собрано всего 26 гербарных листов, представляющих 13 различных видов растений, (рис. 5). Следует отметить, что в этот период сбор гербария был приостановлен вплоть до 1948 года в связи с историческими событиями. С 1961 года по 1980 собрано 18 листов, которые представляют 16 разных видов растений (рис. 6).

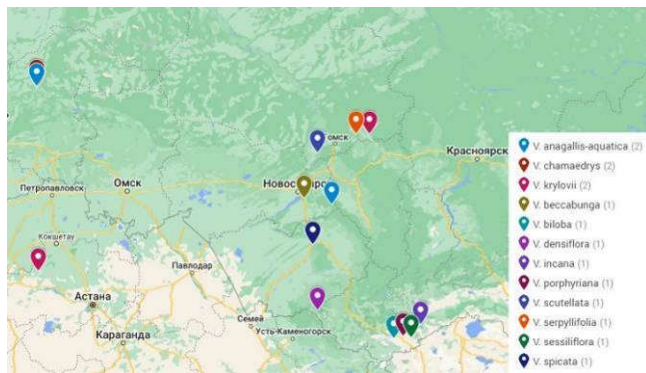


Рис. 7. Сборы в период с 1981 по 2000 гг.

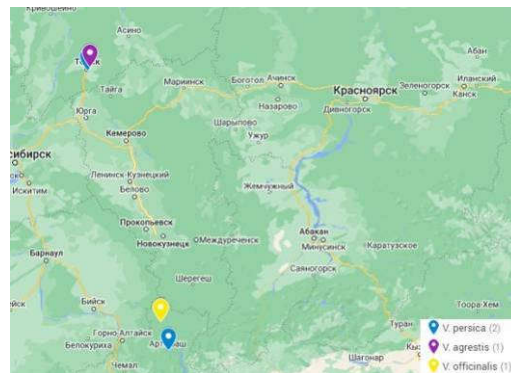


Рис. 8. Сборы в период с 2001 по 2016 гг.

В течение периода с 1981 по 2000 годы было произведено собрание 15 гербарных листов, представляющих 12 различных видов растений (рис. 7). В последнем рассматриваемом временном интервале, с 2000 по 2016 год (рис. 8), было собрано всего 4 гербарных листа, которые принадлежат к 3 разным видам растений, включая *V. persica* и *V. agrestis*, которые впервые были внесены в гербарий.

Также было обнаружено 17 гербарных образцов, представляющих 10 различных видов (рис. 9), у которых отсутствует указание на дату сбора. В таких случаях, если имеется информация о коллекторе, приближенные даты сбора можно найти в полевых дневниках, публикациях и других архивных документах.

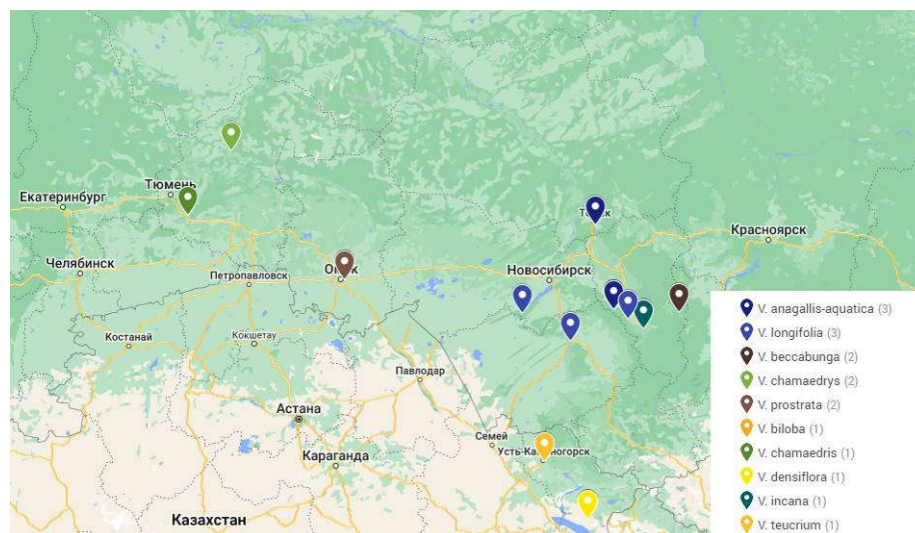


Рис. 9. Сборы с неизвестной датой

С момента открытия гербария им. Крылова в 1885 году была собрана обширная коллекция растений рода *Veronica* Западной Сибири. Большая часть коллекции была собрана в период с 1900 по 1940 год ботаниками П.Н. Крыловым, В.В. Сапожниковым, Л.П. Сергиевской и другими, эти сборы легли в основу многотомного труда «Флора Западной Сибири». Сборы остальных лет сильно уступают, однако это обусловлено различными причинами от физической вместимости Гербария, до целей конкретных исследователей.

Гербарий, является фундаментальной основой для развития научной ботанической школы. Материалы Гербария часто используют в своей работе ученые многих вузов и научных учреждений России, а также студенты и аспиранты. Осуществление картирования собранных образцов сначала рода *Veronica*, а возможно, в дальнейшем и других родов, предоставит исследователям ценные инструменты для проведения глубоких ботанических исследований.

## Литература

1. Гусев Н.Ф. Немерешина О.Н. Антибактериальное исследование препаратов из видов *Veronica* L. Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2005. Т. 4, № 8. С. 43–47.
2. Цвелев Н.Н. Вероники (*Veronica* L.) из родства *V. spicata* L. и некоторые вопросы филогении этого рода // Бюллетень МОИП, Отд. биол. 1981. Т. 86, № 6. С. 82–92.
3. Kosachev P.A., Albach D., Shaulo D.N., Shmakov A.I. Новые виды из подрода *Pseudolysimachium* рода *Veronica* (PLANTAGINACEAE JUSS.) // Turczaninowia. 2013. Т. 16, № 3. С. 8–14.

## РАЗМНОЖЕНИЕ СПИРЕИ МЕТОДОМ ЗЕЛЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ И МИКРОКЛОНИРОВАНИЯ IN VITRO

Д.С. Мельник, Е.В. Плотников

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## REPRODUCTION OF SPIREA BY GREEN CUTTINGS AND MICROCLONING IN VITRO

D.S. Melnik, E.V. Plotnikov

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Проблема озеленения городской среды является особенно актуальной в условиях Западной Сибири, поскольку климат данного региона ограничивает выбор растений, подходящих для этой цели. Среди них широко используются в озеленении представители семейства Розоцветные, в частности род *Spiraea L.*, 1753 (спирея) [6,7]. Представители рода *Spiraea L.* являются высоко декоративными растениями и имеют множество садовых форм и сортов, кроме того, обладают разнообразной биологической активностью и различными полезными свойствами. Они достаточно широко распространены в природе и активно используются ландшафтными дизайнерами. Спиреи – быстро растущие декоративно-лиственные, обильно цветущие кустарники, отличаются зимостойкостью, засухоустойчивостью, долговечностью, является хорошими медоносами. Кроме того, данный род декоративных кустарников рекомендован для озеленения Томской области [8]. В связи с их востребованностью встает вопрос о размножении данного кустарника как в промышленных, так и локальных масштабах.

Спиреи размножаются как вегетативным, так и сменным путем, но для озеленения городских массивов важно сохранение сортовых признаков кустарника, в связи с этим целью исследования стало размножение спиреи вегетативным способом.

Среди наиболее доступных и популярных биотехнологических методов можно выделить метод размножения растений в условиях *in vitro*, широко применяемый при выращивании цветочно-декоративных и плодово-ягодных культур. *In vitro* – технология выполнения экспериментов, при котором клонирование проводится вне живого организма. Разработка эффективных протоколов микроразмножения декоративных растений позволяет масштабировать процесс получения растительного материала при сохранении всех декоративных характеристик материнских растений, потеря которых происходит при семенном размножении.

При выборе метода микроклонального размножения растений необходимо учитывать влияние генетических, физиологических, гормональных и физических факторов. Это связано с тем, что разработанная технология получения определенных микроклонов для одного вида растения не всегда подходит для других видов, а иногда и вовсе не может быть применена для растений выбранного вида. На размножение *in vitro* влияют генотип, возраст исходного растения, сезонность изоляции, а также размер исходного экспланта. Исходя из этого изучение разных методов микроклонального размножения спиреи являются актуальным в настоящее время.

Также многочисленными исследованиями и производственной практикой установлено, что сохранение фенотипа и размножение растений, в том числе и спиреи, возможно в полной мере в процессе выращивания посадочного материала способом зеленого черенкования. Данный способ размножения один из наиболее экономически выгодных методов получения посадочного материала декоративных культур.

Преимущество черенкования состоит в том, что можно получить максимальный выход растений с определенными декоративными качествами, которые при семенном

размножении не наследуются, в большом объеме, а также саженцы, выращенные из черенков, всегда отличаются сильной мочковатой корневой системой.

Таким образом, целью исследования стало изучение различных способов вегетативного размножения спиреи, а также были поставлены следующие задачи: изучить особенности размножения спиреи, вывести культуру спиреи в условиях *in vitro* и методом зеленого черенкования в тепличных условиях, а также оценить качество полученного посадочного материала.

Объектом исследования стали сорта *Spiraea japonica* «Анастасия», *Spiraea japonica* «Golden Princess», *Spiraea japonica* «Gold flame», *Spiraea japonica* «Firelight», *Spiraea Cinerea* «Grefsheim», *Spiraea Betulifolia* «Tor Gold» и *Spiraea Betulifolia* «Tor» так как они являются морозостойкими и рекомендованы для озеленения Томской области.

Вегетативное размножение данных сортов проводилось методом зеленого черенкования и микроклонирования *in vitro*.

Первым этапом исследования стало изучение размножения спиреи методом зеленого черенкования. Зеленое черенкование – это укоренение молодых, недревесневших побегов, находящихся в стадии роста [3]. Эксперимент зеленого черенкования проводился в питомнике плодовых и декоративных растений «Березкино» г. Томск в середине июня 2022 г.

Побеги срезались в утренние часы, в одно время. Для укоренения выбирали боковые побеги, у которых были сформированы наиболее крупные почки и отсутствовали признаков заболеваний. Побеги делились на черенки длиной 9–13 см с 7–10 междоузлиями. Нижний срез выполняли под углом 45° для увеличения всасывающей поверхности черенка, верхний – прямой, непосредственно над почкой. Все листья срезали, кроме 2–3 верхних, при необходимости крупные листья укорачивали для снижения площади испарения. Для профилактики грибковых заболеваний черенки опускали в раствор биологического фунгицида Фитоспорин-М.

В пленочной теплице был приготовлен субстрат из смеси нейтрального торфа с песком в соотношении 1:1. Нижняя часть каждого черенка предварительно обрабатывали корневином для корнеобразования. Корневин – биостимулирующий препарат для растений, в состав которого входит индолилмасляная кислота ( $C_{12}H_{13}NO_2$ ), являющийся наиболее подходящим и доступным стимулятором корнеобразования [3, 4, 5]. Черенки углубляли в субстрат на 2–3 см. Использовалась рядовая схема посадки – расстояние между рядами 7 см, расстояние между черенками в ряду – 3–4 см. Поддержание влажности в пленочной теплице, необходимое для лучшего укоренения, обеспечивали туманообразующей установкой, состоящей из спринклерной системы, контроллера и насосной станции.

Вторым этапом стало микроклонирование спиреи в условиях *In vitro*. Микроклонирование – вегетативное размножение растений из клеток материнского организма, базирующееся на способности клетки под влиянием внешних воздействий давать начало целому растительному организму [1]. В качестве исходного материала для получения микроклонов использовались почки взрослого растения. Опыт микроклонального размножения спиреи был проведен в ламинарном боксе, который установлен на базе лаборатории МАОУ школы «Перспектива» г. Томска.

Стеклопосуда и инструменты стерилизовали в сухожаровом шкафу при температуре 180 °С в течение 120 минут. Следующей частью подготовительного этапа стало приготовление питательной среды. Для размножения спиреи наиболее подходящей средой является среда Мурасиге-Скуга [9], состав которой представлен в таблице. После получения однородного раствора, колбу со средой стерилизовали в автоклаве при 1 атм., 120 °С.

## Ингредиенты для приготовления среды Мурасиге-Скуга

Сырье и материалы	Количество г на 1 л среды	Количество маточного раствора на 1 л среды (мл)
<i>Макросоли маточный раствор</i>		
Калий азотнокислый	30.400	50
Аммоний азотнокислый	16.500	
Калий фосфорнокислый однозамещенный	3.400	
Магний сернокислый	3.600	
<i>Микроэлементы</i>		
Борная кислота	6.200	1
Кобальт хлористый	0.025	
Медь сернокислая	0.025	
Марганец сернокислый	24.100	
Калий йодистый	0.830	
Молибдат натрия	0.250	
Цинк сернокислый	8.600	
<i>Хелат железа</i>		
Железо сернокислое	5.570	5
Трилон Б	7.450	
<i>Хлорид кальция</i>		
Кальций хлористый	66.440	5

Далее с трехлетних кустов спиреи срезали молодые побеги с почками, разрезали на фрагменты с двумя-тремя почками. Полученные образцы стерилизовались в несколько этапов растворами жидкого очищающего средства Domestos, отбеливателя Synergetic и 70% спирта, остатки растворов смывали дистиллированной водой. Колба с эксплантами, погруженными в дистиллированную воду, отправлялась в ламинарный бокс для стерилизации ультрафиолетом на 25 минут.

Высадку эксплантов на питательную среду проводили в ламинарном боксе, поверхность которого обрабатывали 70% спиртом и стерилизовали при помощи ультрафиолета в течении 30 минут. Простерилизованные микроклоны пинцетом перемещались на чашку Петри, где скальпелем срезались потемневшие концы черенков с целью удаления отмерших тканей. Далее каждый эксплант помещали в пробирку со средой и погружали в среду на 0.5–1 см. Герметично закрытые фольгой пробирки с клонами ставили на светильную установку для дальнейшего роста и развития.

За развитием зеленых черенков велось наблюдение с начала эксперимента и до их выкопки. Спустя первые 2–3 недели было зафиксировано, что часть черенков не укоренилось. Количество неукоренившихся черенков: у спиреи «*Grefsheim*» составило 30% от высаженных в субстрат, у спирей *Betulifolia* «*Tor*» и *japonica* «*Gold flame*» всего 10%, а у остальных сортов отпад не наблюдали.

Конечный результат был зафиксирован 20.09.2022 при выкопке черенков. Полученные саженцы отличались развитой корневой системой, наиболее крупные корни были зафиксированы у *Spiraea japonica* «*Golden Princess*», а самые длинные у *Spiraea japonica* «*Анастасия*». Многие черенки после укоренения дали прирост побегов 2–6 см, самыми крупными приростами обладала *Spiraea japonica* «*Golden Princess*», а *Spiraea Betulifolia* «*Tor Gold*» совершенно не имела молодых побегов.

В процессе зеленого черенкования спиреи в субстрат было высажено 1617 черенков, при этом успешно укоренилось 1348 шт., что составило 83.4 % от исходного количества

черенков. На диаграмме (рис.1) представлена процентная структура укоренения спиреи по сортам. Наибольший процент укоренения зеленым черенкованием показали *Spiraea japonica* «Golden Princess» – 95%, *Spiraea japonica* «Firelight» – 93% и *Spiraea japonica* «Анастасия» – 92%.

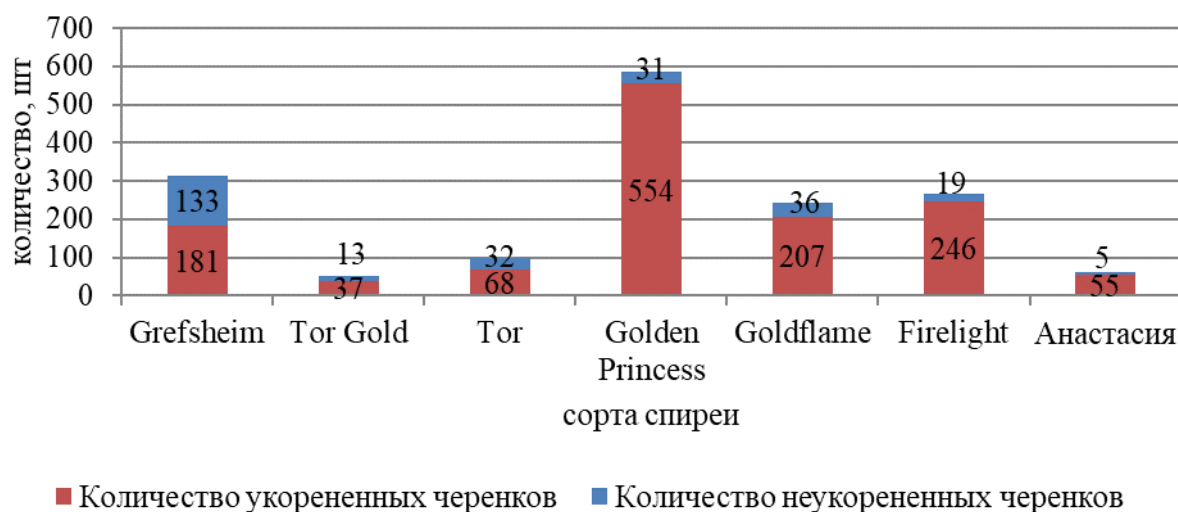


Рис. 1. Результаты укоренения различных сортов спиреи методом зеленого черенкования.

В лабораторных условиях был проведен опыт микроклонального размножения спиреи. Полученные экспланты спиреи были высажены на среду Мурасиге-Скуга в количестве 10 экземпляров каждого сорта. Все условия для стабильного роста и развития соблюдены. Проводили наблюдение и фиксирование изменений растущих клонов. В результате эксперимента зафиксирован отпад в размере 24 шт. из 70 эксплантов, что составило 34.3 %. Процентная структура укоренения спиреи по сортам представлена на диаграмме (рис. 2).

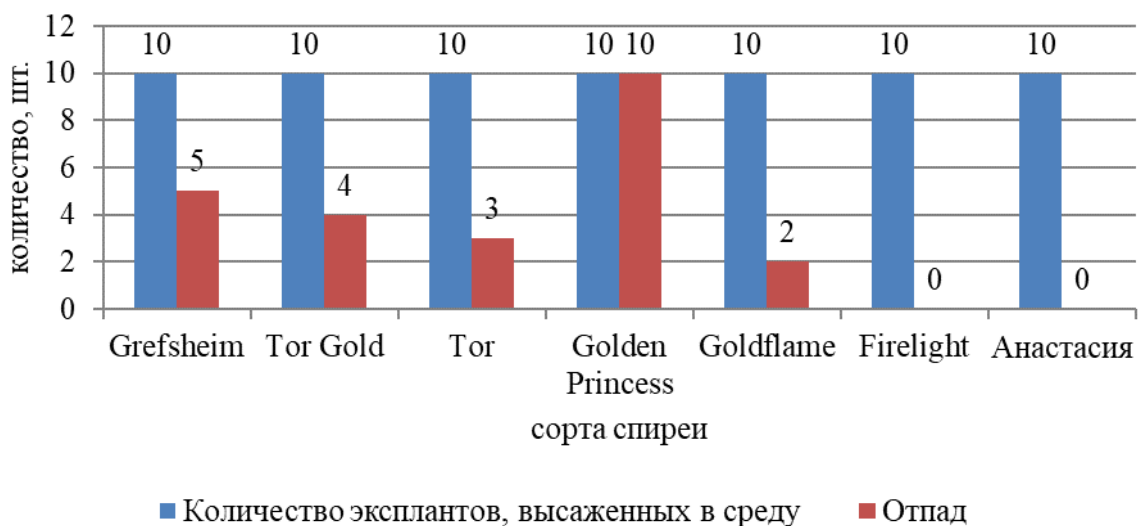


Рис. 2. Результаты укоренения различных сортов спиреи микроклонированием *in vitro*.

Все экспланты *Spiraea japonica* «Golden Princess» в результате оказались повреждены грибом, что, возможно, связано с нарушением условий и требований к процессу микроклонирования *in vitro*. Наиболее успешно микроклональное размножение показало себя у *Spiraea japonica* «Firelight» и *Spiraea japonica* «Анастасия» (рис. 4), у этих сортов отпада не наблюдалось. Полученные в результате микроклонирования саженцы спиреи имеют небольшие размеры, требуют доращивания и адаптации к естественным условиям.



Проведенное исследование показало, что спирея успешно размножается и методом зеленого черенкования, и методом микроклонирования. Укоренение спиреи методом зеленого черенкования составило 83.4%. Наибольший процент укоренения зеленым черенкованием показали *Spiraea japonica* «Golden Princess» – 95%, *Spiraea japonica* «Firelight» – 93% и *Spiraea japonica* «Анастасия» – 92%. Укорененные зеленые черенки к концу сентября имели хорошо развитую корневую систему, некоторые имели новые побеги. Укоренение эксплантов спиреи методом микроклонального размножения составило 66%. Наибольший процент укоренения микроклонированием показала *Spiraea japonica* «Анастасия» – 100%, худший результат у *Spiraea japonica* «Golden Princess» – 0%. Следовательно, по нашим данным, можно сделать вывод о том, что микроклонирование при данном составе среды и концентрации гормонов является эффективным способом размножения *Spiraea japonica* «Firelight» и *Spiraea japonica* «Анастасия».

В заключение стоит отметить, что микроклонирование является эффективным способом размножения спиреи при необходимости получения оздоровленных эксплантов. Также метод микроклонального размножения позволяет получить наибольшее количество клонов с одного растения, что обосновывает его применение при дефиците маточного материала. Зеленое черенкование целесообразно применять для размножения спиреи в промышленных масштабах при наличии достаточного количества маточных насаждений. Полученные в результате зеленого черенкования растения имеют хорошо развитую корневую систему, не требуют дополнительной адаптации к условиям внешней среды, из них достаточно быстро можно получить посадочный материал, пригодный для озеленения.

### Литература

1. Азарова О.В. Усовершенствование технологии размножения спиреи японской (*Spiraeajaponica* L.) методом *in vitro* // Вестник ландшафтной архитектуры. 2016. № 8. С. 3–4.
2. Алешкина А.С. Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков спиреи японской в условиях искусственного тумана // АгроЭкоИнфо. 2021. № 9. С. 5.
3. Асташина С.И. Выращивание посадочного материала спиреи Вангутта зелеными черенками с использованием регуляторов роста // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ. 2022. № 10. С. 203–207.
4. Васильев А.А., Галимов В.Р. Получение саженцев вишни сорта Ашинская с помощью зеленого черенкования // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 4–7.
5. Вьюгин С.М., Вьюгина Г.В. Оптимизация технологий вегетативного размножения посадочного материала красивоцветущих декоративных кустарников в условиях Смоленской области // Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии. Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. 2021. С. 89–91.
6. Габимова Е.Н. Использование плодовых и ягодных растений в ландшафтных композициях // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции. 2016. С. 200–203.
7. Каримова В.К., Магзумова Г.К., Есимсеитова А.К., Какимжанова А.А. Микроклональное размножение *Spiraea japonica* для озеленения // Eurasian journal of applied biotechnology. 2021. № 3. С. 41–51.
8. Куклина Т.Э., Мерзлякова И.Е. Ассортимент древесных растений, используемых в озеленении г. Томска // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 4 (24). С. 47–66.
9. Садрtdинова Р.Р., Богомазова А.А. Клонирование растений // Actual Science. 2016. № 12. С. 9.

**CARDIOCRINUM CORDATUM VAR. GLEHNII (F. SHMIDT) H. HARA:  
ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ**

**Е.В. Митусова**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

**CARDIOCRINUM CORDATUM VAR. GLEHNII (F. SCHMIDT) H. HARA:  
MORPHOLOGICAL FEATURES, DISTRIBUTION AND CONSERVATION ISSUES**

**E.V. Mitusova**

*National Research Tomsk state university, Tomsk, Russia*

Актуальность данного исследования обусловлена следующими причинами. *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* (F. Schmidt) H. Hara был включён в Красную книгу России (2008), как вид, сокращающийся в численности. В то же время в период с 1990 по 2010 гг. в результате прекращения массовых заготовок силоса в пойменных участках рек и снижения рекреационной нагрузки на окружающую среду в отдалении от автомобильных дорог отмечен рост численности популяций вида на юге Сахалина (Клитин, Прокофьев, 2010). Но в дальнейшем, начиная с первой половины 2010-х гг., наблюдается резкое сокращение семенной продуктивности в крупнейших популяциях вида вследствие уничтожения большей части соплодий с семенами неизвестным мышевидным грызуном (Шейко и др., 2022), который в конце летнего периода, приблизительно в середине августа – начале сентября, начинает активно заготавливать запасы перед зимовкой. Следовательно, это может привести к обратной тенденции в динамике численности *C. cordatum* var. *glehnii*. Изучение данного вида растений актуально в связи с тем, что *C. cordatum* var. *glehnii* – уникальный в своем роде вид, т.к. он появился в период палеогена кайнозойской эры (типичный кайнофит), сохранив свой первоначальный облик до наших дней.

*C. cordatum* var. *glehnii* (рис.) – это монокарпическое луковичное реликтовое растение сахалинского крупнотравья, островной эндемик Дальнего Востока. Зрелые растения достигают от 0.7 до 2 м в высоту, иногда встречаются особи длиной более 2-х метров, например, растение с рекордной высотой стебля (215 см) было найдено в августе 2008 года в окрестностях с. Быков вблизи впадения рек Красноярки в Найбу на высоте 21 м над уровнем моря. Луковица 4–8 см в диаметре, образована основаниями черешков листьев. Материнская луковица после процесса цветения отмирает, однако, перед тем как погибнуть, она производит новые дочерние луковички, которые впоследствии укореняются и растут самостоятельно (Li et al., 2020). Листья крупные, сердцевидные, длиной от 25 до 35 см и 25–35 см шириной, длинночерешковые до 20 см (Харкевич, 1985). Цветонос прямостоячий, достигает от 0.4 до 2.5 м в высоту. Цветение северных популяций, произрастающих на юге Сахалина, происходит в первой половине или в середине июля. Плоды – верхние с многочисленными упругими зубцами по краям створок, синкарпные коробочки длиной 4–5 см, овальной формы (Черник, 2012).

На территории Российской Федерации встречается только в пределах Сахалинской области, за ее пределами – в Японии (о-ва Хоккайдо и Хонсю). Преимущественно, *C. cordatum* var. *glehnii* растет группами в крупнотравье, пойменных лесах по берегам ручьев и рек, в осветленных хвойных лесах, на склонах сопок, на лесных опушках, на подстилке широколиственных лесов в умеренном поясе в Северном полушарии. Предпочитает рыхлые, хорошо увлажненные почвы, но, в то же время, избегает заболоченных и переувлажненных мест. По данным на 2012 г. численность вида в пределах Сахалина можно оценить 3000–5000 экземпляров.

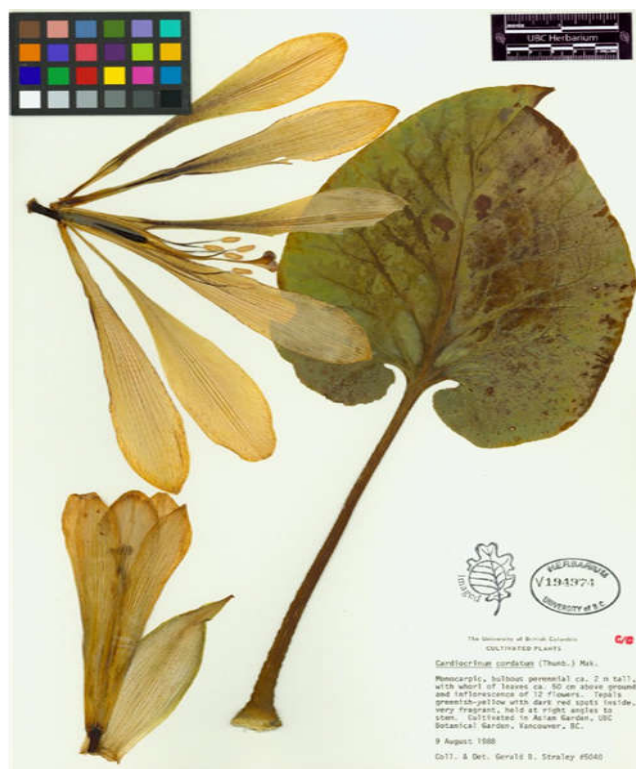


Рис. Гербарный образец *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* (F. Schmidt) H. Nara из гербарного фонда University of British Columbia Herbarium (UBC) (Эталон: <https://databases.beatymuseum.ubc.ca>)

Поскольку размножение происходит только после того, как особь выживает и вырастает до зрелости, демографические параметры, такие как смертность, скорость роста, поэтапное прохождение стадий роста, пороговый размер при цветении, плодовитость и общая продолжительность жизни, коррелируют друг с другом. Вследствие своих морфологических особенностей *C. cordatum* var. *glehnii* может изменять характер роста и репродуктивные характеристики в различных условиях окружающей среды (Takuma et al., 2019).

*C. cordatum* var. *glehnii* размножается вегетативно, образуя дочерние луковички (детки или зубки) у основания чешуи материнской луковички цветущего побега в сентябре. Если следующей весной материнская луковичка, или цветущий стебель будет покрыт прошлогодними засохшими чешуями, то удалив засохшие чешуи, можно будет обнаружить маленькие дочерние луковички. В июне засохшие чешуйки опадают, и тогда у основания материнской луковички или цветущего стебля обнажаются дочерние луковички, вырастающие до нескольких сантиметров в высоту (Nishizawa et al., 2018). Потомство, образованное от дочерних луковичек, компенсирует потерю материнского растения после монокарпического полового размножения и занимает то же место, что и родительское растение. В настоящее время вегетативное размножение считается выгодным с точки зрения быстрого развития, т.к. оно независимо от опыления, времени освоения свободного пространства, физиологической интеграции и других признаков. Помимо того, особи *C. cordatum* var. *glehnii*, образованные вегетативным путем, минуют периоды покоя и ювенильную стадию развития, следовательно, данные растения могут быстро достичь репродуктивного возраста (Eckert, 2002). К тому же, особи, образующиеся бесполом путем, с самого начала вегетации имеют более крупную однолистную или многолистную форму, притом, что выживаемость семян крайне мала, а для достижения стадии цветения молодым особям требуется продолжительное время.

К основным факторам, влияющих на численность *C. cordatum* var. *glehnii*, прежде всего необходимо отнести зоогенные факторы и деструктивное антропогенное воздействие.

Массовое выкапывание материнских и дочерних луковиц местным населением, в качестве семенного материала для посадки на приусадебные участки; сбор цветущих растений; ежегодное скашивание крупнотравья на силос; увеличение рекреационной нагрузки, вследствие активного развития туристической отрасли, а также биологические особенности данного вида (малолетний монокарпик), непосредственно оказывают губительное воздействие на численность сахалинской популяции. Также необходимо отметить, что значительный ущерб на воспроизводство *C. cordatum* var. *glehnii* наносят грызуны, т.к. они питаются зелеными частями растений, которые в то же время служат им источником воды. Возможно, именно грызуны выкапывают проросшие семена, объедают проростки (чем можно объяснить гибель абсолютного большинства из них), прогрызают созревшие коробочки и выедают семена, которые являются более калорийной пищей. Более того, грызуны выкапывают и съедают материнские луковицы и дочерние луковички. В годы массового размножения грызунов последствия для популяции *C. cordatum* var. *glehnii* бывают катастрофическими. Растительность составляет основу пищевого рациона бурого медведя почти повсеместно. В пищу идут растения целиком, либо отдельные их части, в частности листья, побеги, луковицы и т.д., и, что особенно важно, бутоны. Но, в то же время *C. cordatum* var. *glehnii* в питании бурых медведей играет второстепенную роль, т.е. не составляют значительную долю в рационе. Вместе с тем, небольшие масштабы уничтожения данного вида причиняет значительное число насекомых, в частности, жуки, которые выедают завязи бутонов.

При исследовании особенностей морфологии обнаружено, что *C. cordatum* var. *glehnii* свойственен нетипичный для неэфемероидных представителей семейства *Liliaceae* процесс отмирания всех вегетирующих надземных органов, в частности, листьев в летний период, в том числе у сеянцев первого и второго годов жизни. Однако следует уточнить, что в процессе отмирания всех надземных органов растение (дочерняя луковичка) не погибает, а находится в стадии покоя.

Таким образом, численность северной популяции *C. cordatum* var. *glehnii* в данный момент неуклонно сокращается в результате изменения условий существования и разрушения местообитаний. В связи с этим, необходимо отметить, что в настоящее время данная информация крайне актуальна из-за осуществления строительных мегапроектов, а именно создание территории опережающего социально-экономического развития (ТОР «Горный воздух») на территории крупнейших в России мест произрастания *C. cordatum* var. *glehnii*. На Сахалине данный вид охраняется на территории государственного природного заповедника (ГПЗ) «Курильский» (Баркалов, 2005), заказников «Островной», «Озеро Добрецкое», памятников природы «Озеро Тунайча», «Популяция лилии Глена», «Верхнебуреинский», «Мыс Кузнецова», «Роца маньчжурского ореха», «Река Анна», «Лагуна Буссе», «Высокогорья горы Чехова» (Кадастровый отчет министерства ..., 2010), однако проводимые природоохранные мероприятия на данных территориях не достаточны для сохранения численности *C. cordatum* var. *glehnii*. Для сохранения микропопуляции произрастающей на о. Итуруп (Курильские острова), также необходимо создать памятник природы.

В результате многолетней интродукционной работы, проводимой сотрудниками Сахалинского филиала Ботанического сада-института (ФГБУН СФ БСИ ДВО РАН) *C. cordatum* var. *glehnii* был успешно натурализован в Ботаническом саду-институте (маточные растения были привезены с Невельского района Сахалинской области). Также, испытан в ботанических садах Санкт-Петербурга (БИН РАН), Москвы (МСХА, МГУ) и Петрозаводска. В то же время монокарпический цикл развития препятствует распространению *C. cordatum* var. *glehnii* в культуре в качестве декоративного растения.

## Литература

1. *Кадастровый отчет* министерства сельского хозяйства, рыболовства и продовольствия Сахалинской области от 15.12.2010. 2023 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oort.aagi.ru/doc/Кадастровый-отчет-министерства-сельского-хозяйства-рыболовства-и-продовольствия-Сахалинской-области> (дата обращения: 29.04.2023).
2. *Клитин А.К., Прокофьев М.М.* Распространение и некоторые особенности морфологии Кардиокринума Глена (*Cardiocrinum glehnii*) (Liliaceae) на Сахалине // Вестник Сахалинского музея. 2010. № 17. С. 327–337.
3. *Черник В.В., Джус М.А.* Систематика высших растений. Покрытосеменные. Класс однодольные: пособие для студентов биол. фак. спец. 1 31 01 «Биология (по направлениям)», 1-33 01 01 «Биоэкология». Минск: БГУ, 2012. 129 с.
4. *Шейко В.В., Зайцев А.В., Генсиоровский Ю.В.* Крупнейшие местообитания трех видов растений из Красной книги России в бассейне реки Уюновки близ города Южно-Сахалинск // Вестник Сахалинского музея. 2022. № 4. С. 135–150.
5. *Янцер О.В., Терентьева Е.Ю.* Общая фенология и методы фенологических исследований: учеб. пособ. для студентов геогр.-биол. фак. Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2013. 218 с.
6. *Eckert C.G.* The loss of sex in clonal plants // *Evolutionary Ecology*. 2002. Vol. 15. P. 501–520.
7. *Nishizawa M., Ohara M.* The role of sexual and vegetative reproduction in the population maintenance of a monocarpic perennial herb, *Cardiocrinum cordatum* var. *ghlenii* // *Plant Species Biology*. 2018. Vol. 33. P. 289–304.
8. *Takuma H., Utech F. H., Ohara M.* Inter-population variation, but no-annual variation within population's, in terms of reproductive size and genetic structure in a monocarpic perennial herb, *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* // *Plant Species Biology*. 2019. Vol. 34. No. 1. P. 27–30.
9. AirPano Виртуальные путешествия вокруг света / Южно-Сахалинск. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.airpano.ru/gallery.php?gallery=176> (дата обращения: 29.04.2023).
10. Vascular collection information for specimen V194974. Beaty Museum Databases. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://databases.beatymuseum.ubc.ca/details.php?Database=vwsp&AccessionNo=V194974>. (дата обращения: 29.04.2023).

**ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ БОЛОТНЫХ СОСНЯКОВ  
МЕЖДУРЕЧЬЯ ОБИ И ТОМИ**

**А.В. Пименов, С.П. Ефремов, Т.Т. Ефремова, Т.С. Седельникова**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО  
РАН, г. Красноярск, Россия*

**PHYTOCENOTIC INDICATION OF BOGS PINE FORESTS  
IN THE OB-TOM INTERFLUVE**

**A.V. Pimenov, S.P. Efremov, T.T. Efremova, T.S. Sedel'nilova**

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian  
Branch. V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch,  
Krasnoyarsk, Russia*

На примере северной части междуречья Оби и Томи – геоморфологически и типологически одного из наиболее поливариантных секторов таежного биома Западносибирской равнины – охарактеризована фитоценотическая структура болотных и для сопоставления суходольных сосняков [1]. Уникальность данной территории определяется образованием на ней в ходе ледниковых и послеледниковых трансформаций поверхности сложной системы надпойменных террас и водоразделов, включающих суходольные гривы, бугры, ложбины, эрозионные западины, пересекаемые сетью таежных речек, проточных болот и первичных озер. Высокая геоморфологическая расчлененность благоприятствовала формированию не крупных лесных и безлесных торфяных массивов, представленных озерково-зыбунными, кочкарными, грядово-мочажинными, бугристыми и иными морфоскульптурными образованиями. Коренные и производные лесные массивы по разнообразию основных признаков здесь в полной мере соответствуют биогеоценотическому «ядру» зональных сообществ равнинной тайги, представляя собой ландшафтную мозаику суходольных и избыточно влажных лесов различных типов водно-минерального питания.

Доминирующее положение на междуречье Оби и Томи занимают сосновые леса, при этом наряду с суходольными формациями обособились большие территориальные объединения заболоченных и болотных сосняков. На протяжении 20 века высокопродуктивные суходольные сосняки на большей части междуречья были почти полностью вырублены, эпизодические выборочные рубки проводились также в эталонных болотных сосняках. Все это негативно сказалось на естественном разнообразии и продуктивности как коренных суходольных, так и избыточно влажных сосняков. В связи с этим целью настоящей работы являлась диагностика фитоценотической организации болотных сосняков междуречья Оби и Томи, индицирующей их биоразнообразие, сукцессионные тренды и продуктивность.

В соответствии с особенностями водно-минерального питания все многообразие болотных сосновых лесов междуречья Оби и Томи дифференцируется на сосняки эутрофного, мезотрофного и олиготрофного типов.

Сосняки эутрофного ряда тяготеют на междуречье к умеренно дренированным местоположениям с относительно благоприятным для произрастания эдафическим фоном. В фитоценотическом отношении их разнообразие ограничено сравнительно небольшим числом растительных ассоциаций, как с равномерным, так и с мозаичным распределением густоты конкурирующих видов. Пространственные комбинации образуют многочисленные вариации разнотравных, травяно-кустарничковых и травяно-мшистых групп типов леса преимущественно с участием разреженных ярусов настоящих кустарников. Широко распространены высокотравные сообщества, обладающие

признаками активного конкурентного исключения, особенно в отношении самосева и других ювенильных групп возобновления сосны. Они удерживают занятые ими экологические ниши неопределенно долгое время, не допуская или существенно ограничивая экспансию инвазионных видов, прежде всего типичных светолюбивых. Постоянными структурными элементами высокотравного напочвенного покрова в болотных сосняках междуречья являются преимущественно смешанные сообщества сосудистых видов растений в числе до 56–60, принадлежащих к 31 семейству и 45 родам. Структурное разнообразие наземной растительности определяется формированием положительных и отрицательных элементов повсеместно развитого фитогенного микро и мезорельефа, включающего слагаемые каркасами опорно-скелетных корней приствольные бугры, задрапированные рыхлой хвойно-лиственной подстилкой, ветошью трав, очесом зеленых и гипновых мхов.

Сосняки мезотрофного типа водно-минерального питания, в отличие от долинных лесов эутрофного ряда, занимают на водораздельных пространствах междуречья более возвышенные ступени рельефа. В их структуре доминируют сфагновые сообщества с участием относительно низкорослых болотных трав, кустарников и кустарничков, некоторых видов лишайников, лесных зеленых и гипновых мхов. Во многих случаях сфагновые подушки с сопутствующим ярусом кустарников и кустарничков сливаются в своеобразные фитоценотические полигоны, индивидуальные площади которых достигают более 200–300 м<sup>2</sup>. Широкое распространение получили обводненные сфагновые пейзажи на плоских и слабо вогнутых поверхностях с блюдцами стоячей атмосферной верховодки и сфагнуво-гипновых зыбунов. Это участки сравнительно низкорослых сосняков малой и средней полноты с неравномерно разбросанными очагами возобновления «материнской» породы. Здесь на осветленных разрывах и небольших лесных луговинах основу напочвенного покрова составляют моховые сообщества, которые экранируются пятнами кустарничков и ярусом гигрофитного разнотравья переменной густоты и видового состава. Определяющее значение в проективном покрытии наиболее влажных сосняков мезотрофного типа имеют сфагновая, гипновая, сфагнуво-гипновая, сфагнуво-осоковая, сфагнуво-разнотравная и кустарничково-сфагновая группы ассоциаций. По сравнению со сплошным проективным покрытием эпигейных мхов, травянистый ярус переувлажненных сосняков заметно варьирует по густоте, но он не менее разнообразен в видовом отношении. Преобладающий аспект летнего травостоя здесь образуют, прежде всего, чистые и смешанные сообщества осок, вейников и ряда других групп растений, толерантных к произрастанию как на нейтральных, так и на кислых торфяных почвах. Таким образом, в формировании напочвенных сообществ мезотрофных сосняков междуречья Оби и Томи принимают участие не менее 60–65 видов сосудистых растений из 26 семейств и 33 родов. Группа мохообразных растений насчитывает 24 вида из 11 семейств и 12 родов; лишайников 7 видов из 3 семейств и 3 родов.

Разнообразие олиготрофных сосняков на междуречье определяется их приуроченностью к участкам с разной степенью атмосферного увлажнения на структурно поливариантных поверхностях торфяных болот. Наиболее распространены разновозрастные древостои на дренированных выпуклых торфяниках, растительность которых представлена топяными видами сфагновых мхов, осок, пушиц, приствольными подушками гипновых мхов с ярусом багульника, хамедафны и карликовой березы. Второй тип представлен сосняками на бессточных болотах, равномерно вогнутых, либо слабо наклонных в сторону суходолов. Своеобразие этим массивам придают бугорковые формы фитогенного рельефа, разделенные избыточно влажными осоково-сфагновыми и сфагнуво-пушицевыми луговинами. Наряду со своеобразием микро и мезорельефа олиготрофных сосняков, видовая насыщенность их растительного покрова также заметно отличается от состава фитоценозов мезотрофного типа. Это связано с более жесткими лимитирующими условиями произрастания, определившими резкое снижение обилия групп индикаторных видов, особенно из семейств осоковых, злаковых, орхидных,

мареновых и некоторых других. В то же время в проективном покрытии существенно возрастает роль кустарниково-кустарничкового яруса, ксероморфные представители которого (багульник, хамедафне, голубика, березы карликовая и низкая, подбел, брусника, черника, зимолюбка) формируют горизонт экранирующего доминирования над сплошными мохово-лишайниковыми коврами. Подушкообразные и бугорковые формы напочвенного рельефа занимают до 75–80 % поверхности олиготрофных сосняков. Их основу слагают рыхлые дерновины трех видов сфагновых мхов – бурого, центрального и магелланского, часто с примесью кустистых и листоватых лишайников. Влажные понижения между подушками и бугорками заняты другими видами сфагновых мхов – узколистным, Вульфа, балтийским, красноватым, лесным, Гиргензона, а также латками некоторых зеленых и гипновых мхов. Группа травянистых растений представлена негустыми синузиями морошки, костяники, осок магелланской, круглой, дернистой, двудомной, топяной с примесью пушицы влагалищной.

Коренные суходольные сосняки климаксовой стадии саморазвития на междуречье Оби и Томи характеризуются достаточно однообразной видовой насыщенностью. Фитоценотически контрастные сообщества сосняков редки и представлены только выделами малых размеров на вогнутых, лучше увлажняемых элементах рельефа с признаками начальных этапов заболачивания суходолов. Напочвенный покров формируют серии зеленомошных, зеленомошно-лишайниковых, зеленомошно-брусничных, бруснично-черничных, папоротниково-разнотравных и некоторых других групп ассоциаций, близких по составу входящих видов.

Таким образом, основные признаки фитоценотической автономности гидроморфных и суходольных сосняков междуречья Оби и Томи во многом различны. В первую очередь это относится к составам доминирующих и активно сопутствующих видов, ассоциированных с пестротой локальных условий произрастания. Фитоценотическая индикация сосняков расширяет представление о диапазоне изменчивости структуры как болотных, так и суходольных сосняков, позволяет диагностировать степень заболоченности, уровень богатства почв и потенциальную продуктивность сосновых древостоев. Разнообразие сообществ и площади выявления групп индикаторных видов достаточно четко определяются по признакам их густоты и приуроченности к разным элементам фитогенного рельефа, степени увлажнения корнеобитаемых горизонтов и освещенности почвенной поверхности.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ КНЦ СО РАН (FWES-2021-0009 «Функционально-динамическая индикация биоразнообразия лесов Сибири»).

## Литература

1. Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Пименов А.В., Седельникова Т.С. Фитоценотическая и таксационная индикация болотных сосняков междуречья Оби и Томи // Сибирский лесной журнал. 2022. № 5. С. 3–21.



## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАССИЧЕСКОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ВИДОВ РОДА *TROLLIUS* L.

И.Р. Путилин, К.К. Рябова, И.Е. Ямских

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия  
Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,  
г. Красноярск, Россия*

## COMPARISON OF CLASSICAL AND GEOMETRIC MORPHOMETRY METHODS ON THE EXAMPLE OF THE ANALYSIS OF THE *TROLLIUS* L. LEAF BLADES

I.R. Putilin, K.K. Ryabova, I.E. Yamskikh

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia  
Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center of the Siberian», Krasnoyarsk, Russia*

Самой распространённой тактикой анализа морфологии растений является использование методов описательной статистики, чего, однако, не всегда достаточно. Также, с целью выявления наиболее влияющих на распределение данных признаков используются методы сокращения размерности, в частности, метод главных компонент (РСА). В основном все вычисления производятся в программах Microsoft Excel или PAST, однако встроенный функционал довольно ограничен и не позволяет с лёгкостью интегрировать сторонние алгоритмы. К тому же, за механическим измерением тех или иных признаков упускается такая важная вещь, как форма той или иной структуры.

Геометрическая морфометрия (ГМ) – это метод, используемый для анализа и сравнения формы и размеров структур, где измеряемыми переменными являются не длина или ширина того или иного признака, а форма [0]. Этот метод включает в себя использование цифровых изображений, а также ландмарков и полуландмарков на этих изображениях, определяющих форму и размер.

Целью данного исследования стало сравнение результатов использования классической и геометрической морфометрии для анализа полиморфизма листовых пластинок прикорневых листьев некоторых видов растений рода Купальница (*Trollius* L.), произрастающих на территории южной части Красноярского края и Республики Хакасия.

Купальницы – род многолетних травянистых растений семейства лютиковые (*Ranunculaceae* L.), насчитывающий по разным оценкам от 30 до 35 видов [0, 0, 0] распространённых преимущественно в Палеарктике. На территории Сибири встречается около 10–12 видов [0]. Неоднозначность в толковании количества видов связана высокой степенью полиморфизма и экологической пластичности данных видов [0].

Образцы для анализа были отобраны в северо-восточной части Западного Саяна (Ермаковский район), в пределах Красноярской лесостепи (Емельяновский район), Кузнецкого Алатау (Ширинский район) и восточной части Верхнетазовской возвышенности (Туруханский район). Объекты исследований – две популяции *T. asiaticus* L., две популяции *T. vitalii* Stepanov, и по одной популяции *T. austrosibiricus* Luferov & Erst, *T. kolonok* Stepanov и *T. kytmanovii* Reverd. (табл.).

В рамках классической морфометрии измерялись высота растения, длина черешка прикорневого листа, а также признаки, обозначенные на рисунке 1. Статистическая обработка данных производилась с помощью статистического языка программирования R v4.2.3 [0]. Для каждого измеренного морфологического признака было произведено три теста на нормальность, фокусирующихся на разных моментах распределений (тест Шапиро-Уилка – 1 момент, тест Хи-квадрат – 2 момент, тест Харке-Бэра – 3 момент).

## Характеристика местообитаний исследуемых популяций

N	Название сообщества, местоположение	Состав древостоя	Доминирующие виды травяно-кустарничкового яруса	Координаты
AS-1	<i>Trollius asiaticus</i> L. Сосново-елово-берёзовый лес осочково-разнотравный (окр. д. Крутая, Емельяновский район, Красноярский край)	6Б2Е2С	<i>Corydalis bracteata</i> (15%) <i>Carex macroura</i> (15%) <i>Calamagrostis arundinacea</i> (15%) <i>Trollius asiaticus</i> (3%)	54.38860N 89.45389E
AS-2	<i>Trollius asiaticus</i> L. Березняк с примесью ели, лиственницы хвошево-злаковый (окр. д. Малая Сья, Ширинский район, Хакасия)	9Б1Л+Е	<i>Carex cespitosa</i> (20%), <i>Brachypodium pinnatum</i> (15%), <i>Equisetum pratense</i> (15%), <i>Calamagrostis obtusata</i> (15%), <i>Trollius asiaticus</i> (5%)	60.90185N 89.68101E
AU	<i>Trollius austrosibiricus</i> Lufetov & Erst Лиственничник разнотравно-вейниковый (долина р. Иджим, Усинская котловина, Ермаковский район, Красноярский край)	9Л1Б+Е	<i>Calamagrostis obtusata</i> (50%), <i>Carex macroura</i> (5%), <i>Saussurea parviflora</i> (3%), <i>Trollius austrosibiricus</i> (1%)	54.31889N 89.18139E
VI-1	<i>Trollius vitalii</i> Stepanov Субальпийское редколесье (Природный парк Ергаки, район озера Ойское, Ермаковский район, Красноярский край)	-	<i>Carex altaica</i> (40%), <i>Veratrum lobelianum</i> (20%), <i>Vaccinium myrtillus</i> (15%), <i>Euphorbia sajanensis</i> (10%), <i>Caltha palustris</i> (10%), <i>Trollius vitalii</i> (7%)	52.83461N 93.24348E
VI-2	<i>Trollius vitalii</i> Stepanov Субальпийский луг (Природный парк Ергаки, район Тормозаковского моста, Ермаковский район, Красноярский край)	-	<i>Alopecurus pratensis</i> (25%), <i>Euphorbia pilosa</i> (20%), <i>Pedicularis incarnata</i> (20%), <i>Geranium albiflorum</i> (20%), <i>Poa sibirica</i> (15%), <i>Trollius vitalii</i> (15%), <i>Rhaponticum carthamoides</i> (15%), <i>Bupleurum aureum</i> (10%)	52.80944N 93.28639E
КО	<i>Trollius kolonok</i> Stepanov Высокотравный субальпийский луг (окр. пос. Коммунар, Кузнецкий Алатау, Ширинский район, Хакасия)	-	<i>Geranium krylovii</i> (10%), <i>Trollius kolonok</i> (10%), <i>Euphorbia pilosa</i> (10%), <i>Heraclium sphondylium</i> sp. (15%), <i>Allium ursinum</i> (15%)	54.34500N 89.14778E
КУ	<i>Trollius kytmanovii</i> Reverd. Кедрово-сосновый лес разнотравный (окр. с. Зотино, Туруханский район, Красноярский край)	8С2К	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (30%), <i>Vaccinium myrtillus</i> (30%), <i>Ledum palustre</i> (20%), <i>Carex globularis</i> (10%), <i>Empetrum nigrum</i> (10%), <i>Trollius kytmanovii</i> (5%)	60.90185N 89.68101E

Все признаки по результатам трёх тестов распределены нормально, следовательно, в дальнейшем анализе можно воспользоваться стандартными методами, применяемыми при нормальном распределении. По результатам теста Тьюки по каждому изученному признаку наблюдается следующая тенденция. Пары популяций *T. kolonok* (КО) с видами *T. asiaticus* (AS), *T. austrosibiricus* (AU), *T. kytmanovii* (КУ) и *T. vitalii* (VI) достоверно отличаются по всем изученным признакам. Пары КУ-AS и КУ-AU не имеют достоверных различий по высоте растения и длине черешка прикорневого листа. Пара VI-AS достоверно различается только по высоте растения, длине черешка прикорневого листа, длине первой доли листовой пластинки и ширине 3-ей доли листовой пластинки. Пара VI-AU достоверно отличается по высоте растения и длине черешка прикорневого листа. Пара VI-КУ не различается только по глубине рассечения 1 и 5-ой долей листовой пластинки. Пара AU-AS не имеет статистической разницы ни по одному из исследуемых признаков.

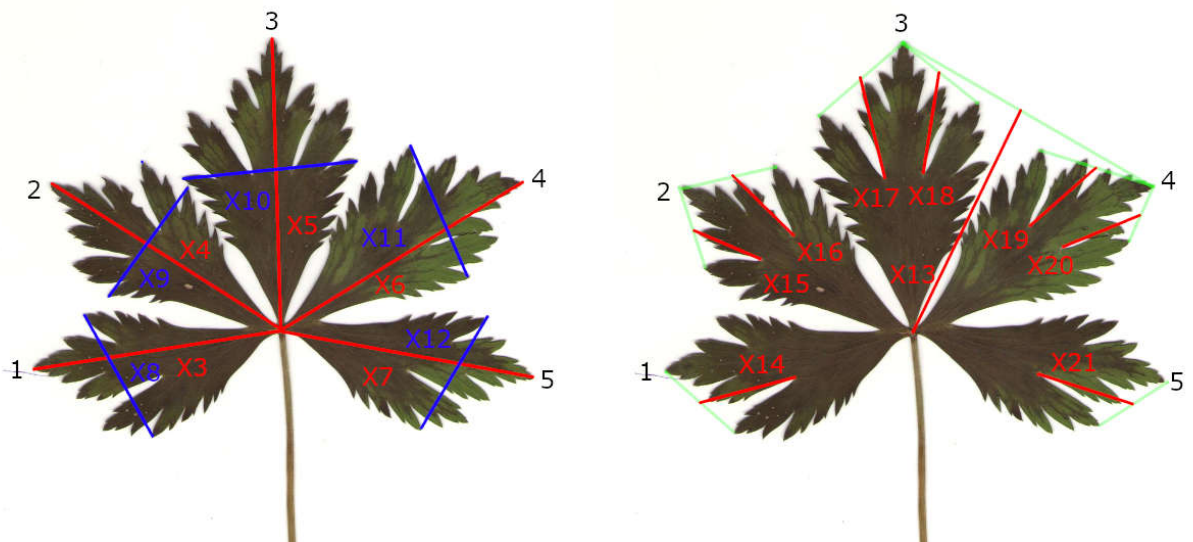


Рис.1. Измеряемые параметры листовых пластинок прикорневых листьев.

По результатам PCA анализа нельзя однозначно сказать, что среди исследуемых видов можно выделить чётко отделяющиеся друг от друга группы (рис. 2). По результатам классического морфометрического анализа в целом можно сделать вывод о том, что листовые пластинки прикорневых листьев растений р. *Trollius* являются высоко полиморфными. По совокупности всех измеренных признаков виды имеют отличия, однако в пространстве синтетических координат не образуют обособленные группы. При этом наблюдается тенденция к отделению популяций *T. kolonok* и *T. vitalii* от общего облака распределения данных. Для *T. kolonok* характерны большие размеры листовых пластинок и более глубокое рассечение каждой доли листа. Для *T. vitalii* отмечаются относительно небольшие размеры и более выраженная изрезанность края листовой пластинки.

В рамках использования метода геометрической морфометрии было принято решение изучать полиморфизм по каждой из пяти долей листа отдельно, т.к. в связи со сложностью листа не представлялось возможным репрезентативно расставить ландмарки. Нумерация долей соответствует указанной на рисунке 1. Согласно результатам анализа канонических переменных (CVA) можно сделать вывод, что статистически достоверно по форме листовых пластинок можно выделить три группы растений: 1 – популяция *T. kolonok*, 2 – популяции *T. vitalii* и 3 – популяции *T. asiaticus*, *T. austrosibiricus* и *T. kytmanovii* (рис. 3–4). По результатам попарного дисперсионного прокрустова анализа также можно видеть, что виды *T. asiaticus*, *T. kytmanovii* и *T. austrosibiricus* не имеют статистически достоверной разницы между собой. Исходя из вышеуказанных результатов, можно сказать, что данные виды не отличаются по форме прикорневого листа. Связать это с генетическими факторами или с экологическими факторами не представляется возможным, т.к. нет исследований о связи формы листа с этими факторами по группе растений рода *Trollius*. Однако, согласно характеристике точек сбора материалов исследования, можно сделать вывод, что если и есть связь с экологическими факторами (например, освещённостью, увлажнением и т.д.), то в исследуемых популяциях она не выражена.

По результатам проведённого сравнения методов можно сделать следующие выводы. ГМ позволяет уловить полиморфизм, который невозможно учесть в рамках классического морфометрического анализа, т.к. анализируются не только конкретные измерения и их соотношения, а форма в целом. Оба метода не выявили достоверных отличий между популяциями видов *T. asiaticus*, *T. austrosibiricus* и *T. kytmanovii*. Подобный результат имеет место в нескольких случаях: неверное выделение группы растений в ранг вида, наличие видоспецифических признаков в других органах и др.

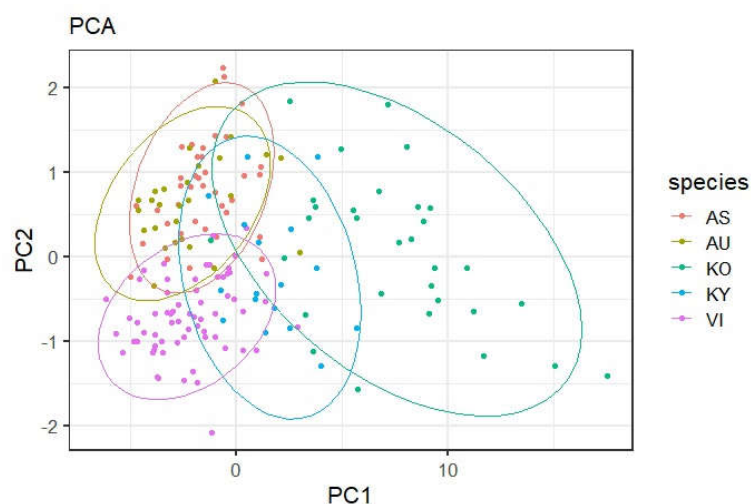


Рис. 2. Визуализация данных классической морфометрии в пространстве главных компонент.

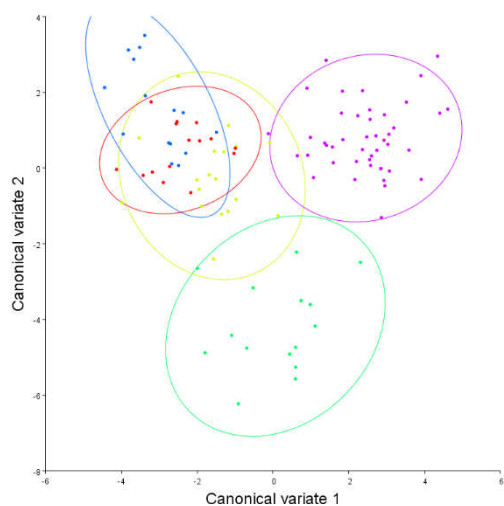


Рис. 3. Распределение форм первой доли листовых пластинок в пространстве канонических переменных. красный – *T. asiaticus*, жёлтый – *T. austrosibiricus*, зелёный – *T. kolonok*, синий – *T. kytmanovii*, фиолетовый – *T. vitalii*.

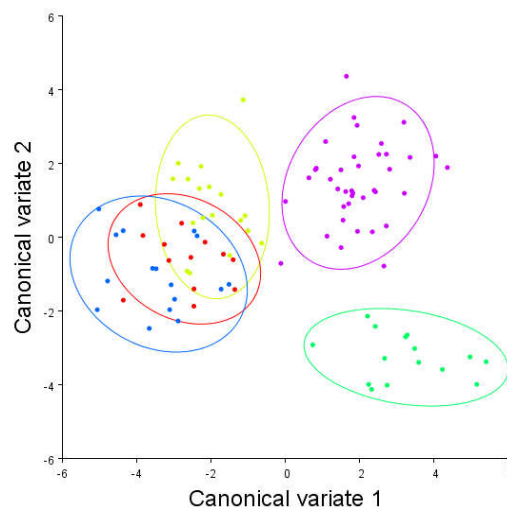


Рис. 4. Распределение форм второй доли листовых пластинок в пространстве канонических переменных. красный – *T. asiaticus*, жёлтый – *T. austrosibiricus*, зелёный – *T. kolonok*, синий – *T. kytmanovii*, фиолетовый – *T. vitalii*.

Однако, перечисленные причины подобного результата требуют дополнительного подтверждения со стороны, в том числе, генетического, филогенетического анализов, а также подробного изучения морфологии генеративных органов. В рамках ГМ выявлено чёткое отличие видов *T. vitalii* и *T. kolonok* друг от друга и от остальных исследуемых видов, в отличие от классической морфометрии. Подобный результат показывает, что при разработке ключей для видовой идентификации растений имеет смысл учитывать не только размеры структур, но и форму, в том числе, листовых пластинок. Данное утверждение справедливо для растений р. *Trollius*, т.к., по сути, все видоспецифические признаки выделяются только в цветке.

### Литература

1. Erst A.S., Lufarov A.N., Troshkina V.I., Xiang K., Wang W. The genus *Trollius* L. (Ranunculaceae) in the flora of the Altai Mountain Country // *Sistematicheskie zametki po materialam gerbaria imeni P.N. Krylova Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* 2018. №. 118. P. 64–76.

2. *Doroszewska A.* genus *Trollius* L.; a taxonomical study. *Monographiae botanicae*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1974. 167 p.
3. *Gould S. J.* D'Arcy Thompson and the science of form // *New Literary History*. 1971. Vol. 2. №. 2. P. 229–258.
4. *Kadota Y.* A revision of the genus *Trollius* (Ranunculaceae) in Japan // *Journal of Japanese Botany*. 2016. Vol. 91. P. 178–200.
5. *Kadota Y.* Genus *Trollius* L. (Ranunculaceae) in Japan // *Bulletin of the National Science Museum. Series B: Botany*. 1987. Vol. 13. №3. P. 107–121.
6. *R Core Team* R. R: A language and environment for statistical computing. 2013. [Электронный ресурс]. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1039033> (дата обращения: 14.09.2023).

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЛУОСТРОВА КРИЛЬОН (О. САХАЛИН)

И.О. Рожкова-Тимина

*ФГБНУ СахНИИСХ, Южно-Сахалинск, Россия*

## BIODIVERSITY OF MEADOW COMMUNITIES ON THE CRILLON PENINSULA (SAKHALIN ISLAND)

I.O. Rozhkova-Timina

*Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia*

Полуостров Крильон находится на юго-западе острова Сахалин и омывается Татарским проливом (теплое Цусимское течение Японского моря) и заливом Анива (холодное Охотское море) [1]. За счет неоднородности условий эта уникальная территория содержит большое разнообразие ландшафтов и видов фауны и флоры. На острове Сахалин, включая и полуостров Крильон, господствующим типом растительности являются леса. До активного заселения и хозяйственного освоения они практически полностью покрывали территорию острова. Лесная растительность Сахалина изучена хорошо, в том числе при помощи дистанционных методов зондирования [3–6, 8]. Луга же на Сахалине занимают подчиненное положение и не образуют крупных массивов естественным путем [7]. Масштабные исследования луговых фитоценозов проводились в середине прошлого века [7,8], в настоящее время луговые сообщества Сахалина изучены слабо. Таким образом, целью работы стало изучение биоразнообразия луговой растительности полуострова Крильон с последующей классификацией.

Материалом исследования послужили 59 авторских геоботанических описаний: 21 описание северо-западной части Крильона (окрестности г. Невельск и г. Горнозаводск) и 38 описаний его юго-восточной части (в окрестностях устьев рек Найча и Могучи). Район исследований приведен на рисунке 1.

Экспедиционные работы проводили летом 2022 и 2023 гг. маршрутным методом. Исследования флористического состава, проективного покрытия, высоты травостоя проводились на пробных площадях размером 100 м<sup>2</sup>, при выборе которых требовалось не просто охватить типичные луговые сообщества, но и оценить сообщества, расположенные на разных элементах рельефа и в разных условиях микроклимата, и при этом соблюсти однородность состава внутри участков. При работе применялось глазомерное определение высоты травостоя, проективного покрытия и процентного содержания видов растений на выбранной площадке [2]. Система латинских названий видов сосудистых растений основывается на сводке С. К. Черепанова [9]. Для проведения классификации

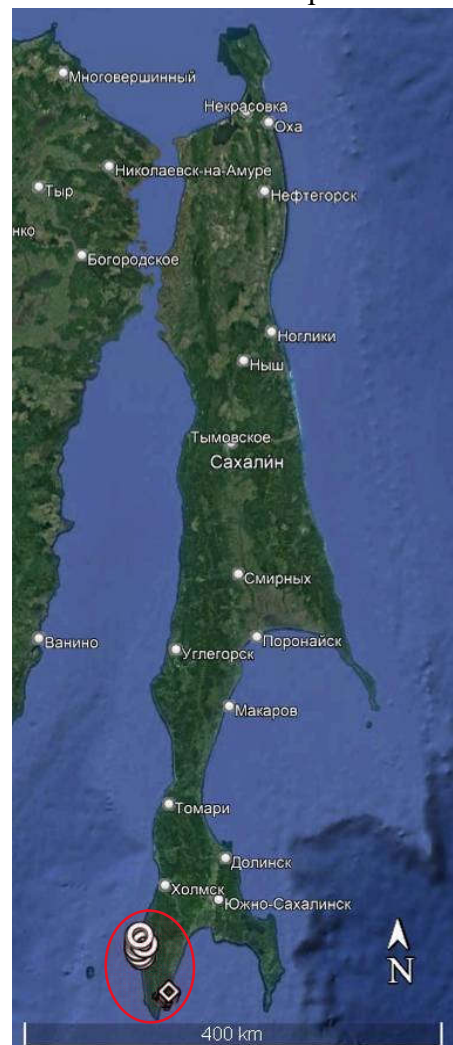


Рис. 1. Карта о. Сахалин с обведенным районом исследований (п-ов Крильон) луговой растительности была

рассчитана матрица сходства описаний с использованием количественного индекса Брея–Кёртиса [10] для кластерного анализа.

Посредством кластерного анализа мы выделили несколько формаций луговых сообществ полуострова Крильон:

1. Волоснецовые сообщества. Группа охватывает 20 описаний. Эти сообщества располагаются непосредственно на морском побережье. Доминантный вид *Leymus mollis*, реже встречаются *Lathyrus japonicus*, *Artemisia vulgaris*, *Artemisia littoricola*, *Calamagrostis langsdorffii*. Средняя высота травостоя 120 см, при этом побеги *Leymus mollis* достигают 160 см. Среднее проективное покрытие таких лугов 60%. Этот тип лугов одинаково распространен в обеих частях полуострова Крильон.

2. Крупнотравные сообщества. Группа включает в себя 18 описаний. К доминантным видам относятся *Angelica ursina*, *Reynoutria sachalinensis*, *Petasites amplus*, *Filipendula camtschatica*, *Senecio cannabifolius*, *Cirsium kamtschaticum*, *Cacalia robusta*. Средняя высота верхнего яруса травостоя 250 см, побеги *Angelica ursina* нередко достигают в высоту 400 см. Нижний ярус представлен *Anthriscus sylvestris*, *Sasa kurilensis*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius*, *Impatiens noli-tangere*; высота этого яруса в среднем 130 см. Проективное покрытие составляет 80–90%. Эти виды предпочитают хорошо увлажненные местообитания и часто встречаются в поймах рек.

3. Разнозлаково–разнотравные сообщества. Группа включает в себя 14 описаний. К доминантным видам в равной степени относятся *Dactylis glomerata*, *Phalaroides arundinacea*, *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense*, *Poa pratensis*, *Poa palustris*, *Phleum pratense*, *Amoria repens*, *Agrostis tenuis*, *Artemisia vulgaris*, *Equisetum arvense*, *Sanguisorba tenuifolia*, *Galium verum*. Высота травостоя варьирует от 30 см до 170 см. Проективное покрытие в среднем составляет 90%.

4. Тростниковые сообщества. На полуострове Крильон нами было зафиксировано три таких фитоценоза. Доминантный вид *Phragmites australis*, также встречаются *Senecio cannabifolius*, *Aster glehnii*, *Artemisia vulgaris*. Средняя высота травостоя 200 см, проективное покрытие 100%.

5. Бамбучниковые сообщества. На полуострове Крильон нами было зафиксировано три таких фитоценоза. Доминантный вид *Sasa kurilensis*, также часто встречается *Calamagrostis langsdorffii*. Средняя высота травостоя 150 см, проективное покрытие 90%.

6. Полынно–кровохлебковое сообщество. Не вошло ни в одну группу, т.к. представляет собой склоновый луг. Ему свойственны прибрежные виды: *Artemisia littoricola*, *Sanguisorba tenuifolia*, *Ligusticum scoticum*, *Lupinaster pacificus*, *Leontopodium discolor*, *Achillea millefolium*.

Что касается видового разнообразия, то на лугах полуострова Крильон отмечен 121 вид луговых трав, относящийся к 93 родам и 27 семействам. Ведущими семействами по числу видов являются Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Rosaceae, Apiaceae, они содержат 61.98 % от общего числа зарегистрированных видов. По встречаемости лидируют те же пять семейств, образуя ряд Poaceae, Asteraceae, Apiaceae, Fabaceae, Rosaceae. Так злаки, уступая сложноцветным в числе видов, выигрывают за счет большего числа описаний, в которых в среднем зарегистрированы виды. На рисунке 2 представлена гистограмма семейственно–видового спектра. Максимальное зарегистрированное число видов в одном роде – 4, в одном семействе – 30. На территории не отмечено мхов, лишайников и голосеменных растений; доля сосудистых споровых растений составляет 2.48%.

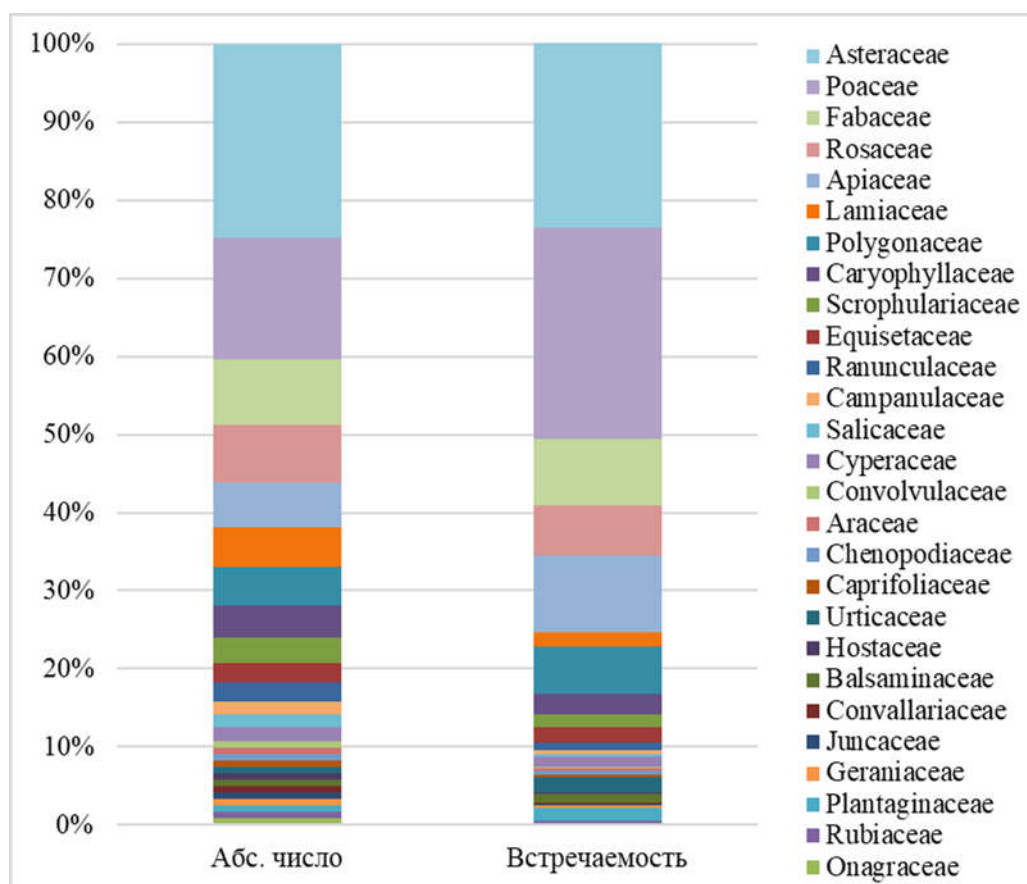


Рис. 2. Гистограмма семейственно-видового спектра

В заключение стоит отметить, что на полуострове Крильон, как и на всем о. Сахалин, луга занимают подчиненное положение. Чаще всего луговые сообщества встречаются на морских побережьях и в распадках между сопками, соответственно, наиболее распространены волоснецовые и крупнотравные фитоценозы. Также нами нередко отмечалось наличие лугов на горных склонах, обращенных к морю, однако их обследование очень затруднено.

**Благодарности.** Работа выполнена при частичной поддержке гранта НБФ «Поддержка биологических исследований» № 5/2023-гр.

### Литература

1. Земцова А.И. Климат Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 197 с.
2. Полевая геоботаника. М.; Л., 1959–1972. Т. 1–4.
3. Попов М.Г. Растительный мир Сахалина. М.: Наука, 1969. 136 с.
4. Сабиров Р.Н. Малонарушенные лесные территории острова Сахалин // Научные основы устойчивого управления лесами : Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию ЦЭПЛ РАН, Москва, 25–29 апреля 2022 года. Москва: Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 2022. С. 95–97.
5. Сабиров Р.Н., Мелкий В.А., Верхотуров А.А. Анализ трансформации лесов Южного Сахалина с использованием геоинформационных технологий // Цифровые технологии в лесном секторе : Материалы II Всероссийской научно-технической конференции-вебинара, Санкт-Петербург, 18–19 февраля 2021 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2021. С. 120–122.
6. Сабиров Р.Н., Попова Я.П. Оценка современного состояния лесных ландшафтов юго-восточной части Сахалина // Геодинамические процессы и природные катастрофы : Тезисы докладов IV Всероссийская научная конференция с международным участием, Южно-Сахалинск, 06–10 сентября 2021 года. Южно-Сахалинск: Федеральное государственное бюджетное



учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2021. С. 177.

7. *Степанова К.Д.* Луга острова Сахалина и вопросы их улучшения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 100 с.
8. *Толмачев А.И.* Геоботаническое районирование острова Сахалина. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 80 с.
9. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 992 с.
10. *Bray J.R., Curtis J.T.* An ordination of the upland forest of the Southern Wisconsin // *Ecological Monographs*. 1957. Vol. 27, № 4. P. 325–349.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИЙ КЛУБНЕВЫХ ХОХЛАТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ISSR МАРКЕРОВ

К.К. Рябова, И.Е. Ямских

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,  
г. Красноярск, Россия  
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

## COMPARATIVE GENETIC ANALYSIS OF THE POPULATION OF TUBER CORYDATES USING ISSR MARKERS

К.К. Ryabova, I.E. Yamskikh

Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center of the Siberian», Krasnoyarsk, Russia  
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Род *Corydalis* DC., включающий более 500 видов, относимых к 42 секциям, демонстрирует обширное морфологическое разнообразие и адаптацию к разнообразным средам обитания, что представляет большую проблему для классификации [2]. Несмотря на большое количество методов исследования и подходов к изучению хохлаток, виды, произрастающие на территории России, до сих пор мало изучены. Зарубежными систематиками активно используются молекулярно-генетические методы, позволяющие уточнить принадлежность видов к секциям. Так же, для определения межвидовых отношений и степени родства часто используют метод межмикросателлитных маркеров – ISSR (Inter Simple Sequence Repeats).

Цель данного исследования – сравнительный генетический анализ видов рода *Corydalis* DC., произрастающих в разных регионах России. Объектами исследования служат популяции 5 видов клубневых хохлаток секции *Corydalis*, ранее входящие в секцию *Pesgallinaceus* Irmisch: *Corydalis caucasica* DC, *Corydalis bracteata* (Stephan ex Willd.) Pers., *Corydalis subjenisseensis* E.M. Antipova, *Corydalis repens* Mandl & Muhldorf, *Corydalis ambigua* Cham. & Schltdl. (рис. 1, табл. 1). Для *Corydalis bracteata* и *Corydalis subjenisseensis* изучено по 2 популяции, различающиеся по морфологическим признакам. Для сравнения в анализ добавлен вид *Corydalis magadanica* A.P. Khokhr, относимый отечественными исследователями к секции *Raphanituber* Khokhryakov, а зарубежными авторами к секции *Corydalis*.

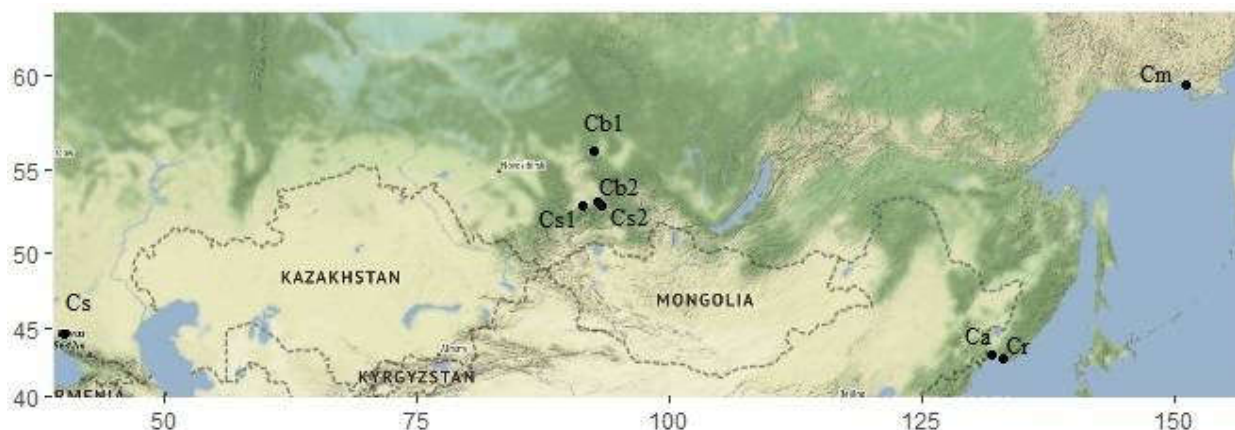


Рис. 1. Расположение точек сбора видов хохлаток: Cs – *C. caucasica*, Cb1 – *C. bracteata*, Cb2 – *C. bracteata*, Cs1 – *C. subjenisseensis*, Cs2 – *C. subjenisseensis*, Cr – *C. repens*, Ca – *C. ambigua*, Cm – *C. magadanica*.

Места сбора исследуемых популяций

Обозначение	Вид	Место сбора
Cc	<i>Corydalis caucasica</i> DC.	Республика Адыгея, окр.г.Майкоп, Дубово-буково-грабовый лес
Cb1	<i>Corydalis bracteata</i> (Stephan ex Willd.) Pers.	Красноярский край, окр. г. Красноярск, сосново-елово-березовый лес
Cb2	<i>Corydalis bracteata</i> (Stephan ex Willd.) Pers.	Красноярский край, смотровая площадка природного парка «Ергаки», субальпийское пихтовое редколесье
Cs1	<i>Corydalis subjenisseensis</i> E.M.Antipova	Республика Хакасия, окр. д. Майна, сосново-еловый лес
Cs2	<i>Corydalis subjenisseensis</i> E.M.Antipova	Красноярский край, окр. пос. Танзыбей, черневой осинник
Cr	<i>Corydalis repens</i> Mandl & Muhldorf	Приморский край, окр. с. Владимиро-Александровское, дубово-липовый лес
Ca	<i>Corydalis ambigua</i> Cham. & Schltdl.	Приморский край, окр. г. Владивосток, буковый лес
Cm	<i>Corydalis magadanica</i> A.P.Khokhr.	Магаданская область, окр. п. Ола, разнотравно-злаковый луг

Образцами для генетического анализа служили выделенные ДНК 5–8 экземпляров. Экстракцию тотальной ДНК производили с помощью коммерческого набора DiamondDNA (ООО Научно-производственная фирма «Алтайбиотех», г. Барнаул). Для изучения генетической изменчивости использовался ISSR–PCR (Inter Simple Sequence Repeats) метод. Амплификацию проводили в 20 мкл реакционной смеси с помощью набора для проведения ПЦР с HS-Taq (+MgCl<sub>2</sub>) (ООО «Биолабмикс», г. Новосибирск) в следующем составе на один образец: 7 мкл ddH<sub>2</sub>O; 4 мкл 5x ПЦР буфер (+MgCl<sub>2</sub>); 4 мкл 10мМ праймера; 0.2 мкл HS-Taq DNA-полимеразы (5 ед.акт./мкл); 0.4 мкл 50x смеси dNTP; 2.4 мкл 50мМ MgCl<sub>2</sub>; 2 мкл ДНК.

Программа амплификации: 95°C (5 мин); 13 циклов: 95°C (20 с), 55°C (45 с, понижение температуры на 0.7°C в каждом последующем цикле), 72°C (90 с); 25 циклов: 95°C (20 с), 44°C (30 с), 72°C (90 с); 72°C (7 мин). Предварительно на 2 образцах ДНК были выявлены праймеры, дающие воспроизводимый полиморфный результат [4]. Разделение продуктов амплификации производилось в 1.3% агарозном геле, в горизонтальной электрофорезной камере в TAE-буфере при 220V с применением бромистого этидия. Визуализацию продуктов амплификации проводили в проходящем УФ-излучении с помощью системы гель-документирования Gel Doc XR (Bio-Rad, USA). Для определения длины амплифицированных фрагментов использовали ДНК-маркеры (ООО «Биолабмикс», Новосибирск). Электрофореграммы анализировались с помощью программы Quantity One 1-D Analysis Software. При этом учитывали только воспроизводимые в повторных экспериментах фрагменты.

Обработку результатов анализа проводили с помощью программы Popgene version 1.32 [7] (процент полиморфных локусов (P), генетическое разнообразие Нея (Ne), информационный индекс Шеннона (Io), генетические дистанции Нея (D) [3], показатель подразделенности популяций (G<sub>st</sub>).

Для оценки генетической структуры популяций на основе данных ISSR-PCR анализа был использован байесовский подход (MCMC: Марковская цепь Монте-Карло), реализованный в программном обеспечении STRUCTURE версии 2.3.4. [5]. Использовалось длительное выгорание (Burn-In) 100 000 и MCMC 500 000 циклов. При проведении нескольких прогонов результаты были равнозначными, что говорит о стабильности результатов. Количество возможных кластеров (K) проверялось от 2 до 10 в 12 повторностях.

В ходе исследований выявлено, что суммарное число амплифицированных фрагментов ДНК составляет 58. Генное разнообразие Нея (He) в суммарной выборке равно 0.3684, индекс Шеннона (Io) – 0.5473. Уровень выявляемого внутривидового генетического разнообразия варьирует в широких пределах (15.52 – 46.55%). Показатели генетического полиморфизма максимальны для популяций *Corydalis bracteata* Cb1 (P = 46.55%; He = 0.1816; Io = 0.2671) и Cb2 (P = 34.48%; He = 0.1255; Io = 0.1878), а также *Corydalis ambigua* (P = 43.10%; He = 0.1683; Io = 0.2020). Минимальные значения отмечены для *Corydalis caucasica* (P = 15.52%; He = 0.0607; Io = 0.0896) и популяций *Corydalis subjenisseensis*: Cs1 (P = 27.59%; He = 0.1040; Io = 0.1803) Cs2 (P = 27.59%; He = 0.1072; Io = 0.1865). Коэффициент подразделенности популяций (Gst) составляет 0.6585, что, согласно классификации С. Райта [6], указывает на очень высокую степень дифференциации и наличие в выборке разных видов.

Наибольшие генетические дистанции Нея (1972) наблюдаются между наиболее географически отдаленными видами *C. caucasica* и *C. magadanica* (D = 0.63), а также между красноярской популяцией *C. subjenisseensis* и *C. magadanica* (D = 0.57) (табл. 2). Минимальные генетические дистанции закономерно обнаружены между популяциями одного вида. Произрастающие относительно близко дальневосточные *C. repens* и *C. ambigua* (D = 0.26) и сибирские *C. bracteata* и *C. subjenisseensis* (D = 0.28 – 0.34) виды являются наиболее схожими. Интересно, что географически отдаленные популяции *C. repens* и *C. bracteata* (Cb2) демонстрируют генетическое родство (D = 0.28).

Таблица 2

Генетические дистанции Нея (1972) между популяциями на основе ISSR–PCR анализа

	Cc	Cb1	Cb2	Cs1	Cs2	Cr	Ca
Cc							
Cb1	0.4794						
Cb2	0.4543	0.2374					
Cs1	0.3984	0.3353	0.3343				
Cs2	0.4164	0.3355	0.2828	0.2678			
Cr	0.3301	0.4173	0.2776	0.3643	0.4219		
Ca	0.4405	0.3682	0.3523	0.4192	0.4159	0.2618	
Cm	0.6344	0.4397	0.4392	0.5717	0.4495	0.4592	0.4255

При кластеризации образцов в программе STRUCTURE, на основе ISSR-PCR данных, наблюдается достоверное разделение генотипов на 8 групп (delta K = 187) в соответствии с популяциями (рис. 3). На диаграмме отнесения каждого образца к семи кластерам прослеживается объединение двух видов *C. repens* и *C. ambigua*, генетические дистанции между которыми были минимальными, что может свидетельствовать о близком генетическом родстве. При разделении на шесть кластеров происходит объединение популяций вида *C. bracteata*. При K = 5 наблюдается объединение в один кластер *C. caucasica*, *C. repens* и *C. ambigua*, тогда как разделение вида *C. subjenisseensis* на популяции отмечено при K = 4. Раннее обособление *C. magadanica* свидетельствует о наибольшем отдалении от исследуемых образцов и принадлежности к отдельной секции *Raphanituber*. Этот вид отличают боковые побеги, которые выходят не только из пазухи верхнего чешуевидного листа, но и из пазух почти всех зеленых листьев [1].

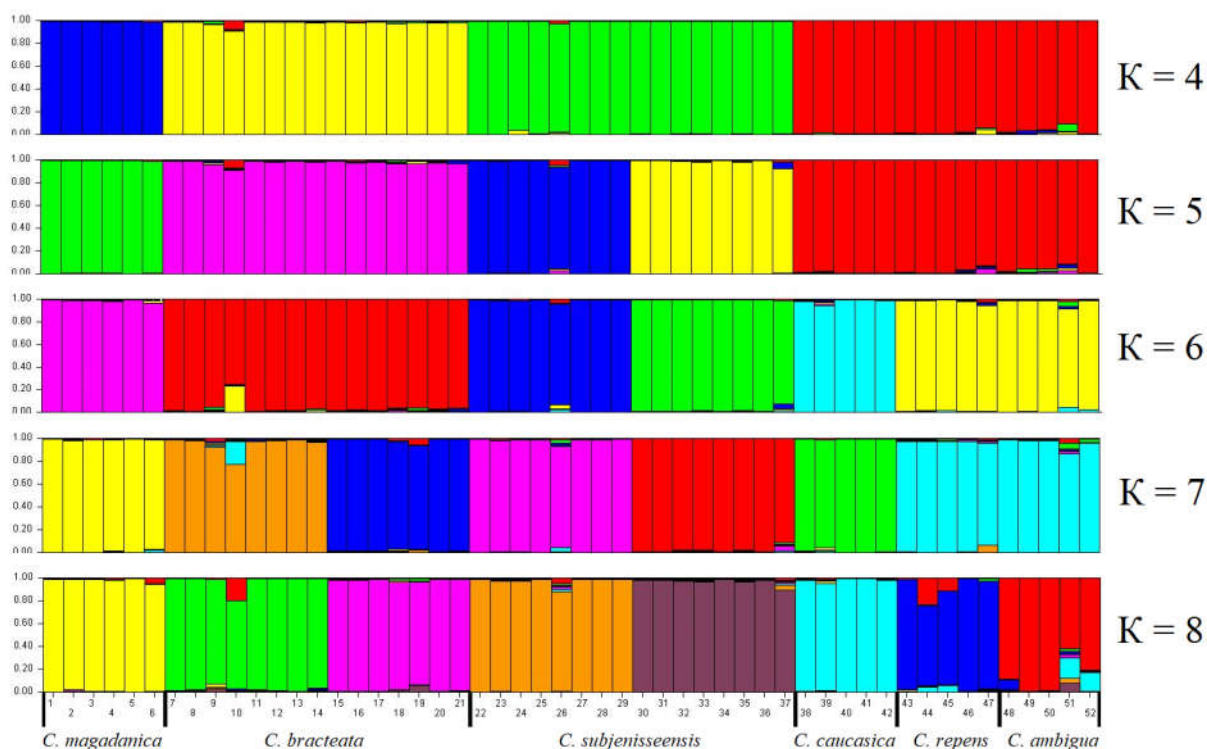


Рис. 2. Апостериорные вероятности отнесения образцов к генетическим кластерам на основе ISSR – PCR анализа

В результате проведенного исследования можно заключить, что наиболее генетически отдаленным видом является *Corydalis magadanica*. Уточнение его принадлежности к какой-либо секции и в целом уместность объединения секций *Pes-gallinaceus* Irmisch и *Raphanituber* Khokhryakov остается важной проблемой для систематики рода *Corydalis* DC. Кластерный анализ с использованием байесовского подхода достоверно разделяет исследуемые образцы на популяции, в первую очередь, обособляя *Corydalis magadanica*. Однако, при  $K = 5$  можно наблюдать разделение популяций вида *C. subjenisseensis* и объединение географически отдаленных *Corydalis caucasica*, *Corydalis repens* и *Corydalis ambigua*. Вероятно, для более точного определения их положения относительно других видов требуется большее количество данных. В решении этой задачи поможет комплексное морфологическое и филогенетическое исследование с использованием хлоропластных и ядерных маркеров разных видов.

## Литература

1. Безделева Т.А. Род Хохлатка (*Corydalis* Vent.) на российском Дальнем Востоке // Ботанический сад-институт ДВО РАН. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.botsad.ru/menu/activity/articles/bezdeleva-t/rod-hohlatka/> (дата обращения: 13.09.2023).
2. Chen J. T. et al. An updated classification for the hyper-diverse genus *Corydalis* (Papaveraceae: Fumarioideae) based on phylogenomic and morphological evidence // *Journal of Integrative Plant Biology*. 2023. Vol. 65, No. 9. P. 2138–2156. doi:10.1111/jipb.13499
3. Nei M. Genetic Distance between Populations // *American Naturalist*. 1972. No. 106. P. 283–292.
4. Paterson I.D., Downie D.A., Hill M.P. Using molecular methods to determine the origin of weed populations of *Pereskia aculeata* in South Africa and its relevance to biological control // *Biological Control*. 2009. № 48, P. 84–91.
5. Pritchard J.K., Stephens M., Donnelly P. Inference of population structure using multilocus genotype data // *Genetics*. 2000. № 155. P. 945–959.
6. Wright S. The genetical structure of populations // *Annals of Eugenics*. 1951. Vol. 166, No. 15. P. 323–354.
7. Yeh F.C., Yang R.C., Boyle T. POPGENE, version 1.32: the user friendly software for population genetic analysis // *Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada*. 1999. P. 1–29.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЮЦЕРНОВЫХ СООБЩЕСТВ ГОР НУРАТАУ И ВАРЗОБА

У.Ш. Саитжанова

*Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE *MEDICAGO SATIVA* COMMUNITIES OF NURATAU AND VARZOB MOUNTAINS

U.Sh. Saitjanova

*Institute of Botany, Academy of Sciences, Tashkent, Republic of Uzbekistan*

Хребет Нуратау расположен в переходной зоне между горными системами Памиро-Алая и Тянь-Шаня и пустынными равнинами Турана, в одном из наиболее своеобразных и интересных в ботаническом отношении регионов Средней Азии. В орографическом плане Нуратау представляет собой северо-западное продолжение Туркестанского хребта. Это средневысотный хребет (2169 м над ур. м.) субширотного направления протяженностью около 200 км, на западе он глубоко вдается в пустыню Кызылкум. Флора Нуратинских гор имеет закономерно высокую степень сходства как с флорой Туркестанского хребта и соседнего Кухиستانского округа в целом, так и с флорой останцов Кызылкума [1].

В пределах Нуратинского округа выделяют три ботанико-географических района: Нуратинский, Актауский и Принуратинский останцовый. Нуратинский район включает северную ветвь Нуратинских гор. Флора района содержит 1200 видов, включая 15 эндемиков и 23 субэндемика, в том числе ряд узколокальных видов. Для этой территории имеется опубликованный список флоры Нуратинского заповедника – 820 видов [2].

Флористические элементы Центрального Памиро-Алая являются индикаторами связи не только с высокой Азией, но и со всей северной Евразией. Здесь четко прослеживаются значительные флористические элементы Области Древнего Средиземья (ОДС), Сибири, Дальнего Востока, районов Центральной Азии, Кавказа, Ирана и других флористических регионов. Для Центрального Памиро-Алая в настоящее время известен 2781 вид сосудистых растений, относящихся к 826 родам и 123 семействам [5]. Наибольшее число видов в родах *Astragalus*, *Cousinia*, *Oxytropis*, *Polygonum*, самый крупный род *Astragalus* с 147 видами (*Leguminosae*). Статистический анализ показал, что наибольшее число видов (2100) встречается на территории Кухиستانского округа, в районе Фанских гор – 1750, в бассейне р. Варзоб – 1535 [3].

Всего в бассейне реки Варзоб произрастает около 1550 видов сосудистых растений. Фитоценозы различных типов растительности здесь очень разнообразны, а в районе Варзобской станции особенно полно развиты фитоценозы горных широколиственных лесов (чернолесье), ксерофильных редколесий и кустарников (шибляк), а также сложные полидоминантные сообщества на контакте чернолесья и шибляка. Варзобское ущелье расположено практически на западной границе наиболее полно выраженных в Таджикистане формаций чернолесья. Кроме чернолесья и шибляка, в ущелье Кондары представлены такие типы растительности, как термофильные арчевники, полусаванны и петрофитон. Здесь относительно хорошо сохранился естественный растительный покров – особенно в его средней части, где развиты естественные леса из *Juglans regia*, *Acer turkestanicum* и т.д. [4].

В ходе полевых исследований изучены 3 люцерновых сообщества Нуратинского района и бассейна реки Варзоб и проведена сравнительная характеристика фитоценозов.

**Разнотравно – ячменно – люцерновое** зарегистрировано в окрестностях конторы Нурагинского заповедника, Хаётсай (N 40.527532 E 66.774992). Произрастает на высоте 959 м над уровнем моря. Почва изучаемого сообщества суглинистая. Общее проективное покрытие составляет 80%. Проективное покрытие изучаемого вида не превышает 25%. В сообществе зарегистрировано 25 видов. В растительном сообществе доминируют многолетние травы *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* и *Hordeum bulbosum*. Вместе с ними встречаются деревья – 2 (*Juglans regia*, *Populus afghanica*), кустарники – 1 (*Rubus caesius*), многолетников – 14 (*Trifolium repens*, *Allium subtilissimum*, *Potentilla pedata*, *Poa pratensis*, *Cousinia umbrosa*, *Medicago lupulina*, *Poterium lasiocarpum*, *Elwendia chaerophylloides*, *Melilotus officinalis*, *Cichorium intybus*, *Plantago lanceolata*, *Verbena officinalis*, *Elytrigia repens*, *Althaea litwinowii*), двулетников – 3 (*Daucus carota*, *Echium biebersteinii*, *Verbascum blattaria*), однолетников – 2 (*Conyza canadensis*, *Vicia angustifolia*).

**Разнотравно-ивовое** изучено в Таджикистане, в окрестностях Варзобской горно-ботанической станции «Кондара». Географические координаты N 38.809410 E 68.815349. Высота над уровнем моря – 1293 м. Общее проективное покрытие составляет 60%, в нём доля *M. sativa* составляет около 10%. Ботанический состав сообщества состоит из 18 видов. Почва описываемого участка суглинистая с примесью щебня, даже встречаются крупные камни. В растительном покрове доминируют *Salix songarica*, *Crataegus turkestanica*. Наряду с доминантами в обилии Sp1 и Sp2 произрастают *Juglans regia*, *Acer semenovii*, *Rosa canina*, *Rumex pamiricus*, *Avena fatua*, *Phragmites australis*, *Poa bulbosa*, *Bromus tectorum*, *Prangos tschimganica*, *Rubus caesius*, *Equisetum arvense*, *Medicago sativa*, *Althaea officinalis*, *Cousinia umbrosa*, *Eremurus olgae*, *Asparagus officinalis*, *Hordeum bulbosum*.

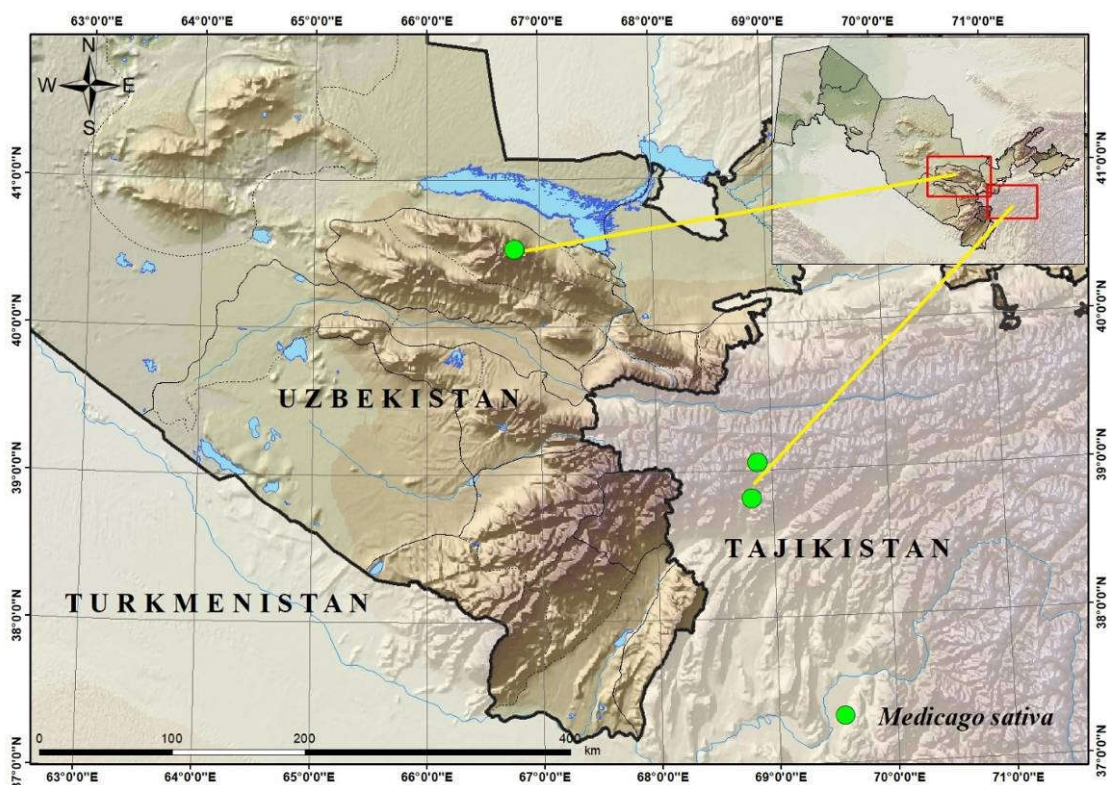


Рис. 1. Карта распространения люцерновых сообществ в горах Нурау тау и Варзоб

**Люцерновое** описано в окрестностях высокогорной биологической станции «Сиёкух» в Таджикистане. Произрастает на высоте 2376 м над уровнем моря на северо-восточном склоне (N 39.052944 E 68.873931). Почва мелкоземистая с щебнем. Степень проективного покрытия 70%. Доля изучаемого вида составляет не более 25%. Флористический состав складывается из 16 видов. В растительном покрове преобладают в основном многолетники. Наряду с такими широко распространёнными видами, как

*Medicago sativa*, *Onobrychis viciifolia*, *Plantago lanceolata*, *Prangos tschimganica*, в среднем обилии встречаются *Rumex pamiricus*, *Taraxacum officinale*, *Geranium transversale*, *Vicia angustifolia*, *Hordeum bulbosum*, *Trifolium pratense*, *Convolvulus arvensis*, *Cousinia umbrosa*, *Crambe orientalis*, *Astragalus varzobicus*, *Achillea arabica*, *Rosa canina* и т.д.

Флористический состав изученных сообществ приведен в таблице:

Таблица

Видовой состав люцерновых сообществ

№	Виды	Сообщества		
		Разнотравно-ячменно-люцерновое (Нуратау)	Разнотравно-ивовое (Таджикистан, «Кондара»)	Люцерновое (Таджикистан, «Сие́кух»)
<b>Деревья</b>				
1	<i>Acer semenovii</i> Regel & Herder	–	+	–
2	<i>Juglans regia</i> L.	+	10	–
3	<i>Salix songarica</i> Andersson.	–	20	–
4	<i>Populus afghanica</i> (Aitch. & Hemsl.) C.K.Schneid.	+	–	–
<b>Кустарники</b>				
5	<i>Crataegus turkestanica</i> Pojark.	–	10	–
6	<i>Rosa canina</i> L.	–	5	+
7	<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	–
<b>Однолетние</b>				
8	<i>Avena fatua</i> L.	–	+	–
9	<i>Bromus tectorum</i> L.	–	+	–
10	<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist	+	–	–
11	<i>Vicia angustifolia</i> Reichard.	+	–	+
<b>Двулетние</b>				
12	<i>Daucus carota</i> L.	+	–	–
13	<i>Echium biebersteinii</i> (Lacaita) Dobroc.	+	–	–
14	<i>Verbascum blattaria</i> L.	+	–	–
<b>Многолетние</b>				
15	<i>Achillea arabica</i> Kotschy.	–	–	+
16	<i>Althaea officinalis</i> L.	–	+	–
17	<i>Althaea litwinowii</i> Iljin.	+	–	–
18	<i>Allium subtilissimum</i> Ledeb.	+	–	–
19	<i>Asparagus officinalis</i> L.	–	+	–
20	<i>Astragalus varzobicus</i> Gontsch.	–	–	+
21	<i>Cichorium intybus</i> L.	+	–	–
22	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	–	–	+
23	<i>Cousinia umbrosa</i> Bunge.	+	–	5
24	<i>Crambe orientalis</i> L.	–	–	+
25	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski.	+	–	–
26	<i>Elwendia chaerophylloides</i> (Regel & Schmalh.) Pimenov & Kljuykov.	+	–	–
27	<i>Eremurus olgae</i> Regel.	–	+	–
28	<i>Equisetum arvense</i> L.	–	+	–



29	<i>Geranium transversale</i> (Kar. & Kir.) Vved. ex Pavlov.	–	–	+
30	<i>Hordeum bulbosum</i> L.	20	+	+
31	<i>Medicago sativa</i> L.	25	10	20
32	<i>Medicago lupulina</i> L.	+	–	–
33	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam.	+	–	–
34	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	–	–	20
35	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	–	5	–
36	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+	–	10
37	<i>Poa bulbosa</i> L.	–	+	+
38	<i>Poa pratensis</i> L.	+	–	–
39	<i>Poterium lasiocarpum</i> Boiss. & Hausskn.	+	–	–
40	<i>Potentilla pedata</i> Willd. ex Hornem.	+	–	–
41	<i>Prangos tschimganica</i> O. Fedtsch.	–	+	10
42	<i>Rumex pamiricus</i> Rech.f.	–	+	5
43	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	–	–	+
44	<i>Trifolium pratense</i> L.	20	–	+
45	<i>Trifolium repens</i> L.	10	–	–
46	<i>Verbena officinalis</i> L.	+	–	–

По результатам сравнительного анализа фитоценозов можно сделать вывод, что в разнотравно-ячменно-люцерновом сообществе (Нуратау), в основном доминируют многолетники, также, как и в люцерновом сообществе Варзоба. Здесь можно наблюдать небольшое участие кустарников, однолетников и двулетников. В разнотравно-ивовом сообществе почти в равном количестве встречаются как деревья, кустарники, так и многолетники. Род *Poa* L. часто встречается как участник во всех изучаемых сообществах. *Hordeum bulbosum*, *Cousinia umbrosa*, *Juglans regia*, *Plantago lanceolata*, *Rubus caesius*, *Trifolium pratense*, *Vicia angustifolia* присутствуют как в сообществах Нуратау, так и Варзоба. Такие виды, как *Conyza canadensis*, *Melilotus officinalis*, *Populus afghanica*, *Cichorium intybus*, *Verbena officinalis*, *Verbascum blattaria*, *Elytrigia repens*, *Daucus carota*, *Echium biebersteinii* наблюдались в сообществах Нуратинского района и не встречались в сообществах бассейна реки Варзоб, что возможно связано с сухостью климата.

**Благодарности.** Автор выражает свою благодарность заведующей лаборатории «Кадастра и мониторинга редких видов Узбекистана» Института ботаники Ан РУз к.б.н. Н.Ю. Бешко и директору Института ботаники, физиологии и генетики Б. Бобозода за оказание помощи при определении структуры фитоценозов.

### Литература

1. Бешко Н.Ю., Шарипова В.К., Шомуродов Х.Ф. Флористические находки на хребтах Нуратау и Зеравшанском (Узбекистан) // *Turczaninowia*. 2017. Vol. 20. №3. P. 20–26. doi: 10.14258/turczaninowia.20.3.3
2. Бешко Н.Ю. Флора высших растений Нуратинского заповедника // *Труды заповедников Узбекистана*. 2011. № 7. С. 19–78.
3. Камелин П.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Москва : Наука. Ленинградское отделение, 1973. 356 с.
4. *Флора и растительность* ущелья реки Варзоб. Л.: Наука, 1971. 512 с.
5. Squires V.R., N.M. Safarov High-Altitude Ecosystems and Biodiversity of Tajikistan: Conservation and Management // *Special publication on the occasion of ICIMOD's 30th anniversary*. International Centre for Integrated Mountain Development, Nepal, November 2013. P. 78–88.

## **ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ «СТУДЕНЧЕСКОГО СКВЕРА ОМГПУ»**

**Г.В. Самойлова**

*ФБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта»,  
г. Омск, Россия*

## **PHYTO-DIVERSITY AND ECOLOGICAL FEATURES OF WOODY PLANTS OF THE "OMSPU STUDENT SQUARE"**

**G.V. Samoylova**

*Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia*

Древесные растения издревле служат украшением населенных пунктов, отличаются по окраске, форме листьев, цветков и плодов, по оригинальной форме кроны, кроме этого, приносят неоценимую пользу, очищают воздух от вредных газов и пыли, уменьшают шум, выделяют кислород и фитонциды.

В озеленении крупных городов растения должны переносить довольно тяжелые условия, так как в современных индустриальных городах загрязненный воздух, недостаток питания или влаги, а иногда засоление почвы, затенение, виды должны быть устойчивы к вредителям и болезням, при этом сохранять свою привлекательность [3].

В парках, скверах, на бульварах человека окружает большое разнообразие древесных растений. В области зеленого строительства, для создания парков и скверов, в современных городах используются, преимущественно виды растений аборигенной флоры, но важное место занимает интродукция древесных растений. «Проблема расширения ассортимента видов, пригодных для озеленения городов и поселков в различных почвенно-климатических условиях, возникла в связи с освоением северных и восточных районов страны и ростом новых городов и поселков» [1, 2].

При использовании растений-интродуцентов, важно учитывать, что они имеют адаптации к мягкому климату, к теплым зимам, многие не могут выносить засуху или тень или, наоборот, не выносят повышенного увлажнения [1, 2].

Цель данного исследования, изучение фиторазнообразия древесных растений «Студенческого сквера» Омского Государственного педагогического университета (ОмГПУ) и оценка их экологических особенностей.

Задачи:

1. Составить список деревьев и кустарников «Студенческого сквера ОмГПУ» и провести таксономический анализ.

2. Выявить экологические группы видов по отношению к свету, к тропности и влажности почвы, к газоустойчивости. Отметить интродуценты и аборигенные виды древесных растений «Студенческого сквера ОмГПУ».

**Методы исследования:** традиционный маршрутный флористический метод, во время маршрутов составляли аннотированный список и осуществляли сбор растений, для определения.

Сквер ОмГПУ был заложен в 1974 году, после ввода в эксплуатацию учебного корпуса на Набережной Тухачевского, 14. Ежегодно проводили мероприятия по уходу и посадке новых растений. В 2010 году высадили липу, создали аллею ветеранов ОмГПУ.

18 мая 2016 на площадке у главного корпуса ОмГПУ состоялось торжественное открытие Студенческого сквера. В 2018 студенты факультета естественно-научного образования произвели посадку сосны обыкновенной.

Список составлен соответствии с современной номенклатурой, даны русские названия отделов, классов, семейств и видов растений. Для каждого вида указаны экологические

группы по богатству (трофности) почв, по отношению к свету и влажности почвы, для некоторых видов приведены сведения об устойчивости к загазованности воздуха.

На исследуемой территории произрастает 36 видов древесных растений, из 13 семейств, 2 классов (*Pinopsida* и *Magnoliopsida*), 2 отделов: *Pinophyta* и *Magnoliophyta* (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический анализ древесных растений

Таксоны	Число семейств	Число видов	% от общего числа видов
Отдел <i>Pinophyta</i> Класс <i>Pinopsida</i>	1	7	19.5
Отдел <i>Magnoliophyta</i> Класс <i>Magnoliopsida</i>	12	29	80.5

Цветковые растения, которые принадлежат к классу *Magnoliopsida*, имеют наибольшее число семейств и видов, и значительно, почти в 4 раза, преобладают в ассортименте видов над видами из класса.

Многовидовые семейства *Rosaceae* (9 видов), что составляет 25% от общего числа видов, и *Pinaceae* (7 видов) – 19.5% от общего числа видов. На долю одновидовых семейств приходится 46% от общего числа семейств.

По отношению к свету древесные растения сквера принадлежат к трем экологическим группам: светолюбивые, теневыносливые и среднетеневыносливые (табл. 2).

Таблица 2

Экологические группы древесных растений студенческого сквера ОмГПУ по отношению к свету

Эк. группа по отношению к свету	Число видов	% от общего числа
Светолюбивые	17	47
Теневыносливые	13	36
Среднетеневыносливые	6	17

Основу парка составляют светолюбивые древесные растения, это в основном крупные деревья, 47% от общего числа видов, но достаточно теневыносливых видов 36%, меньше среднетеневыносливых, их всего 11%. Изучение экологических групп древесных растений студенческого сквера по богатству (трофности) почвы (табл. 3) показало преобладание видов группы мезотрофы (61%), которые требуют средней плодородности почвы. В два раза меньше, олиготрофов (28%), произрастающих на неплодородных почвах. Меньше всего растений (11%) составляют эутрофы, предпочитающие плодородные почвы.

Таблица 3.

Экологические группы древесных растений студенческого сквера по богатству (трофности) почв

Эк. группа по богатству, плодородию почвы	Число видов	% от общего числа
Мезотрофы	22	61
Олиготрофы	10	28
Эутрофы	4	11

Среди древесно-кустарниковых растений сквера выявлены экологические группы по отношению к увлажнению почвы: гигромезофиты, мезофиты, ксеромезофиты, ксерофиты (табл. 4).

## Экологические группы по отношению к влажности почвы

Экологическая группа по отношению к влажности почвы	Число видов	% от общего числа
гигромезофиты	3	8
мезофиты	23	64
ксеромезофиты	2	5
ксерофиты	5	14

Значительно преобладают мезофиты, их 23 вида (64%), они требуют достаточного увлажнения почвы, намного меньше ксерофитов, всего 14%, от общего числа видов. Еще меньше растений из переходных групп гигромезофитов (8%) и ксеромезофитов (5%). Для некоторых видов отмечают засухоустойчивость: *Larix sibirica*, *Rosa majalis*, *Populus alba*, *Syringa vulgaris* и незасухоустойчивость: *Pinus sibirica*, *Rubus idaeus*, *Acer tataricum* subsp. *ginnala*.

Кроме того, для городской среды важна такая особенность видов как газоустойчивость. В сквере выявлены растения негазоустойчивые 3 вида (*Pinus sibirica*, *Abies sibirica*, *Betula pubescens*), среднегазоустойчивые 1 вид (*Tilia cordata*) и многие виды устойчивы к загазованной атмосфере их 20, что составляет 55% от общего числа видов. Для 13 видов данные о газоустойчивости отсутствуют.

Из 36 видов древесных растений, которые обитают в парке, 25 видов местной флоры, а 11 видов интродуценты. Выходцы из Северной Америки: *Picea pungens*, *Populus balsamifera*, *Ribes aureum*, *Acer negundo*, *Acer platanoides*. Виды европейской флоры *Picea abies*, *Amelanchier ovalis*, *Syringa vulgaris*, *Syringa josikaea*, *Fraxinus excelsior*. Авразийский ареал имеет *Berberis vulgaris*. Вид флоры Дальнего Востока *Juglans mandshurica*.

Для расширения ассортимента древесных растений возможна посадка декоративных, красиво цветущих, растений рода лох, рябинник, спирея, дрок, робиния, чубушник карагана, жимолость и др.

## Литература

1. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. 707 с.
2. Коропачинский И.Ю. Древесные растения Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. 384 с.
3. Плотникова Л.С. Деревья и кустарники рядом с нами. М.: Наука, 1994. 175 с.
4. Koropachinsky I.Yu., Vstovskaya T.N. Woody plants of Asian Russia. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, Geo branch, 2002. 707 p.
5. Koropachinsky I.Y. Woody plants of Siberia. Novosibirsk: Nauka, 1983. 384 p.
6. Plotnikova L.S. Trees and shrubs near us. M.: Nauka, 1994. 175 p.

## ПОРОДНЫЙ СОСТАВ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Соколова

*Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия*

## BREED COMPOSITION OF ARTIFICIAL FOREST PLANTATIONS OF THE ROSTOV REGION

T.A. Sokolova

*Southern Scientific Center RAS, Rostov-on-Don, Russia*

В донском регионе первым разводить лес стал Ф.Ф. Тиханов в 1872 г. Его заслуга состоит в том, что он выработал и применил новые приемы лесоразведения с использованием, в качестве главной породы, дуба, применительно к условиям донских степей. Долгое время донской тип лесоразведения оставался ведущим, затем был вытеснен более эффективным древесно-кустарниковым методом Г.Н. Высоцкого, однако Тиханов продолжал совершенствовать свои эксперименты с породами и сегодня культуры дуба Донского лесничества Ростовской области высажены его методом.

В настоящее время искусственные лесонасаждения Ростовской области занимают более 170 тыс. га., в том числе защитные лесные насаждения (около 125 тыс. га). Их состав и структура зависят от использованных для озеленения видов деревьев и кустарников. Для Донского региона согласно плану преобразования природы [2] на разных почвах и в зависимости от климатических условий были утверждены следующие породы: на южных и приазовских черноземах дуб, гледичия, ясень, акация белая, клен остролистный и полевой, абрикос, груша, яблоня, смородина золотистая, скумпия, бирючина; на темно-каштановых почвах: дуб, гледичия, ясень зеленый, сосна обыкновенная, клен татарский, абрикос, груша, смородина золотистая, скумпия, жимолость татарская, бирючина; на светло-каштановых комплексных почвах: вяз мелколистный, акация белая, клен татарский, шелковица белая, смородина золотистая, лох узколистный, тамарикс; на приазовских и предкавказских черноземах: дуб, гледичия, ясень, акация белая, клен остролистный и полевой, липа, груша, граб, шелковица белая, абрикос, смородина золотистая, скумпия, кизил. Из перечисленных видов нами не отмечены граб и кизил.

На протяжении 2019–2023 гг. методом Браун-Бланке [1] были проведены геоботанические описания сообществ искусственных лесонасаждений на территории Ростовской области. Всего во флоре защитных лесополос региона выявлены 309 видов высших сосудистых растений, что составляет 18.2% от всех видов области (1700 видов), 203 рода и 63 семейства. Из них 65 видов являются древесными, в составе 39 родов (рис.).

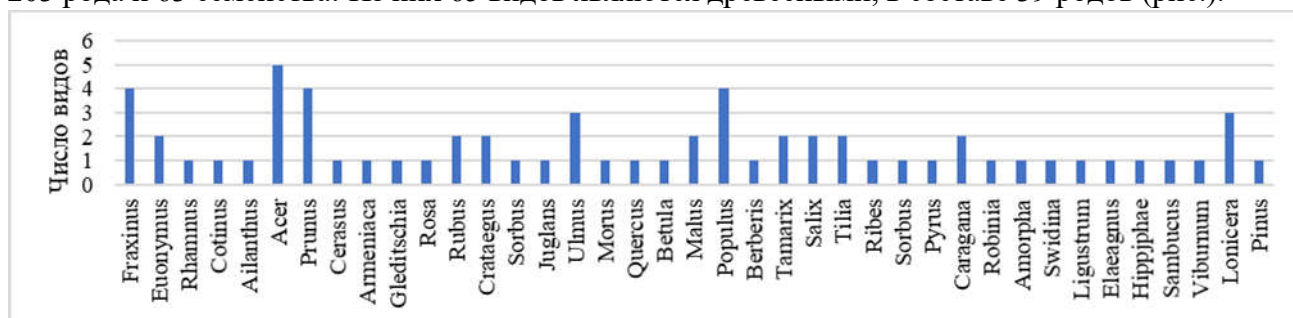


Рис. Состав древесных видов искусственных лесонасаждений Ростовской области

Высокое разнообразие древесных видов для защитных лесных насаждений норма, так как в ходе озеленения были использованы различные варианты сочетания древесного и кустарникового ярусов. Для основных пород подбирались сопутствующие таким образом, чтоб последние сначала росли быстрее, создавая благополучные условия для развития основной породы (дуб – основная, сопутствующие – вяз, клен, ясень), или же выбирали основную породу – быстрорастущей, нетребовательной, тогда чаще к ней добавляли разнообразные кустарники (робиния – основная). Разнообразие природных условий области (климатические и эдафические факторы) сыграли большую роль в формировании биоразнообразия искусственных лесонасаждений.

Распределение (преобладание) видов древостоя и кустарников по области неравномерное. Так, для насаждений северных и центральных районов обычно используют: *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*, *Populus italica*, *P. nigra*, из кустарников – *Acer tataricum*, *Prunus spinosa*, *P. stepposa*, *Euonymus verrucosus*, *E. europaea*, *Ribes aureum*, *Rubus idaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera xylosteum*; юго-западных и центральных – *Fraxinus excelsior*, *F. pennsylvanica*, *F. lanceolata*, *F. americana*, *Ulmus pumila*, *U. parvifolia*, *U. minor*, *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia tricanthos*, *Armeniaca vulgaris*, *Populus deltoides*, *P. nigra*, из кустарников – *Rhamnus cathartica*, *Cotinus coggygria*, *Acer tataricum*, *Prunus divaricata*, *P. spinosa*, *Cerasus mahaleb*, *Caragana arborescens*, *Swida sanguinea*, *Sambucus nigra*; юго-восточных – *Armeniaca vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus deltoides*, *Tamarix tetrandra*, *T. ramosissima*, *Elaeagnus angustifolia*, *Hippophae rhamnoides*, из кустарников – *Prunus spinosa*, *Swida sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Sambucus nigra*.

Структура искусственных лесонасаждений в Донском регионе значительно нарушена, более 30% насаждений требуют реконструкции. Состояние древостоя постоянно ухудшается, что связано с достижением зрелого и перестойного возраста, а также отсутствием мероприятий по уходу за защитными лесными насаждениями. Для воспроизводства и восстановления ЗЛН рекомендуется использовать определенный набор районированных видов, который утвержден Минсельхозом согласно проектам мелиорации (Приказ Минсельхоза России от 15.05.2019 № 255) и правилам содержания ЗЛН (Приказ Минсельхоза России от 30.06.2020 № 367).

## Литература

1. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien-New York, Springer-Verlag, 1964. 865 p. (In German)
2. Информационный сборник “Сталинский план преобразования природы”. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ecoblagodat.ru/zakon/7. Сталинский план преобразования природы.pdf](http://www.ecoblagodat.ru/zakon/7.Сталинский_план_преобразования_природы.pdf) (дата обращения: 29.06.2022).

**СОСТОЯНИЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ  
ЮЖНОЙ ДАУРИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫПАСА СКОТА  
(НА ПРИМЕРЕ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ДАУРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)**

**Т.Е.Ткачук<sup>1,2</sup>, А.А.Казанов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Забайкальский государственный университет*

<sup>2</sup>*Государственный природный биосферный заповедник «Даурский»*

**CONDITION OF STEPE GRASS-STAND UNDER LIVESTOCK GRAZING  
(THE EXAMPLE OF CATTLE-FARMES IN THE BUFFER  
ZONE OF THE DAURSKY RESERVE)**

**T.E.Tkachuk<sup>1,2</sup>, A.A.Kazanov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Transbaikal State University*

<sup>2</sup>*Daursky State Nature Biosphere Reserve*

Климатические условия Даурии и соседней Монголии предрасполагают преобладание в сельскохозяйственном производстве пастбищного скотоводства. Даурский заповедник расположен на юге Забайкальского края, на границе с Монолией. Он включает Торейские озера и прилежащие к ним степные территории. Заповедник окружен обширной охранной зоной, которая обеспечивает сохранение заповедного ядра в условиях равнинного степного ландшафта и относительно высокой хозяйственной освоенности. Согласно Положению об охранной зоне Даурского заповедника [2] скотоводство является разрешенным видом деятельности. В последнее десятилетие наблюдается постепенный рост поголовья скота во всем регионе, в том числе и на скотоводческих стоянках, расположенных в охранной зоне заповедника. Наиболее высокая плотность стоянок наблюдается в охранной зоне на Кулусутайском участке, где расстояние между стоянками составляет от двух до семи километров. Таким образом, изучение влияния выпаса скота на степи охранной зоны Даурского заповедника имеет большую практическую важность.

Исследование проводилось в июле 2023 г. на Кулусутайском участке, к северо-западу от оз. Зун-Торей. Данная территория представляет собой холмистую равнину с супесчаными и суглинистыми почвами. В растительном покрове преобладают разнотравно-крыловоковыльные и разнотравно-вострецово-крыловоковыльные степи. Для исследования была проложена трансекта от одной скотоводческой стоянки до другой, расположенных на расстоянии около трех километров. Количество скота на стоянках было немного различным. На первой стоянке (точка С1) было учтено 80 коров, 200 овец, 10-20 коз, 20 лошадей; на второй (точка С6) 120 коров, 150 баранов, 40 лошадей. В каждой из девяти точек трансекты проводили геоботаническое описание. Относительную плотность копытных на пробных площадях определяли путем подсчета количества экскрементов. Ступени пастбищной дигрессии определяли по комплексу критериев [1]. Характеристика пробных площадей и данные полевого обследования сообществ приводятся в таблице.

Распределение разных видов скота по трансекте различно, что обусловлено особенностями поведения и подвижности животных. Мелкий рогатый скот, представленный главным образом, овцами, концентрируется при выпасе недалеко от стоянок, чаще всего до 200 м. Крупный рогатый скот отличается несколько большей подвижностью и распределяется почти по всему пространству между стоянками, но преимущественно в радиусе 500 м. Для коней наиболее характерны дальние и постоянные перемещения, в результате чего вблизи стоянок они находятся непродолжительное время, а пасутся на удалении от них. Таким образом, наибольшее поголовье овец на изучаемых стоянках и их склонность к перемещениям на близкие дистанции создают максимальную пастбищную нагрузку именно вблизи стоянок.

## Характеристика состояния сообществ на трансекте

Точки трансекты	C1	C2	C3	C4	C9	C8	C7	C5	C6
Расстояние до ближайшей стоянки, м	100	200	700	1500	900	500	400	200	100
Доминанты	<i>Carex duriuscula</i>	<i>Carex duriuscula</i> , <i>Leymus chinensis</i>	<i>Leymus chinensis</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>	<i>Stipa krylovii</i> , <i>Leymus chinensis</i>	<i>Artemisia frigida</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Leymus chinensis</i> , <i>Carex duriuscula</i>	<i>Artemisia frigida</i> , <i>Carex duriuscula</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i>	<i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Stipa krylovii</i>	<i>Carex duriuscula</i> , <i>Caragana microphylla</i> , <i>Artemisia frigida</i>	<i>Carex duriuscula</i> , <i>Elytrigia repens</i> , <i>Chenopodium album</i>
Помет МРС, шт/100 кв.м	1000	400	2	0	8	6.5	2	7	800
Помет КРС, шт/100 кв.м	20	21.5	7.5	2	8	9	8.5	17	85
Помет коней, шт/100 кв.м	0	0	6.5	6	3	2	1	1.5	20
Помет дзеренов, шт/100 кв.м	0	0	0.5	0.5	1.5	0	0	0	0
Объедено травы, %	80	70	40	0.5	20	20	20	80	30
Высота ярусов, см	20/8/3	17/12/3	30/10/3	40/25/9	20/10/7	25/10/5	20/10/5	15/10	15/10
Проективное покрытие травостоя, %	17	18	20	20	18	22	20	18	20
Проективное покрытие ветоши, %	0.5	0.5	5	10	1	2	10	2	0
Проективное покрытие подстилки, %	30	40	70	80	30	15	30	25	5 (+ 20% за счет навоза)
Мощность подстилки, см	<0.5	<0.5	<0.5	2	0.5	<0.5	1	<0.5	0.5–1
Задрененность, %	18.6±	20.0	25.7	23.2	19.7	18.3	22.3	17.0	0
Число видов	27	29	45	37	35	29	29	25	25
Число видов одно- и малолетников	4	2	0	0	1	5	7	2	8
Ступени пастбищной дигрессии	8	6-7	5	2	5	6-7	5	6-7	8-9

Действительно, именно до 200 м от стоянки наблюдается наибольший процент травостоя, объединенного скотом. Минимален этот показатель в точке С4, равноудаленной от обеих стоянок на 1.5 км. В точке С7, несмотря на то, что она расположена ближе к стоянке, выпас менее интенсивный, чем в точке С8, очевидно, в силу особенностей рельефа. С8 расположена на горизонтальном участке, в то время как С7 – на участке с уклоном около 20°.



Общие продукционные характеристики сообщества (проективное покрытие травостоя, ветоши и подстилки, мощность подстилки, высота травостоя) в целом закономерно убывают по мере приближения к стоянкам. Однако разные характеристики изменяются в разной степени. Очень заметно сокращение составляющих мортмассы: ветоши и подстилки. Сопоставимо влияние выпаса на высоту травостоя и отдельных его ярусов. Наиболее сильно уменьшается высота первого яруса: в два и более раз. Около стоянки №2 в точках С5 и С6 количество ярусов сокращается до двух. Проективное покрытие травостоя изменяется при усилении выпаса не так однозначно. Так, в точке С6, ближайшей к стоянке, проективное покрытие выше, чем в более удаленной точке С5, за счет высокого обилия сорных видов (*Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Chenopodium album* L., *Ch. acuminatum* Willd., *Axyris hybrida* L., *Salsola collina* Pall., *Artemisia sieversiana* Willd.).

Параллельно с сокращением подстилки происходит и выбивание дернины, процент задерненности почвы уменьшается, что является неблагоприятным фактором для сохранения экосистемы, т.к. способствует водной и ветровой эрозии. Так, при сильном выпасе на исследованной трансекте наблюдается снижение задерненности на 20–30 % по сравнению с сообществом при слабой пастбищной нагрузке (точка С4). В точке С6 при пастбищном сбое задернение почвы утрачено, почва слабо закреплена и подвержена ветровой эрозии. В точке С3 при умеренном выпасе задернение немного выше, чем при слабом влиянии за счет разрастания мелкодерновинного злака *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng, который относится к дигрессионным видам.

Состав доминантов исследованных сообществ хорошо коррелирует со степенью пастбищной нагрузки. Слабая нагрузка не влияет на степень доминирования *Stipa krylovii* Roshev. и *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. При умеренной и сильной нагрузке доминирование переходит к *Artemisia frigida* Willd. и *Cleistogenes squarrosa*. На стадии сильного выпаса и полусбоя в сообществах абсолютно доминирует *Carex duriuscula* С.А.Мей. К видам, увеличивающим участие в сложении травостоя относятся и такие травянистые многолетники как *Convolvulus ammannii* Desr., *Astragalus scaberrimus* Bunge, *Potentilla orientalis* Juz. Все они – низкорослые ксерофиты, поэтому мало поедаются и хорошо выносят вытаптывание. Высокое обилие этих видов наблюдалось вблизи стоянки №1.

С усилением выпаса возрастает количество одно- и малолетних видов, а также многолетники, склонные к произрастанию на нарушенных местообитаниях с пониженной конкуренцией. В изученных нами сообществах эта группа видов-эксплерентов была представлена *Chenopodium album*, *Ch. acuminatum*, *Axyris hybrida*, *Salsola collina*, *Artemisia sieversiana*, *Chamaerhodos erecta* (L.) Bunge, *Lepidium apetalum* Willd., *Lepidium apetalum* Willd., *Ixeridium gramineum* (Fisch.) Tzvel., *Potentilla conferta* Bunge.

Итак, в наибольшей степени в исследованных сообществах от интенсивности выпаса зависят такие показатели как проективное покрытие ветоши и подстилки, состав доминантов и количество видов одно- и малолетников. комплекс количественных и качественных признаков позволяет оценить уровень пастбищной дигрессии от слабого до полусбоя и сбоя. При существующем поголовье и породном составе скота область сильного выпаса простирается до 500 м от стоянки, умеренного – примерно до километра. Таким образом, на сегодняшний день на Кулусутайском участке охранной зоны Даурского заповедника пастбищной дигрессии подвержены значительные территории.

## Литература

1. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. Москва, Сельхозгиз, 1956. 473 с.
2. Положение об охранной зоне государственного природного биосферного заповедника «Даурский» // Даурский государственный природный биосферный заповедник (официальный сайт). [Электронный ресурс]. URL: <http://daurzapoved.com/index.php/home/dokumenty>. (дата обращения: 17.09.2023)

**СЕТОЧНОЕ КАРТИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИДОВ *ARTEMISIA*  
КУГИТАНГСКОГО БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА**

**Д.М. Тажетдинова**

*Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

**GRID MAPPING OF DISTRIBUTION OF THE SPECIES OF *ARTEMISIA* IN  
KUHITANG BOTANICAL-GEOGRAPHICAL REGION**

**D.M. Tajetdinova**

*Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,  
Republic of Uzbekistan*

В период научно-технической революции большое значение имеют инвентаризация местного биологического разнообразия, выявление полезных, лекарственных, кормовых и исчезающих видов а также области естественного распространения (ареалы) данного вида. Среди них виды полыни имеют большое хозяйственное значение. Многие из них являются отличным кормом и скармливаются скоту, особенно ценятся в качестве осеннего корма. Все полыни ароматические, часть эфирных масел используют в парфюмерии, мыловарении, реже в пищевой промышленности.

В рабочую программу лаборатории Флоры Узбекистана Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан включено сеточное картирование Западно-Гиссарского, Гиссар-Дарвазского и Пянджского округов Горносреднеазиатской провинции. В связи с этим, начаты исследования на уровне Западной Европы по сеточному картированию флоры Кугитангского ботанико-географического района Западно-Гиссарского округа.

Кугитангский ботанико-географический район включает хребет Кугитанг и его северо-восточный отрог – горы Сусызтау, а также южный склон гор Тюбере-Оланд. Он граничит с Сурхан-Шерабадским и Таркапчигайским районами Западно-Гиссарского округа, западная часть района находится на территории Республики Туркменистан [3]. Этот район отличается высоким таксономическим разнообразием, богатством редких, эндемичных и реликтовых видов.

Первое ботаническое исследование здесь было проведено С.А. Невским [2], маршрутами в основном был охвачен западный склон хребта Кугитанг (современная территория Туркменистана), установлены около 5 видов *Artemisa*. Ф.О. Хасанов [4] изучал ксерофильную древесно-кустарниковую растительность Кугитангтау и зарегистрировал в составе сообществ этого типа растительности 9 видов полыни. А.Ж. Ибрагимов [1] установил для флоры Сурханского государственного заповедника 8 видов рода *Artemisia*.

Таким образом, имеющиеся данные не дают полной информации о полыни Кугитангского ботанико-географического района. Это указывает на актуальность и растущую необходимость проведения целевых исследований на территории данного региона.

Территория Кугитангского ботанико-географического района была разделена в среде ГИС на 133 квадратов размером 5x5 км. Был проведен анализ двух основных показателей: количество видов на квадрат карты (*species richness*) и количество собранных с каждого квадрата гербарных образцов (*collection density*).

Согласно полученным результатам, около 94 гербарных образца в TASH, относящиеся к 18 видами рода *Artemisia*, были собраны в 48 квадратах, в основном, на северном и восточном части Кугитангского ботанико-географического района (рис. 1).

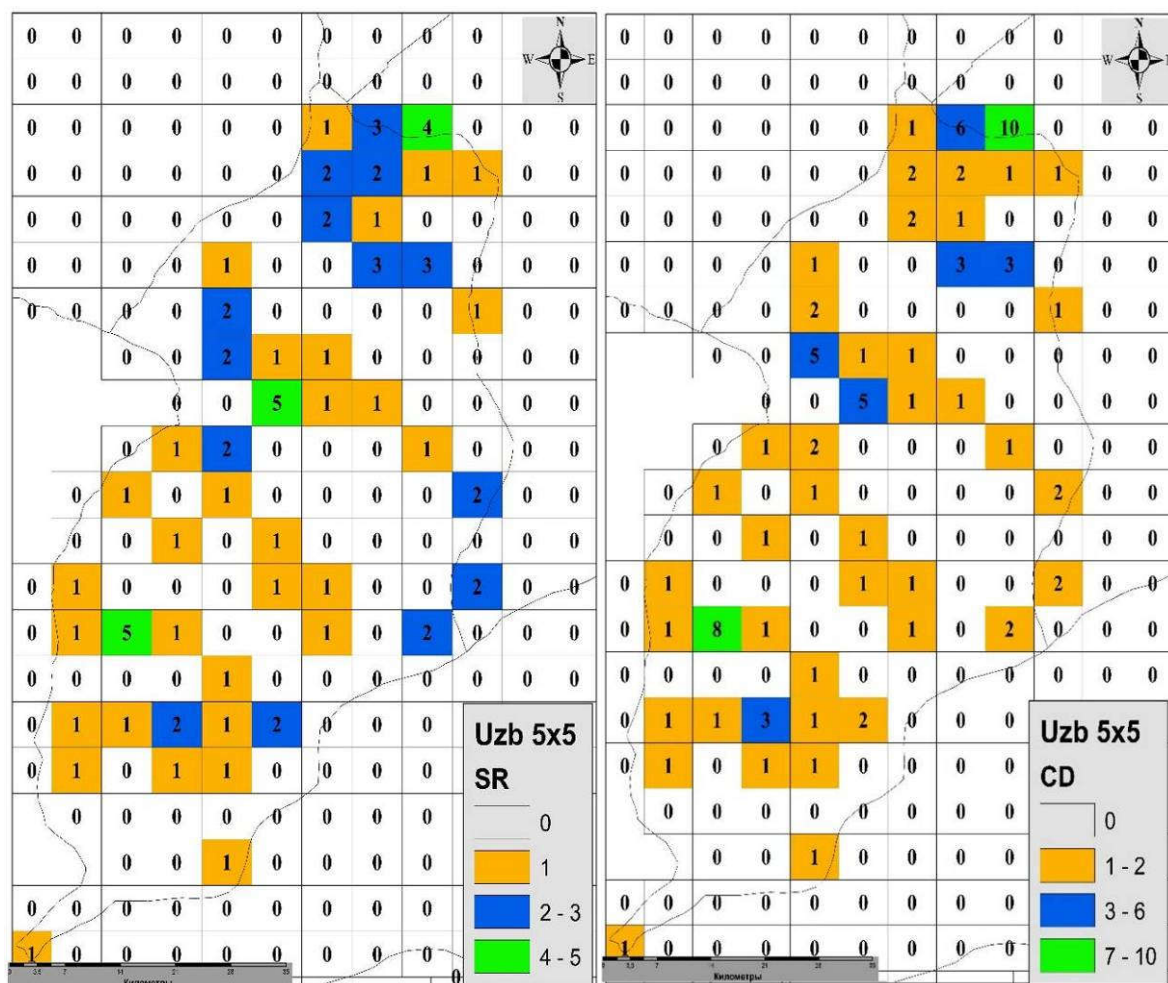


Рис. 1. Сеточная карта видового разнообразия (*species richness*) и гербарных сборов (*collection density*) для рода *Artemisia*.

На картах видно низкое разнообразие представителей рода *Artemisia* на территории Кугитангского ботанико-географического района (1 вид на квадрат) в тридцать один индекс. Имеется 14 индексов со средним разнообразием сборов (2–3 вида на квадрат), и всего три индекса с высоким разнообразием (4–5 видов на квадрат). По квадратам показано, что видовая плотность составляет 10 видов полыни и соответствует зарегистрированному индексу видового разнообразия.

В основном квадраты (S189, T192, T193, U191, V191 и др.) со средним и низким разнообразием гербарных сборов *Artemisia* соответствуют среднегорному поясу гор. Максимальное количество видов и гербарных сборов на индексах (W193, L187, Q190) приходится на низкогорные пояса.

*Artemisia juncea* Kar. et Kir. (L193), *Artemisia lehmanniana* Bunge (V192) и *Artemisia prolixa* Krasch. ex Poljakov (T193, V194) внесены в список Кугитангского ботанико-географического района на основании изучения гербарных образцов фонда TASH.

Найдены новые точки распространения *Artemisia tenuisecta* Nevski в индексы R189, R190, Q191, U191, V191, W192, O187 на территории Кугитангского ботанико-географического района. Анализ геопривязки гербарных образцов показывает, что большая часть полевых исследований проводилась от равнины до среднего пояса гор.

Среди видов полыни, распространенных в Кугитангского ботанико-географического района *Artemisia albicaulis* Nevski (E185, G189, L187, M191, N188, O189, T193, W192) является эндемиком Памиро-Алая и *Artemisia prolixa* Krasch. ex Poljakov (T193, V194) – эндемиком Средней Азии. Также в этом районе распространена *Artemisia lehmanniana* Bunge (V192), которая встречается только на Тянь-Шаня и Памиро-Алая.

Анализ геопривязки гербарных образцов *Artemisia*, что большое количество «белых пятен» на сеточной карте указывает на необходимость проведения целенаправленных экспедиционных исследований на данной территории.

## Литература

1. *Ибрагимов И.Ж.* Флора Сурханского государственного заповедника (система Кугитанг): Автореф. дис... канд. биол. наук. Ташкент, 2009. 20 с.
2. *Невский С.А.* Материалы к флоре Кугитанга и его предгорий // Труды БИН АН СССР. 1937. Вып. 4. С. 199–346.
3. *Тожобаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Попов В.А.* Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. 2016. № 10 (101). С. 1105–1132.
4. *Хасанов Ф.О.* Ксерофильная древесно-кустарниковая растительность Кугитанг-тау: Автореф. дис... канд. биол. наук. Ташкент, 1987. 20 с.

## ВИДЫ РОДА *ATRIPLEX* L. ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Д.М. Тажетдинова<sup>1</sup>, Т. Рахимова<sup>1</sup>, С.А. Алланов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Каракалпакский государственный университет им. Бердаха, г. Нукус,  
Республика Узбекистан

## THE SPECIES OF *ATRIPLEX* FROM IN THE BOTTOM OF ARAL SEA

D.M. Tajetdinova<sup>1</sup>, T. Rakhimova<sup>1</sup>, S.A. Allanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Botany of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,  
Republic of Uzbekistan

<sup>2</sup>Karakalpak State University named after Berdakh, Nukus, Republic of Uzbekistan

В настоящее время из-за влияния антропогенных факторов на природу во многих местах происходит биоэкологическая трагедия. Одной из них является изменение биоразнообразия на прилегающих территориях типичной пустыни, получившей название «Аралкум» в результате отступления морской воды [1].

Осушенное дно Аральского моря является частью Туранской низменности и более половины его, южная часть, расположена на территории Республики Узбекистан (Каракалпакстан). Структура и направление развития новых природных комплексов, а также деятельность и сукцессия растений, изменения ландшафта диктуют необходимость тщательного изучения осушенного дна Аральского моря.

С 2022 года в целях изучения современного состояния биологических объектов Оролкумского района, их генетического разнообразия реализуется практический мегапроект AL-632204150 на тему «Формирование современного списка флоры на основе углубленного изучения растительности осушенного дна Аральского моря, создание цифровой базы данных и коллекции их генофонда».

По данным Шербаева [3], изучавшего флору Каракалпакстана, на Приаралье распространено 16 видов полыни. С.Г. Шеримбетов [4] изучал осушенное дно Аральского моря и зарегистрировал 4 (*Atriplex dimorphostegia* Kar. et Kir., *A. moneta* Bunge, *A. pratovii* Sukhor, *A. tatarica* L.) вида *Atriplex* в составе флоры.

В 2022 году в ходе полевых исследований, проведенных по изучению новообразованной флоры осушенного дна Арала в рамках данного проекта, в список был включен новый вид *Atriplex aucheri* Moq. для района исследований (рис. 1).

*Atriplex aucheri* Moq. in Chenop. Monogr. Enum. 51 (1840). – Лебеда Оше (IPNI Life Sciences Identifier: <https://www.ipni.org/n/163662-1>)

Однолетник. Иловатые и сырые берега моря, в такырах, по дорогам, солончакам.

Цветет и плодоносит в VII–IX.

Образцы со дна Арала: На 3 от Аральского моря. Спуск на море, 4 VI 2022, Рахимова, Тажетдинова, Абдирахимова A0211 (EU42); На 3 от Аральского моря. На севере Турбаза, 4 VI 2022, Рахимова, Тажетдинова, Абдирахимова A0236 (FD39).

А также выявлены новые ареалы узколокального эндемика побережья Аральского моря в пределах Казахстана и Узбекистана – *Atriplex pratovii*. Данный вид цветет в июле–августе, плодоносит в сентябре–октябре. Растет на приморских солончаках и песках, а также на супесчаных и суглинистых почвах различной степени засоления. Кормовое растение. Занесен в Красную книгу Казахстана как сокращающийся в численности вид [2]. Географические координаты определялись на основе программы Google Earth, ArcGIS 10.6.1. Для создания карт использовалась проекция World Geodetic System 1984. Нанесено на ГИС карту географическое распространение видов (рис. 2).



Рис. 1. *Atriplex aucheri* Moq.

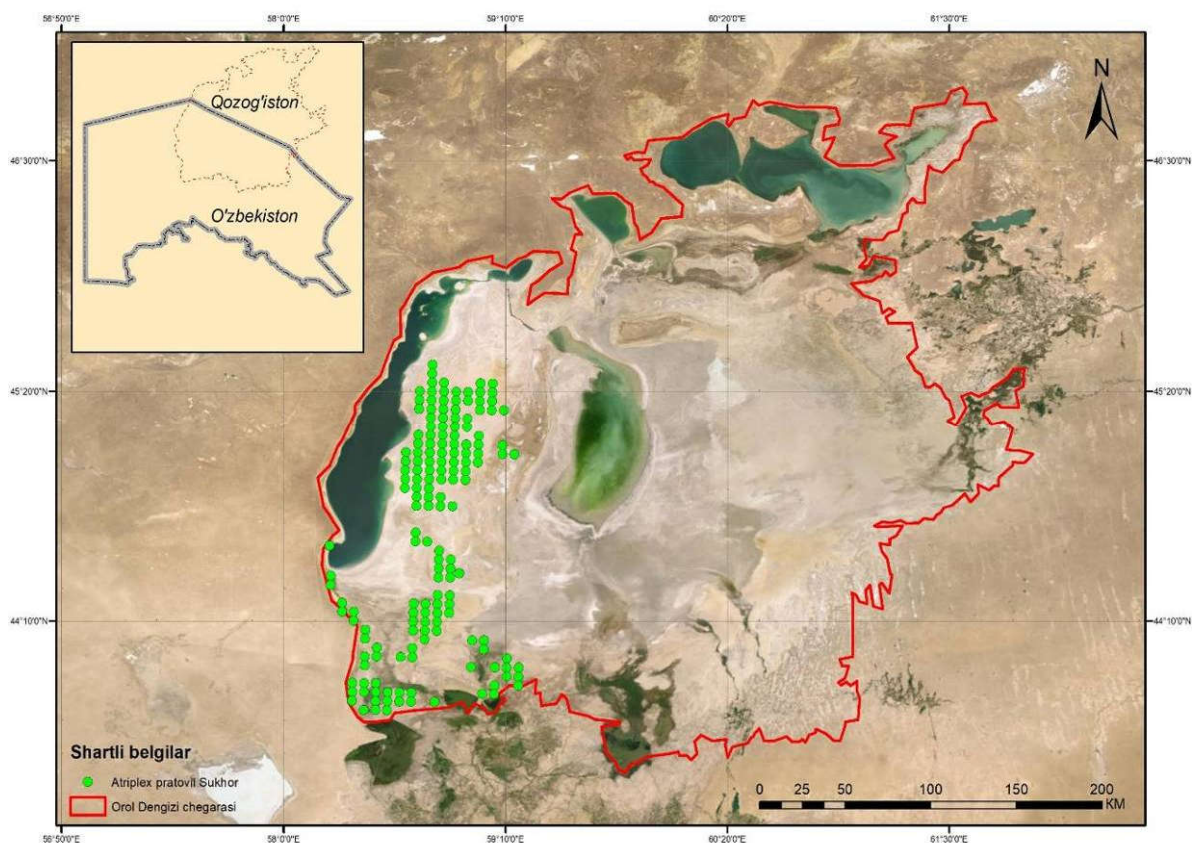


Рис. 2. Первичные данные распространения *Atriplex pratovii* Sukhor. осушенного дна Аральского моря.

На изучаемой территории произрастает 31.25% (*Atriplex aucheri*, *Atriplex dimorphostegia*, *Atriplex moneta*, *Atriplex pratovii*, *Atriplex tatarica*) от общего числа видов (16 видов) рода *Atriplex*, зарегистрированных во флоре Каракалпакстана.

Проведенные исследования показали, что западная часть осушенного дна Аральского моря климатически пригодна для видов *Atriplex*, где они широко распространены.

## Литература

1. Баратов П., Маматқулов М., Рафиқов А. Ўрта Осиё табиий географияси. Тошкент: Ўқитувчи, 2002. С. 265–268.
2. Красная книга Казахстана. Астана: ТОО «АртPrint XXI», 2014. С.73.
3. Шербаев Б.Ш. Флора и растительность Каракалпакии. Нукус: Каракалпакстан, 1988. С. 35–119.
4. Шеримбетов С.Г. Жанубий Оролқум ўсимликлари. Тошкент: Lesson press, 2023. Б. 144–146.

**ОСОБЕННОСТИ СЛОЖЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ФИТОЦЕНОЗОВ  
СЕВЕРОТУРАНСКИХ ПУСТЫНЬ С УЧАСТИЕМ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ *SUAEDA FORSSK.***

**С. Усен<sup>1,2</sup>, П.В. Веселова<sup>1</sup>, Г.М. Кудабаяева<sup>1</sup>, Б.Б. Осмонали<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы, Республика Казахстан*

<sup>2</sup> *Казахский Национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан*

**FEATURES OF THE COMPOSITION OF THE SPECIES COMPOSITION  
OF PHYTOCENOSSES OF THE NORTH TURANIAN DESERTS  
WITH THE PARTICIPATION OF REPRESENTATIVES OF *SUAEDA FORSSK.***

**S. Ussen<sup>1,2</sup>, P.V. Vesselova<sup>1</sup>, G.M. Kudabayeva<sup>1</sup>, B.B. Osmonali<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Republic of Kazakhstan*

<sup>2</sup> *Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Виды рода *Suaeda* Forssk являются в той или иной степени галофильными растениями, поэтому их исследование в регионах с разными типами засоления представляет определенный интерес. Учитывая, что засоленные земли широко представлены, как в долине реки Сырдарьи, так и в пустыне Бетпақдала, именно эти территории были выбраны для изучения и сравнения видового состава фитоценозов с участием видов рода *Suaeda*.

Для выявления закономерностей сложения растительности были проанализированы видовые составы равного количества фитоценозов, приуроченных к галофитным и не засоленным местообитаниям. Особое внимание уделялось представителям рода *Suaeda*, как одной из характерных систематических групп самого крупного во флоре исследуемых территорий семейства Chenopodiaceae.

В системе районирования Сахаро-Гобийской пустынной области долина реки Сырдарьи и пустыня Бетпақдала относятся к Северотуранской (подзоны северных и средних пустынь) провинции Ирано-Туранской подобласти [1].

В долине и дельте Сырдарьи главным фактором развития растительности является поверхностный сток и связанные с ним процессы подтопления, засоления, заболачивания и т.д. Аналогичные условия формирования растительного покрова складываются при строительстве и эксплуатации гидротехнических объектов – ирригационных систем, оросительных каналов (арыков), рисовых чеков, водохранилищ [2].

По всем элементам рельефа бассейна р. Сырдарьи, особенно в пойменной ее части, на почвах с избыточным засолением по депрессиям, с высоким уровнем залегания соленосных вод наблюдаются солончаки, растительность которых представлена в основном гипергалофитами из семейства маревых. Это суккулентные многолетние сочные солянки – сарсазан (*Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb.), приуроченный к окраинам соров; поташники (*Kalidium foliatum* (Pall.) Moq, *K. caspicum* (L.) Ung.-Sternb.), встречающиеся на пухлых солончаках; карабарак или соляноколосник (*Halostachys belangeriana* Moq.) Botsch.) и сведа мелколистная (*Suaeda microphylla* Pall.) – в местах вторичного засоления; однолетние солянки, такие, в частности, как: сведа высокая (*S. altissima* (L.) Pall. др.) и солерос (*Salicornia europaea* L.) – на мокрых (черных) солончаках, а также представители родов *Climacoptera* Botsch. и *Petrocimonia* Pall. [3].

Растительность солончаков в пустыне Бетпақдала является крайним, чистым галофитным типом, особенно в некоторых образующих ее ассоциациях. По условиям своего развития она отвечает известным в литературе мокрым темным солончаком, широко распространенным по всей пустынной зоне Казахстана [5].



Перед описанием и анализом исследованных растительных сообществ, остановимся кратко на характере солончаков Бетпакдалы. В восточной части этой пустыни солончаки распространены повсеместно, но занимают сравнительно малые площади, расположенные в центральных частях впадин и понижений [5]. По словам Коровина Е.П. (1935) «Совершенно ровная поверхность солончака, покрытая налетом белой или сероватой соли, представляет резкий контраст с окружающим ландшафтом и образует хрупкую солевую корочку, достигающая 0.5–1 см. толщины, под которой непосредственно начинается слой до 15 см. скользкой, темной, почти черной грязи. На всей громадной площади солончака растительность совершенно отсутствует и лишь в самых периферических частях произрастают, располагаясь концентрическими кругами, некоторые солелюбивые растения».

Как известно, ранней весной на еще невысохших сорах в пустынных регионах республики первыми поселенцами являются растения *Salicornia herbacea* (L.) L. с антоциановыми побегами, заполняя пространство пятнами. Затем по периферии разреженно появляются кусты *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.Bieb. и *Suaeda physophora* Pall.

В результате неоднократных визуальных наблюдений за формированием структуры растительности солончаков отмечена связь совместного произрастания определенных видов. К примеру, с появлением *Halocnemum* ожидаемо произрастание *Anabasis salsa* (Ledeb.) Benth. и *Suaeda physophora* Pall. при этом с преобладанием биюргуна. Интересно, что в Бетпакдале эти два совершенно разные по своей морфологии вида настолько часто встречаются совместно среди растительности солончаков, что их выделяют в особую ежовниково-сведовую (*Anabasis – Suaeda*) ассоциацию.

Материалом для подготовки данной работы послужили описания сообществ с участием представителей рода сведа, сделанные во время полевых исследовательских сезонов разных лет (2013–2023) в долине Сырдарьи и Бетпакдале, а также данные литературных источников.

Для анализа была осуществлена выборка описаний интересующих сообществ (с участием представителей р. *Suaeda*), видовой состав которых представлен в нижеследующей сводной таблице.

Таблица

Виды и их распространение по сообществам

Виды	Долина р. Сырдарья												Пустыня Бетпакдала																							
	Засоленная						Не засоленная						Засоленная						Не засоленная																	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6												
Alliaceae																																				
<i>Allium caspicum</i>																																				
<i>Allium sabulosum</i>																																				
Apiaceae																																				
<i>Ferula caspica</i>																																				
Aprocynaceae																																				
<i>Poa cynosuroides</i>																																				
Asclepiadaceae																																				
<i>Cynanchum sibiricum</i>																																				
Asparagaceae																																				
<i>Asparagus brachyphyllus</i>																																				
Asteraceae																																				
<i>Acroptilon repens</i>																																				
<i>Artemisia salina</i>																																				
<i>Artemisia terrae-albae</i>																																				
<i>Cancrinia discoidea</i>																																				
<i>Centaurea колючая</i>																																				
<i>Hyalessa pulchella</i>																																				
<i>Karelinia caspica</i>																																				
<i>Lactuca serriola</i>																																				
<i>Matricaria lamellata</i>																																				







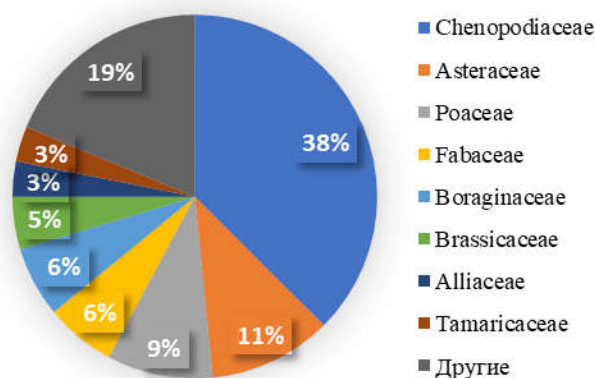


Рис.2. Семейственный спектр видового состава долины р. Сырдарья

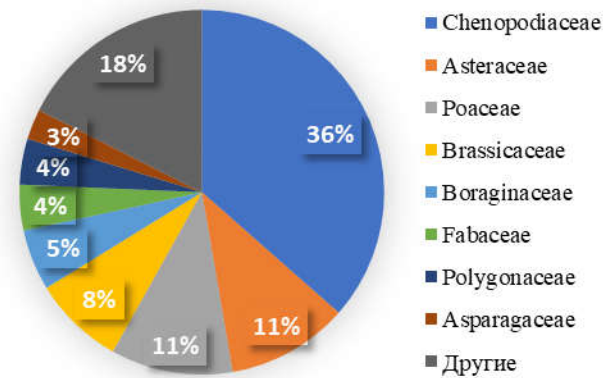


Рис.3. Семейственный спектр видового состава пустыни Бетпакдала

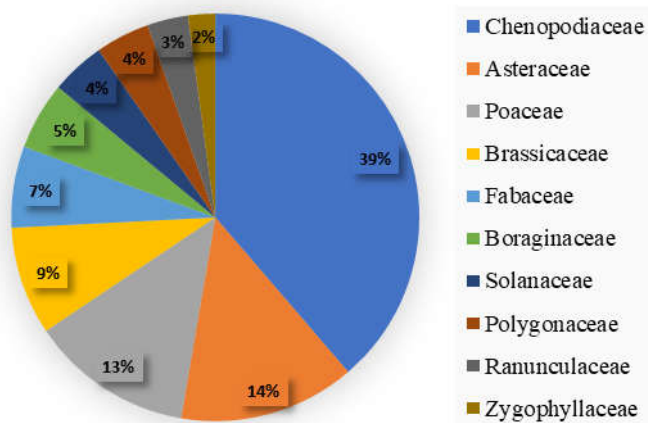


Рис. 4. Обобщенный семейственный спектр видового состава фитоценозов исследуемой территории

Кроме того, было встречено два редких вида – *Populus pruinosa* Schrenk (входит в состав Международной Красной книги, Красной книги РК, региональных красных списков – Кызылординской и Жамбылской областей) и *P. diversifolia* Schrenk (Каталог редких видов растений Мангистауской области) [6–9].

Результаты сравнительного анализа наличия видов в сообществах (на засоленных и не засоленных местообитаниях) в целом для всей исследуемой территории северотуранских пустынь представлены следующим образом: на засоленных участках произрастает 61 вид, а на незасоленных 109 растений. Аналогично распределяются (с превалированием видов на незасоленных местообитаниях) виды, как в долине р. Сырдарья (27 и 58 таксонов соответственно), так и в Бетпакдале (34 и 51). Такой разрыв между таксонами объясняется тем, что в долине Сырдарья соотношение видов сведы на засоленных и не засоленных участках составляет 2:6, а в Бетпакдале 2:2.

Исследования выполнены в рамках подготовительного этапа к реализации задач по выполнению грантового проекта «AP19679078 Изучение видового разнообразия экотонной территории северо-восточной Бетпакдалы для сохранения реликтового генофонда аридной флоры Казахстана» (научный руководитель проекта – к.б.н. Веселова П.В.).

## Литература

1. Рачковская Е.И., Храмцов В.Н. Пустынная растительность // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). СПб., 2003. С. 20–28.
2. Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Муратова Н.Р., Дегтярева О.В. Видовой состав залежей рисовых чеков Кызылординской области (Южный Казахстан) / Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии // Изд-во АлтГУ, 2017. С. 5–8.
3. Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Нелина Н.В., Билибаева Б.К., Осмонали Б.Б. Антропофильный элемент флоры пустынной части долины р. Сырдарья (Кызылординская область) / Алматы, 2017. Т. 23 (7). 38 с.
4. Осмонали Б.Б., Веселова П.В., Кудабаева Г.М. Современный видовой состав сем. Chenopodiaceae Vent. (Amaranthaceae Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья / Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии // 2021. Т. 20, №. 1. С. 336–340.
5. Коровин Е.П., Миронов Б.А. Главнейшие растительные ассоциации восточной Бетпақдала и их распределение в зависимости от рельефа и почв / Труды Среднеазиатского Государственного Университета. Ташкент: Среднеазиатский гос. ун-т, 1935. 66 с.
6. Фишер Д., Саймон Н., Винсент Д. Красная книга: Дикая природа в опасности – The Red Book: Wild Life in Danger. London, 1969. 368 p.
7. Красная книга Казахстана: растения. Астана: Art Print XXI LLP, 2014. 452 с.
8. Редкие и исчезающие виды растений Кызылординской областей (Красная книга). Алматы, 2014. 100 с.
9. Каталог редких и исчезающих видов растений Мангистауской области. Актау, 2006. 39 с.

## ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫСОКОАКТИВНЫХ ВИДОВ СОЛОНЧАКОВАТЫХ ЛУГОВ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

И.С. Чупина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

## ECOLOGICAL-PHYTOCENOTIC ANALYSIS OF THE HIGHLY ACTIVE SPECIES OF SOLONCHAK MEADOWS IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

I.S. Chupina

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Переменный режим увлажнения в понижениях рельефа в сочетании с сухим климатом на юге Западной Сибири приводит к засолению почв. В западинах, долинах малых рек, вблизи пересыхающих водоемов, на окраинах сырых колков формируются солончаковатые луга, которые являются важным элементом растительного покрова степной и лесостепной зон. Они характеризуются изменчивостью видового состава и пространственной гетерогенностью, связанной с микрорельефом. С позиций флористической классификации они относятся к союзу *Cirsion esculenti* Golub 1994, порядку *Scorzonero-Juncetalia gerardii* Vicherek 1973 и классу *Festuco-Puccinellietea* Soó ex Vicherek 1973. Цель исследования – выявление эколого-фитоценологических позиций высокоактивных видов растений солончаковатых лугов.

Из базы данных лаборатории экологии и геоботаники ЦСБС СО РАН, было отобрано 590 описаний сообществ солончаковатых лугов. В этой выборке виды ранжировались по активности, которая рассчитывалась как квадратный корень из произведения встречаемости на среднее проективное покрытие. Выявлено 10 высокоактивных видов солончаковатых лугов: *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link (активность – 22), *Alopecurus arundinaceus* Poir. (11), *Plantago cornuti* Gouan (11), *Carex aspratilis* V.I. Krecz. (10), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (10), *Juncus gerardii* Loisel. (10), *Poa angustifolia* L. (8), *Sonchus arvensis* L. (7), *Triglochin maritima* L. (7), *Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm. (7). Далее было выбрано 5000 описаний с территории степной и лесостепной зон, в которых встретился хотя бы один из этих видов. Для каждого описания определялись значения увлажнения и богатства-засоления с использованием фитоиндикационных шкал (Королюк, 2006). Для каждого вида формировались по две выборки: с его участием в сообществе и с проективным покрытием от 10%.

На юге Западной Сибири *Hordeum brevisubulatum* является постоянным видом солончаковатых лугов (встречаемость 57%) и проявляет наибольший доминантный потенциал. Вид встречается на широком отрезке градиента увлажнения (ступени 47–77), а значительного обилия достигает в условиях сухолугового и влажнолугового увлажнения (54–74). Положение сообществ с присутствием ячменя и с его большим обилием на градиенте богатства-засоления почв идентично и соответствует довольно богатым, богатым и слабосолончаковатым почвам (12–19).

Другим видом с ярко выраженным доминантным потенциалом является *Artemisia nitrosa*. Вид нередко присутствует в солончаковатых лугах (встречаемость 29.5%), но является ценозообразователем в более ксерофитных сообществах – солонцеватых лугах и солонцеватых степях. На градиенте увлажнения почв сообщества с участием полыни имеют большой разброс значений (ступени 34–71), но оптимальными являются условия от среднестепного до сухолугового (40–62). Полынь селитряная хорошо развивается и на довольно богатых, и на среднесолончаковатых почвах (13–20), реже отмечается на более засоленных местообитаниях (13–21).

Наиболее слабый доминантный потенциал наблюдается у *Sonchus arvensis*, который крайне редко достигает высокого обилия. Осот способен выдерживать слабое засоление, поэтому является постоянным видом солончаковатых лугов (встречаемость 50%).

На градиенте увлажнения он охватывает широкий диапазон значений (ступени 46–79), а благоприятными являются более влажные местообитания (55–74). Произрастает как на довольно богатых, так и на слабосолончаковых почвах (11–18), однако оптимальные значения для его развития сдвинуты в менее засоленную часть (12–15).

Из высокоактивных видов наиболее распространены солевыносливные злаки *Elytrigia repens* и *Poa angustifolia*. Они вносят большой вклад в общую активность ценофлоры солончаковых лугов (встречаемость 44% и 36%), при этом их фитоценотический оптимум находится в сообществах других классов растительности. Оба вида охватывают широкий диапазон значений увлажнения почв – от среднестепного до сыролугового (ступени 43–85 у *P. angustifolia*, 43–79 у *E. repens*), но преобладают в сообществах с лугостепным, сухолуговым и влажнолуговым увлажнением почв (47–73 у *P. angustifolia*, 49–72 у *E. repens*). Для *E. repens* из всей выборки описаний наблюдается самый широкий диапазон значений на градиенте богатства-засоления почв (11–20), но высокого обилия он достигает на менее засоленных местообитаниях (11–17). *P. angustifolia* отмечен на довольно богатых, богатых и слабосолончаковых почвах (11–17), а доминирует или содоминирует только при отсутствии засоления (11–16).

Реже других в проанализированном массиве описаний отмечены *Carex aspratilis* и *Triglochin maritima*, что объясняется их приуроченностью преимущественно к солончаковым лугам, где они отмечаются с встречаемостью 36% и 40%, соответственно. Благоприятными местообитаниями для развития *C. aspratilis* выступают сообщества с сухолуговым и влажнолуговым увлажнением почв (ступени 62–74) и отсутствием засоления (12–15). При единичной встречаемости диапазон значений на градиенте увлажнения меняется как в более сухую, так и в более влажную сторону (48–81), а на градиенте богатства-засоления сдвигается в более засоленную часть (12–18). Для сообществ с участием *T. maritima* и с его высоким обилием положение на градиенте богатства-засоления и увлажнения почв одинаково и соответствует богатым и среднесолончаковым почвам (13–20). Это же относится и к градиенту увлажнения (52–89), что говорит о низкой экологической пластичности вида.

Другие анализируемые виды представлены в солончаковых лугах с встречаемостью 39% – *Juncus gerardii*, *Alopecurus arundinaceus* и *Plantago cornuti*. У *Juncus gerardii*, наряду с *Poa angustifolia*, наблюдается самый широкий разброс значений по градиенту увлажнения почв – от среднестепного до сыролугового (ступени 43–85). Сообщества с *Plantago cornuti* охватывают меньший диапазон значений – от лугостепного до сыролугового (50–77), а благоприятными для развития являются условия с сухолуговым и влажнолуговым увлажнением (55–71). Солевыносливный злак *Alopecurus arundinaceus* предпочитает более сырые местообитания (51–85), а высокого обилия достигает в сообществах сухолугового, влажнолугового и сыролугового увлажнения (57–83). На градиенте богатства-засоления почв сообщества с участием *Juncus gerardii* и *Plantago cornuti* охватывают один диапазон значений (ступени 12–19), а также имеют одинаковые значения при высоком обилии (13–18). Сообщества со участием и высоким обилием *Alopecurus arundinaceus* также имеют идентичные значения (12–17).

Таким образом, основную роль в сложении сообществ солончаковых лугов играют солевыносливные луговые растения и облигатные галофиты. Наибольший доминантный потенциал проявляет *Hordeum brevisubulatum*, наименьший – *Sonchus arvensis*. Наиболее экологически пластичным видом по отношению к увлажнению является *Juncus gerardii* и *Poa angustifolia*, наименее – *Plantago cornuti*. По отношению к богатству-засолению почв наиболее экологически пластичен *Elytrigia repens*, а самым стенотопным является *Alopecurus arundinaceus*.

Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН (№ АААА-А21-121011290026-9).

## Литература

1. Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана, 2006. № 12. С. 3–38.



**РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОЙМЫ Р. АМБАРНАЯ (НОРИЛЬСКИЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫЙ РАЙОН) И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ  
ПОСЛЕ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**О.М. Шабалина, И.Н. Безкоровайна, Д.С. Белякова, И.Г. Гетте**

*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия*

**VEGETATION OF THE AMBARNAYA RIVER FLOODLAND (NORILSKY  
INDUSTRIAL DISTRICT) AND FEATURES OF ITS RESTORATION AFTER AN  
EMERGENCY DIESEL FUEL SPILL**

**O.M. Shabalina, I.N. Bezkorovaynaya, D.S. Belyakova, I.G. Gette**

*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia*

Одним из распространенных последствий производственной деятельности человека является загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Вопрос защиты экосистем от нефтяного загрязнения становится все более актуальным в связи с ростом общей площади территорий, нарушенных нефтегазовыми комплексами, высокой степенью техногенных нагрузок на окружающую среду, сопровождающихся интенсивной загрязненностью территории, недостаточной развитостью системы предотвращения и снижения отрицательных воздействий нефтегазового производства на окружающую среду [16]. В наземных экосистемах на нефтяное загрязнение наиболее явно реагирует растительность.

В целом растительность Норильского промышленного района изучена еще недостаточно. Имеются геоботанические данные по территориям равнинных тундр, касающиеся кормовых видов растений и пастбищ для нужд оленеводства [22] и характеризующие растительность плакорных тундр района оз. Пясино в целом [20]. Определены особенности антропогенной трансформации растительного покрова в результате воздействия воздушных выбросов г. Норильска [18, 19]. Карты растительности, как для территории исследования, так и для всего региона Средней Сибири до сих пор не опубликованы.

Аварийный разлив нефтепродуктов произошел на ТЭЦ-3 АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания» 29.05.2020 года и составил ориентировочно 21163 м<sup>3</sup> зимнего дизельного топлива. Основной объем разлившихся нефтепродуктов стек по руслу безымянного водотока р. Далдыкан, откуда в дальнейшем попал в р. Амбарная и оз. Пясино. На момент разлива не были понятны масштабы аварии и степень повреждения природных экосистем в зоне разлива.

Работы проводились в полевые сезоны 2020–2022 гг. на обширной территории, включающей бассейн р. Амбарная, западный и восточный берега оз. Пясино, верхнее течение р. Пясины и западную часть предгорья плато Путорана.

В каждой точке с помощью GPS-навигатора фиксировались географические координаты, затем закладывались учетные площади размером 100 м<sup>2</sup>, на которых проводилось общее геоботаническое описание растительности по общепринятым методикам [15], одновременно производился сбор гербарных образцов для последующего определения в камеральных условиях, а также фотографирование. Определялся видовой состав живого напочвенного покрова и проективное покрытие каждого вида. Латинские названия сосудистых растений приведены по «Арктической флоре СССР» [2–11] с уточнениями на сайтах Плантариум и Флора Таймыра [17, 21].

Согласно схеме геоботанического районирования Б.Н. Городкова [12] большая часть обследованных точек находится в подзоне северной лесотундры и лишь одна – на границе с подзоной кустарниковых и лишайниково-моховых тундр. В.Д. Александрова [1]

указанную территорию относит к лесной зоне (северотаежной подзоне). Согласно карте «Зоны и типы поясности растительности России и сопредельных территорий» [13] растительность точек в окрестностях г. Норильска и на юго-восточном берегу оз. Пясино относится к гипоарктическому (таежному) типу поясной растительности гор, тогда как остальные точки лежат в пределах подзоны южных гипоарктических тундр.

Поскольку четкой границы между тундровой и лесной растительностью не существует [12], в пределах обследованной территории были встречены различные типы растительности как плакорных, так и неплакорных местообитаний.

Из 23 обследованных точек следы техногенного нарушения обнаружены только в 5 точках, описанных в пойме р. Амбарная. При этом в правобережной части поймы обнаружены преимущественно следы механических нарушений растительного покрова, связанные с прохождением тяжелой техники, а также вторичное загрязнение нефтепродуктами вблизи лагеря МЧС.

Собственно нефтяное загрязнение вследствие аварийного разлива нефтепродуктов зафиксировано только в более низкой левобережной части поймы р. Амбарная, где были встречены пятна погибшей растительности площадью не менее 1 га. В воздухе ощущался резкий запах нефтепродуктов. Почва маслянистая на ощупь, с резким запахом ГСМ. Границы пятен погибшей растительности были очень четкими, по-видимому, совпадающими с пятнами разлившегося дизельного топлива.

Естественная растительность левобережной поймы р. Амбарная представляет собой сложный комплекс фитоценозов, приуроченных к различным компонентам мезо- и микрорельефа. Наиболее возвышенные участки поймы заняты редкостойными листовничниками с зеленомошно-кустарничковым напочвенным покровом. По нашим наблюдениям, эти участки не заливаются даже в сильные паводки, когда уровень воды поднимается более чем на 10 м. Кустарниковые ивняки (*Salix lanata*, *S. hastata*, *S. glauca*) с хвощевым напочвенным покровом во время сильных паводков находятся под водой, но в остальное время почвы под ними достаточно дренированы. Остальная территория занята луговой растительностью. Более дренированные участки заняты осоково-ивковыми, ивово-злаковыми и ивово-разнотравными лугами. На участках, где застой влаги наблюдается чаще, формируются осоково-щучковые и осоково-хвощевые (*Carex juncella*, *Deschampsia sukatschewii*, *Equisetum arvense*) луга с очень незначительной примесью двудольных травянистых растений (*Stellaria peduncularis* Bunge). В заливаемых заводях (лайдах) часты заросли арктофилы рыжеватой (*Arctophila fulva*), лютика Гмелина (*Ranunculus gmelinii*). Прилегающие к лайдам участки сильно переувлажнены большую часть вегетационного периода, здесь часто формируются практически монодоминантные заросли *Carex aquatilis*. Именно эти пониженные участки левобережной поймы р. Амбарная подверглись сильному загрязнению.

Воздействие нефтяного загрязнения на растительный покров находится в прямой зависимости от количества попавших на поверхность нефтепродуктов. Так, в 2020 г. растительность левобережной низкой поймы р. Амбарная, существенно пострадала в тех местах, где оказалась покрыта слоем дизельного топлива – на этих участках произошла гибель всех растений, независимо от их видовой принадлежности и устойчивости. По периферии пятен, где концентрация дизельного топлива была ниже, произошла частичная гибель растений и изреживание растительного покрова.

Уже к концу вегетационного сезона 2020 года на пятнах нефтяного загрязнения были отмечены следы самозарастания. Во-первых, было отмечено массовое появление проростков однодольных растений преимущественно по берегам р. Амбарной, во-вторых, наблюдалось развитие злаков и осок из сохранившихся корневищ по периферии пятен погибшей растительности в низкой пойме.

В 2021 году происходило дальнейшее зарастание нефтезагрязненных участков, не затронутых рекультивацией. От злаково-осоковой растительности (*Carex aquatilis*, *Deschampsia sukatschewii*, *Poa palustris*), погибшей в 2020 году, сохранилась дернина,

предохраняющая почву от размывания. Тем не менее, в мочажинах, где застаивается вода, по-прежнему была отчетливо видна пленка нефтепродуктов, ощущался их запах. При этом, на кочках началось отрастание щучки (*Deschampsia sukatschewii* (Popl.) Roshev.) и осоки водной (по-видимому, из сохранившихся корневищ), продолжалось активное наступление естественной растительности с границ пятна. Проектное покрытие в ряде случаев достигало 50%.

В 2022 г. проективное покрытие зарастающих нефтезагрязненных участков продолжало увеличиваться, в некоторых случаях оно достигло 80–90%. Появилась возможность определить видовую принадлежность некоторых растений, проростки которых появились в 2020–2021 гг. Так, на самозарастающих участках обнаружены такие злаки, как полевица побегообразующая (*Agrostis stolonifera*), северюбка рыжеватая (*Arctophila fulva*), вейник Хольма (*Calamagrostis holmii*), мятлик альпигенный (*Poa alpigena*), осоки водная (*Carex aquatilis*) и ситничковая (*C. juncella*). Двудольные растения встречаются гораздо реже: кроме отмеченного еще в 2020 году лютика Гмелина, встречены ювенильные особи сердечника лугового (*Cardamine pratensis*) и единичные цветущие растения пепельника болотного (*Tephrosia palustris*).

Увеличивается и запас фитомассы растительности самозарастающих участков. Так, на расстоянии 1.5 м от границы пятна запас сырой фитомассы (преимущественно *Carex aquatilis*) составил 220.4 г/м<sup>2</sup> и 79.0 г/м<sup>2</sup> сухой, что составляет 73–77% от соответствующих значений на фоновом участке. На расстоянии 3 м от границ пятна запасы фитомассы снижаются до 25–30% от контрольных (рис.1).



Рис.1. Запасы сырой и воздушно-сухой фитомассы на фоновом (контроль) и загрязненном участке

Некоторые авторы [14] отмечают стимулирующее действие нефти на рост некоторых болотных растений, в частности, пушицы влагилищной. Проведенные нами измерения надземной части осоки водной на фоновой территории (Контроль) и на нефтезагрязненном участке (Пятно) показали, что средняя высота надземной части растений на пятне статистически достоверно ( $F=4.61$ ) выше, чем на фоновой территории (рис.2).

Это может объясняться несколькими причинами, в том числе и отсутствием конкуренции в сильно разреженном сообществе на загрязненном участке, однако, безусловно, также указывает на высокую устойчивость *Carex aquatilis* к нефтяному загрязнению.

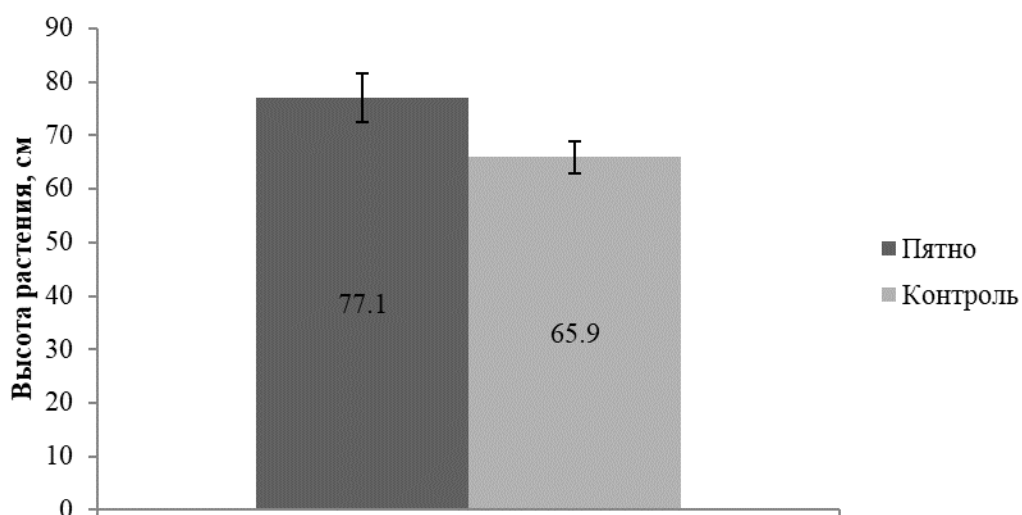


Рис. 2. Длина надземной части побега *Carex aquatilis* на загрязненном и фоновом участках

Несмотря на достаточно успешное самозаращение большинства нефтезагрязненных территорий, остаются относительно небольшие участки, растительность на которых почти отсутствует. По-видимому, это связано с особенно высокими концентрациями нефтепродуктов в почвах. На таких участках в настоящее время растительность восстанавливается сравнительно слабо. Прежде всего, идет наступление осоки водной с границ пятен, а также единично на поверхности отмерших кочек. Тщательное обследование поверхности отмершей дернины показало, что растительность восстанавливается и семенным путем – обнаружено в среднем  $373.1 \pm 97.5$  шт/м<sup>2</sup> проростков однодольных растений.

В настоящее время можно констатировать, что естественное заращение нефтяных пятен в пойме р. Амбарная, не подвергшихся рекультивации, происходит удовлетворительно, несмотря на сохранившийся высокий уровень загрязнения нефтепродуктами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Проекта восстановительных работ для возмещения вреда объектам животного мира, а также иным компонентам окружающей среды, пострадавшим в результате аварийного разлива нефтепродуктов (Договор № НТЭК-32-523-1/21 от 07.04.2021 г.)

## Литература

1. Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л., 1977. 187 с.
2. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып 8. Ч. 1. Семейства Geraniaceae – Scrophulariaceae. Л.: АН СССР, 1980. 334 с.
3. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып. 2. Семейство Graminae. Л.: АН СССР, 1964. 273 с.
4. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып. 3. Семейство Cyperaceae. Л.: АН СССР, 1966. 176 с.
5. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып. 5. Семейства Salicaceae – Portulacaceae. Л.: АН СССР, 1966. 246 с.
6. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып. 6. Семейства Caryophyllaceae – Ranunculaceae. Л.: АН СССР, 1971. 246 с.
7. Арктическая Флора СССР. В 10 ч. Вып. 7 Семейства Papaveraceae – Cruciferae. Л.: АН СССР, 1975. 180 с.
8. Арктическая Флора СССР. В 10. Вып. 8. Ч. 2. Семейства Orobanchaceae – Plantaginaceae. Л.: АН СССР, 1983. 52 с.
9. Арктическая Флора СССР. В 10. Вып. 9. Ч. 1. Семейства Droseraceae – Leguminosae. Семейства Droseraceae – Rosaceae. Л.: АН СССР, 1984. 336 с.
10. Арктическая Флора СССР. Вып. 10. Семейства Rubiaceae – Compositae. Л.: АН СССР, 1987. 416 с.

11. *Арктическая Флора СССР*. Вып. 9. Ч. 2. Семейства Droseraceae – Leguminosae. Семейство Leguminosae. Л.: АН СССР, 1986. 192 с.
12. *Городков Б.Н.* Растительность тундровой зоны СССР. М.;Л., 1935. 142 с.
13. *Зоны и типы* поясности растительности России и сопредельных территорий. Карта. Масштаб 1:8000000. Серия карт природы для высшей школы. Отв. ред. Г.Н. Огуреева, авторы И.Н. Сафронова, Т.К. Юрковская, И.М. Микляева. М.: «Экор», 1999.
14. *Лапина Е.Д., Блойтин В.* Типы нарушений и естественное восстановление растительности олиготрофных болот на нефтяных месторождениях Томской области // *Krylovia*, 1999. Т.1, № 1. С. 129–169.
15. *Методы изучения* лесных сообществ / Отв. ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
16. *Мотузова Г.В., Карпова Е.А.* Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. М.: Изд-во Московского университета, 2013. 304 с.
17. *Плантариум*: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007–2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/75700.html> (дата обращения: 13.09.2023).
18. *Телятников М.Ю., Пристяжнюк С.А.* Негативное воздействие воздушных выбросов предприятий г. Норильска на растительность тундры и лесотундры // *Turczaninowia*. 2006. Т.9. №4. С.93–111.
19. *Телятников М.Ю., Пристяжнюк С.А.* Трансформация растительного покрова в зоне воздушных выбросов предприятий города Норильска // *География и природные ресурсы*. 2008. № 2. С. 40–45.
20. *Телятников М.Ю.* Сравнительный анализ локальных флор окрестностей оз. Пясино // *Растительный мир Азиатской России*, 2009. № 1 (3). С.60–67.
21. *Флора Таймыра*: открытый онлайн атлас-определитель «Флора сосудистых растений Таймыра и сопредельных территорий». 2007–2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://byrranga.ru/> (дата обращения: 13.09.2023).
22. *Шумилова Л.В.* Материалы по изучению оленьих пастбищ в районе озера Пясино и Норильских гор в Туруханском крае // *Материалы по изучению Сибири*, 1933. Вып. 4. С. 1–24.

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПЕРШИНСКОГО ЗАКАЗНИКА

Л.Ф. Шепелева

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*

## BIODIVERSITY OF PLANT COVER OF PERSHINSKY RESERVE

L.F. Shepeleva

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Першинский зоологический заказник представляет собой особо охраняемую территорию областного значения. Его площадь 35 тыс. га, расположен в междуречье рек Обь и Монатка на территории Кривошеинского района [1]. Около половины его территории занимает пойма Оби. По схемам природного районирования [21], заказник расположен в подзоне южной тайги лесной зоны. Его обширная пойменная часть относится к Шегарскому отрезку поймы Средней Оби [10], где древесно-кустарниковая растительность занимает около 30% площади. На основании собственных и литературных материалов нами проведено обобщение сведений о растительном покрове северной части Шегарского отрезка поймы и территории Першинского заказника с целью оценки биоразнообразия растительности. Работы выполнены в рамках государственного задания Министерства образования и науки России № 0721-2020-0019 и проекта РНФ № 23-16-00218.

Разнообразие растительности оценивается набором сообществ разного типа в пределах более крупных территориальных единиц. В качестве подсистем используются синтаксоны, выделяемые с помощью различных подходов (физиономического, доминантного, флористического) [12]. Применяют традиционные показатели – альфа-, бета- и гамма-разнообразие. Для оценки  $\alpha$ - и  $\gamma$ -разнообразия используются: 1 – число видов на единицу площади – видовая насыщенность или видовая плотность; 2 показатель, отражающий общее число видов, отмеченное в фитоценозах того или иного типа [9].  $\gamma$ -разнообразие принято оценивать с помощью видового богатства (флоры) крупных относительно однотипных выделов (в данном случае, территории заповедника с прилегающими участками террас и поймы Оби).  $\beta$ -разнообразие растительности оценивается по набору и числу представленных типов растительных сообществ на изученной территории [12].  $\beta$ -разнообразие также характеризует изменчивость показателей  $\alpha$ -разнообразия в пространстве – по градиентам факторов среды или при переходе от одного типа сообщества к другому, для чего используют индексы сходства и гетерогенности [9]. Такая оценка нами не проводилась из-за неоднородности имеющегося массива геоботанических данных.

Среди лиственных лесов в пойме Оби преобладают ивняки (*Salix alba* L.) разнотравные [4]. На повышенных участках приречной части поймы встречаются тополевые леса из тополя белого (*Populus alba* L.) и тополя черного (*Populus nigra* L.), среди которых преобладают осокорники кустарниково-разнотравные, кустарниково-хвощевые и беспокровные [2]. Развиты заросли *Rosa majalis* Herrm. и *Padus avium* Mill. на гривах, в понижениях распространены ивняки (*Salix rosmarinifolia* L.) дернистоосоковые и травяные (*Carex cespitosa* L., *Calamagrostis canescens* Roth.) болота [10].

По данным исследований сотрудников Томского, Утрехтского университетов и Томской геологической экспедиции [3, 20], на террасах Оби развиты смешанные травяные леса с доминированием сосны, кедра, березы пушистой и осины. В кустарниковом ярусе присутствуют *Sorbus sibirica* Hedl., *Padus avium*, *Caragana arborescens* Lam., *Rubus idaeus* L., *Rosa majalis*. Доминирующими видами травяного покрова являются *Carex macroura*

Meinch., *Rubus saxatilis* L., *Brachypodium pinnatum* Beauv., *Calamagrostis arundinacea* Roth, *Athyrium filix-femina* Roth, *Matteuccia struthiopteris* Tod., виды таежного разнотравья (*Lathurus vernus* L., *Solidago virgaurea* L., *Pleurospermum uralense* Hoffm., *Majanthemum bifolium* L.) и кустарнички (*Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L.). Видовой состав в среднем около 36 видов на 100 м<sup>2</sup> (варьирование 28–46 видов).

Пойменные осинники разнотравные беднее, возможно благодаря высокой сомкнутости, препятствующей внедрению луговых растений. Так, осинник осоково-хвощевый в окружении сенокосных лугов включает 23 вида растений. Доминирует хвощ луговой – *Equisetum pratense* L. (20%). Обильны в группировках (3–7% покрытия) *Bromus inermis* Leyss., *Carex cespitosa*, *Glechoma hederacea* L., *Rubus saxatilis*, рассеянно (1–2%) встречаются *Filipendula ulmaria* Maxim., *Lysimachia vulgaris* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Galium boreale* L.

Биоразнообразие пойменных березняков меняется в широких пределах. В среднем установленное варьирование  $\alpha$ -разнообразия в березняках около 20 видов на 100 м<sup>2</sup> (от 8–14 – березняки таволговые, березняки кустарниково-дернистоосоковые) до 28 видов [20].

Ивовые леса (*Salix alba*), распространенные на высоких приречных гривах, отличаются густым подлеском из *Salix viminalis* L., *Swida alba* Opiz, *Ribes nigrum* L., *Rubus caesius* L., высоким густым травостоем из *Phalaroides arundinacea* Rausch., *Urtica dioica* L., *Impatiens noli-tangere* L. и невысоким видовым разнообразием (17 видов). Биоразнообразие тополево-ивовых лесов (*S. alba*, *P. alba*) разнотравных выше – в среднем 20 видов. Характерны заросли *P. avium*, *R. majalis*, *R. nigrum*. В травяном покрове доминируют *Matteuccia struthiopteris*, *Urtica dioica*, *Circea lutetiana* L., *Stellaria Bungeana* Fenzl, *Glechoma hederacea*.

Топольевые леса подробно изучены [14], выполнена их классификация на основе эколого-флористического метода. Топольники определены как вариант *Stellaria bungeana* var. nov. субассоциации *Equiseto hyemalis-Populetum nigrae betuletosum pubescentis* Taran 1997 (союз *Equiseto hyemalis-Populion nigrae* Taran 1997, порядок *Salicetalia purpureae* Moog 1958, класс *Salicetea purpureae* Moog 1958). Г.С. Таран отметил, что в типологическом отношении топольники относятся к четырем типам леса [2]: осокорнику разнотравному, осокорнику кустарниково-разнотравному, белотопольнику кустарниково-разнотравному, и топольнику (*Populus alba*, *P. nigra*) кустарниково-хвощовому. Встречаются (редко) осокорники белокопытниковые (*Petasites spurius* Reichenb.). Средняя видовая насыщенность пойменных тополевых лесов сосудистыми растениями – 32.3 вида на ар (100 м<sup>2</sup>), ее диапазон – 13–56 вид/ар, мхами – 15.4 вида на 100 м<sup>2</sup>, ее диапазон – 10–21 вид/ар [14].

Кустарниковые сообщества широко распространены на этом участке поймы Оби. М.К. Боотсма и соавт. [3] выделили три типа кустарников: а) *Ribes nigrum/Rosa majalis*; б) *Spiraea salicifolia/Salix rosmarinifolia*; в) *Salix triandra/Salix alba*.

Дифференцирующими видами 1 типа (а) выступают *R. nigrum*, *R. majalis*, *Calamagrostis purpurea* Trin., *Anemone dichotoma* L., *Rosa acicularis* Lindl. Анализ опубликованных и наших материалов показал, что видовая насыщенность составляет 22 вида. Дифференцирующими видами 2 типа (б) выступают *Spiraea salicifolia* L., *Salix rosmarinifolia* L., *Sanguisorba officinalis*, *Lathyrus palustris* L., *Hypnum lindbergii* Mitt., *Drepanocladus aduncus* Warnst. Оба типа имеют выраженный микрорельеф, вследствие присутствия *Carex cespitosa*. Также представлены *Filipendula ulmaria*, *Ptarmica salicifolia* Serg., *Cirsium setosum* Bess., *Anemone dichotoma*. Средняя видовая насыщенность 25–26 видов/100 м<sup>2</sup>, диапазон 17–39 видов.

Кустарники третьего типа *Salix triandra/Salix alba* развиты в прирусловой пойме на песчаных почвах. Дифференцирующие виды *Rorippa palustris* L., *Rorippa amphibia* L., *Salix triandra* L., *S. alba*, *Agrostis stolonifera* L., *Mentha arvensis* L., *Bidens tripartita* L. Также характерны *Equisetum palustre* L., *Lycopus exaltatus* L., *Salix dasyclados* L., *Rumex aquaticus* L., *Campilium polygamum* Bryhn. Видовая насыщенность 29 видов.

На террасах переходные сосново-березовые и верховые сосново-кустарничково-сфагновые болота занимают около 30% площади. Верховые болота обычно небольших размеров, это сосново-кустарничково-сфагновые болота (рямы), развитые на песчаных грунтах в котловинах, либо – центральные части обширных массивов. Поскольку сток с крупных массивов идет на периферию, подтапливая сосняки кустарничково-зеленомошные и беломошные, то формируются обычно мезотрофные (переходные) топяные массивы. Сосново-кустарничково-сфагновые болота имеют характерный облик и состав, они неоднократно описаны [5, 8], их биоразнообразие небольшое – в среднем 10–15 видов.

В мочажинах грядово-мочажинных комплексов развиваются фитоценозы с доминированием влаголюбивых сфагновых мхов (*Sphagnum fallax* H.Klinggr., *Sphagnum Majus* С.Е.О.Jensen), осок (*Carex rostrata* Stokes, *C. limosa* L.), шейхцерии (*Scheuchzeria palustris* L.). Мочажинные кустарнички формируют редкий покров: *Oxycoccus palustris* Pers., *Andromeda polifolia* L., по краям мочажин – *Chamaedaphne calyculata* Moench. Биоразнообразие комплексов увеличивается за счет растительности мочажин и составляет 15–25 видов.

Болота, развитые в центральной пойме Оби, обычно характеризуются березовым древесным ярусом, сложным микрорельефом, мощным развитием кустарников (*Salix cinerea* L., *Salix pentandra* L., *S. rosmarinifolia*, *S. triandra*, *Spiraea salicifolia*, *Rosa acicularis*, *R. nigrum*) и господством *Carex cespitosa* в травяном покрове. Характерно также развитие *Phragmites australis* Trin. ex Steud., *Calamagrostis purpurea*, *Comarum palustre* L. Установленное видовое разнообразие сосудистых растений в среднем 22 вида.

Пойменные луга на этом отрезке поймы охарактеризованы во многих работах [6, 10, 17, 18]. Всеми авторами отмечается высокое типологическое разнообразие лугов, а также преобладание среди настоящих лугов фитоценозов с доминированием *Festuca pratensis*. В нашей работе [18] показано, что на этой территории развиты луговые сообщества пяти экологических типов, относящихся к группам настоящих, болотистых и торфянистых лугов, что указывает на большое разнообразие местообитаний.

Идентификация с синтаксонами флористической классификации [16, 17] позволила выделить здесь 9 ассоциаций, относящихся к 3 классам (*Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, *Molinio-Arrhenatheretea* R.Тх. 1937) 3 порядкам (*Magnocaricetalia* Pignatti 1953, *Molinietalia* W. Koch 1926, *Arrhenatheretalia* R. Тх. 1931), 3 союзам (*Magnocaricion elatae* W. Koch 1926, *Molinion caeruleae* W. Koch 1926, *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985) 2 подсоюзам (*Filipedulo ulmariae-Festucion pratensis* Tuzhilin 1988, *Festucion pratensis* Mirk. et Naum. 1986). Выявлены ассоциации:

1. Асс. *Scolochloetum festucaceae* Mirk. et al.1985

Фитоценозы сложены растениями-аэрогидрофитами. Диагностическим видом и доминантом является *Scolochloa festucacea* Link. С высоким постоянством в травостое участвуют осоки (*Carex acuta* L., *Carex vesicaria* L., *C. atherodes* Spreng.), *Lythrum salicaria* L., *Naumburgia thyrsoiflora* Reichenb. Фитоценозы распространены на заболоченных низких гривах центральной и притеррасной поймы на торфянисто- и торфяно-болотных почвах. Травостой однородный малокаудовой, видовая насыщенность в среднем 12 (диапазон 7–15) видов на 100 м<sup>2</sup>.

2. Асс. *Caricetum gracilis* Almquist 1929, Savich 1926

Распространение сообществ связано со старичными ложбинами, берегами озер, склонами низких грив. В травостое преобладают виды-аэрогидрофиты. Более сухолюбивые растения приурочены к кочкам *Carex acuta*. Кроме доминирующей *C. acuta*, с высоким постоянством встречаются *Galium palustre* L., *Stachys palustris* L., *Lythrum salicaria*, *Caltha palustris* L., *Lysimachia vulgaris*. Число видов – 11 на ар, диапазон – от 6 до 14 на 100 м<sup>2</sup>.

3. Асс. *Carici acutae-Phalaroidetum* Turub. et al. 1986

Ассоциация приурочена к длительно затапливаемым местообитаниям – низким гривам и ложбинам прирусловой и центральной поймы. Диагностируется по преобладанию



*C. acuta* и *Phalaroides arundinacea*. Травостой сформирован субгидрофитами и аэрогидрофитами, сменяющими друг друга в динамике средне- и многолетних лет. С высоким обилием и постоянством встречаются *Carex vesicaria*, *C. atherodes*, *Lathyrus palustris* L., *Thalictrum flavum* L., *Veronica longifolia* L., *Caltha palustris*, *Stachys palustris*, *Calamagrostis purpurea*, *Galium uliginosum* L. Видовая насыщенность 17 (10–23) видов на ар.

4. Асс. *Calamagrostietum phragmitoidis* ass.nov.

Диагностическими видами являются *Calamagrostis phragmitoides* Hartm. и *P. arundinacea* Луга приурочены к замкнутым понижениям на поверхностях среднего уровня и аллювиальным почвам болотного ряда, развиты в условиях высокой переменной влажности. Затопляются только в годы высокого половодья и тогда в травостое доминируют *C. acuta* и *Calamagrostis phragmitoides*, в сухие периоды вейник доминирует вместе с *P. arundinacea* и *Cirsium setosum*. Видовая насыщенность 13.5 (4–26) видов на ар.

5. Асс. *Poa angustifoliae – Festucetum pratensis* Mirk. In: Denisova et al., 1986.

К ассоциации относятся луга, сложенные ксеромезофитами и мезофитами (мятликово-овсяницево-узколистномятликовые, разнотравно-овсяницево-разнотравно-ежовые). Луга развиты на высоких гривах прирусловой и центральной поймы на дерновых и дерново-луговых аллювиальных почвах. Диагностическими видами являются *Festuca pratensis* Huds., *Poa angustifolium* L., *Carex praecox* L., *Stellaria graminea* L. Высоким постоянством характеризуются *Achillea millefolium* L., *Vicia cracca* L., *Trifolium pratense* L., *Elytrigia repens* Nevski. Средняя видовая насыщенность 29 видов/ар, диапазон 21–55 видов.

6. Асс. *Sanguisorbo officinalis – Alopecuretum pratensis* Denisova in Mirk. et al., 1991.

Это преимущественно мезофильные луга, где диагностическими видами и доминантами являются *Poa pratensis* L., *Festuca pratensis*, в числе содоминантов участвуют эумезофиты и гидромезофиты (*Alopecurus pratensis* L., *Elytrigia repens*, *Poa palustris*). Развиваются в условиях слабопеременного увлажнения на поверхностях среднего уровня центральной и прирусловой поймы. Местообитания наиболее благоприятны для луговой растительности. С высоким постоянством встречаются *Vicia cracca* L., *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis* L., *Ranunculus repens* L., *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense* L., *Kadenia dubia* Lavrova et V. Tikhom. В среднем в травостое встречается около 30 видов растений (от 20 до 39 видов на ар).

7. Асс. *Carici cespitosae – Festucetum pratensis* Tuzhilin 1988

В фитоценозах присутствуют виды экологических групп от ксеромезофитов до аэрогидрофитов, по годам могут доминировать и влаголюбивые, и мезофильные виды. Луга приурочены к ложбинам и склонам грив среднего высотного уровня, развиваются на лугово-болотных аллювиальных почвах. Диагностическими видами ассоциации выступают *C. cespitosa*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* L. С высоким постоянством встречаются *Filipendula ulmaria*, *Ranunculus repens*, *Poa palustris*, *Sanguisorba officinalis*, *Caltha palustris*, *Galium boreale*. Фитоценозы богаты видами – около 30 (25–44) видов на ар.

8. Асс. *Sanguisorbo officinalis – Caricetum cespitosae* Taran 1995

Диагностическим видом и доминантом является *C. cespitosa*. Выделено два варианта ассоциации. Луга первого варианта (*S.o. – C.c. hieracietosum umbellatum*), характеризуются большим содержанием разнотравья, в частности, *Sanguisorba officinalis* и *Hieracium umbellatum* L. (разнотравно-дернистоосоковые луга). Развиты в центральной пойме на луговых аллювиальных почвах. Высоким постоянством обладают эумезофиты и гидромезофиты (*Poa palustris*, *Carex vulpina* L., *Carex disticha* Huds., *Calamagrostis purpurea*, *Filipendula ulmaria*, *Kadenia dubia*), также аэрогидрофиты (*C. acuta*, *Caltha palustris*, *Equisetum fluviatile* L.). Луга используются для сенокоса, поскольку осоковые кочки плоские и занимают 15–30% площади. Видовая насыщенность в среднем 23 (16–30) вида/ар.

Дернистоосочники варианта *typicum* [13], характерные для склонов грив в пределах поверхностей среднего уровня и понижений, отличаются развитым кочкарным

микрорельефом и развиваются на почвах болотного ряда. Видовой состав сходен, однако мезофильные виды развиваются на кочках. Межкочечные понижения либо мертвопокровные, либо заняты аэрогидрофитами. Видовая насыщенность составляет 20 (14–26) видов/100 м<sup>2</sup>.

9. Асс. *Caltho* – *Phalaroidetum* Turub. et al. 1986

Диагностический признак – высокое постоянство и обилие *Phalaroides arundinacea*. Ассоциация широко распространена и характеризуется постоянством видов класса *Molinio-Arrhenatheretea*: *Poa palustris*, *Caltha palustris*, *Veronica longifolia*, *Ranunculus repens*, *Lythrum salicaria*. Число видов может значительно колебаться – от 6 до 26, в среднем около 15 видов на ар. Маловидовые сообщества характеризуются доминированием *P. arundinacea*, развиты в относительно дренированных местообитаниях.

В составе прибрежно-водной растительности этого отрезка поймы Н.Ф. Вылцан [7] отметила около 140 видов растений, среди которых настоящие водные и макрофиты составляют 60 видов. Закономерности распределения фитоценозов в водоемах поймы обусловлены глубиной озер, а также их приуроченностью к генетическим частям поймы, характеризующимся определенным химизмом вод [16].

На основе кластерного анализа геоботанических описаний растительности водоемов поймы [3] водная растительность подразделена на три типа: полуводная, плавающая и полупогруженная водная растительность, погруженная водная растительность. Доминантами и дифференцирующими видами полуводной растительности выступают *Comarum palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Alisma plantago-aquatica* L., *Naumburgia thyrsoflora*, *Galium palustre*. Среди полупогруженной растительности выделены типы: *Hydrocharis morsus-ranae*, *Nuphar lutea/Nimphaea tetragona*, *Stratiotes aloides* L., *Potamogeton lucens* L. Доминантами и дифференцирующими видами погруженной растительности выступают *Potamogeton perfoliatus* L., *Sagittaria sagittifolia* L.

Наши материалы показывают, что наиболее распространенными типами водных сообществ на этой территории являются телорезовые (*Stratiotes aloides*), кубышковые (*Nuphar lutea* Smith) и водокрасовые (*Hydrocharis morsus-ranae* L.) фитоценозы. В состав всех этих сообществ в качестве содоминантов входят пузырчатка обыкновенная *Utricularia vulgaris* L., *Lemna trisulca* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrhiza* Schleid., встречается *Salvinia natans* All. Также развиваются группировки *Sparganium emersum* Rehm., *Sagittaria sagittifolia*, *Cicuta virosa* L. В отдельных водоемах в составе водных сообществ также встречаются *Hippuris vulgaris* L., *Comarum palustre*, *Potamogeton natans* L., *Butomus umbellatus* L., *Pedicularis karoii* Freyn. Характерно, что это маловидовые (6-10 видов), чаще даже монодоминантные фитоценозы.

В составе прибрежно-водных фитоценозов обычно доминируют (80–90%) *Carex acuta*, *Calamagrostis purpurea*, *Phalaroides arundinacea*, иногда также *Scolochloa festucacea* и *Scirpus lacustris* L. Сопутствующими видами (5–15%) являются *Carex atherodes*, *C. riparia* Curt., *C. Cespitosa*, представлены *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Thalictrum flavum*, *Achillea salicifolia*, *Lycopus exaltatus*, *Scutellaria galericulata* L. Также развиты группы кустарников *Salix viminalis*, *S. cinerea*, *Spiraea salicifolia*. Средняя насыщенность 11 (7–14) видов на ар.

Таким образом, растительный покров изученной территории в значительной степени имеет естественный характер, богат и разнообразен (β-разнообразие). На террасах представлены смешанные, сосновые, березовые, осиновые леса травяной группы богатого видового состава с развитым подлеском и травяным ярусом. На высоких поверхностях центральной поймы Оби развиты березняки и осинники разнотравные. Ивовые и тополевые леса распространены в приречной части на высоких гривах. Среди лесных сообществ наибольшей средней видовой насыщенностью отличаются смешанные разнотравные леса и топольники (свыше 30 видов). Кустарниковые сообщества относятся к трем типам и также характеризуются высоким α-разнообразием (в среднем около 25 видов).

На террасных болотах преобладают сравнительно небогатые по видовому составу олиготрофные и мезотрофные типы фитоценозов. Пойменные низинные березово-ивово-осоковые болота отличаются более высоким видовым разнообразием.

Выделено 9 ассоциаций луговой растительности, среди которых наибольшим альфа-разнообразием характеризуются узколистномятликово-овсяницевые, мезофильные разнотравно-овсяницевые, разнотравно-лисохвостные и поливалентные разнотравно-злаково-осоковые луга, занимающие склоны и гривы среднего уровня центральной поймы.

Выявлено четыре типа водных сообществ, среди которых наиболее широким распространением пользуются телорезовые, водокрасовые и кубышковые, характеризующиеся монодоминантностью и невысоким  $\alpha$ -разнообразием.

В результате проведенного анализа собственных и литературных материалов в основном выявлен список видов сосудистых растений этой территории. Установлено, что  $\gamma$ -разнообразие территории заказника высокое – составляет 447 видов высших сосудистых растений, относящихся к 5 отделам, 91 семейству, 257 родам. Из них 3 вида семейства Орхидных (*Coeloglossum viride* Hartm., *Gymnadenia conopsea* R.Br., *Hammarbia palustris* O. Kuntze), а также *Actaea spicata* L., *Hypericum ascyron* L., *Nymphaea tetragona* Georgi, *Nymphoides peltata* O. Kuntze внесены в Красную книгу Томской области.

Известно [11], что флора сосудистых растений Томской области составляет 1170 видов из 477 родов, входящих в 111 семейств. То есть, на территории заказника представлено около  $\frac{1}{3}$  всех видов растений области,  $\frac{1}{2}$  всех родов и большая часть семейств. Такое богатство, вероятно, связано с расположением изученного участка в пограничной полосе подтаежной и южнотаежной подзон лесной зоны.

Проведен анализ списка ведущих семейств флоры этой территории в сравнении со структурой флоры Томской области. В число наиболее богатых видами (ведущих) семейств входят (в порядке уменьшения числа видов): Asteraceae (37), Poaceae (36), Cyperaceae (34), Rosaceae (26), Fabaceae (24), Ranunculaceae (23), Caryophyllaceae (16), Apiaceae (16), Scrophulariaceae (14), Brassicaceae (13), Polygonaceae (13), Lamiaceae (11). Такое соотношение отражает бореальный характер флоры заказника и в целом соответствует семейственно-родовой структуре флоры Томской области, однако отличается перемещением на одно из последних мест семейства Brassicaceae, что может свидетельствовать о слабой антропогенной нарушенности растительных сообществ. Также в этом списке семейство Apiaceae занимает шестое место, что возможно связано с большим разнообразием местообитаний территории.

Флора моховидных изучена неравномерно и недостаточно в целом.

## Литература

1. Адам А.М., Ревушкина Т.В., Нехорошев О.Г., Бабенко А.С. Особо охраняемые природные территории Томской области: учебно-справочное пособие. Томск: Изд-во НТЛ. 2001. 252 с.
2. Алехина А.Ф. Осокорники поймы р. Оби. Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. 2. 1970. С. 53–58.
3. Боотсма М.С., Блейтен В., Лапина Е.Д., Ван дер Перк М., Де Смит Й.Т. Типология экосистем ненарушенной части водосборной территории бассейна Оби на юго-востоке Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. № 2 (4). С. 316–333.
4. Бокк Э.Н. Ивняки поймы Оби // Биологические ресурсы поймы Оби. Новосибирск: Наука. 1972. С. 325–333.
5. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / Под ред. д.б.н. профессора В.Б. Куваева. Тула: Гриф и К, 2001. 584 с.
6. Вылцан Н.Ф. Луга Томской области: автореф. дис... канд. биол. наук. Томск, 1969. 21 с.
7. Вылцан Н.Ф. Прибрежно-водная растительность пойменных водоемов среднего течения Оби (Томская область) // Вопросы биологии. Томск, 1980. С. 76–83.
8. Лапина Е. Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. Томск: Том. гос. ун-т, 2003. 296 с.

9. *Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А.* Биологическое разнообразие: Учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений. М.: Владос, 2004. 432 с.
10. *Львов Ю.А.* К характеристике растительности поймы реки Оби // Тр. Том. ун-та. 1963. Т. 152. С. 258–267.
11. Определитель растений Томской области / Под ред. А.С. Ревушкина. Томск: ТГУ, 2014. 464 с.
12. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках европейской России. М.: Научный мир. 2000. 196 с.
13. *Таран Г.С.* Синтаксономия лугово-болотной растительности поймы Средней Оби (в пределах Александровского района Томской области) / Препринт. Новосибирск, 1995. 76 с.
14. *Таран Г.С., Дьяченко А.П., Тюрин В.Н.* Кайбасовские тополевые леса (р. Обь, Томская область, подзона южной тайги) // Журнал Сибирского федерального ун-та. Биология. 2021. Т. 14, № 1. С. 43–60.
15. *Тетерюк Б.Ю., Шепелева Л.Ф.* Экологическая классификация водоемов Томской области // Матер регион. Конф. «Водные ресурсы Томской области, их рациональное использование и охрана». Томск. 1990. С. 62–64.
16. *Шепелева Л.Ф.* Материалы по синтаксономии травяной растительности поймы Средней Оби / Томск: Том. ун-т, 1996. N 276-В 96 от 23.01.96. Деп.в ВИНТИ. 46 с.
17. *Шепелева Л.Ф.* Структура и динамика луговых сообществ поймы Средней Оби. Томск: Изд-во Том. ун-та. 2019. 348 с.
18. *Шепелева Л.Ф., Шемякина Т.В., Завадовская Е.А.* Географическая и эколого-хозяйственная характеристика пойменных луговых биогеоценозов // Природокомплекс Томской области. Томск: ТГУ. 1990. С. 131–135.
19. *Шумилова Л.Ф.* Ботаническая география Сибири. Томск: ТГУ, 1962. 439 с.
20. Natural lowland ecosystems in West-Siberia: reference source for nature development / M.C. Bootsma, W. Bleuten, J.T. de Smidt (eds.) Utrecht: Faculty of Geographical Sciences of Unrecht University. 1995. 82 p.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФЛОРЫ КУЗБАССА

С.А. Шереметова, И.А. Хрусталева

*Кузбасский ботанический сад ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово, Россия*

## RESULTS OF KUZBASS FLORA STUDIES

S.A. Sheremetova, I.A. Khrustaleva

*Kuzbass Botanical Garden FRC CCC SB RAS, Kemerovo, Russia*

Пограничное положение территории Кемеровской области, расположенной на границе двух флористических провинций – Западно-Сибирской и Алтае-Саянской определяет гетерогенность флоры и довольно высокий уровень таксономического разнообразия. Кузбасс отличается от других субъектов азиатской части России самой высокой плотностью населения, к тому же он является регионом интенсивного освоения, что определяет существенное антропогенное влияние на растительный покров.

Исследования уникальной и динамичной флоры Кузбасса, проводимые учеными уже более 300 лет (с первой половины XVIII в.), позволили накопить солидные материалы, в том числе гербарных образцов. В 2000 г. была издана: «Красная книга Кемеровской области» [2], в 2001 г. – «Определитель растений Кемеровской области» [5]. К этому времени были созданы гербарные коллекции в Кемеровском государственном университете (КЕМ – КемГУ, г. Кемерово), а также в филиале КемГУ в г. Новокузнецк (бывшая Кузбасская государственная педагогическая академия). Наиболее крупные сборы, за пределами Кузбасса сосредоточены в гербариях Томского университета (ТК) и Центрального сибирского ботанического сада (NS, NSK). Эти материалы были учтены при издании таких сводок как "Флора Западной Сибири" (12 томов, 1927–1964) и «Флора Сибири» (14 томов, 1987–2003).

Создание Интернет-ресурсов гербарных коллекций – самый современный тренд гербарного дела. В результате выполнения проекта «Цифровой гербарий Кузбасса» впервые появилась информационная система, в основу которой положена база метаданных по образцам, представленным в фондах Гербария KUZ Кузбасского ботанического сада ФИЦ УУХ СО РАН с территории Кемеровской области. Информационный ресурс «Цифровой гербарий Кузбасса» включает высококачественные изображения 19104 гербарных образцов с разрешением 600 dpi; более 100 изображений живых растений, которые сделаны в момент сбора гербарных образцов. Массив региональных данных, полученных в Кузбассе опубликован на международной платформе-агрегаторе GBIF (Global Biodiversity Information Facility), а также размещен в открытом доступе на портале МГУ – Депозитарий живых систем «Ноев ковчег» (<https://plant.depo.msu.ru/>). Обобщение собранных данных в интегрированной информационной системе «Цифровой гербарий Кузбасса» позволило актуализировать данные по биоразнообразию флоры высших растений Кузбасса. В настоящее время подготовлена к печати коллективная монография «Флора Кемеровской области».

Особенностью данной монографии является то, что она включает информацию не только по высшим сосудистым растениям, но и данные о мохообразных (листочекных мхах). Авторами данного раздела (О.Ю. Писаренко и А.Е. Ножинковым) отмечено, что на сегодня список листостебельных мхов Кемеровской области включает 373 вида, относящихся в принятой для «Флоры мхов России» концепции к 165 родам и 56 семействам.

Относительно высших сосудистых растений коллективом автором (С.А. Шереметовой, И.А. Хрустальной, А.Н. Куприяновым, А.Л. Эбелем, Т.О. Стрельниковой, Н.В. Щеголевой, Б.Г. Андреевым, В.М. Доронькиным,

А.В. Климовым, Б.В. Прошкиным, О.А. Куприяновым, Н.В. Шеремет) установлено, что флора Кемеровской области представлена 1733 видами (в т.ч. гибридами и подвидами – далее видами, из-за незначительного числа включаем в общий подсчет как виды), 608 родами и 131 семейством.

Аборигенная фракция флоры Кузбасса насчитывает 1423 вида. На территории Кемеровской области чужеродные растения легко находят условия благоприятные для произрастания. Добыча полезных ископаемых в Кузнецком каменноугольном бассейне ведется в том числе и открытым способом, что приводит к возникновению обширных площадей, занятых отвалами. Центральные степные и лесостепные районы Кузбасса, уже к середине XX века, как отмечала А.В. Куминова [3], были распаханы. К тому же именно в этих районах сосредоточены крупнейшие населённые пункты Кузбасса, хорошо развита дорожная сеть. В этой связи наряду с аборигенными видами, которых во флоре насчитывается 1395 (более 80% от общего количества видов и подвигов), мы выделяем группу адвентивных видов – 240 (более 13% от общего состава), а также культивируемых (способных задерживаться в местах культивирования) – 98 (около 6%). В сумме аборигенная и адвентивная фракции составляют 1635 видов (табл. 1).

Таблица 1

Таксономическое разнообразие флоры сосудистых растений Кемеровской области

№	Фракции флоры	Таксономические единицы		
		семейств	родов	видов
1	Аборигенные	116	483	1395
2	Адвентивные	48	158	240
3	Культивируемые	32	66	98
4	Аборигенные и адвентивные	126	570	1635
<b>Флора в целом</b>		<b>131</b>	<b>608</b>	<b>1733</b>

С адвентивными видами во флоре Кузбасса появляются новые семейства: Commelinaceae, Resedaceae, Cucurbitaceae, Ulmaceae, Zygophyllaceae, Aceraceae, Oleaceae, Amaranthaceae, Elaeagnaceae и, соответственно роды: *Commelina*, *Reseda*, *Ulmus*, *Hibiscus*, *Abutilon*, *Acalypha*, *Amelanchier*, *Malus*, *Sorbaria*, *Oenothera*, *Anthyllis*, *Galega*, *Lupinus*, *Acer*, *Tribulus*, *Xanthoxalis*, *Elaeagnus*, *Hippophaë*, *Daucus*, *Conium* и др.

Культивируемые виды представляют самую изменчивую часть современной флоры. Большое количество новых видов и сортов, выращиваемых на территории Кузбасса, в особенности в частных подворьях или на дачных участках трудно учесть, но обращать внимание на эту группу растений, как дальнейший источник инвазий во флору необходимо. Зачастую культивируемые растения также относятся семействам и родам не характерным для региона: *Amaryllidaceae*, *Hydrangeaceae*, *Vitaceae*, *Cucurbitaceae*, *Alcea*, *Amygdalus*, *Anethum*, *Armeniaca*, *Aronia*, *Bellis*, *Calendula*, *Callistephus*, *Cerasus*, *Citrullus*, *Cosmos*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Elaeagnus*, *Fraxinus*, *Lobularia*, *Lycopersicon*, *Melo*, *Muscari*, *Narcissus*, *Nicandra*, *Physocarpus*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Parthenocissus*, *Philadelphus*, *Rudbeckia*, *Scilla*, *Sorghum*, *Rubacer*, *Prunus* и т.п. Из общего анализа по причине ее динамичности и недостаточного количества данных эта группа исключена.

Основные таксономические показатели флоры Кемеровской области для аборигенной и адвентивной фракций (без учета культивируемых видов), как в совокупности, так и по отдельности для каждой из фракций представлены в таблице 2.

Очевидно, что адвентивная фракция в силу своей разнородности и относительно небольшой численности имеет несколько другие пропорции по основным таксономическим показателям. В частности, ведущие семейства включают в свой состав более 67% видов (в аборигенной 55.5%), доля однодольных составляет 13.5% (в аборигенной фракции – около 30%) и т.д.

## Основные таксономические показатели флоры Кемеровской области

Показатели	Флора КО*	Аборигенные	Адвентивные
Общее число видов	1635	1395	240
Общее число родов	570	483	158
Общее число семейств	126	116	48
Среднее число видов в роде	2.8	2.8	1.5
Среднее число видов в семействе	13.0	12.0	5.0
Среднее число родов в семействе	4.5	4.1	3.3
Макс, число видов в одном роде	71	71	6
Макс. число видов в одном семействе	191	161	30
Макс. число родов в одном семействе	63	54	19
Число одновидовых родов	287	243	107
Доля одновидовых родов, %	50.8	50.8	67.7
Число одновидовых семейств	32	34	19
Доля одновидовых семейств, %	25.4	29.3	39.6
Число однородных семейств	63	59	28
Доля однородных семейств, %	50.4	51.3	58.3
Доля видов в 10 ведущих семействах, %	55.7	55.5	67.5
Доля однодольных среди цветковых, %	24.1	25.9	13.5
Доля двудольных среди цветковых, %	75.9	74.1	86.5

Примечание: \* – указано совокупное число видов аборигенной и адвентивной фракций, далее в тексте показатели для той или иной фракции обязательно оговаривается, если речь идет о флоре в целом – имеется ввиду сумма показателей обеих фракций.

Доля сосудистых споровых растений во флоре Кузбасса, составляет 3.4% (56 видов), голосеменных – около 0.6% (9 видов), цветковых – 96% (377 видов Liliopsida и 1193 Magnoliopsida). Отделы сосудистых споровых и голосеменных представлены только аборигенными видами.

Первые три семейства крупнейшие по количеству видов для флоры Кузбасса в целом и аборигенной фракции в отдельности совпадают, это: Asteraceae, Poaceae, Sauraceae (табл. 3). Только первые 2 семейства имеют в своем составе более 100 видов. Некоторые семейства за счет наличия большого количества заносных растений увеличивают свой ранг, по сравнению с аборигенной фракцией: Brassicaceae, Chenopodiaceae, Boraginaceae и др. Напротив семейства, которые включают незначительное количество (или их совсем нет) сорных заносных видов, повышают свой ранг в аборигенной фракции: Ranunculaceae, Salicaceae, Orchidaceae.

Среднее число видов в семействе для аборигенной фракции флоры Кузбасса составляет 13. Семейств с высокой видовой насыщенностью (выше среднего показателя) насчитывается 23, что составляет более 18% от общего количества семейств флоры.

Доля одновидовых семейств во флоре составляет 25.4% (32 семейства), в аборигенной фракции эта доля составляет 29.3%, в адвентивной – 39.6%.

Семейственно-родовой спектр флоры Кемеровской области заметно отличается от семейственно-видового спектра за счет того, что в некоторых семействах у отдельных родов отмечается довольно высокий уровень полиморфизма: *Salix*, *Potentilla*, *Carex*, *Ranunculus*, *Cerastium*, *Silene*, *Stellaria*, *Euphrasia*, *Pedicularis*, *Veronica* (табл. 4). Такие семейства как Salicaceae, Violaceae вообще не попадают в ведущие по количеству родов. Значительно снижается ранг у семейства осоковых, которое с 3 места в семейственно-видовом спектре перемещается на 14 место семейственно-родового спектра. Свои позиции удерживают только семейства Asteraceae и Poaceae – лидирующие и по числу видов. На третье место во флоре в целом и в аборигенной фракции по количеству родов выходит Apiaceae, имеющее по количеству видов 11 ранг. Существенное повышение ранга в семейственно-родовом спектре Orchidaceae (10 место, в семейственно-видовом спектре – 16) обусловлено наличием в его составе монотипных родов.

Таблица 3

## Головная часть семейственно-видового спектра флоры Кемеровской области

Семейства	Флора КО	%*	ранг	Аборигены	%	ранг
Asteraceae	<b>191</b>	1.7	1	<b>161</b>	11.5	1
Рoaceae	<b>145</b>	8.9	2	<b>119</b>	8.5	2
Cyperaceae	<b>96</b>	5.9	3	<b>96</b>	6.9	3
Fabaceae	<b>89</b>	5.4	4	<b>66</b>	4.7	5
Rosaceae	<b>83</b>	5.1	5	<b>77</b>	5.5	4
Brassicaceae	<b>68</b>	4.2	6	<b>47</b>	3.4	8
Caryophyllaceae	<b>66</b>	4	7	<b>56</b>	4	7
Ranunculaceae	<b>65</b>	4	8	<b>64</b>	4.6	6
Scrophulariaceae	<b>54</b>	3.3	9	<b>47</b>	3.4	9
Lamiaceae	<b>52</b>	3.2	10	<b>36</b>	2.6	11
Apiaceae	<b>46</b>	2.8	11	<b>42</b>	3	10
Polygonaceae	<b>37</b>	2.3	12	<b>31</b>	2.2	13
Chenopodiaceae	<b>34</b>	2.1	13	<b>24</b>	1.7	15
Salicaceae	<b>33</b>	2	14	<b>32</b>	2.3	12
Boraginaceae	<b>30</b>	1.8	15	<b>19</b>	1.3	17
Orchidaceae	<b>26</b>	1.6	16	<b>26</b>	1.9	14
Violaceae	<b>24</b>	1.5	17	<b>21</b>	1.5	16

Примечание\*: в % приведена доля от общего количества видов данной группы.

Таблица 4

## Головная часть семейственно-родового спектра флоры Кемеровской области

Семейства	Флора КО	Ранг	Аборигенные	Ранг	Адвентивные
Asteraceae	<b>63</b>	1	<b>54</b>	1	<b>19</b>
Рoaceae	<b>46</b>	2	<b>34</b>	2	<b>15</b>
Apiaceae	<b>34</b>	3	<b>30</b>	3	<b>4</b>
Brassicaceae	<b>31</b>	4	<b>23</b>	4–5	<b>14</b>
Caryophyllaceae	<b>26</b>	5	<b>23</b>	4–5	<b>8</b>
Fabaceae	<b>22</b>	6–7	<b>15</b>	10	<b>14</b>
Rosaceae	<b>22</b>	6–7	<b>19</b>	7	<b>5</b>
Lamiaceae	<b>21</b>	8–9	<b>18</b>	8–9	<b>10</b>
Ranunculaceae	<b>21</b>	8–9	<b>20</b>	6	<b>1</b>
Orchidaceae	<b>18</b>	10	<b>18</b>	8–9	<b>0</b>
Boraginaceae	<b>16</b>	11	<b>9</b>	14	<b>9</b>
Scrophulariaceae	<b>13</b>	12	<b>12</b>	11	<b>4</b>
Chenopodiaceae	<b>11</b>	13	<b>10</b>	12–13	<b>5</b>
Cyperaceae	<b>10</b>	14–15	<b>10</b>	12–13	<b>0</b>
Polygonaceae	<b>10</b>	14–15	<b>8</b>	15	<b>5</b>

Семейственно-родовой спектр адвентивной фракции демонстрирует, что самый большой вклад в родовое разнообразие вносят семейства: Asteraceae, Рoaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Boraginaceae и Caryophyllaceae, объединяя 89 родов (более 56% от общего количества родов этой фракции).

В исследуемой флоре насчитывается 14 наиболее крупных родов, включающих в свой состав от 14 до 71 вида (табл. 5). Эти рода представляют 18.5% видового разнообразия флоры Кузбасса.

Однородных семейств во флоре насчитывается 63 (50.4%), в аборигенной фракции 59 (51.3%), в адвентивной – 28 (58.3%). Высокая доля однородных семейств иллюстрирует гетерогенность флоры, сформировавшейся в большей степени благодаря миграционным процессам.



Более чем вдвое во флоре Кузбасса род *Carex* превышает по количеству видов другие роды. Многие виды осок предпочитают «сырые и болотные биотопы» [1], которые разнообразно представлены на территории области. Также здесь находят подходящие условия и виды, характерные для луговых, лесных и степных сообществ, большую роль играют осоки и в высокогорных флорах.

Таблица 5

Структура головной части спектра родов флоры Кемеровской области

Роды	Флора КО	%	ранг	Аборигены	%	ранг
<i>Carex</i>	<b>71</b>	4.3	1	<b>71</b>	5.1	1
<i>Potentilla</i>	<b>27</b>	1.7	2–3	<b>27</b>	1.9	2–3
<i>Salix</i>	<b>27</b>	1.7	2–3	<b>27</b>	1.9	2–3
<i>Viola</i>	<b>24</b>	1.5	4–5	<b>21</b>	1.5	6
<i>Ranunculus</i>	<b>24</b>	1.5	4–5	<b>24</b>	1.7	4
<i>Artemisia</i>	<b>22</b>	1.3	6	<b>22</b>	1.6	5
<i>Potamogeton</i>	<b>18</b>	1.1	7	<b>17</b>	1.2	7
<i>Poa</i>	<b>17</b>	1	8–9	<b>16</b>	1.1	8–9
<i>Astragalus</i>	<b>17</b>	1	8–9	<b>16</b>	1.1	8–9
<i>Veronica</i>	<b>16</b>	0.9	10	<b>13</b>	0.9	12–14
<i>Galium</i>	<b>14</b>	0.8	11–14	<b>12</b>	0.8	12–14
<i>Alchemilla</i>	<b>14</b>	0.8	11–14	<b>14</b>	1	10–11
<i>Pedicularis</i>	<b>14</b>	0.8	11–14	<b>14</b>	1	10–11
<i>Juncus</i>	<b>14</b>	0.8	11–14	<b>13</b>	0.9	12–14

Очевидно, что адвентивная фракция в силу своей разнородности и относительно небольшой численности имеет несколько другие пропорции по основным таксономическим показателям. В частности, ведущие семейства включают в свой состав более 67% видов (в аборигенной 55.5%), доля однодольных составляет 13.5% (в аборигенной фракции – около 30%) и т.д.

Высокий ранг *Potentilla* определяется тем, что лапчатка является «типично голарктическим родом» [5, с. 209], к тому же имеющим один из вторичных центров современного видообразования в горах Южной Сибири.

С лапчатками второе место в родовом спектре делит род *Salix*, который отличается высоким видовым разнообразием в умеренных широтах Северного полушария.

Относительно невысокий ранг *Artemisia* (6 место – 22 вида), по сравнению со многими другими южно-сибирскими районами, обусловлен довольно высокой степенью гумидности климата и большой площадью лесных массивов, занимающих обширные пространства на территории области.

Одновидовые рода составляют 50.8% (287 видов) во флоре Кемеровской области, в аборигенной фракции 50.8% (243), в адвентивной 67.7% (107).

В «Определителе растений Кемеровской области» [5], был приведен 1521 вид (вместе с культивируемыми и адвентивными), однако во введении (стр. 7) указано, что: «на территории области зарегистрировано 1585 видов высших сосудистых растений, относящихся к 125 семействам» (по-видимому, здесь была допущена опечатка).

По результатам исследований часть видов, ранее указанных для Кузбасса из состава флоры была исключена, т.к. их произрастание в области не подтвердилось, или была установлена неправильность в определении некоторых образцов. Напротив, в список были включено более 200 видов, ранее не отмеченных для Кемеровской области.

Обобщение данных позволило провести оценку современного состояния флоры Кемеровской области, проанализировать степень её синантропизации. По сравнению с 2001 г. [5] количество видов, указываемых для Кузбасса, увеличилось на 212, семейств – на 6.

## Литература

1. *Егорова Т.В.* Осоки (*Carex* L.) России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Санкт-Петерб. гос. хим.-фарм. академия; Сент-Луис: Миссурийский бот. сад, 1999. 772 с.
2. Красная книга Кемеровской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Кемерово, 2000. 244 с.
3. *Куминова А.В.* Растительность Кемеровской области. Новосибирск : ОГИЗ, 1950. 167 с.
4. *Курбатский В.И.* Лапчатки гор Южной Сибири и их генетические связи // Новое о флоре Сибири. Новосибирск, 1986. С. 209–222.
5. Определитель растений Кемеровской области / Отв. ред. И.М. Красноборов. Новосибирск, 2001. 477 с.

## ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КАРАКАЛПАКСКОГО УСТИЮРТА (УЗБЕКИСТАН)

**Х.Ф. Шомуродов, Н.К. Рахимова**

*Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан*

## ASSESSMENT OF CONSERVATION PLANT COMMUNITIES OF THE KARAKALPAK USTYURT (UZBEKISTAN)

**Kh.F. Shomurodov, N.K. Rakhimova**

*Institute of Botany, Academy of Sciences, Tashkent, Republic of Uzbekistan*

Охрана растительных сообществ необходима в связи с динамическими явлениями, происходящими во всех уголках земного шара в связи с развитием промышленности и расширением освоенных земель для производства сельхоз культур. Большинство проблем охраны живой природы так или иначе связано с биогеоценотическим уровнем. Особо опасными для биосферы являются общее сокращение площади растительного покрова и утрата некоторых типов фитоценозов, которые являются местообитанием отдельных, в том числе и краснокнижных видов растений. Изучение экологических и биогеоценотических условий сохранения редких сообществ и видов на охраняемой территории позволяет оценить степень угрозы для этих сообществ и видов на сопредельных территориях. Кроме того, для сохранения биоразнообразия фитоценофона [1, 4] необходимо сохранять не только редкие и уникальные растительные сообщества, но также и типичные фитоценозы, как эталоны коренных биогеоценозов, существовавших ранее. Основными критериями редкости считаются флористическое и структурное своеобразие растительных сообществ, развитие их на ограниченной площади, обусловленное естественно-историческими или антропогенными факторами, наличие в их составе редких, реликтовых и эндемичных видов, особенно если они являются доминантами, а также участие ценных в хозяйственном отношении видов [2].

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт по выявлению и оценке природоохранной значимости редких и нуждающихся в охране растительных сообществ. Как правило, критерии оценки сообществ являются комплексными и учитывают разные аспекты: своеобразие флористического состава и участие в нем редких, эндемичных и реликтовых видов; место в классификации растительности и уникальность фитоценотической структуры; размеры и динамику изменения ценоареалов; степень нарушенности, способность к восстановлению и др. Многие из этих показателей носят экспертный характер и часто зависят от используемой системы классификации растительности, степени геоботанической изученности территории и различий подходов к изучению растительности в разных странах.

Целью данного исследования является оценка фитоценозов по статусу редкости/обычности и выявление редких и нуждающихся в охране растительных сообществ. При определении редкости/обычности растительных сообществ использована методика, разработанная В.Б. Мартыненко и др. [3].

Нами были оценены растительные сообщества формаций: *Poaeta bulbosa*, *Eremopyreta orientalis*, *Corydalieta schanginii* из Ephemeropodia; *Phragmiteta australis*, *Calamagrostideta dubia*, *Medicageta sativae* из Lugophyta; *Agropyreta fragile* из Stephuta и *Ephedreta distachya* из Ephedrothamna, распространенные на Восточном чинке Устюрта.

Результаты оценки природоохранной значимости растительных ассоциаций исследованного района приведены в таблице. Природоохранная значимость изученных ассоциаций оценена по 6 критериям: а) флористическая значимость; б) фитоценотическая ценность; в) распространение; г) естественность; д) сокращение площади;

е) восстанавливаемость. Помимо этих критериев указана обеспеченность их охраной. По последним признакам все ассоциации (их 10) формаций *Poaeta bulbosa*, *Eremopyreta orientalis* и *Ephedreta distachya* оценены растительные сообщества, не нуждающиеся в охране, так как эти ассоциации широко представлены в пустыне Узбекистана.

При оценке растительных сообществ района исследования на редкости/обычности выявлено, что в составе 28 изученных сообществ не отмечены виды, занесенные в Красную книгу Узбекистана. Однако, найден ряд видов, который является редким, и с сокращающейся площадью популяции в пределах данного района. Эти, в основном, горные флористические элементы такие, как: *Corydalis schanginii*, *Geranium transversale*, *Medicago sativa*, *Ranunculus platyspermus*, *Thalictrum isopyroides*, *Tulipa biflora*, *Adonis parviflora*, *Calamagrostis dubia*, *Galium pamiro-alaicum* и др. Благодаря содержанию в составе подобных видов геранево-хохлатковая, биберштейниевево-хохлатковая, лютиково-хохлатковая, василистниково-хохлатковая из формации *Corydalieta schanginii*; тростниковая, разнотравно-тростниковая, камышово-тростниковая, вейниково-тростниковая из формации *Phragmiteta australis* и все ассоциации *Calamagrostideta dubia*, *Medicageta sativae* и *Agropyreta fragile* по флористической значимости оцениваются 3 баллами. В остальных сообществах виды, редкие для региона не отмечались.

По фитоценотической ценности большинство изученных растительных сообществ набрали по 3 балла (16 ассоциаций из 28). Наивысшим баллом (9 баллов) оценивается ассоциация чернокорнево-люцерновая, так как данное сообщество в пределах Узбекистана произрастает в Восточном чинке Устюрта. Также высокими баллами (6 баллов) оценивалось большинство сообществ мезофильного происхождения, так как в сложении сообществ участвуют степные и горные флористические элементы. Эти сообщества хотя не находятся на стыке разных экосистем, развивались на берегах Аральского моря. Благодаря неглубокому залеганию грунтовых вод, высокой относительной влажности воздуха и сравнительно высоких атмосферных осадков, на днище оврагов между террасами и по склонам чинков сформировалось своеобразное растительное сообщество, коренным образом отличающимся от растительности самого плато Устюрта. На этих уникальных растительных сообществах в связи с усыханием Аральского моря и глобального потепления в последние годы наблюдается перестройка структуры фитоценоза за счет вытеснения мезофильных видов ксерофитными и солеустойчивыми видами. С этой точки зрения ассоциации, характеризующиеся подобными свойствами с фитоценотической точки зрения для региона, считаются ценными.

Анализ распространения изученных синтаксонов в Узбекистане показал, что геранево-хохлатковая, лютиково-хохлатковая, камышово-тростниковая, вейниковая и чернокорнево-люцерновая сообщества имеют небольшой ареал и низкую встречаемость в регионе и соответственно набрали по 8 баллов.

Ни в одном экотопе не были отмечены ненарушенные растительные сообщества. Подавляющее большинство сообществ, в той или иной степени, нарушено. Влияние на растительность, в основном, имеет естественный характер, который проявляется через снижение грунтовых вод, относительную влажность воздуха и атмосферных осадков в связи с катастрофическим снижением уровня Аральского моря и глобальным потеплением. Антропогенное влияние в Восточном чинке Устюрта невысокое. Оно местами выражается в виде строительства автодорог, которыми пользуются для развития туризма и производства артемии на берегу Аральского моря. На основе вышеприведенных данных большинство синтаксонов по показателю «естественность» были оценены 3 баллами. Исключение составляют растительные сообщества формации *Eremopyreta orientalis* и *Ephedreta distachya*, где развиваются геологоразведочные работы.

Как уже отмечено выше, усыхание Аральского моря заметно повлияло на состояние растительности прилегающих территорий. Оно проявлялось и в сокращении площадей многих мезофильных сообществ от 30 до 60% (такие сообщества оценивались 4 и 6 баллами), восстановление которых практически невозможно, так как не вернуть прежнее состояние Аральского моря (поэтому большинство ассоциаций по «Восстанавливаемости» набрали 3 балла). Часть подавляющего большинства изученных растительных сообществ охраняется Государственным заказником «Сайгачий».

## Оценка природоохранной ценности сообществ Устьюрта

Ассоциация/Критерии	F	B	S	N	E	D	V	C	P
<b>ЕРHEMEROPODIA</b>									
<i>Формация Poaeta bulbosa</i>									
Полынно-мятликовая	3	0	2	3	-	2	1	11	0
Кейреуково-мятликовая	3	3	4	3	-	2	1	16	0
Черносаксаулово-мятликовая	3	6	4	3	-	4	2	22	2
<i>Формация Eremopyreta orientalis</i>									
Мятликово-арпахановая	0	3	4	2	-	2	0	11	0
Разнотравно-арпахановая	0	3	4	2	-	0	0	9	0
Белосаксаулово-арпахановая	0	3	6	2	-	4	2	17	2
<i>Формация Corydalieta schanginii</i>									
Геранево-хохлатковая	3	6	8	3	-	6	2	28	2
Биберштейниевево-хохлатковая	3	6	6	3	-	4	2	24	2
Лютиково-хохлатковая	3	6	8	3	-	4	2	26	2
Василистниково-хохлатковая	3	6	6	3	-	4	2	24	2
<b>LUGOPHYTA</b>									
<i>Формация Phragmiteta australis</i>									
Тростниковая	3	3	4	3	-	6	3	22	2
Разнотравно-тростниковая	3	3	4	3	-	6	3	22	2
Камышово-тростниковая	3	3	8	3	-	6	3	26	1
Вейниково-тростниковая	3	3	6	3	-	6	3	24	1
<i>Формация Calamagrostideta dubia</i>									
Вейниковая	3	6	8	3	-	6	3	29	1
Прибрежницево-гребенщико-вейниковая	3	3	4	3	-	6	3	22	1
Тростниково-вейниковая	3	3	4	3	-	6	3	22	1
<i>Формация Medicago sativae</i>									
Разнотравно-люцерновая	3	3	4	3	-	6	3	22	2
Пырейно-люцерновая	3	6	4	3	-	6	3	25	2
Чернокорнево-люцерновая	3	9	8	3	-	6	3	32	2
Вьюнково-люцерновая	3	6	4	3	-	6	3	25	2
<b>STEPHYTA</b>									
<i>Формация Agropyreta fragile</i>									
Колосняково-пырейная	3	3	4	3	-	6	3	22	1
Бескильницево-пырейная	3	3	4	3	-	4	3	20	1
Люцерново-пырейная	3	6	4	3	-	2	2	20	2
<b>EPHEDROTHAMNA</b>									
<i>Формация Ephedreta distachya</i>									
Полынно-мятликово-хвойниковая	0	3	2	2	-	2	0	11	1
Белобояльшево-полынно-хвойниковая	0	0	2	2	-	2	0	6	1
Курчавково-мятликово-хвойниковая	0	3	2	2	-	2	0	9	1
Кейреуково-хвойниковая	0	0	2	2	-	2	0	6	1

Таким образом, проанализированы 28 растительных сообществ из 8 растительных формаций по редкости/обычности и по совокупности признаков 3-х растительных ассоциаций, произрастающих в Восточном чинке Каракалпакского Устюрта (геранево-хохлатковая, вейниковая и чернокорнево-люцерновая) оценивались высокими и высшими баллами. Эти фитоценозы, т.е. сообщества, имеющие высшую (> 30 баллов) и высокую (27–30 баллов) категории охраны выделены как редкие сообщества для региона и рекомендованы для дальнейшего занесения в «Зеленую книгу Узбекистана».

### Литература

1. *Второв П.П., Степанов Б.П.* Ценность экологического разнообразия и охрана естественных биотических сообществ // *Природа*. 1978. № 8. С. 60–69.
2. *Жабыко Е.В., Гладкова Г.А., Бутовец Г.Н.* Редкие растительные сообщества заповедника Уссурийский // *Вестник КрасГАУ*. 2011. № 12. С. 139–143.
3. *Мартыненко В.Б., Башиева Э.З., Миркин Б.М., Широких П.С., Мулдашев А.А.* О системе критериев оценки растительных сообществ для разработки региональной Зеленой книги // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. Т. 15, № 3 (4). С. 1364–1367.
4. *Стойко С.М.* Экологические основы охраны редких, уникальных и типичных фитоценозов // *Ботанический журнал*. 1983. Т. 68. № 11. С. 1574–1583.

## РЕВИЗИЯ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫХ ВО ФЛОРЕ УЗБЕКИСТАНА

Н.В. Щеголева<sup>1</sup>, К.Ш. Тожибаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан

## REVISION OF RANUNCULACEAE IN THE FLORA OF UZBEKISTAN

N.V. Shchegoleva<sup>1</sup>, K.Sh. Tojibaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Institute of Botany Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,  
Republic of Uzbekistan

Флора Средней Азии характеризуется высоким разнообразием семейства лютиковых (*Ranunculaceae* Juss.), включающим более 90 видов [1, 2, 3]. Развитие этой группы, бесспорно, тесно связано с геологической историей Тянь-Шаня и Памиро-Алая, что проявляется и в существенных различиях видового состава в пределах этих горных систем, и в относительно высоком уровне эндемизма отдельных родов. Однако, имеющиеся массивы таксономической и биогеографической информации, как и основные источники, содержащие сведения о разнообразии семейства, в том числе флоры Узбекистана, значительно устарели. Первая детальная сводка видов *Ranunculaceae* Узбекистана издана 70 лет назад [1].

Призванный восполнить пробелы времени, в 2016 году в Институте ботаники АН Республики Узбекистан стартовал фундаментальный проект по подготовке нового издания «Флора Узбекистана» [8]. В настоящее время это одно из основных направлений научных ботанических исследований в стране, представляющее переход от классического этапа существования таксономической информации, доступной в виде гербарных коллекций и обобщающих их бумажных публикаций, к современному. Обязательные компоненты продолжающихся исследований – это интенсивные полевые сборы, гербаризация, идентификация старых гербарных образцов, публикация флористических списков, оцифровка национальных коллекций, создание баз данных и сеточное картирование [4].

Работы по инвентаризации *Ranunculaceae* во флоре Узбекистана и критической обработке родов начаты с 2018 года. Цель исследований – подготовка конспекта, включающего названия видов и источники их первоописания, основные синонимы, цитирование типов и современной литературы, а также распространение видов в соответствии с новым ботанико-географическим районированием Узбекистана [5, 8].

Материалом для исследования послужили гербарные образцы, хранящиеся в следующих Гербариях: TASH (г. Ташкент), FRU (г. Бишкек), AA (г. Алматы), MW (г. Москва), LE (г. Санкт-Петербург) и TAD (г. Душанбе). Полевые исследования проведены в Узбекистане и на сопредельных территориях.

По результатам проведенной нами ревизии составлен аннотированный конспект лютиковых флоры Узбекистана, включающий 106 видов и 19 родов. Для всех видов учтены все исследованные образцы в соответствии с новым ботанико-географическим районированием Узбекистана [4]. Созданы ключи для определения родов и видов семейства. Выявлено, что родовое богатство лютиковых во флоре Узбекистана высокое. Здесь нами обнаружен род *Oxygraphis* Bunge и описан один новый вид [10]. По сравнению с флорой Средней Азии отсутствуют лишь роды *Hepatica* Mill. и *Myosurus* L. Выявленное видовое разнообразие семейства на 15 видов превышает исходный список [2], и преимущественно приходится на 2 наиболее крупных рода – *Ranunculus* L. (44 вида)

и *Delphinium* L. (20 видов) [1]. Состав 10 родов варьируется от 2 до 7 видов (*Trollius* L., *Nigella* L., *Paraquilegia* J.R. Drumm. & Hutch., *Aquilegia* L., *Aconitum* L., *Anemone* L., *Clematis* L., *Ceratocephala* Moench, *Thalictrum* L., *Adonis* L.). Одновидовых родов – 7 (*Eranthis* Salisb., *Isopyrum* L., *Callianthemum* C.A.Mey., *Anemonastrum* Holub, *Pulsatilla* Mill., *Oxygraphis*, *Halerpestes* Greene).

Впервые для Узбекистана определен и проанализирован таксономический и типологический состав наиболее крупного в семействе рода *Ranunculus* L.; с применением молекулярно-генетических методов уточнена внутривидовая структура рода и установлено родство некоторых его видов [10]. На основе этих данных составлен таксономический конспект рода *Ranunculus*, включающий 2 подрода, 7 секций и 44 вида (взамен 37 видов исходного списка [1]). Яркая региональная специфика – преобладание аборигенной секции *Ranunculastrum* DC. (60 % от общего состава рода), виды которой распространены по всему высотному градиенту, от полупустынных сообществ до субнивального пояса.

Подробное изучение распространения лютиковых позволило оценить присутствие редких и эндемичных представителей семейства. Во флоре Узбекистана нами выявлено 4 эндемичных и 45 субэндемичных видов, более половины из которых редкие растения [6, 7, 9, 10]. Все данные подготовлены и передаются для внедрения в международную систему The Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

## Литература

1. Бутков А.Я., Овчинников П.Н. Семейство LIII (53). Ranunculaceae – Лютиковые // Флора Узбекистана / под ред. А.И. Введенского. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1953. Т. 2. С. 433–510.
2. Ковалевская С.С., Пахомова М.Г. Сем. 46. Ranunculaceae – Лютиковые // Определитель растений Средней Азии / под ред. О.М. Бондаренко, М.М. Набиева. Ташкент: ФАН, 1972. Т. 3. С. 139–231.
3. Овчинников П.Н. Род 299 (19). Лютик, Чинорак (тадж.) – *Ranunculus* L. // Флора Таджикской ССР / гл. ред. П.Н. Овчинников. Л.: Наука, 1975. Т. 4. С. 92–140.
4. Сенников А.Н., Тожибаев К.Ш., Хасанов Ф.О., Бешко Н.Ю. Современная флористическая сводка как всеобъемлющая инвентаризация флоры: концепции и подходы (на примере «флоры Узбекистана») // Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники Тверского государственного университета, г. Тверь, 2017 г. С. 367–371.
5. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Попов В.А. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. 2016. Т. 101, № 10. С. 1105–1132.
6. Красная книга Республики Узбекистан. Т. 1 / под ред. Ф.О. Хасанова. Ташкент: Изд-во Chinor ENK, 2019. 359 с.
7. Щёголева Н.В., Тургинов О.Т., Жабборов А.М., Кодиров У.Х. Эколого-географические особенности эндема западного Памиро-Алая *Ranunculus botschantzevii* Ovcz. // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2020. № 9. С. 175–186. doi: 10.17223/19988591/49/10
8. Sennikov A.N., Tojibaev K.Sh., Khassanov F.O., Beshko N.Yu. The Flora of Uzbekistan Project // Phytotaxa. 2016. Vol. 282, № 2. P. 107–118. doi: 10.11646/phytotaxa.282.2.2 5.
9. Almerikova S., Shchegoleva N., Abugalieva S., Turuspekov Y. The molecular taxonomy of three endemic Central Asian species of *Ranunculus* (Ranunculaceae) // PLoS ONE. 2020. Vol. 15, No. 10. Art. No. e0240121. doi: 10.1371/journal.pone.0240121
10. Shchegoleva N.V., Nikitina E.V., Juramurodov I.J., Zverev A.A., Turginov O.T., Jabborov A.M., Yusupov Z., Dekhkonov D.B., Deng T., Sun H. A new species of *Ranunculus* (Ranunculaceae) from Western Pamir-Alay, Uzbekistan // PhytoKeys. 2022. Vol. 193. P. 125–139. doi: 10.3897/phytokeys.193.70757.



**ПАНИКОИДНЫЕ ЗЛАКИ (POACEAE: PANICEAE) ВО ФЛОРЕ АЗИАТСКОЙ  
РОССИИ: ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ,  
ФИТОСАНИТАРНЫЕ РИСКИ**

**А.Л. Эбель<sup>1,2</sup>, Т.В. Эбель<sup>2</sup>, С.И. Михайлова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), Томский филиал, Россия

**PANICOID GRASSES (POACEAE: PANICEAE) IN THE FLORA OF ASIAN RUSSIA:  
TAXONOMIC COMPOSITION, DISTRIBUTION, PHYTOSANITARY RISKS**

**A.L. Ebel<sup>1,2</sup>, T.V. Ebel<sup>2</sup>, S.I. Mikhailova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Plant Quarantine Center ("VNIICR"), Tomsk Branch, Russia

Paniceae (паникоидные злаки, просовые) – одна из крупнейших триб подсемейства Panicoideae (Poaceae): при широком понимании к ней относится более 100 родов, включающих около 2 тыс. видов. Просовые в основном распространены в тропических и субтропических регионах обоих полушарий, лишь немногие представители обитают в умеренных и холодных районах [24].

Некоторые виды трибы Paniceae относительно широко распространены во флоре России. К ним относятся хорошо известные сорняки – прежде всего, это представители родов *Echinochloa* P. Beauv., *Eriochloa* Kunth, *Setaria* P. Beauv., *Panicum* L. и другие однолетники, которые засоряют посевы сельскохозяйственных культур, а также являются довольно распространенными рудеральными растениями.

Хорошо известно, что злаки являются таксономически сложной группой сосудистых растений. Идентификация гербарных материалов и живых растений в природных условиях, а также зерновок злаков требует значительной квалификации и опыта специалистов. Нами были просмотрены гербарные материалы по просовым, собранные на территории РФ и хранящиеся в нескольких крупных гербарных учреждениях (LE, ТК, NS, NSK, ALTB, KUZ), а также виртуальный гербарий (MW, МНА, IRKU, VBG1). Анализ этих сборов, вкупе с имеющимися литературными данными и сведениями из международных баз данных, показал необходимость проведения специальных исследований по систематике и географии ряда таксонов просовых, установлении степени их вредоносности и разработке методов идентификации.

На территории России, согласно новейшей сводке по злакам [12], достоверно известны местонахождения 58 видов просовых из 11 родов, и предполагается произрастание ещё 7 видов, известных по находкам в соседних странах. Для территории Азиатской России (Сибирь и Дальний Восток), по нашим подсчетам, в этой сводке указано всего 33 вида просовых из 7 родов (один вид включен условно, т.к. достоверных местонахождений нет). Подавляющее большинство видов известно на Дальнем Востоке (преимущественно в южных районах) – 30 видов из всех 7 родов, и ещё 2 вида указаны как возможно произрастающие в этом регионе. На территории Сибири достоверно известны находки 22 видов из 5 родов; это вдвое больше, чем в соответствующем томе сводки «Флора Сибири» [11], что связано как с находками новых заносных видов, так и с современной трактовкой нескольких подвидов в ранге видов. Наиболее крупными родами являются *Setaria* (10 видов, в т.ч. 10 в Сибири и 9 на Дальнем Востоке), *Echinochloa* (8/6/7), *Panicum* (6/2/6), *Digitaria* Haller (4/3/4). Двумя видами представлен род *Eriochloa* (оба на Дальнем Востоке, в Сибири – только *E. villosa*). В родах *Paspalum* L. и *Urochloa* P. Beauv. – по одному виду (оба – только на Дальнем Востоке).

Анализ распространения просовых по флористическим провинциям, выделенным в пределах Азиатской России [5], показал, что наиболее широко распространенными видами являются *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (встречается в 11 провинциях из 13; пока не отмечен лишь в Сибирской аркто-гипарктической и Сибирской северо-восточной горно-гипарктической провинциях), *Panicum miliaceum* L. s.l. (в 11 провинциях; не отмечен в Сибирской северо-восточной и Чукотской арктической провинциях), *Setaria viridis* (L.) P. Beauv. (в 11 провинциях; нет в Сибирской северо-восточной и Чукотской провинциях), *Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult. (в 9 провинциях), *Digitaria ischaemum* (Schreb.) H.L. Muhl. (в 7 провинциях). В Сибири *Echinochloa crus-galli* считается инвазивным видом [14]. Это очень полиморфный вид, освоивший широкий спектр рудеральных, сегетальных и прибрежно-водных местообитаний; часто встречается в посевах различных культур, являясь злостным сорняком. Наиболее далеко на север заходит *Setaria viridis*: несмотря на то, что в Сибири этот вид распространен преимущественно южнее 60° с.ш., имеются сведения об единичной находке даже в Заполярье [4].

Требуют уточнения детали распространения в Азиатской России (главным образом – в Сибири) нескольких «мелких» видов, фигурирующих в сводке «Злаки России» [12], но не признаваемых в международных базах данных (Catalogue of Life; Plants of the World Online; World Flora Online; GBIF). Прежде всего, это виды из агрегатов *Echinochloa* aggr. *crus-galli* (*E. spiralis* Vasing. – распространение в Сибири не ясно), *E. aggr. crus-pavonis* (Kunth) Schult. (*E. caudata* Roshev. – распространение в Сибири нуждается в уточнении; *E. tzvelevii* Mosyakin ex Mavrodiev et H. Scholz – сравнительно недавно описанный вид; указан для Курганской области), *Setaria* aggr. *viridis* (*S. glareosa* V. Petrov, *S. maximowiczii* Tzvelev et Prob. – вероятно, оба таксона довольно широко распространены в южных районах Сибири), *S. aggr. italica* (*S. germanica* (Mill.) P. Beauv. – в обобщающих сводках по флоре Сибири не упоминается; не всегда хорошо отличим от *S. pycnocoma* (Steud.) Henrard ex Nakai).

Некоторые виды, распространенные в пределах Азиатской России только на Дальнем Востоке, известны по единичным сборам (*Echinochloa frumentacea* Link, *Eriochloa procera* (Retz.) C.E. Hubb., *Panicum capillare* L., *Panicum dichotomiflorum* Michx., *Paspalum thunbergii* Kunth ex Steud., *Urochloa panicoides* P. Beauv.) [12]. В Сибири наиболее редкими видами просовых, известными по 1–2 находкам, являются *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (Иркутская область, сбор 1988 г.) [13], *Echinochloa esculenta* (A. Braun) H. Scholz (Томск, сбор 2021 г.; также имеется сомнительное указание для Алтая) [21], *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. (Иркутск, сбор 1995 г.) [2].

В последние годы наблюдается расселение в некоторых районах Сибири видов просовых, сравнительно недавно бывших здесь очень редкими. Так, шерстняк (*Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth) впервые на территории Сибири был обнаружен более полувека назад в окрестностях г. Омска [10]. В последние 20 лет отмечаются его единичные местонахождения в Алтайском крае [3], Республике Алтай [1, 20], Томской области [16, 19] и Центральной Якутии [6]. В Байкальской Сибири этот восточноазиатский вид пока известен по единственной находке на территории Иркутской области, сделанной в 2006 г. [13]. Тем не менее, с учетом широкого распространения шерстняка на юге российского Дальнего Востока и в прилегающих районах Китая, весьма вероятно его нахождение и на юге Забайкалья. При проведении герботологических экспертиз в Томском филиале ФГБУ «ВНИИКР» плоды *Eriochloa villosa* периодически обнаруживаются в образцах продовольственного и фуражного зерна, выращиваемого в Томской области, масличных культур (рапс, лен), происходящих из Алтайского края и Новосибирской области, а также в семенах тритикале, гречихи и льна, выращенных в разных регионах Западной Сибири по технологии органического земледелия.

Другой восточноазиатский по происхождению вид – щетинник Фабера (*Setaria faberi* R.A.W. Hertr.) был впервые обнаружен в Сибири (Алтайский край) в 1995 г. [7]; имеются

также датированные 1995 годом сборы Е. Студеникиной (Зыковой) из северных районов Республики Алтай (NS). Позднее этот вид найден в Центральном Алтае [8], на юге Томской области [16], в Кемеровской области [18] и на юге Красноярского края [15]. К настоящему времени известны уже довольно многочисленные находки этого вида в Республике Алтай и Алтайском крае, а также несколько новых местонахождений в окрестностях Томска. По результатам анализа гербарных материалов и собственных наблюдений в природе установлено, что *Setaria faberi* на территории Сибири произрастает как в посевах и посадках различных культур (кукуруза, картофель, подсолнечник, пшеница, рапс), так и в рудеральных местообитаниях (пустыри, обочины дорог, железнодорожные насыпи); редко встречается также на залежах, засоренных лугах и по берегам водоемов.

Среди паникоидных злаков, распространенных в Азиатской России, нет карантинных для территории РФ видов. Тем не менее, некоторые виды являются обременительными сорняками посевов различных сельскохозяйственных культур. Зерновки щетинников (*Setaria* spp.), ежовника (*Echinochloa crus-galli*) и сорного проса (*Panicum ruderales* (Kitag.) Chang) очень часто засоряют образцы пшеницы, ячменя, проса, ржи, овса, кормовые смеси, газонные травы, почву. 15 встречающихся в Азиатской России видов просовых, относящиеся к 6 родам, регулируются фитосанитарными требованиями в 20 других странах (приведены в таблице).

Таблица

Присутствующие в Азиатской России виды злаков из трибы Paniceae, регулируемые фитосанитарными требованиями различных стран [9, 22, 23]

№ п/п	Вид	Количество регулирующих стран	Перечень стран, регулирующих вид (фитосанитарный статус вида в стране)
1.	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	5	Австралия (НКВО), Гватемала (КВО, А1), Иордания (КВО, А1), Новая Каледония (регулируемый), Новая Зеландия (КВО)
2.	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	4	Австралия (НКВО), Иордания (КВО, А2), Новая Зеландия (КВО), Тайвань (КВО)
3.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	4	Иордания (КВО, А2), Новая Зеландия (КВО), Сирия (НКВО, в пшенице), Тайвань (КВО)
4.	<i>Echinochloa esculenta</i> (A. Braun) H. Scholz	2	Новая Зеландия (КВО), Тайвань (КВО)
5.	<i>Echinochloa oryzoides</i> (Ard.) Fritsch	2	Аргентина (КВО, А1), Новая Зеландия (КВО)
6.	<i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth	1	Канада (регулируемый)
7.	<i>Panicum capillare</i> L.	3	Австралия (НКВО), Новая Зеландия (КВО), Перу (КВО, А1)
8.	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	2	Австралия (НКВО), Новая Зеландия (КВО)
9.	<i>Panicum miliaceum</i> L.	2	Австралия (НКВО), Новая Зеландия (КВО)
10.	<i>Setaria faberi</i> R.A.W.Herrm.	3	Венесуэла (КВО), Таиланд (КВО), Эквадор (КВО, А1)
11.	<i>Setaria italica</i> (L.) P.Beauv.	3	Австралия (НКВО), Мексика (КВО), США (КВО)
12.	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. et Schult.	6	Венесуэла (КВО), Гватемала (КВО), Австралия (НКВО), Израиль (КВО), Иордания (КВО, А1), США (регулируемый, семена запрещены к ввозу)

13.	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P.Beauv.	3	Австралия (НКВО), Венесуэла (КВО), Иордания (КВО, А2)
14.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	5	Австралия (НКВО), Венесуэла (КВО), Гватемала (КВО, А1), Иордания (КВО, А2), Эквадор (КВО, А1)
15.	<i>Urochloa panicoides</i> P.Beauv.	9	Венесуэла (КВО), Гватемала (КВО, А1), Колумбия (КВО, А1), Мексика (КВО), Никарагуа (КВО, А1, в семенах <i>Sorghum bicolor</i> ), Перу (КВО, А1), США (КВО), Тайвань (КВО), Эквадор (КВО, А1)

*Примечание.* КВО – карантинный вредный организм; А1 – перечень карантинных объектов, отсутствующих на территории регулирующей страны; А2 – перечень карантинных объектов, присутствующих (ограниченно распространенных) на территории регулирующей страны; НКВО – регулируемый некарантинный вредный организм.

Приведенные в таблице сведения необходимо учитывать при экспорте из РФ продукции, засоряемой данными видами злаков.

В связи с различной трактовкой ряда спорных видов из трибы Paniceae, а также учитывая значительные затруднения, возникающие при определении как растений этой группы, так и их плодов-зерновок, одной из задач наших дальнейших исследований является выявление диагностически значимых видоспецифичных морфологических признаков, которые могут быть использованы специалистами испытательных лабораторий фитосанитарных служб для установления видовой принадлежности паникоидных злаков и их плодов. Кроме того, предполагается создание иллюстрированных ключей для идентификации растений и плодов этой группы.

Исследования проведены в рамках НИР «Разработка методов выявления и идентификации сорных растений трибы Paniceae (Poaceae) для обеспечения экспортного потенциала Российской Федерации», выполняемой по государственному заданию Россельхознадзора, а также поддержаны Программой развития Томского государственного университета (Приоритет 2030).

## Литература

1. Зыкова Е.Ю., Эбель А.Л., Эбель Т.В., Шереметова С.А. Новые находки адвентивных видов растений в Республике Алтай // Turczaninowia, 2019. Т. 22. Вып. 1. С. 111–121.
2. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / под ред. Л.И. Малышева. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
3. Ломоносова М.Н. Шерстняк – *Eriochloa* Kunth // Определитель растений Алтайского края. Новосибирск: Наука, 2003. С. 583.
4. Лунова Н.Н., Будревская И.А. Ареал и зоны вредоносности щетинника зеленого *Setaria viridis* (L.) // Агрэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения. [Электронный ресурс] URL: [http://agroatlas.ru/ru/content/weeds/Setaria\\_viridis/map/index.html](http://agroatlas.ru/ru/content/weeds/Setaria_viridis/map/index.html) (дата обращения: 27.07.2023).
5. Малышев Л.И., Байков К.С., Доронькин В.М. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков // Krylovia, 2000. Т. 2. № 1. С. 3–16.
6. Николин Е.Г. Сорные и чужеродные растения Якутии // Российский журнал биологических инвазий. 2014. Т. 7. № 1. С. 45–51.
7. Пяк А.И., Эбель А.Л., Эбель Т.В. Новые и редкие виды растений во флоре Алтайского края и Республики Алтай // Krylovia, 2000. Т. 2, № 1. С. 67–72.
8. Пяк А.И., Эбель А.Л. Материалы к флоре Алтая // Turczaninowia, 2001. Т. 4. Вып. 1–2. С. 86–94.
9. Россельхознадзор / Ввоз. Вывоз. Транзит [Электронный ресурс] URL: <http://www.fsvps.ru/fsvps/importExport> (дата обращения: 20.05.2023).
10. Сергиевская Л.П. Флора Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1961. Т. 12, Ч. 1. С. 3071–3255.
11. Флора Сибири. Т. 2. Poaceae (Gramineae) / под ред. Л.И. Малышева и Г.А. Пешковой. Новосибирск: Наука, 1990. 361 с.
12. Цвелев Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 646 с.

13. Чешинога В.В., Верхозина А.В., Енущенко И.В., Прудникова А.Ю. Флористические находки в Южной Сибири // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2007. Т. 112, Вып. 6. С. 48–50.
14. Черная книга флоры Сибири / науч. ред. Ю.К. Виноградова, отв. ред. А.Н. Куприянов. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. 440 с.
15. Шауло Д.Н., Зыкова Е.Ю., Шмаков А.И., Эрст А.С., Сонникова А.Е. Заметки по флоре Западного Саяна // Turczaninowia, 2018. Т. 21, Вып. 2. С. 66–77.
16. Эбель А.Л. Новые находки адвентивных растений в Томской области // Бот. журн., 2007. Т. 92, № 5. С. 764–774.
17. Эбель А.Л., Шереметова С.А., Буко Т.Е. Флористические находки в бассейне Томи (Западная Сибирь) // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2009. Т. 114, Вып. 3. С. 65–67.
18. Эбель А.Л., Буко Т.Е., Шереметова С.А., Яковлева Г.И., Куприянов А.Н. Новые для Кемеровской области виды сосудистых растений // Бот. журн., 2009. Т. 94, № 1. С. 106–113.
19. Эбель А. 2020. Изображение *Eriochloa villosa* (Thunb.) Kunth // Плантиум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/page/image/id/681933.html> (дата обращения: 27.07.2023).
20. Derived dataset GBIF.org. 2023 (27 July 2023) Filtered export of GBIF occurrence data [https://www.gbif.org/occurrence/map?taxon\\_key=2702529&gadm\\_gid=RUS.16\\_1](https://www.gbif.org/occurrence/map?taxon_key=2702529&gadm_gid=RUS.16_1) [*Eriochloa villosa*: observations in Republic of Altay].
21. Ebel A.L. *Echinochloa esculenta* (A. Braun) H. Scholz (Poaceae). In: Findings to the flora of Russia and adjacent countries: New national and regional vascular plant records, 4 (A.V. Verkhovina, ed.) // Botanica Pacifica, 2022. Vol. 11 (1). P. 135.
22. EPPO Global Database [Электронный ресурс] URL: <https://gd.eppo.int/country/> (дата обращения: 14.06.2023).
23. International Plant Protection Convention [Электронный ресурс] URL: <https://www.ippc.int/en/countries/all/list-countries> (дата обращения: 17.06.2023).
24. Morrone O., Aagesen L., Scataglini M.A., Salaria D.L., Denham S.S., Chemisquy M.A., Sede S.M., Giussani L.M., Kellogg E.A., Zuloaga F.O. Phylogeny of the Paniceae (Poaceae: Panicoideae): integrating plastid DNA sequences and morphology into a new classification // Cladistics, 2012. Vol. 28. P. 333–356.

# Интродукция растений для сохранения разнообразия и рационального использования растений

---

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2/48

## ИНТРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ, РАСПРОСТРАНЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ, ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В СИБИРСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (ТОМСК)

Т.Н. Беляева, А.Н. Бутенкова

*Сибирский ботанический сад Томского государственного университета, г. Томск, Россия*

## INTRODUCTION ASSESSMENT OF SOME RARE SPECIES OF HERBAL PLANTS DISTRIBUTED IN THE TERRITORY OF NORTHERN EURASIA, GROWING IN THE SIBERIAN BOTANICAL GARDEN OF TOMSK STATE UNIVERSITY (TOMSK)

T.N. Belyaeva, A.N. Butenkova

*Siberian Botanical Garden of National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Сохранение видов растений как источника биологического разнообразия и генетических ресурсов является важнейшей частью «Глобальной стратегии по охране растений», принятой в 2002 г. на VI Международной Конференции стран-участниц Конвенции по биологическому разнообразию [11]. В настоящее время ботанические сады России включены в крупнейшую в мире сеть по сохранению биоразнообразия растительного мира BGCi (Botanic Gardens Conservation International) [4] и приобретают все большее значение в области охраны растений *ex situ* [7].

Наличие ботанических коллекций живых растений позволяет ученым проводить углубленные исследования биологии редких видов, оценить их перспективы для интродукции, а также использовать введенные в культуру растения как доноры для последующей реинтродукции в природные ценозы. Разработка основ культивирования хозяйственно ценных редких и исчезающих видов растений дает возможность значительно снизить антропогенное воздействие на природные популяции.

В 2023 г. подведен итог интродукционных исследований 16 видов травянистых поликарпических растений из коллекции Сибирского ботанического сада, распространенных на территории Северной Евразии, которые занесены в Красную книгу России [6] и региональные Красные книги на территории Сибири и российского Дальнего Востока. Географическое распространение видов определяли на основе литературных источников [8, 10, 12]. Феноритмотипы выделяли в соответствии с классификацией, предложенной Р.А. Карпионовой [5], ритмологические группы по началу цветения – в соответствии с Т.Н. Беляевой, А.Н. Бутенковой [2].

Для интродукционной оценки растений использована шкала, предложенная Т.Н. Беляевой [1], основанная на обобщении шкал, разработанных Р.А. Карпионовой [5],

Н.В. Трулевич [9], включающая 8 интегральных показателей, отражающих устойчивость, жизненность и репродукцию. В шкале учитываются результаты многолетних исследований.

*Allium altaicum* Pall. – Лук алтайский. Североазиатский горный вид. Луковично-корневищный геофит. Феноритмотип весенне-летне-осеннезеленый с позднелетним периодом полупокоя. Размножается семенами и вегетативно. Всхожесть семян составляет 83%. Болезни и вредители не отмечены. Хорошо себя чувствует на солнечных участках с дренированным рыхлым питательным субстратом. Почти не нуждается в агротехнических мероприятиях. Зимостоек, засухоустойчив. Рекомендован для каменистых садов. Ценное пищевое и витаминоносное растение.

*Allium caeruleum* Pall. – Лук голубой. Восточноевропейско-южносибирско-среднеазиатский горно-лесной вид. Луковичный розеточный геофит. Листья к началу цветения засыхают, вторая, осенняя генерация листьев длиной 30–40 см и шириной 0.7–0.9 см вегетирует по октябрь, до выпадения снега. Размножение семенное и вегетативное (дочерними луковицами). Лабораторная всхожесть семян 45–60%. Размножение в основном вегетативное с помощью луковичек-деток. Болезни и вредители не отмечены. Вид зимостоек, засухоустойчив. Необходимы рыхлые садовые дренированные почвы с умеренным, но регулярным увлажнением, хорошо освещенные участки. Рекомендован для каменистых садов, миксбордеров, цветников в природном стиле. Соцветия можно использовать в качестве иммортелей.

*Aquilegia viridiflora* Pallas – Водосбор зеленоцветковый. Восточноазиатский горно-степной вид. Травянистый каудексовый стержнекорневой гемикриптофит. Феноритмотип весенне-летне-осеннезеленый. Размножение семенное. Семенная продуктивность высокая [2]. В условиях культуры характеризуется укороченным онтогенетическим циклом развития, способен формировать регулярный и нередко обильный самосев. Растения могут поражаться грибными болезнями, из которых наибольшую опасность представляет мучнистая роса, которая обычно развивается при посадке растений на затененных участках в годы с повышенным гидротермическим режимом. Растение высаживают на открытых или полутенистых участках с умеренным увлажнением, почвы – от слабокислых до щелочных. Рекомендуется использовать в каменистых садах, миксбордерах, за исключением применения в озеленении детских учреждений.

*Diphylleia grayi* Fr. Schmidt – Двулистник Грея (*Podophyllum grayi* (F. Schmidt) Christenh. & Byng – Подофилл Грея). Восточноазиатский лесной реликтовый вид с узким ареалом. Короткокорневищный поликарпик. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Цветоносы повреждаются весенними заморозками. Размножение семенное и искусственное вегетативное. Разрастается довольно медленно. Вид устойчив к биотическим факторам, однако при посадке под липами во второй половине лета поражается сажистым грибом. Хорошо растёт только в тенистых или полутенистых местах, на достаточно влажных плодородных и хорошо дренированных почвах. Не рекомендуется посадка под липами. В СибБС ТГУ растения маломощные, не достигающие в культуре присущих им в природе размеров, повреждаются весенними заморозками. Не рекомендован для использования в озеленении южной тайги Западной Сибири.

*Erigeron compositus* Pursh – Мелколепестник сложноцветный. Азиатско-североамериканский аркто-бореально-монтанный петрофитный вид. Травянистое многолетнее поликарпическое плотнодерновинное растение с многоглавым каудексом. Феноритмотип весенне-летне-зимнезеленый. Размножение семенное. Образует самосев; может возобновляться посредством семенного размножения. Болезни и вредители не отмечены. Зимостоек, однако подвержен выпреванию и вымоканию. Выращивается на открытых, солнечных участках с хорошо дренированными каменисто-щебнистыми субстратами. Требуется создания особых микроклиматических условий. Периодически выпадает, но может восстанавливаться посредством самосева. Рекомендован для озеленения каменистых горок в качестве дополнительного ассортимента.

*Fritillaria meleagris* L. – Рябчик шахматный. Европейско-западносибирский луговой вид. Луковичный геофит. Эфемероид. Размножается семенами и вегетативно (дочерними луковичками, луковичными чешуями). При соблюдении агротехники устойчив к болезням и вредителям. Зимостоек. Предпочитает освещенные или полутенистые участки с легкими, умеренно увлажненными, хорошо дренированными, окультуренными, богатыми почвами. Растения необходимо пересаживать и делить каждые 3–4 года. Посадку следует проводить в конце августа. Рекомендован для каменистых садов, рабаток с однолетниками. Высаживается группами.

*Gymnospermium altaicum* (Pall.) Spach – Голосемянник алтайский. Эндемик Алтая. Эфемероид. Размножается свежесобранными семенами. Долголетний, дает обильный жизнеспособный самосев. Болезни и вредители не отмечены. Предпочитает открытые солнечные участки с рыхлыми плодородными почвами и регулярным умеренным увлажнением. Рекомендуются для каменистых садов, групповых посадок, пейзажных композиций в качестве оригинального весеннецветущего многолетника.

*Hosta albomarginata* (Hook.) Ohwi (*Hosta lancifolia* Engl.) – Хоста белокраевая (Хоста ланцетолистная). Восточноазиатский вид. Короткокорневищный многолетник. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Размножение искусственное вегетативное. Семенное размножение при интродукции в Томске отсутствует: плоды не завязываются. К болезням и вредителям устойчив, изредка листья могут повреждаться слизнями. Необходим выбор участка с рассеянным светом, рыхлыми, богатыми гумусом почвами. Устойчив к засухе и переувлажнению почвы. Зимостоек, теневынослив, в культуре высокоустойчив. Может выращиваться без деления на одном месте в течение 7–10 лет. Применяется при оформлении миксбордеров, цветников в полутени, где высаживается группами, рабатками, массивами.

*Iris pseudacorus* L. – Касатик ложноаировый. Евразийский бореально-неморальный вид. Короткокорневищный плотнодерновинный многолетник. Размножение вегетативное делением корневищ, семенами. Устойчив к болезням и вредителям. Выращивают на открытых или полутенистых, влажных участках. Вид в культуре высокоустойчив, в особом уходе не нуждается. Используется для создания групп у водоемов, в пейзажных цветниках.

*Iris setosa* Pall. ex Link – Ирис щетинистый. Азиатско-североамериканский лугово-болотный вид. Короткокорневищный дерновинный многолетник. Феноритмотип весенне-летне-осеннезеленый. Размножение семенное и искусственное вегетативное (деление корневища). Образует самосев. Устойчив к болезням и вредителям. В культуре высокоустойчив. Требуется посадки на открытых, хорошо освещенных участках с обычными садовыми влагоемкими почвами. Рекомендован для крупных рокариев, миксбордеров, посадок группами в садах природного стиля.

*Iris sibirica* L. – Касатик сибирский. Евразийский вид. Короткокорневищный плотнодерновинный травянистый многолетник. Феноритмотип весенне-летне-осеннезеленый. Размножение семенное и вегетативное (деление корневища). Устойчив к болезням и вредителям. Выращивают на открытых и слегка затененных участках с рыхлыми садовыми, хорошо увлажненными почвами. Не любит задернованных и тяжелых глинистых почв. В культуре высокоустойчивый, неприхотливый вид. Используется в посадках группами, в составе миксбордеров, цветниках «Природный луг», оформлении водоемов, цветочных композициях, как срезочная культура.

*Lilium lancifolium* Thunb. – Лилия ланцетолистная. Восточноазиатский вид. Луковичный геофит. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Плодоношение не отмечено. Размножение делением гнезд луковок, а также луковичками, формирующимися в пазухах листьев (бульбочками). Отсутствие семенного размножения компенсируется высокой интенсивностью вегетативного возобновления. Может поражаться ботритиозом, поедаться грызунами (мыши, крысы). Культивируется на солнечных и слегка затененных участках с суглинистыми нейтральными или слабокислыми, хорошо дренированными,



рыхлыми почвами с умеренным увлажнением. В культуре вид устойчив, зимостоек, однако может страдать от грызунов. Рекомендован для миксбордеров, садов природного стиля, в качестве срезочной культуры.

*Lilium pensylvanicum* Ker-Gawler – Лилия пенсильванская (*L. dauricum* Ker Gawl. – Л. даурская). Восточноазиатский пребореальный вид. Луковичный геофит. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Размножение вегетативное делением гнезд луковиц в конце лета, семенами. При рассадном способе выращивания зацветает на 3-ий год. Самосев не отмечен. В отдельные годы незначительно поражается грибными болезнями (ботритиоз). Возможна гибель от грызунов (мышей). Хорошо растет на солнечных и слегка затененных участках с суглинистыми нейтральными или слабокислыми, хорошо дренированными, рыхлыми почвами с умеренным увлажнением. Вид рекомендован для широкого использования в цветочном оформлении миксбордеров, садов природного стиля, создания групп на газоне, как срезочной культуры.

*Meehania urticifolia* (Miq.) Makino – Михения крапиволистная. Восточноазиатский лесной вид. Наземно-ползучий столонообразующий травянистый поликарпик, Феноритмотип весенне-летнезеленый. Размножение преимущественно естественное и искусственное вегетативное (укорененными черенками). Семян завязывается немного. Низкая семенная продуктивность компенсируется высокой интенсивностью вегетативного размножения. Болезни и вредители не отмечены. Растения зимостойкие, устойчивые к выпреванию и вымоканию. Необходимы рыхлые садовые почвы с умеренным, но регулярным увлажнением, посадка в тени. Долголетнее почвопокровное растение, рекомендовано для озеленения тенистых и полутенистых участков.

*Plagiorhegma dubia* Maxim. – Косоплодник сомнительный. Восточноазиатский лесной вид. Реликт третичных лесов. Короткокорневищный гемикриптофит. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Размножение свежесобранными семенами и искусственное вегетативное делением корневища. Вид устойчив к болезням и вредителям. Долгоживущий, зимостойкий в культуре многолетник. Культивируется на плодородных и хорошо дренированных умеренно увлажненных почвах. Перспективен для посадки на каменистых горках, создания ландшафтных композиций под пологом древесных растений.

*Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A. DC. – Ширококолокольчик крупноцветковый. Даурско-восточноазиатский лесостепной вид. Каудексовый геофит. Феноритмотип весенне-летнезеленый. Размножение семенное [3]. Общая продолжительность онтогенеза в культуре по сравнению с природой сокращается. Вид в культуре устойчив, однако может страдать от нашествия грызунов, поедающих подземные органы растений. Предпочитает открытые, солнечные и слабо затененные участки без застоя воды, с хорошим дренажем, богатые, рыхлые почвы. Рекомендован для использования в ландшафтном дизайне в групповых посадках, миксбордерах, а также в цветоводстве – как срезочная культура.

Большинство исследованных видов характеризуется весенне-летним (7 видов) и весенне-летне-осенним (6 видов) феноритмотипами. Два вида (*Gymnospermium altaicum*, *Fritillaria meleagris*) являются эфемероидами с коротким периодом вегетации и один вид (*Erigeron compositus*) – весенне-летне-зимнезеленым поликарпиком. По ритму цветения – большинство видов (6) отнесены к летним, 3 вида – к раннелетним (*Diphylleia grayi*, *Fritillaria meleagris*, *Meehania urticifolia*), 3 вида – к весенним (*Erigeron compositus*, *Gymnospermium altaicum*, *Plagiorhegma dubia*) и 2 вида (*Hosta albomarginata*, *Lilium lancifolium*) – к позднелетним. Регулярное созревание семян выявлено у 13 видов. Плодоношение отсутствует у *Hosta albomarginata* и *Lilium lancifolium*. Соцветия *Diphylleia grayi* нередко повреждаются весенними заморозками. *Meehania urticifolia* размножается преимущественно вегетативно.

На основе проведенной комплексной интродукционной оценке в условиях южной тайги Западной Сибири 9 видов отнесено к высокоустойчивым интродуцентам, 6 видов – к устойчивым и один вид (*Diphylleia grayi*) – к среднеустойчивым (табл.).

## Комплексная интродукционная оценка исследованных видов

№	Название вида	Название семейства	Градации оценки
1.	<i>Allium altaicum</i>	Alliaceae	высокоустойчивый
2.	<i>Allium caeruleum</i>	Alliaceae	устойчивый
3.	<i>Aquilegia viridiflora</i>	Ranunculaceae	высокоустойчивый
4.	<i>Diphylleia grayi</i>	Berberidaceae	среднеустойчивый
5.	<i>Erigeron compositus</i>	Asteraceae	устойчивый
6.	<i>Fritillaria meleagris</i>	Liliaceae	устойчивый
7.	<i>Gymnospermium altaicum</i>	Berberidaceae	устойчивый
8.	<i>Hosta albomarginata</i>	Hostaceae	высокоустойчивый
9.	<i>Iris pseudacorus</i>	Iridaceae	высокоустойчивый
10.	<i>Iris setosa</i>	Iridaceae	высокоустойчивый
11.	<i>Iris sibirica</i>	Iridaceae	высокоустойчивый
12.	<i>Lilium lancifolium</i>	Liliaceae	высокоустойчивый
13.	<i>Lilium pensylvanicum</i>	Liliaceae	высокоустойчивый
14.	<i>Meehanian urticifolia</i>	Lamiaceae	высокоустойчивый
15.	<i>Plagiorhegma dubia</i>	Berberidaceae	устойчивый
16.	<i>Platycodon grandifloras</i>	Campanulaceae	устойчивый

Для широкого использования в озеленении общественных пространств г. Томска рекомендовано 4 вида (*Hosta albomarginata*, *Iris setosa*, *I. sibirica*, *I. pseudocorus*), остальные многолетники (за исключением *Diphylleia grayi*) могут применяться в качестве дополнительного ассортимента. *Diphylleia grayi* представляет значительный научный интерес (реликт с узким ареалом, занесенный в Красную книгу России [6]) и должна сохраняться в коллекциях ботанических садов России. Ассортимент растений для широкого использования в придомовом и приусадебном озеленении может быть дополнен наряду с видами рода *Iris* и *Hosta lancifolia* представителями рода *Lilium*, *Allium*, *Platycodon grandifloras*, *Plagiorhegma dubia*, *Fritillaria meleagris*.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2020-0019).

## Литература

1. Беляева Т.Н. Биологические особенности декоративных двудольных многолетних растений при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири: автореф. дис. ... д-р биол. наук. Томск, 2021. 49 с.
2. Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н. Интродукция декоративных многолетников в южной тайге Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2020. 422 с.
3. Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н., Шмакова Г.А. Особенности сезонного развития, семенная продуктивность и посевные качества семян некоторых видов семейства Campanulaceae сибирской флоры // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 10. С. 12–16.
4. Горбунов Ю.Н., Демидов А.С. Особо охраняемые природные территории Российской Федерации. Ботанические сады и дендрологические парки. М., 2012. 358 с.
5. Карписонова Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР: эколого-флористическая и интродукционная характеристика. М.: Наука, 1985. 205 с.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. 855 с.
7. Прокопьев А.С., Беляева Т.Н., Баранова А.Л., Харина Т.Г., Сучкова С.А., Катаева Т.Н., Агафонова Г.И. Сохранение биоразнообразия растений в коллекциях открытого грунта в

- Сибирском ботаническом саду Томского государственного университета // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия. Сборник материалов Международной научной конференции, посвящённой 100-летию Южного федерального университета (Ростов-на-Дону, 27–30 мая 2015 г.). Ростов-на-Дону, 2015. С. 86–90.
8. *Сосудистые растения советского Дальнего Востока*: Плауновидные, Хвощевидные, Папоротниковидные, Голосеменные, Покрытосеменные (Цветковые): в 8 т. / отв. ред. С.С. Харкевич. Л.-СПб.: Наука, 1985–1996. Т. 1–8.
  9. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 215 с.
  10. *Флора Сибири в 14 томах*. Издательство: Наука, Сибирское отделение, Новосибирск. 1988–2003.
  11. *Convention on Biological Diversity. Global Strategy for Plant Conservation: 2011–2020* // CBD Technical Series No. 81. Richmond, 2012. 58 p.
  12. *Flora of China*: in 25 vol. / ed. by Z. Wu, P. H. Raven, D. Hong. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 1995–2015. Vol. 1–21.

## КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ ЭКСПЛАНТОВ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ СОРТОВ DELISSIMO, ELAN И MILAN НА ГОРМОНАЛЬНЫХ СРЕДАХ

Э.А. Борзилова<sup>1</sup>, М.Д. Ивасенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

## RHIZOGENESIS OF EXPLANTS OF *FRAGARIA* × *ANANASSA* OF VARIETIES DELISSIMO, ELAN AND MILAN ON HORMONAL MEDIA

E.A. Borzilova<sup>1</sup>, M.D. Ivasenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Садовая земляника *Fragaria* × *ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier (1785) – традиционная сельскохозяйственная культура, ставшая в последнее время биотехнологически значимой для выращивания на ситифермах. В связи с развитием промышленного выращивания земляники на гидропониках, возникает необходимость в получении безвирусной, однородной растительной культуры. Современное сельскохозяйственное производство требует использования здоровых растений, что ставит задачу отработки надежного способа получения качественного посадочного материала. Значительная доля посадочного материала, выращенного в естественных условиях, поражена вирусными и бактериальными инфекциями, что существенно снижает урожайность, а обработка пестицидами может негативно влиять на здоровье человека. Вегетативное размножение не всегда оказывается успешным и большой процент растений погибает. На сегодняшний день все большее значение приобретает использование культуры растений *in vitro*. Этот метод позволяет защитить растения от патогенов и получить генетически однородный посадочный материал.

Целью проекта стала оценка ризогенеза полученной стерильной культуры садовой земляники сортов Milan, Elan, Delissimo в культуре *in vitro*.

Семена были приобретены в голландском селекционном центре ABZ Seeds Gourmet Strawberries. Посев семян на питательную среду производили в асептических условиях ламинарного бокса на питательную среду Мурасиге-Скуга [3]. Все питательные среды стерилизовали в автоклаве при температуре 121°, 1 атм. на протяжении 30 мин. Посуда для работы была простерилизована в сухожаровом шкафу 240 мин. при 160°. Обработка семян проводилась стерилизующим раствором (дистиллированная вода, этиловый спирт, перекись водорода в соотношении 40:3:3), посев семян осуществлялся в стерильные пластиковые контейнеры. Для установления оптимальной концентрации компонентов были выбраны 6 вариантов среды Мурасиге-Скуга с пониженным содержанием макроэлементов (2400 ppm, 1200 ppm, 600 ppm), половину образцов была добавлена сахароза в качестве источника питательных веществ [6]. Адаптация микроклонов к условиям *ex vitro* проводили на ситеферме с системой капельного полива на биотехнологической площадке МАОУ Школа «Перспектива» г. Томска [7].

Посадочный материал, в виде верхушечных почек вегетативных побегов, вводили в *in vitro* в период вегетации растения (позднезимний период, конец февраля). Заготовку материала производили в конце октября, подвергали стратификации при температуре 2–3°C, затем стерилизации. Далее экспланты высаживали на питательную среду с последующим укоренением добавлением 6-бензиламинопурина (БАП), гиббереллиновой кислоты (ГК) и индолилуксусной кислоты (ИУК). Для исследования ризогенеза были выбраны следующие конечные концентрации гормонов:

1. БАП 0.5 мг/л ГК 0.2 мг/л;
2. БАП 0.2 мг/л ГК 0.1 мг/л;
3. БАП 0.5 мг/л ГК 0.1 мг/л;
4. БАП 1 мг/л ГК 0.5 мг/л;
5. БАП 1 мг/л ИУК 0.5 мг/л.



Рис.1. Экспланты на жидкой среде и растения, посаженные на укоренение

На 24-е сутки была проведена диагностика проросших семян. При использовании среды без сахарозы с концентрацией 1200 ppm ростки имели наиболее развитый побег и корневую систему. Самое медленное развитие отмечено у образцов на среде с концентрацией 600 ppm, содержащей сахарозу (рис. 6). В связи с этим дальнейший посев сортов Milan, Elan, Delissimo производился на состав с данной концентрацией компонентов.

В результате проведенной работы установили, что оптимальная концентрация компонентов питательной среды составляет 1200 ppm; сахароза в питательной среде оказывает угнетающее воздействие на развитие проростков; были получены следующие стерильные культуры: Elan (8 шт., эффективность прорастания 89%), Delissimo (8 шт., эффективность прорастания 89%) Milan (5 шт., эффективность прорастания 56%).

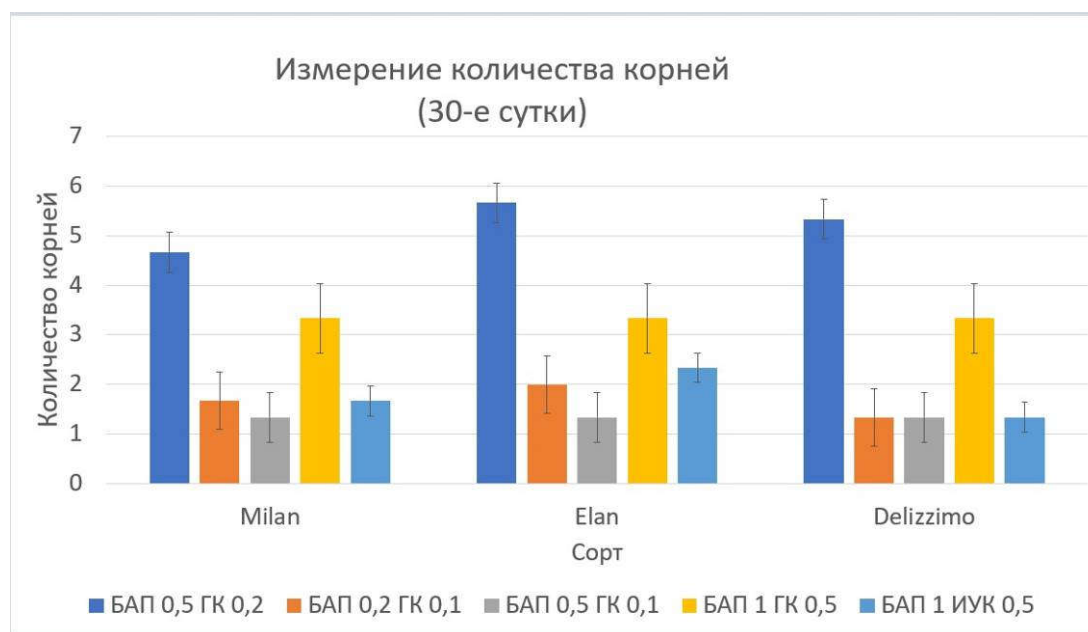


Рис.2. Ризогенез в культуре *in vitro*

Экспланты, высаженные на укоренение с добавлением гормонов продемонстрировали ризогенез с формированием корневой системы. Наиболее развитая корневая система наблюдалась у микроклонов при использовании среды с добавлением БАП 0.5 мг/л и ГК 0.2 мг/л, худшие результаты продемонстрировали растения на питательной среде с добавлением гормонов БАП 0.5 мг/л с ГК 0.1 мг/л и БАП 1 мг/л и ИУК 0.5 мг/л.

## Литература

1. Прохоров А.М. Земляника // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.]. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1969–1978.
2. Бородаева Ж.А. Муратова С.А., Кулько С.В., Тохтарь Л.А. Влияние различных источников углеводного питания на ризогенез микрочеренков ягодных культур в условиях *in vitro* // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2017. № 25 (274), вып. 41. С. 21–35.
3. Маркова М.Г., Сомова Е.Н. Приемы повышения укореняемости микропобегов земляники садовой в культуре *in vitro* // Вестник Марийского государственного университета серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». Ижевск, 2017. Т. 3. № 2 (10). С. 34–38.
4. Вечернина Н.А., Таварткиладзе О.К., Бородулина И.Д., Эрст А.А. Адаптация растений-регенерантов с использованием гидропоники // Известия Алтайского государственного университета. 2008. №3. С. 7–10.
5. Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. М., 1983. 97 с.
6. Дорошенко Н.П., Куприкова А.С., Пузырнова В.Г. Влияние сахарозы на замедление роста и сохранение растений винограда в коллекции *in vitro* // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017. № 46. Вып. 4. С. 1–16.
7. Мацнева О.В., Ташматова Л.В. Клональное микроразмножение земляники – перспективный метод современного питомниководства // Современное садоводство Contemporary horticulture. 2019. №. 4. С. 113–119.

**ВЛИЯНИЕ СОСНОВЫХ ОПИЛОК И ИХ ЭКСТРАКТОВ  
НА РАЗВИТИЕ МИЦЕЛИЯ *LENTINULA EDODES* (BERK.) PEGLER, 1976**

**Т.У. Вертикова<sup>1</sup>, А.В. Функ<sup>1</sup>, К.Е. Боянгина<sup>2</sup>, Е.В. Плотников<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*МАОУ Школа «Перспектива», Томск, Российская Федерация*

<sup>2</sup>*Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,  
г. Москва, Россия*

<sup>3</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*

**THE EFFECT OF PINE SAWDUST AND ITS EXTRACTS ON THE GROWTH AND  
DEVELOPMENT OF MYCELIUM *LENTINULA EDODES* (BERK.) PEGLER, 1976**

**T.U. Vertikova<sup>1</sup>, A.V. Funk<sup>1</sup>, K.E. Boyangina<sup>2</sup>, E.V. Plotnikov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Municipal Autonomous Educational Institution «Perspektiva» School, Tomsk, Russia*

<sup>2</sup>*Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy  
after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

К настоящему времени накопились сведения о том, что высшие грибы являются источниками различных лекарственных средств, в том числе с противоопухолевой и противовирусной активностью [6]. К числу лекарственных грибов относится *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler, 1976, или шиитаке.

Этот высший съедобный гриб обладает уникальным химическим составом, что позволяет ему положительно влиять на организм человека. Экстракт плодовых тел грибов также обладает противовирусными и антибактериальными свойствами [4]. Полисахариды шиитаке, ответственные за его полезные свойства, сохраняются и после термической обработки [3]. Однако основной биорегулирующий эффект связывают с полисахаридом лентинаном, проявляющим модифицирующее действие на активность клеток врожденного иммунитета [9].

Культивирование лекарственного гриба *Lentinula edodes* имеет большое значение за счет его иммуномодулирующих свойств. Шиитаке участвуют в поддержании иммунитета и в выведении из организма тяжелых металлов при нарушениях обмена веществ, в частности, при ожирении [8].

В естественных местах обитания *L. edodes* произрастает на древесине деревьев *Castanopsis cuspidata*, ареал этого дерева находится в Восточной Азии [7], где располагаются основные грибные фермы *L. edodes*. В России шиитаке культивируют в Приморском крае [5] и на Сахалине, т. к. эти субъекты граничат со странами Азии, следовательно, возможно приобретение древесины *C. cuspidata*, на которой произрастает *L. edodes*.

На территории Сибири *C. cuspidata* не произрастает, поэтому необходимо получить штамм *L. edodes*, который способен давать высокую урожайность на видах деревьев, произрастающих в Сибири [2].

В связи с этим целью проекта стала оценка влияния сосновых опилок и их экстрактов на рост и развитие мицелия *L. edodes*. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: 1) идентифицировать мицелий; 2) оценить влияние сосновых опилок и их экстрактов на рост мицелия *Lentinula edodes*; 3) оценить влияние экстрактов сосновых опилок на биомассу мицелия и образование плодовых тел.

### Характеристика и идентификация *L. edodes*

Шиитакэ (лат. *Lentinula edodes*) – это высший съедобный сапротрофный гриб, обладающий лечебными свойствами.

Мицелий был приобретен на Агрофирме «Поиск» вместе с заражениями, в том числе с плесенью. Для установления подлинности видовой принадлежности полученной чистой культуры гриба была проведена ее идентификация путем сравнения частичной нуклеотидной последовательности гена ITS [1, 10] с референсными образцами. Работа состояла из трех этапов: выделение ДНК, постановка ПЦР и проведение электрофореза. Полученный штамм условно назвали L1.

Таблица 1

Компоненты ПЦР-смеси

Компонент	Исходная концентрация	Рабочая концентрация	Объем компонента на 105 мкл
Taq-буфер	10x	1x	10.500
MgCl <sub>2</sub>	25 mM	2.5 mM	10.500
dNTPs	2.5 mM	0.2 mM	8.400
ITS-1	10 pMol/μl	0.2 pMol/μl	2.100
ITS-4	10 pMol/μl	0.2 pMol/μl	2.100
Taq-pol	5 ед. акт./μl	0.025 ед. акт./μl	0.525

Расчет объема компонентов проводился по формуле:

$$C_1V_1 = C_2V_2,$$

где  $C_1$  – исходная концентрация,

$V_1$  – исходный объем,

$C_2$  – рабочая концентрация,

$V_2$  – конечный объем.

Секвенирование проводили в научно-производственной компании Синтол, Москва. Анализ последовательности ITS-региона, выравнивание последовательностей методом ClustalW проводили в программе UGENE Version 44. Филогенетическое дерево строили в MEGA 11 методом ближайшего соседа с бутстрап-поддержкой (Bootstrapped Neighbour-Joining Tree).

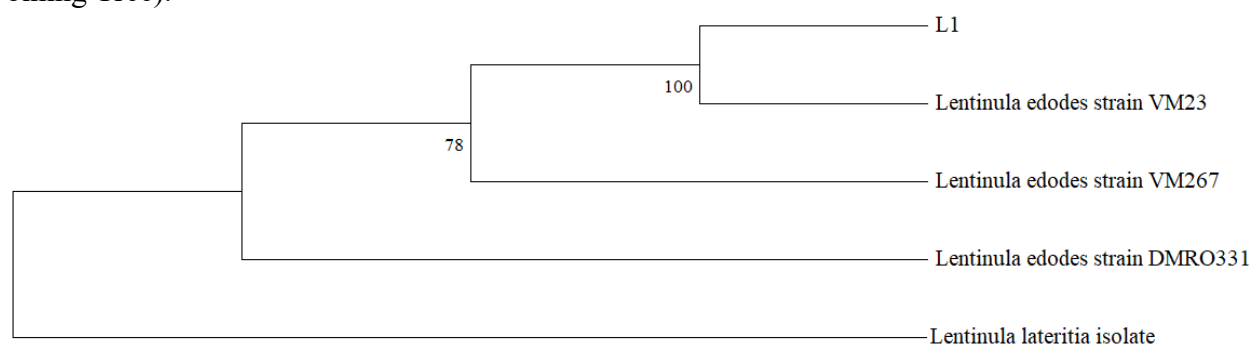


Рис. 1. Идентификация и филогенетическое дерево штамма L1

### Культивирование *L. edodes* в лаборатории

Посев был произведен в стерильных условиях ламинарного бокса – специализированного лабораторного оборудования, которое используют для создания чистой зоны для работ с биологическими, химическими и прочими видами препаратов. Предварительно питательные среды стерилизуют в автоклаве ВК-70 при температуре 121°C в течение 30 минут. Металлические и стеклянные изделия стерилизуют в сухожаровом шкафу при температуре 160°C в течение 2 часов 30 минут.



Для культивирования мицелия гриба использовалась твердая питательная среда Tsujiamata. Состав среды приведен в таблицах 2 и 3 (в таблице 2 указаны вещества, для добавления которых не требуется приготовление маточных растворов).

Для введения в среду микроэлементов необходимо приготовить маточные растворы (см. таблицу 3).

Изготавливается 2 маточных раствора:

1.  $\text{FeSO}_4$  + ЭДТА с концентрацией 1:100
2.  $\text{NH}_4\text{MoO}_4$  +  $\text{MnCl}_2$  +  $\text{ZnCl}_2$  +  $\text{CuSO}_4$  с концентрацией 1:100

Таблица 2  
Состав питательной среды Tsujiamata

Компонент	Грамм на литр среды
Глюкоза	30.0
Пептон	6.0
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.5
$\text{MgSO}_4$	0.5
$\text{CaCl}_2$	0.1
Агар	20.0

Таблица 3  
Состав питательной среды Tsujiamata  
(микроэлементы)

Компонент	Грамм на 100 мл маточного раствора
$\text{FeSO}_4$	1.0
ЭДТА	1.3
$\text{NH}_4\text{MoO}_4$	0.3
$\text{MnCl}_2$	0.3
$\text{ZnCl}_2$	0.3
$\text{CuSO}_4$	0.1

Как только мицелий разрастется на всю чашку Петри, его пересаживают на зерновой субстрат. Для его приготовления необходимо смешать 1 кг зерна пшеницы, 10 г гипса, 10 г мела, налить 2 л воды и варить до готовности.

Дальнейший рост мицелия происходит на субстрате из опилок. Для приготовления субстрата необходимо смешать 900 г сосновых опилок, 100 г зерна, 1 г мела и 1 г гипса и добавить воды в небольшом количестве до состояния липкой субстанции.

Полив производится с постоянной периодичностью.

Для оценки влияния экстрактов сосновых опилок на развитие мицелия штамм был посажен на различные по содержанию экстрактов питательные среды. В эксперименте участвовали четыре группы сред:

1. питательная среда + 10%-ный экстракт сосновых опилок (1:1);
2. питательная среда Tsujiamata;
3. питательная среда + дистиллированная вода (1:1);
4. питательная среда + 5%-ный экстракт сосновых опилок (1:1).

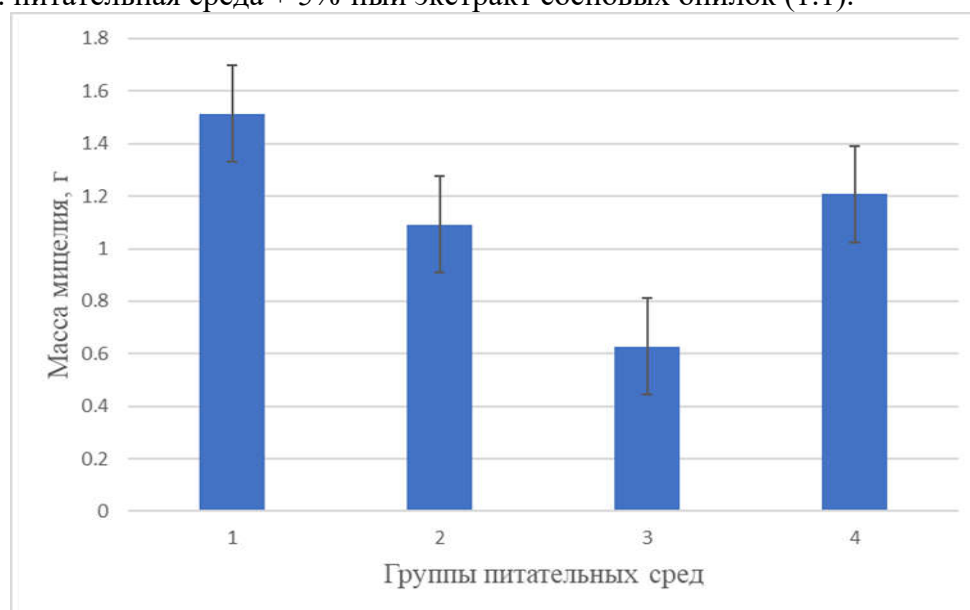


Рис. 2. Масса мицелия в возрасте 14 дней на различных группах сред

Для приготовления 10%-ного экстракта сосновые опилки смешивали с водой в соотношении 10:100, для приготовления 5%-ного экстракта – 5:100. Далее экстракты добавляли в питательные среды и автоклавировали.

Мицелии выращивали на различных по содержанию сосновых экстрактов питательных средах в течение двух недель, после чего их вынимали, сушили и взвешивали. Результаты представлены на графике № 1.

На графике видно, что грибы, выращенные на питательной среде с наибольшей концентрацией сосновых опилок, обладают высокой урожайностью.

Результаты оценки влияния сосновых экстрактов на рост мицелия и сосновых опилок на образование плодовых тел представлены на рисунках 3 и 4 соответственно.

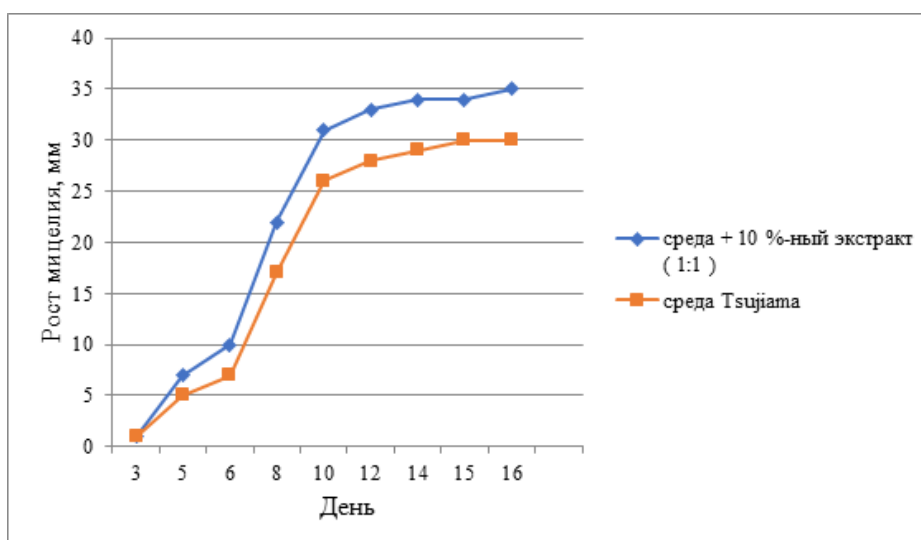


Рис.3. Влияние экстракта сосновых опилок на рост мицелия

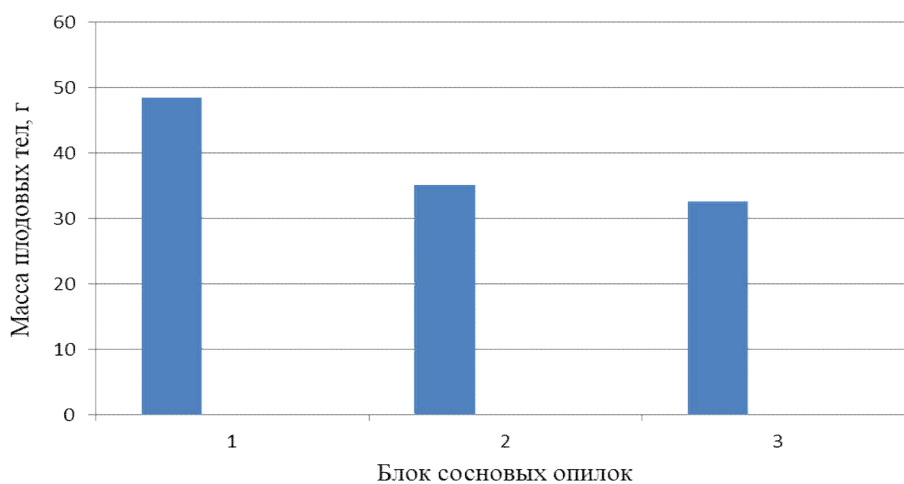


Рис. 4. Масса плодовых тел с разных блоков сосновых опилок

Шиитаке выращивались на различных опилках, однако плодовые тела были получены на сосновых опилках. Общая масса плодовых тел с одного сбора составила 145 г. Лучшие результаты: 54 г, 45 г, 30 г.

### Выводы

1. Молекулярные методы подтвердили принадлежность выделенной чистой культуры гриба к виду *Lentinula edodes*.
2. Экстракты сосновых опилок ускоряют рост мицелия.

3. Масса мицелиев, выращенных на питательной среде с добавлением 10%-ного экстракта больше массы контрольной группы на 25%.
4. Урожайность с одного сбора составила 145 г, средняя масса плодового тела составила 34 г.

### Литература

1. Воробаев А.Д., Екатеринчев Д.А., Филина Ю.С., Несвижский Ю.В., Воробаева Е.А., Лиханская Е.И. Анализ эффективности различных методов идентификации грибов рода *Candida* // Успехи медицинской микологии. 2020. Том XXI. Глава 4. С. 317–320.
2. Калашиников А.А. Новая технология культивирования высших базидиомицетов в искусственно замкнутой экосистеме: Дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 2011. 143 с.
3. Карпов Ф.Ф. Выращивание гриба шиитаке в теплице // Гавриш. 2007. № 5. С. 27–29.
4. Кириленко М.А., Кузнецов О.Ю. Оценка биологического действия фармакологических форм шиитаке (*Lentinus edodes*) на лактобактерии // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2019. Т. 28. С. 56–62.
5. Комин П.А. Ареал гриба шиитаке (*Lentinula edodes* (berk.) pegler) в Приморском крае // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4. С. 178–181.
6. Сотникова Н.Ю., Милькова Е.В., Кузнецов О.Ю., Мартенова А.А. Иммуномодулирующее действие сока гриба шиитаке *in vitro* // Успехи медицинской микологии. 2003. Т. 1. С. 286–287.
7. Ткачёва М.Н. Преимущества использования поверхностного культивирования гриба шиитаке в биотехнологии // Сборник материалов международных научно-практических конференций. 2018. С. 220–223.
8. Хуссейн А.С., Налбандян А.А. Оптимизация процесса культивирования грибов шиитаке в искусственно созданных условиях // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 2. С. 31–32.
9. Яновой В.В., Мартынов А.С., Разин А.Н., Филиппова И.Ф. Применение грибов *Lentinus edodes* (Шиитаке) в комплексном лечении запущенных форм рака ободочной и прямой кишки // Колопроктология. 2006. № 1 (15). С. 32–34.
10. Eva Bellemain, Tor Carlsen, Christian Brochmann, Eric Coissac, Pierre Taberlet & Havard Kauserud. ITS as an environmental DNA barcode for fungi: an *in silico* approach reveals potential PCR biases // BMC Microbiology. 2010. Т. 10. P. 1–9. doi: 10.1186/1471-2180-10-189

## ОСОБЕННОСТИ СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ ИРИСОВ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ г. АЛМАТЫ

Л.М. Грудзинская, М.С. Рамазанова, Р.Б. Арысбаева

*Институт ботаники и фитointродукции, г. Алматы, Республика Казахстан*

## FEATURES OF SEED PRODUCTION OF IRIS WILD SPECIES IN THE BOTANICAL GARDEN OF ALMATY

L.M. Grudzinskaya, M.S. Ramazanova, R.B. Arysbaeva

*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Садовые ирисы – одна из самых популярных цветочных культур. Все они, в том числе – многие дикорастущие виды ирисов, хорошо размножаются вегетативным путем (делением корневища) [1, 5, 10]. В то же время, вопросы семенного размножения ирисов не остаются без внимания, поскольку семенным путем поддерживается внутривидовое генетическое разнообразие и ведется селекционная работа [11]. Со всей остротой встает ряд проблем семенного размножения ирисов, в том числе – поиски наиболее оптимальных способов предпосевной подготовки семян для повышения их всхожести.

Общие сведения по особенностям семенного размножения дикорастущих ирисов довольно многочисленны. По итогам интродукции видов рода в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова Российской академии наук (г. Санкт-Петербург) приводятся особенности семенного размножения 7 видов: *Iris dichotoma* Pall., *I. ensata* Thunb., *I. halophila* Pall., *I. pallida* Lam., *I. pseudoacorus* L., *I. sibirica* L., *I. sogdiana* Bunge [4]. В справочнике М.Г. Николаевой и др. [8] даны условия стимулирования прорастания семян *Iris carthaginiensis* Fomin, *I. dichotoma*, *I. halophila*, *I. kaempferi* Sieb.ex Lam., *I. ruthenica* Ker-Gawl., *I. pseudoacorus*, *I. pumila* L., *I. setosa* Pall.ex Link, *I. sibirica*, *I. versicolor* L. Предобработка семян 34 видов Ирисов дается в электронной базе по проращиванию семян многолетников на сайте Tom Clothier's Garden Walk and Talk [9]. Имеются указания по условиям проращивания семян: *Iris barbata*, *bucharica*, *bulleyana*, *chamaeiris*, *chrysographes*, *foetidissima*, *forrestii*, *graminea*, *hollandica*, *illyrica*, *kamaonensis*, *kaempferi*, *lactea*, *laevigata*, *magnifica*, *missouriensis*, *orientalis*, *paradoxa*, *pseudacorus*, *pseudocaucasica*, *pumila*, *reichenbachii*, *sanguinea*, *sari*, *setosa*, *sibirica*, *sintenisii*, *spuria*, *tectorum*, *tenax*, *variegata*, *versicolor*, *virginica* и *xiphioides*.

Несмотря на довольно многочисленные публикации по особенностям предпосевной подготовки семян ирисов, цифровые данные по всхожести семян дикорастущих ирисов в доступной для нас литературе найдены только для 10 видов, причем сведения об их всхожести и способах предпосевной обработки семян нередко весьма противоречивы: *Iris pseudoacorus* – до 60%; *I. pumila* – до 85–95% [8]; *Iris dichotoma* – 38%, *I. sogdiana* (в лабораторных условиях) – 2% [4]; *I. spuria* – до 45%, сорта этого вида – от 4 до 67% [3]; *I. chrysographes* – 58–75%; *I. setosa* – 80–93%; *I. sibirica* – 17–64–78–97% [12]; *I. pseudoacorus* (сорта и формы) 37–48%; *I. gotlandica* hort. – 35%; *I. versicolor* L. – 34–64% [2]; семена ирисов в первый год после посева 8–15% [7].

Коллекция дикорастущих ирисов на участке лекарственных растений Главного ботанического сада (г. Алматы), активно собирается с 2016 года, сначала живыми растениями из Прибалхашья и Северного Тянь-Шаня (*Iris pallasii*, *I. sogdiana*, *I. alberti*), позже – семенами, полученными по делектусам из ботанических организаций дальнего и ближнего зарубежья. К настоящему времени проанализирована грунтовая всхожесть 98 образцов 25 дикорастущих видов рода *Iris* L. (Iridaceae Juss.), полученные данные представлены в таблице.

Сухие семена высевались в открытый грунт, на влажный почвенный субстрат, в контейнеры или посевные гряды, в весенние или осенние (под снег) сроки, с предпосевной обработкой (промораживание в морозильной камере в течение 10 суток, или холодная стратификация в песке при температуре +2–+4°C в течение 30–45 дней) или без нее [6, 8, 13].

Работы велись в условиях коллекционного участка лекарственных растений Главного ботанического сада Института ботаники и фитоинтродукции (г. Алматы), расположенного в подгорной зоне Заилийского Алатау.

Таблица

Всхожесть семян дикорастущих видов рода *Iris* в условиях коллекционного участка лекарственных растений

Вид	Время посева	Предпосевная обработка	Период прорастания	Полевая всхожесть, 1-й год, %		Дополнительная всхожесть, 2-й год, %
				лимиты	среднее	
<i>Iris alberti</i> Regel	осень	–	весной	0–13	6.5	35
– " –	весна	–	17 дней	6.7–80	43.3	10
– " –	весна	промораживание	17 дней	6–50	28	–
– " –	весна	стратификация	17 дней	40–80	60	10
<i>Iris aphylla</i> L.	весна	–	20-67 дн.	5–40	22.5	5–15
– " –	осень	–	весной	28	28	–
– " –	весна	промораживание	17 дней	37	37	–
– " –	весна	стратификация	17 дней	13	13	–
<i>Iris bloudowii</i> Ledeb.	осень	–	весной	10	10	–
<i>Iris chrysographes</i> Dykes	весна	–	ч/з год	0–4	2	16
– " –	осень	–	нет	0	0	–
– " –	весна	промораживание	нет	0	0	–
– " –	весна	стратификация	нет	0	0	–
<i>Iris crocea</i> Jacq.	весна	–	154 дня	40–50	45	0–10
– " –	весна	стратификация	42 дня	67	67	–
<i>Iris domestica</i> Goldblatt & Mabb.	весна	–	26 дней	4–100	52	12–20
– " –	весна	стратификация	29 дней	90	90	–
<i>Iris douglasiana</i> Herb.	весна	–	нет		0	–
<i>Iris foetidissima</i> L.	весна	–	78-98 дн.	10–60	35	–
– " –	весна	стратификация	72 дня	25	25	–
<i>Iris halophila</i> Pall. (f. <i>I. sogdiana</i> )	весна	–	42 дня	47–87	67	–
<i>Iris lusitanica</i> Ker Gawl.	весна	–	нет	0	0	–
<i>Iris missouriensis</i> Nutt.	весна	–	38 дней	70	70	–
– " –	весна	стратификация	52 дня	60	60	–
<i>Iris pallasii</i> Fisch. ex Trevir.	весна	–	76 дней	10–30	20	10–20
– " –	весна	промораживание	76 дней	10–30	20	–
– " –	весна	стратификация	76 дней	20–40	30	–
<i>Iris prismatica</i> Pursh ex Kergawl.	весна	–	51 день	5–6	5,5	–
<i>Iris pseudoacorus</i> L.	весна	–	35 дней	0–50	25	–
<i>Iris reticulata</i> M. Bieb.	весна	–	38 дней	50	50	–
<i>Iris reticulata</i> M. Bieb."Cantab"	весна	–	17 дней	25	25	–
<i>Iris ruthenica</i> Ker Gawl.	весна	–	8 дней	75	75	–
<i>Iris sanguinea</i> Hornem.	весна	–	ч/з год	7	7	–
– " –	весна	стратификация	ч/з год	27	27	–
<i>Iris scariosa</i> Willd. Ex Link	осень	–	весной	20	20	5
<i>Iris sibirica</i> L.	весна	–	64 дней	10	10	–
<i>Iris sikkimensis</i> Dykes	весна	–	112 дней	50	50	–
<i>Iris sintenisii</i> Janka	весна	–	86 дней	47	47	–
<i>Iris sogdiana</i> Bunge	весна	–	81 день	10–50	30	10–60
– " –	осень	–	весной	0–20–40	20	–
– " –	весна	промораживание	ч/з год	10–40	25	10–50
– " –	весна	стратификация	ч/з год	20–60	40	10–30
<i>Iris spuria</i> L.	весна	–	38 дней	50–60	55	–
<i>Iris suaveolens</i> Boiss. & Reut.	весна	–	ч/з год	14	14	–
– " –	весна	стратификация	ч/з год	30	30	–
<i>Iris tuberosa</i> L.	грунт	–	46 дней	15–20	17.5	10
<i>Iris versicolor</i> L.	конт-р	–	105 дней	50	50	–

Проанализирована всхожесть семян 25 дикорастущих видов ирисов, преимущественно подрода *Limniris* (16 видов) и *Iris* (7 видов). Всхожесть семян разных видов варьирует в очень широких пределах, от 0–4% (у *Iris chrysographes*) до 90–100% (у *Iris domestica*). Низкими показателями всхожести (до 20% в среднем) характеризуются 9 видов: *I. bloudowii* (10%), *I. chrysographes* (до 4%), *I. pallasii* (10–30%), *I. prismatica* (5–6%), *I. sanguinea* (7%), *I. scariosa* (20%), *I. sibirica* (10%), *I. suaveolens* (14%), *I. tuberosa* (15–20%). Среднюю всхожесть (до 50%) имеют 10 видов: *Iris alberti* (6–80%), *I. aphylla* (5–40%), *I. crocea* (40–50%), *I. foetidissima* (10–60%), *I. pseudoacorus* (0–50%), *I. reticulata* (25–50), *I. sikkimensis* (50%), *I. sintenisii* (47%), *I. sogdiana* (10–50%), *I. versicolor* (50%). Достаточно высокой всхожестью обладают *Iris domestica* (4–100%), *I. halophila* (47–87%), *I. missouriensis* (70%), *I. ruthenica* (75%), *I. spuria* (50–60%). Совсем не взошли *I. ouglasiana* и *I. lusitanica*, практически нулевая всхожесть у семян *I. chrysographes* (0.8%), из 5 проб только 1 показала всхожесть 4%.

Растянутая по годам всхожесть характерна для целого ряда видов. На второй год у *Iris alberti* дополнительно всходит 10–35% семян, у *I. aphylla* – 5–15%, у *I. chrysographes* – 16%, у *I. crocea* – до 10%, у *Iris domestica* – 12–20%, у *I. scariosa* – 5%, у *I. tuberosa* – 10%, у разных образцов *I. sogdiana* на 2 год всходит дополнительно 10–60% семян.

Предпосевная подготовка семян (стратификация) повышает всхожесть семян *Iris alberti* (до 40–80%), *I. crocea* (до 67%), *I. pallasii* (20–40%), *I. sanguinea* (до 27%), *I. ogdiana* (20–60%), *I. suaveolens* (до 30%). У остальных испытывавшихся видов в этом варианте опытов заметного улучшения всхожести не отмечено. «Промораживание» семян в качестве предпосевной подготовки несколько улучшило всхожесть *I. aphylla* (до 37%), на остальные испытанные виды эффект промораживания семян не сказался.

В силу чисто объективных причин, проверка всхожести большинства видов ирисов проводилась в весенние сроки, однако замечено, что в эксперименте испытанные виды лучше всходят при весенних сроках посева: *Iris alberti* при весеннем посеве всходит через 17 дней на 6.7–80%, при осеннем посеве – всхожесть составляет 13%; семена *I. chrysographes* при весеннем посеве через год взошли на 4%, при осеннем посеве всходов не было, несмотря на различные способы предпосевной подготовки семян. Надо заметить, что в данном случае, возможно, сказался эффект разнокачественности образцов семян.

Подавляющее большинство исследуемых видов начинают всходить в год посева. Достаточно сжатые сроки появления всходов отмечены для *Iris alberti* (17 дней), *I. aphylla* (20 дней), *Iris domestica* (26–29 дней), *I. missouriensis* (38 дней), *I. pseudoacorus* (35 дней), *I. reticulata* (17–38 дней), *I. ruthenica* (8 дней). При весеннем посеве через 2–3 месяца начинают всходить *I. foetidissima*, *I. pallasii*, *I. sibirica*, *I. sikkimensis*, *I. sintenisii*, *I. ogdiana*, *I. versicolor*. При любых сроках посева, через год всходят: *I. chrysographes*, *Iris sanguinea* и *Iris suaveolens*.

Таким образом, в условиях коллекционного участка лекарственных растений, проанализирована всхожесть семян 25 дикорастущих видов ирисов, которая варьирует в очень широких пределах, от 4% (*Iris chrysographes*) до 90–100% (*Iris domestica*). Кроме последнего, достаточно высокой всхожестью (более 50% в среднем) обладают еще 4 вида: *Iris halophila*, *I. missouriensis*, *I. ruthenica*, *I. spuria*. Средние показатели всхожести (до 50%) характерны для 10 видов, низкие (до 20% в среднем) – 9 видов. Не взошли за 2 года *Iris douglasiana* и *I. lusitanica*.

Подавляющее большинство исследуемых видов начинают всходить в год посева, 3 вида (*Iris chrysographes*, *I. sanguinea*, *I. suaveolens*) – через год после посева. Разброс показателей всхожести конкретного вида также очень высок и зависит не только от качества семян, но и от сроков, условий посева и предпосевной обработки семян. Так, стратификация повышает всхожесть семян на 10–30% у 6 видов ирисов, промораживание семян оказалось практически не эффективным. Большинство исследуемых видов ирисов в эксперименте лучше всходят при весенних сроках посева. Растянутая по годам всхожесть характерна для 9 видов ирисов, на второй год у таких видов как *Iris alberti*, *I. aphylla*, *I. chrysographes*, *I. crocea*, *I. domestica*, *Iris pallasii*, *I. scariosa*, *I. tuberosa* дополнительно всходит 10–20% семян, а у разных образцов *I. sogdiana* – до 60% семян.

Работа выполнялась в рамках научно-технической программы: BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021-2023 гг.) и в соответствии с темой PhD докторской диссертации: «Перспективы использования в качестве лекарственного сырья видов рода *Iris* L. флоры Юго-Восточного Казахстана» (2022-2025 гг.)

## Литература

1. Алексеева Н.Б. Ирисы – *Iris* L. (Iridaceae Juss.) России. С-Петербург: Первый ИПХ, 2020. 232 с.
2. Дойко Н.М., Катревич М.В. Виды Рода *Iris* L. В Дендропарке «Александрия» // Материалы III Московского международного Симпозиума по роду Ирис «IRIS-2016» Москва, 15–18 июня 2016 г. М.: МАКС Пресс, 2016. С. 167–170.
3. Долганова З. Опыт семенного размножения *I. spuria* в условиях Алтайского края. // Ирисы России (ежегодный бюллетень). М., 2020. С. 20–22.
4. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений. М.–Л.: Наука, 1965. С.152–156.
5. Ирисы. Под общей редакцией Г.И. Родионенко. М.: Колос, 1981. 156 с.
6. Методические указания по семеноведению интродуцентов М., 1980, 64 с.
7. Миронова Л.Н. Интродукция и селекция Ирисов в Башкирском Предуралье // Материалы III Московского международного Симпозиума по роду Ирис «IRIS-2016» Москва, 15–18 июня 2016 г. М.: МАКС Пресс, 2016. С. 194–199.
8. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Отв.ред. М.Ф. Данилова. Л.: Наука, 1985. С.177–178.
9. Проращивание семян многолетников. Электронная база данных. Tom Clothier's Garden Walk and Talk. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://tomclothier.hort.net> (дата обращения: 13.09.2023).
10. Растения природной флоры СССР. Краткие итоги интродукции в Главном Ботаническом саду АН СССР. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. 359 с.
11. Сорокопудова О.А., Наскидаева Е.А. Особенности развития некоторых видов ирисов из семян // Материалы IV Московского международного симпозиума по роду Ирис «IRIS-2022» Москва, 14–17 июня 2022 г. М.: Изд-во Московского университета, 2023. С. 185–188.
12. Ткаченко К.Г. Некоторые особенности латентного периода ряда видов рода *IRIS* из коллекций ботанического сада Петра Великого // Материалы III Московского международного Симпозиума по роду Ирис «IRIS-2016» Москва, 15–18 июня 2016 г. М.: МАКС Пресс, 2016. С. 138–143.
13. Хмарик А.Н. Семенное размножение некоторых представителей рода *IRIS* L. в ботаническом саду Петра Великого // Материалы IV Московского международного симпозиума по роду Ирис «IRIS-2022» Москва, 14–17 июня 2022 г. М.: Изд-во Московского университета, 2023. С. 200–204.

**ИНТРОДУКЦИОННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ВИДОМ РОДА *MEGADENIA*  
(BRASSICACEAE) ИЗ ТУНКИНСКОЙ ДОЛИНЫ.**

**Т.В. Елисафенко<sup>1</sup>, Н.В. Кулакова<sup>2</sup>, С.Г. Казановский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, Россия

**INTRODUCTION EXPERIMENTS WITH A SPECIES OF THE GENUS *MEGADENIA*  
(BRASSICACEAE) FROM THE TUNKA VALLEY**

**T.V. Elisafenko<sup>1</sup>, N.V. Kulakova<sup>2</sup>, S.G. Kazanovskii<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

Проблема сохранения эндемичных видов имеет несколько путей решения: *ex situ* в коллекциях интродукционных центров расширение культивируемого ареала, используя обмен между коллекциями; *in situ* при создании ООПТ и восстановлении природных популяций. Однако может использоваться перенос интродукционного или природного материала в сообщества с антропогенной нагрузкой, с незначительным использованием агротехнических мероприятий (интродукция в широком понимании).

Таксономический состав рода *Megadenia* до сих пор вызывает дискуссию. Типовой вид – *Megadenia pygmaea* Maxim. Был описан К.И. Максимовичем в 1989 г. по гербарному образцу Н.М. Пржевальского, собранного в Тибете в 1880 г. [15, 19]. По мнению А.Н. Беркутенко род *Megadenia* включает только один вид [1]. В 2008–2014 гг. ряд исследователей на основании экологической приуроченности, изучения анатомо-морфологических признаков и результатов генетических исследований межгенных участков трех видов (*M. pygmaea*, *M. bardunovii* Роров и *M. speluncarum* Vorob., Vorosch. & Gorovoј) установили их таксономическую самостоятельность [2, 7, 17]. В результате пересмотра таксономии [18] *M. bardunovii* Роров и *M. speluncarum* Vorob., Vorosch. & Gorovoј, обнаруженная и описанная на Дальнем Востоке России, отнесены к синонимам *Megadenia pygmaea* Maxim. В Красной книге Российской Федерации [12] вид из Тункинской долины указывается как *M. pygmaea*, со статусом 3 д – редкий вид с дизъюнктивным ареалом, реликт неморальной флоры палеоген-неогена. В Красной книге Республики Бурятия [11] этот вид считается на грани уничтожения. В данной работе мы принимаем вид из Тункинской долины, соответственно Красной книге Республики Бурятия, как *M. bardunovii*.

*M. bardunovii* произрастает по берегам ручьев, на альпийских лугах, у подножий скал, на осыпных склонах, в подлеске кустарников *Picea-Juniperus* с рыхлыми, хорошо дренируемыми, богатыми гумусом почвами. Отмечается приуроченность растений к затененным, хорошо увлажненным местам с выходами карбонатных горных пород [10, 14]. Таким образом, считается, что *M. bardunovii*, имеет узкую экологическую амплитуду, является облигатным кальцефитом и сциофитом. Вырубки леса и рекреационная нагрузка – факторы, угрожающие существованию ценопопуляций [14].

Биология видов рода *Megadenia* недостаточно изучена. Приводятся противоречивые сведения об их жизненной форме. Так в первоначальных описаниях *M. pygmaea* и *M. bardunovii* отмечены как однолетние растения, *M. speluncarum* – многолетнее длиннокорневищное растение [1], эту же жизненную форму для всех видов рода отмечают и некоторые другие исследователи [2, 3]. А.Н. Беркутенко [1] указывает, что для *M. speluncarum* на основании анатомических исследований подземных органов было установлено происхождение побегов из корневых почек. Подобное было отмечено



для *M. bardunovii* К.З. Гамбургом, С.Г. Казановским при размножении растений в камеральных условиях [5, 6].

Интродукционный эксперимент позволяет в стационарных условиях изучить биологические особенности вида. В данной работе приводятся результаты экспериментов с *M. bardunovii* в Сибирском институте физиологии и биохимии растений СО РАН, Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН, питомнике Тункинского национального парка, а также на территориях с антропогенной нагрузкой в Республике Бурятия и Иркутской области. Целью экспериментов явилось изучение адаптационного потенциала растений к изменению экологических условий.

Материалом для экспериментов послужили растения из природной популяции в окр. пос. Туран, собранные в 2009 г. для культивирования в тепличных условиях в СИФИБРе и для интродукции в открытом грунте в ЦСБС. В тепличном комплексе СИФИБР растения с 2009 г. выращивали в горшках с керамзитом.

В ЦСБС в 2009 г. на территории экспозиции «Редкие и исчезающие виды растений Сибири» высажены 12 особей под крону *Malus baccata* (L.) Borkh. На втором этапе эксперимента в июне 2016 г. 20 генеративных розеток отсадили на делянку площадью 1 м<sup>2</sup> с естественной тенью и с минимальными агротехническими мероприятиями (отсутствие полива, умеренная прополка). Из разросшейся интродукционной популяции под яблоней в 2022 г. растения выкапывали ежемесячно с мая по октябрь для описания жизненной формы. Оценку успешности интродукции проводили, как оценку акклиматизации по методике предложенной Т.В. Елисафенко [8, 9] с модификацией для конкретного вида по 14 критериям в трехбалльной системе, с подсчетом среднего балла. Лабораторную всхожесть определяли у семян с околоплодником, с механической скарификацией околоплодника, с удалением околоплодника в комнатных условиях (+23°C). Семена с околоплодником и после скарификации проращивали в 3 этапа (1 этап и 3 этап – на свету при +23°C, 2 этап – холодная стратификация +4°C). Семена с удаленным околоплодником проращивали в числе 50 шт., в остальных случаях в 4-кратной повторности по 50 шт.

В 2012 г. 76 взрослых растений, полученных в результате клонального размножения в лаборатории, были высажены возле минерального источника Хонгор-Уула в Тункинской долине. В 2022 г. на территории Байкальского музея посажены 56 растений, полученных вегетативно в СИФИБР.

В результате выращивания растений в тепличном комплексе СИФИБР была разработана методика вегетативного размножения растений в закрытом грунте вегетативным способом – корневыми отпрысками и листьями [6]. 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 более 10 лет.

Интродукционный эксперимент в ЦСБС позволил изучить жизненную форму мегадении и определить экологическую стратегию данного вида. В первые два года отрастания особей, высаженных в 2009 г, не наблюдалось. На третий год отмечено три розеточных растения. В 2013 г. интродукционная популяция составляла 149 парцелл. В 2014 г растения занимали площадь 1 м<sup>2</sup>, с плотным расположением розеточных побегов. В результате второго этапа наблюдения за 20 парцеллами, отсаженными отдельно на площадку 1 м<sup>2</sup> с естественной тенью, отсутствием полива и умеренной прополкой, наблюдалось весеннее отрастание растений и дальнейшее их угнетенное состояние, и полное исчезновение. Однако перекапывание этого участка в 2022 г. стимулировало рост оставшихся корней с адвентивными почками, и летом 2023 г. нами обнаружено 7 генеративных растений. Нами установлено, что размножение *M. bardunovii* преимущественно вегетативное за счет образования побегов из адвентивных почек плагиотропных корней. Под снег растения уходят с зелеными розетками и генеративными побегами на разной стадии развития (бутоны, цветки, плоды). Удлиненные побеги, как

и надземная часть и часть корней, отмирают к следующей весне. Последующие отрастание происходит за счет образования новых побегов из адвентивных почек оставшихся корней. Таким образом, взрослая особь является многолетним корнеотпрысковым поликарпиком, состоит из комплекса розеточных побегов, образующихся из адвентивных почек, соединенных летом тонкими корнями: вегетативных (виргинильной стадии развития) и вегетативно-генеративных. Зимует растение в виде корней с адвентивными почками под землей, или реже как двулетние парцеллы виргинильного возрастного состояния. Дочерние розеточные побеги из адвентивных почек развиваются в разное время вегетационного периода с апреля по октябрь. Побеги, в основном, моноциклические, редко дициклические (виргинильные растения) в течение зимы погибают листья, верхушечная вегетативная почка остается целой. В целом интродукционная популяция мегадении представлена диффузными клонами, образующимися при вегетативном (корнеотпрысковом) размножении с незначительным числом семенных особей. Мегадения, являясь многолетним растением, относится к вегетативным однолетникам по классификации Г. Высоцкого [4]. По ритму развития *M. bardunovii* является весенне-летне-осеннезеленым, длительновегетирующим с длительным цветением и плодоношением. Созревание семян начинается в конце июня–начале июля и продолжается до снега. Несмотря на то, что на одном побеге образуется от 6 до 38 двугнездных стручков, семенное размножение подавлено, нами были найдены единичные проростки в начале сентября 2022 г. Во второй половине лета листья, бутоны повреждаются беспозвоночными, как и большинство видов крестоцветных. Плод *Megadenia* – двугнездный стручок с одним семенем в гнезде. Семя *M. bardunovii* без эндосперма с изогнутым зародышевым корешком, почти все пространство в гнезде занимают семядоли. Плотная оболочка стручка затрудняет прорастание семян, и при проращивании в комнатных условиях при +23°C семена прорастают единично. Механическая скарификация не увеличивали всхожесть. После стратификация в течение 3 месяцев при +4°C скарифицированные семена начинают прорасти при +23°C на 8-ой день. При удалении околоплодника семена могут сильно травмироваться, однако, в комнатных условиях наблюдали 100% прорастание семян, включая семена с поврежденными семядолями и зародышевым корешком. В дальнейшем все всходы сформировались в полноценные растения. Таким образом, растения обладают высокой регенеративной способностью на стадии семян и всходов. В течение изучения онтогенеза, было установлено, что переход в генеративный период при выращивании в теплице наступает на 4-ый месяц жизни растений. В этом периоде (через 4 месяца после прорастания семян) начинают образовываться адвентивные почки на боковых и придаточных корнях. Оценка успешности интродукции по 14 критериям и трехбалльной шкале показала средний оценочный балл – 2.3, что позволяет отнести *M. bardunovii* к группе среднеперспективных видов для интродукции. Таким образом, при соблюдении несложных агротехнических приемов, существуют предпосылки для расширения культивируемого ареала.

Из 76 растений, высаженных в мае 2012 г. вблизи источников Хангор-Уула, в конце вегетационного сезона было обнаружено 22 особи, некоторые генеративного состояния, с плодами. В 2014 г. генеративные растения также были обнаружены [6]. В 2023 г. растения не были найдены.

В Тункинском нацпарке *M. bardunovii* была высажена на питомнике в с. Кирен [16]. В дальнейшем растения поддерживались в питомнике и в горшках с почвенной смесью в помещениях. В питомнике при отсутствии прополки аборигенные виды быстро вытеснили *M. bardunovii*.

На территории Байкальского музея в пос. Листвянка для создания интродукционной популяции выбраны две площадки с постоянно увлажненным грунтом (рН 7.6), затененные кронами *Salix caprea* и *Prunus padus*, на берегу маленькой речки Каменушка, впадающей в оз. Байкал. В августе 2022 г. было высажено 56 растений. Несмотря на

весенний разлив реки в период активного таяния снега, растения на обеих экспериментальных площадках отросли. Vegetация началась в первой половине июня, массовое цветение – в конце июня, плодоношение – в конце июля, еще через месяц – созревание семян. Растения неконкурентноспособны, требуется регулярная прополка. При разрастании *M. bardunovii* образовала невысокий почвенный покров.

Интродукционные эксперименты показали, что вид не является облигатным кальцефитом, возможно, это факультативный кальцефит. Также растения произрастают в умеренно затененных условиях в культуре, а в тепличных условиях при воздействии прямых солнечных лучей в теплице наблюдалось увядание. Выращивать в закрытом грунте необходимо под защитой от прямых лучей. Вероятно, *M. bardunovii* – гемисциофит, и предполагает более широкую амплитуду относительно освещения, чем считалось ранее. Приуроченность мегадении к местам выхода карбонатов, вероятно, связана с малой доступностью подходящих условий, конкуренцией и вытеснением в менее заселенные сообщества карбонатных выходов, что характерно для реликтовых видов сосудистых растений [13]. Установлено, что лимитирующим фактором для размножения является рыхлость субстрата. Именно это позволяет развиваться нежным побегам из адвентивных почек корней. Длительное цветение и диссеминация свидетельствуют о древнем происхождении вида субтропического или тропического климата. Несмотря на то, что потенциальная семенная продуктивность высокая, и в течение вегетационного сезона образуется значительное число семян, семенное возобновление низкое. Установлено, что *M. bardunovii* обладает высокой регенеративной способностью, это способствует массовому прорастанию семян при удалении околоплодника, восстановлению и самовозобновлению интродукционной популяции. Таким образом, несмотря на узкую экологическую приуроченность в природе, вид имеет высокий адаптационный потенциал, который способствует успешной интродукции и расширению культивируемого ареала, а также реконструкции вида, как методом транслокации, так и реинтродукции. Необходимым условием для роста и развития *M. bardunovii* является наличие рыхлого субстрата и регулярный полив или посадка на участок с умеренным или избыточным увлажнением.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке проекта № 072022-072023-3 фонда «Озеро Байкал», гос. задания 0277-2022-0001, номер гос. регистрации 122041100047-6. Исследование интродукционной популяции выполнено на материале УНУ № USU 440534 «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» ЦСБС СО РАН» и частичном финансировании за счет средств государственного задания по теме государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН АААА-А21-121011290025-2

## Литература

1. Беркутенко А.Н. О роде *Megadenia* (Brassicaceae) // Ботанический журнал, 1998. Т. 83, № 8. С. 69–72.
2. Волкова С.А., Дудкин Р.В., Горовой П.Г. Строение эпидермы листьев видов рода *Megadenia* (Brassicaceae) // Ботанический журнал, 2008. Т. 93, № 8. С. 1213–1219.
3. Воробьев Д.П., Ворошилов В.Н., Горовой П.Г. Новый вид *Megadenia Maxim.* (Brassicaceae) на Дальнем Востоке // Бюллетень ГБС. 1976. Вып. 101. С. 58–61
4. Высоцкий Г. Ергеня // Труды Бюро по прикладной Ботанике. Петроград, 1915. № 10–11. 355 с.
5. Гамбург К.З., Казановский С.Г. Пути сохранения редких и эндемичных растений Прибайкалья, находящихся под угрозой исчезновения // Проблема и стратегия сохранения биоразнообразия растительного мира Северной Азии: Материалы Всероссийской конференции. Новосибирск: Изд-во «Офсет», 2009. С. 51–52.
6. Гамбург К.З., Казановский С.Г. Вегетативное размножение Мегадении Бардунова (*Megadenia bardunovii* Ророн) и ее сохранение *in situ* и *ex situ* // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. С. 145–147.

7. Горовой П.Г., Болтенков Е.В., Яковлева О.В., Дудкин Р.В. Таксономическое значение анатомического строения черешков листьев в роде *Megadenia* Maxim. (Cruciferae) // Доклады Академии наук, 2011. Т. 439, № 1. С. 129–131.
8. Елисафенко Т.В. Оценка результатов интродукционной работы на примере редких видов сибирской флоры // Растительный мир Азиатской России, 2009. Т. 2, № 4. С. 89–95
9. Елисафенко Т.В., Дорогина О.В. Методические рекомендации по интродукции и восстановлению природных популяций редких и исчезающих видов растений. Кемерово: Примула, 2021. 48 с.
10. Казановский С.Г. Мегаденция Бардунова // Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. 496 с.
11. Красная книга Республики Бурятия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. 688 с.
12. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2008. 855 с.
13. Кучеров И.Б., Зверев А.А. Ценолитические позиции неморальных и бореонеморальных видов растений в сообществах таежной зоны // Turczaninowia, 2022. Т. 25, № 3. С. 129–152.
14. Макрый Т.В., Казановский С.Г. Новые находки *Megadenia bardunovii* М. Поп. в Тункинской долине // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2002. С. 18–19.
15. Попов М.Г. Два новых для флоры СССР рода покрытосеменных растений – *Mannagettaea* Н. Smith (Orobanchaceae) и *Megadenia* Maxim. (Cruciferae) // Ботанические материалы БИН АН СССР. 1954. Т. 16. С. 3–15.
16. Санданов Д.В. Редкие сосудистые растения Тункинского Национального парка // Природа Внутренней Азии. 2021. № 2–3 (18). С.56–63.
17. Artyukova E.V., Kozurenko M.M., Boltentkov E.V., Gorovoy P.G. One or three species in *Megadenia* (Brassicaceae): insight from molecular studies. *Genetica* 2014. Vol. 142. P. 337–350.
18. Francis A., Lujan-Toro B.E., Warwick S.I., Macklin J.A., Martin S.L. Update on the Brassicaceae species checklist. *Biodiversity Data Journal*, 2021. Т. 9. doi:10.3897/BDJ.9.e58773.
19. Maximowicz C.J. *Flora Tangutica*. Petropoli, 1989. Fasc. 1. P. 1–117.

**КОЛЛЕКЦИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ  
В ИЛИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ**

**С.О. Исабаев, Р.Б. Арысбаева, Б.Р. Сембинов**

*Институт ботаники и фитointroduкции, г. Алматы, Республика Казахстан*

**COLLECTION OF MEDICINAL PLANTS IN THE ILI BOTANICAL GARDEN**

**S.O. Isabaev, R.B. Arysbayeva, B.R. Sembinov**

*Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Republic of Kazakhstan*

**Резюме.** Определены особенности онтогенетического развития, характер цветения и плодоношения интродуцированных видов лекарственных растений Илийского ботанического сада (ИБС), расположенного в пределах пустынной зоны Южного Прибалхашья. Выявлено, что около 70% лекарственных растений в новых условиях проходят полный цикл онтогенетического развития, цветут и формируют полноценные семена. Количество плодоносящих растений колебалось по годам в пределах 45–55%. В условиях ИБС качество продуцируемых семян довольно высокое, лабораторная всхожесть семян у разных видов варьировала по годам от 82 до 20% и даже до 0% (*Salvia officinalis* L.). Масса семян интродуцированных в ИБС таксонов достаточно стабильна, в среднем, чуть ниже, чем аналогичные показатели в Главном ботаническом саду (ГБС) г. Алматы, но варьирует в характерных для вида пределах (сравнительно с соответствующими показателями в ГБС). Продуктивность семян исследуемых видов довольно низкая, в отдельные годы опускается до единичной. Кроме того, интродуцированные в ИБС виды лекарственных растений характеризуются существенно меньшей продолжительностью жизни в условиях культуры, чем аналогичные виды в ГБС г. Алматы. Опыт интродукции лекарственных растений в условиях Южного Прибалхашья показал, что более высокими адаптационными способностями обладают виды семейства Asteraceae, достаточно адаптивны многие виды Lamiaceae, труднее всего в этих условиях культивировать растения семейства Ranunculaceae. По предварительным данным, наиболее перспективны для выращивания в этой зоне: *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert, *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonk., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Genista tinctoria* L., *Hypericum perforatum* L., *Pyrethrum corymbosum* L.

Илийский ботанический сад (ИБС) расположен в пределах пустынной зоны Южного Прибалхашья, на северо-западной окраине с. Баканас, по правому берегу р. Или. Он был заложен в 1946 г. как опытная станция по выращиванию сельскохозяйственных культур Илийской комплексной базы АН КазССР [8]. Планомерные интродукционные исследования начались только с 1966 г., когда были заложены первые коллекции декоративных древесных и травянистых растений, среди которых испытывались и отдельные декоративные лекарственные культуры.

В объеме самостоятельной коллекции лекарственных растения в ИБС изучаются с 2009 г., когда были привлечены одновременно более 20 видов лекарственных растений, преимущественно, семенами из Главного ботанического сада г. Алматы. В их числе большая группа эфирномасличных растений: виды родов *Salvia*, *Thymus*, *Monarda*, *Origanum vulgare*, *Melissa officinalis*, а также наиболее известные и ценные фармакопейные виды родов: *Tanacetum*, *Digitalis*, *Sedum*, *Echinacea purpurea*, *Foeniculum vulgare* и др. [6].

Динамика изменения количества таксонов в коллекции лекарственных растений с 2010 по 2021 годы приведена на рис. 1.

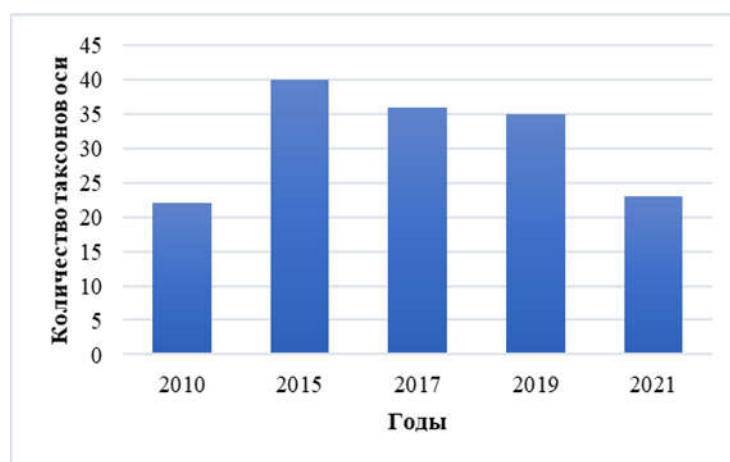


Рис. 1. Динамика изменения количества таксонов в коллекции лекарственных растений по годам

В процессе интродукции лекарственных растений определяли адаптацию видов к жестким эколого-климатическим условиям ИБС, особенности онтогенетического развития, характер цветения и плодоношения видов, качество получаемых семян [1, 7, 9].

Выявлено, что около 70% лекарственных растений в новых условиях проходят полный цикл онтогенетического развития, цветут, а около половины – формируют развитые семена, количество плодоносящих растений колебалось по годам в пределах 45–55%. Фенологические наблюдения за выращенными лекарственными растениями показывают, что распускание почек и появление первых всходов, в основном, проходит в апреле, а лишь у некоторых – в мае–июне, цветение – в июне–июле, плодоношение – в июле–августе [10].

Периодически определялась лабораторная всхожесть продуцируемых семян, которая у разных видов варьировала от 82 (*Echinacea purpurea*) до 20% (*Scutellaria baicalensis*) и даже до 0% (*Salvia officinalis*). Масса семян интродуцированных в ИБС таксонов достаточно стабильна, в среднем, чуть ниже, чем аналогичные показатели у таксонов из ГБС, но варьирует в характерных для вида пределах (сравнительно с соответствующими показателями в ГБС) (табл. 1).

Таблица 1  
Сравнительные показатели качества семян лекарственных видов растений, интродуцированных в ИБС и ГБС

Вид	Год наблюдения	Масса семян, г		Лабораторная всхожесть, %	
		ИБС	ГБС	ИБС	ГБС
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	2012	0.422	0.369	62	62
<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	2012	0.302	0.24	50	96
<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench.	2012	3.98	3.35	82	67.5
<i>Eryngium planum</i> L.	2013	–	1.44	80	55
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	2012	4.02	2.86	54	65
<i>Genista tinctoria</i> L.	2013	–	3.88	94	23
<i>Hypericum perforatum</i> L.	2021	0.301	0.129	70	86
<i>Iris alberti</i> Regel	2021	3.6	5.5	–	–
<i>Kitaibelia vitifolia</i> Willd.	2021	1.247	2.96	40	52
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	2012	0.602	0.98	–	21.0
<i>Melissa officinalis</i> L.	2012/2021	–/0.59	0.92	34/70	91
<i>Monarda citriodora</i> Cerv.	2012	0.302	0.29	53	55
<i>Nepeta grandiflora</i> Bieb.	2012	0.622	0.378	44	10
<i>Origanum vulgare</i> L.	2012	0.109	0.075	54	23
<i>Pimpinella anisum</i> L.	2021	1.64	1.6	40	58.7
<i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC.	2021	0.83	1.2	80	94.3
<i>Pyrethrum corymbosum</i> (L.) Scop.	2012/2013	–/0.504	0.49/0.42	54/64	53/11

<i>Ruta graveolens</i> L.	2021	2.312	2.68	60	96
<i>Salvia officinalis</i> L.	2021	1.52	6.1	0	27.5
<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	2021	1.21	1.56	20	42.5
<i>Sanquisorba minor</i> Scop.	2012/2013	-/3.90	6.4/5.0	69/80	65/85
<i>Sanquisorba officinalis</i> L.	2021	2.33	2.56	50	25
<i>Sedum purpureum</i> (L.) Schult.	2012	–	0.042	39.5	60
<i>Sedum</i> sp.	2012	–	–	28	–
<i>Solidago virgaurea</i> L.	2012	0.106	0.298	52	48.2
<i>Thalictrum minus</i> L.	2013	–	1.864	78	28.7

В отдельные годы (в частности, в 2019 г.) были отмечены частичные выпады и вымерзание растений. Значительные повреждения получили такие виды, как *Sedum purpureum*, *Sanquisorba minor*, *Pyrethrum corymbosum*, *Ruta graveolens*, *Ferula soongarica* Pall. ex Spreng, *Baptisia australis* R. Br. и *Hyssopus officinalis* L.

В целом, достаточно успешна оказалась интродукция таких лекарственных растений как: *Agrimonia asiatica* Juz., *Althaea armeniaca* Ten., *Baptisia australis*, *Centaurea cyanus* L., *Clinopodium vulgare*, *Digitalis grandiflora*, *Echinacea purpurea*, *Eryngium planum*, *Filipendula vulgaris* Moench., *Hyssopus officinalis*, *Inula helenium* L., *Kitaibelia vitifolia*, *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Linum perenne* L., *Monarda citriodora*, *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip., *Solidago canadensis* L. [2]. Они характеризуются достаточной устойчивостью в условиях ИБС (интродукционная популяция сохраняется 5–10 лет), относительно регулярным цветением и плодоношением.

Проведенные научные исследования позволили выявить лекарственные растения, перспективные для использования в зеленом строительстве и природоохранных мероприятиях юго-востока Казахстана, включающие 6 лекарственных видов: *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert (Asteraceae), *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonk. (Apiaceae), *Echinacea purpurea* (Asteraceae), *Genista tinctoria* (Fabaceae), *Hypericum perforatum* (Hypericaceae), *Pyrethrum corymbosum* (Asteraceae) [3, 4].

В 2021 году в рамках сквозного эксперимента по изучению изменчивости лекарственных растений, возделываемых в разных эколого-географических условиях, и отбору перспективных для озеленения видов, было высеяно дополнительно 12 видов лекарственных растений (*Anthemis tinctoria* L., *Baptisia tinctoria* R. Br., *Baptisia australis*, *Belamcanda chinensis* DC. (L.) Leman, *Carlina acaulis* L., *Filipindula vulgaris* Moench, *Iris pallasii* Fisch ex. Trevir, *Kitaibelia vitifolia*, *Salvia officinalis*, *Satureja kitaibelii* Heuffel, *Satureja spicigera* Boiss, *Solidago rigida* L.). Взошли все 12 видов, хотя полевая всхожесть оказалась очень низкой. Первые всходы появились уже на 5 день после посева (*Anthemis tinctoria*), позже всех, через 2 недели взошли *Satureja kitaibelii* и *S. spicigera*. В течение всего вегетационного периода вновь привлеченные растения развивались успешно и ушли под зиму в хорошем состоянии [5].

В настоящее время начата модернизация и обновление коллекции лекарственных растений в Илийском ботаническом саду. Составлен список перспективных для этой зоны лекарственных растений, включающий около 40 видов и форм, и разработан план нового коллекционного участка. В период 2022–2023 гг. живыми растениями высажено 168 образцов 42 видов растений, из них новых для зоны Прибалхашья – 14 видов. Прижились 133 образца 40 видов, из них новых – 13 видов (таблица 2). В год посадки цвели 10 видов, в том числе, такие как *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Teucrium chamaedrys* L. На следующий год цвели 20 видов, завязали семена 5 видов. Общее состояние привлеченных растений удовлетворительное, отличаются от своих аналогов в ГБС меньшими размерами, габитусом и существенно меньшей продолжительностью жизни в культуре.

Таблица 2

Новые посадки живыми растениями на участке лекарственных растений ИБС в 2022–2023 гг.

Виды	Семейство	Жизн. форма	Приживаемость, %	Состояние в 2023 г.
<i>Agrimonia asiatica</i> Juz.	Rosaceae	тр. мн.	90	удовлетв.
<i>Allium ursinum</i> L.	Amaryllidaceae	тр. мн.	0	выпал
<i>Anthemis tinctoria</i> L.	Asteraceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	Ranunculaceae	тр. мн.	80	цв., пл.
<i>Asarum europaeum</i> L.	Aristolochiaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Ballota nigra</i> L.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Carlina acaulis</i> L.	Asteraceae	тр. мн.	12	выпадает
<i>Cimicifuga foetida</i> L.	Ranunculaceae	тр. мн.	100	выпадает
<i>Convallaria majalis</i> L.	Asparagaceae	тр. мн.	10	удовлетв.
<i>Flueggea suffruticosa</i> (Pall.) Baill. (* <i>Securinega suffruticosa</i> (Pall) Rehd)	Euphorbiaceae	п/к	70	удовлетв.
<i>Fragaria virides</i> L.	Rosaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Genista tinctoria</i> L.	Fabaceae	к	100	цв
<i>Helianthus giganteus</i> L.	Asteraceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Iris alberti</i> Regel	Iridaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Iris domestica</i> (L.) Goldblatt & Mabb. (* <i>Belamcanda chinensis</i> (L.) Redoute)	Iridaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Iris halophila</i> var. <i>sogdiana</i> (Bunge) Skeels (* <i>Iris sogdiana</i> Bunge)	Iridaceae	тр. мн.	100	хорошее
<i>Iris pallasii</i> Fisch. ex Trevir.	Iridaceae	тр. мн.	25	хорошее
<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Melissa officinalis</i> L.	Iridaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Mentha arvensis</i> L.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Mentha longifolia</i> (L.) L.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Mentha x piperita</i> L., v. <i>alba</i>	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Mentha x piperita</i> L., v. <i>rosea</i>	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Monarda citriodora</i> Cerv.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC.	Campanulaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Polygonatum humile</i> Fisch. ex Maxim.	Asparagaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Polygonatum odoratum</i> Druce ( <i>P. officinale</i> All.)	Asparagaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Populus pruinosa</i> Schrenk	Salicaceae	д	5–13	удовлетв.
<i>Potentilla alba</i> L.	Rosaceae	тр. мн.	100	удовлетв.
<i>Primula veris</i> L.	Primulaceae	тр. мн.	60	цв., пл.
<i>Ruta graveolens</i> L.	Rutaceae	п/к	50	цв., пл.
<i>Salvia deserta</i> Schangin	Lamiaceae	тр. мн.	50	хорошее
<i>Salvia officinalis</i> L.	Lamiaceae	п/к	100	цв., пл.
<i>Salvia verticillata</i> L.	Lamiaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae	тр. мн.	100	цв.
<i>Satureja kitaibelii</i> Heuffel	Lamiaceae	к	100	удовлетв.
<i>Satureja spicigera</i> Boiss.	Lamiaceae	к	100	удовлетв.
<i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	Lamiaceae	тр. мн.	100%	цв.
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Lamiaceae	тр. мн.	100%	цв., пл.
<i>Teucrium scorodonia</i> L.	Asteraceae	тр. мн.	100%	цв.

Примечание: тр. мн. – травянистый многолетник, п/к – полукустарник, к – кустарник, д – дерево, цв. – цветение, пл. – плодоношение.

Таким образом, для коллекционных видов лекарственных растений, интродуцированных в условиях пустынной зоны Южного Прибалхашья в Илийском ботаническом саду, определены особенности онтогенетического развития, характер цветения и плодоношения. Выявлено, что около 70% лекарственных растений в новых условиях проходят полный цикл онтогенетического развития, около половины видов цветут и формируют полноценные семена. Качество продуцируемых семян довольно



высокое для ИБС, лабораторная всхожесть семян у разных видов варьировала от 20 до 82%. Масса семян интродуцированных в ИБС таксонов достаточно стабильна, чуть ниже, чем аналогичные показатели в ГБС. Продуктивность семян исследуемых видов довольно низкая, в отдельные годы опускается до единичной. Интродуцированные в ИБС виды лекарственных растений характеризуются существенно меньшей продолжительностью жизни в условиях культуры. Высокими адаптационными способностями обладают виды семейства Asteraceae, достаточно адаптивны многие виды Lamiaceae, труднее всего в этих условиях культивировать растения семейства Ranunculaceae. По предварительным данным, наиболее перспективны для выращивания в этой зоне: *Chamomilla recutita*, *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonk., *Echinacea purpurea*, *Genista tinctoria*, *Hypericum perforatum*, *Pyrethrum corymbosum*.

Настоящая работа выполнена в рамках научно-технической программы: BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом» (2021–2023 годы).

### Литература

1. Бейдеман М.Н. Изучение фенологии растений // Полевая геоботаника. Т.2. М.-Л., 1960. С. 333–363.
2. Исабаев С.О. Илийский ботанический сад. Вестник Совета ботанических садов Казахстана (СБСК). Алматы, 2014. Вып. 2. С. 39–44.
3. Исабаев С.О. Список лекарственных растений Илийского ботанического сада. Вестник Совета ботанических садов Казахстана (Евразийский ботанический сборник). Алматы, 2017. Вып. 5. С. 66–67.
4. Исабаев С.О. Илийский ботанический сад. Вестник Совета ботанических садов Казахстана (Евразийский ботанический сборник). Алматы, 2019. Вып. 7. С. 46–47.
5. Исабаев С.О. Илийский ботанический сад. Вестник Совета ботанических садов Казахстана (Евразийский ботанический сборник). Алматы, 2020. Вып. 8. С. 21–22.
6. Исабаев С.О. Илийский ботанический сад. Вестник Совета ботанических садов Казахстана (Евразийский ботанический сборник). Алматы, 2021. Вып. 9. С. 34–36.
7. Исабаев С.О., Тажкулова Н., Сарсенбекова С. Д. Интродукция лекарственных растений в условиях Илийского ботанического сада // Современная ботаника: биоразнообразие, биоресурсы, биотехнологии: мат. Международн. научно-практич. конф. Караганда: Изд-во КарГУ, 2014. С. 54–60.
8. Каталог коллекционного фонда живых растений Илийского ботанического сада ИБФ КЛХЖМ МЭГПР РК. Алматы, 2021. 24 с.
9. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 27 с.
10. Фирсова М.К. Методы определения качества семян. М.: Сельхозгиз, 1959. 224 с.

**КОЛЛЕКЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗЛАКОВ АМУРСКОГО  
ФИЛИАЛА БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА ДВО РАН  
(Г. БЛАГОВЕЩЕНСК)**

**А.Ю. Иванова**

*Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия*

**COLLECTION OF PERENNIAL ORNAMENTAL CEREALS  
OF THE AMUR BRANCH OF THE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE  
OF FEB RAS (BLAGOVESHCHENSK)**

**A.Yu. Ivanova**

*Amur branch of the Botanical Garden-Institute of FEB RAS, Blagoveshchensk, Russia*

Злаки являются важнейшим источником для производства продуктов питания людей и кормов для животных [1, 3]. Данная группа растений обладает также декоративными качествами. [9, 14]. Разнообразие форм и размеров куста, окрасок листьев и соцветий у этих растений способны придать ландшафту любого участка уникальный вид. Злаки декоративны на протяжении всего вегетационного периода. Их высаживают вместе с другими красиво цветущими и декоративно-лиственными растениями в рокариях, рабатках, клумбах, миксбордерах, бордюрах и групповых посадках [5, 6, 7, 10, 16]. В настоящее время многие виды/сорта декоративных злаков достаточно хорошо изучены и используются в частном и городском озеленении в центральной южной и юго-западной частях России, а также в городах Сибири [4, 11, 12, 22].

В озеленении городских пространств парков, скверов г. Благовещенска в основном используются однолетние декоративно-лиственные и цветочные растения, а многолетние встречаются только в озеленении придомовых территорий [8, 13, 14]. Расширение ассортимента декоративных трав и внедрение их в культуру очень актуально на сегодняшний день, так как многие злаки не нашли широкого применения в садовом и городском озеленении нашего города.

Цель работы: изучение адаптационных возможностей многолетних злаков и расширение ассортимента перспективными декоративными многолетними травами для нужд озеленения населенных пунктов юга Амурской области.

Объектами изучения явились многолетние декоративные травы (6 сортов и 3 вида) семейства *Poaceae* Barnh.

Исследования проводили в 2020–2023 гг. на базе УНУ «Коллекции генетических ресурсов растений Амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН».

Коллекционный участок расположен на северо-западной окраине г. Благовещенска. Почвы на участке – агробурозёмы, которые имеют мощный гумусовый неоднократно перепаханный горизонт. Климат района исследования резко континентальный с муссонной циркуляцией воздушных масс. Продолжительность морозного и безморозного периодов составляют около 170 дней каждый, период активных температур – 134 дня. Продолжительность вегетационного периода 150–165 дней. Зима и лето продолжительные, переходные сезоны короткие, с резкими и быстрыми изменениями метеорологических показателей. [21]. Амурская область относится к зоне неустойчивого увлажнения. Среднегодовое количество атмосферных осадков по данным Амурского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды г. Благовещенска – 446 мм. На холодный период (с ноября по март) приходится всего 8% годовой нормы, на теплый (с апреля по октябрь) – 92% [18].

Методической основой для проведения фенологических наблюдений послужила работа И.Н. Бейдемана (1974). В течение вегетационного периода отмечались основные

фенологические фазы роста и развития растений, начиная с отрастания. Декоративные признаки оценивали на основе Методических указаний по селекции многолетних злаковых трав (2012) и работы Смурага В.С. (2017). Дополнительно оценивали следующие показатели: средняя высота растений, длина/ширина листьев и соцветий. Окраску и форму вегетативных/генеративных органов определяли визуально и с помощью Атласа определителя по декоративным травам (2010, 2018).

В течение вегетационного периода осуществляли регулярный уход за растениями (полив, прополка, внесение комплексных удобрений с кратностью в две недели).

Ниже представлено описание каждого изученного вида/сорта с указанием происхождения исходного материала в коллекции АФ БСИ ДВО РАН (год, характер материала: семена, корневище, живые растения), даны рекомендации по выращиванию.

***Alopecurus pratensis* L. cv. *Aureovariegatus*** – Лисохвост луговой сорт *Ауреовариегата*. Живые растения привезены в 2021 г. из г. Хабаровска. Высота – 65–86 см. Соцветие – колосовидная метелка, длиной 7 см. Листья зелёные, длиной 25 см, шириной 0.7 см, с желтыми продольными полосками. Весеннее отрастание – вторая декада апреля. Колошение и цветение – первая декада июня. Длительность вегетации – 191 день. Размножается вегетативно. Данный сорт очень декоративен за счет яркой, насыщенной окраски листьев, но не устойчив к неблагоприятным погодным условиям. Отмечено сильное полегание куста и соцветий, после сильных ветров и дождей. Форма куста не восстанавливается. Рекомендуется выращивать в групповых посадках, как солитер, контейнерная культура. Зимостоек, укрытие на зиму не требуется, неприхотлив в уходе, неагрессивный.

***Calamagrostis epigeios* (Schrad.) DC.** – Вейник наземный. Живые растения получены в 2020 г. из российского интернет-магазина «Сады России» (д. Шибаново). Высота – 162–196 см. Соцветие – прямостоячая метелка, 18–25 см длиной, сначала сжатая, затем раскидистая. В фазе созревания семян метелки приобретают светло-коричневую окраску. Листья зеленой окраски, длиной 47 см, шириной 1 см. Весеннее отрастание – третья декада апреля. Колошение – вторая декада июня, цветение – первая декада июля. Период вегетации – 191 день. Куст плотный, компактный, устойчив к полеганию, сохраняет свою форму. Размножение семенное и вегетативное. Декоративен на протяжении всего периода вегетации. Рекомендуется выращивать как солитер, группами в различных композициях, на втором/третьем уровне миксбордеров. Неприхотлив в уходе, зимостойкий, неагрессивный.

***Festuca glauca* Vill. cv. *Varna*** – Овсяница сизая сорт *Варна*. Семена получены в 2020 г. из российского интернет-магазина «Сады России» (д. Шибаново). Высота растений – 70 см. Соцветие – метелка, до 7 см длиной. Куст пышный, полукруглый, листья узкие, голубовато-серого оттенка, частично поникающие. Длина листьев 33 см, ширина 0.1 см. Метелки имеют зеленый оттенок и раскидистую форму в период цветения, и светло-коричневую окраску после окончания цветения. Весеннее отрастание – вторая декада апреля. Колошение – третья декада мая, цветение – вторая декада июня. Период вегетации – 198 дней.

Размножение семенное и вегетативное. Отмечен самосев. Рекомендуется выращивать как бордюрное растение, солитер, на первом плане миксбордеров, рабаток и цветочных композиций. Сорт устойчив к полеганию. Неприхотлив в уходе, зимует с укрытием (сухой листвой).

***Festuca glauca* Vill. cv. *Sinichka*** – Овсяница сизая сорт *Синичка*. Семена получены в 2020 г. из российского интернет-магазина. Производитель семян – ООО Группа компаний «ГАВРИШ», г. Москва. Высота растения – 70 см. Соцветие – метелка, до 8 см длиной. Метелки зеленой окраски, во время цветения имеют раскидистую форму. Куст пышный, полукруглый, листья узкие, частично поникающие, голубовато-серого оттенка. Длина листьев 34 см, ширина 0.1 см. В первый год жизни и последующие годы, молодые листья имеют насыщенную, яркую, сизо-голубую окраску. Весеннее отрастание – вторая

декада апреля. Колошение – третья декада мая, цветение – вторая декада июня. Период вегетации – 198 дней. Размножение семенное и вегетативное. Отмечен самосев. Рекомендуется выращивать как бордюрное растение, на первом плане миксбордеров, рабаток и клумб. Растение сохраняет свою форму при неблагоприятных метеорологических условиях (ветер, дождь). Неприхотлив в уходе, зимует с укрытием (сухой листвой).

***Leymus arenarius* (L.) Hochst.** – Колосняк песчаный. Семена собраны в посадках в г. Благовещенске в 2020 г. Растение высотой 125 см. Соцветие – прямостоячий колос, длиной 21 см. Листья длиной 52 см, шириной 1 см, жесткие, сизовато-зеленой окраски на протяжении всего периода вегетации. Весеннее отрастание – третья декада апреля. Колошение – вторая декада июня, цветение – третья декада июня. Период вегетации растений – 198 дней. Растение сохраняет свою декоративность на протяжении всего периода вегетации. Рекомендуется выращивать как солитер, контейнерная культура, в смешанных групповых посадках. Зимостойкий, неприхотливый, быстрорастущий и разрастающийся, агрессивный.

***Miscanthus sacchariflorus* Maxim (Hack).** – Мискантус сахароцветный. Живые растения привезены в 2020 г. с левого берега р. Буряя Архаринского р-на (Амурская область). Высота растения – 240–260 см. Соцветия – веерообразная пушистая метелка, серебристо-серой окраски, длиной до 34 см. В фазе созревания семян метелки приобретают белый оттенок. Листья зеленой окраски, длиной 60 см, шириной 1.5 см, с белой утолщенной средней жилкой. Осенью листья приобретают желто-оранжевую окраску. Весеннее отрастание – третья декада апреля. Колошение – третья декада июля, цветение – первая декада августа. Период вегетации – 187 дней. После продолжительных дождей отмечено полегание растений, но форма куста восстанавливается. Размножение преимущественно вегетативное, семена не вызревают. Рекомендовано использовать как солитер

и в групповых посадках, на заднем плане миксбордеров. Растение декоративно до поздней осени. Зимостоек, неприхотлив в уходе, агрессивный.

***Molinia caerulea* (L.) Moench cv. *Edith Dudzus*** – Молиния голубая сорт *Эдит Дудзус*. Корневище получено в 2020 г. из российского интернет-магазина «Садовый мир», (г. Раменское). Высота растений – 135–145 см. Соцветия – узкие, сжатые метелки, 23–32 см длиной. Куст прямостоячий, листья зеленой окраски. Листья длиной 32 см, шириной 0.7 см. Весеннее отрастание – вторая декада апреля. Колошение – первая декада июля, цветение – третья декада июля. Продолжительность вегетации – 167 дней.

Сорт сохраняет свою декоративность на протяжении всего периода вегетации. В условиях юга Амурской области не успевает сформировать жизнеспособные семена. Размножение преимущественно вегетативное. Рекомендуется выращивать в качестве солитера, на втором/третьем плане клумб, мискбордеров. Зимостойкий, не требует укрытия, не прихотливый, медленно разрастающийся, неагрессивный.

***Molinia caerulea* (L.) Moench cv. *Heidebraut*** – Молиния голубая сорт *Хайдебраут*. Образец (корневище) поступило в 2020 г. из российского интернет-магазина «Для Вас» (г. Москва). Высота растений – 125–134 см. Куст прямостоячий, листья зеленой окраски. Листья длиной 37 см, шириной 0.7 см. Соцветия – узкие, сжатые метелки, длиной 24–32 см. Весеннее отрастание – вторая декада апреля. Колошение – первая декада июля, цветение – третья декада июля. Длительность вегетации – 167 дней. Проходит все фазы развития, но формирует неполноценные семена. Может размножаться только вегетативно. Неблагоприятные метеорологические условия (дождь/ветер) не влияют на внешний вид и рост растений. Растения сохраняют свою декоративность на протяжении всего периода вегетации. Рекомендуется выращивать в качестве солитера, на втором/третьем плане клумб, цветников, мискбордеров и в смешанных групповых посадках. Сорт зимостойкий, не требует укрытия, неприхотливый, медленно разрастающийся, неагрессивный.

**Phalaris arundinacea L. cv. *Picta*** – Двуклосточник тростниковый сорт *Пикта*. Образец (живые растения) поступил в 2020 г. из частного сада г. Благовещенска. Высота растений – 145–174 см. Соцветие – метелка, длиной 13–14 см, сжатая, во время цветения раскидистая. Куст рыхлый, прямостоячий, листья широкие, до 1.5 см, с белыми продольными полосами по краям, на молодых листьях отмечены белые и розовые полосы. Длина листьев 25 см. Метелки зеленой окраски, но встречаются с легким розовым отливом по краям. Весеннее отрастание – третья декада июня. Колошение – вторая декада июня, цветение – третья декада июня. Длительность вегетации – 191 день. Размножается семенами и вегетативно. Рекомендуется выращивать как солитер, группами в различных композициях. Быстро разрастающийся злак, неприхотливый, зимостойкий, агрессивный.

На основе проведенных исследований нами выявлено, что два сорта овсяницы сизой «*Варна*» и «*Синичка*», схожи между собой и незначительно отличаются лишь по длине листьев/метелок. Данные сорта рекомендованы для выращивания с укрытием только в частном приусадебном хозяйстве. Сорта молинии сизой «*Хайдебраут*» и «*Эдит Дудзус*» схожи между собой по форме куста, окраске листьев и соцветий. *M. caerulea* cv. *Edith Dudszus*, *M. caerulea* cv. *Heidebraut* и *M. sacchariflorus* в условиях юга Амурской области не формируют жизнеспособных семян. Шесть культиваров: *C. epigeios*, *L. arenarius*, *M. caerulea* cv. *Heidebraut*, *M. caerulea* cv. *Edith Dudszus*, *M. sacchariflorus*, *P. arundinacea* cv. *Picta*, декоративны на протяжении всего периода вегетации. Их можно рекомендовать для озеленения городов юга Амурской области и других регионов с похожими климатическими условиями. Культивары *M. sacchariflorus*, *L. arenarius*, *P. arundinacea* cv. *Picta* рекомендованы к выращиванию с условием ограничения корневой системы.

### Литература

1. Баранов В.Д., Устименко Г.В. Мир культурных растений: справочник. М.: Мысль, 1994. 381 с.
2. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 161 с.
3. Гуринович С.О. Просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br) – новая культура в земледелии центральной России // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», 2020. № 2(34). С. 64–70.
4. Гречушкина-Сухорукова Л.А. К изучению адаптивного потенциала декоративных злаков и осок в условиях южных степей // Плодоводство и ягодоводство России, 2017. № 50. С. 107–110.
5. Гречушкина-Сухорукова Л.А., Гречушкина-Сухорукова Н.А. Морфо-биологические и декоративные особенности видов и сортов рода *Miscanthus* Anderss. в коллекции Ставропольского Ботанического сада // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 1 (29). С. 91–95.
6. Гречушкина-Сухорукова Л.А., Тазина С.В. Коллекция декоративных злаков и осок в Ставропольском Ботаническом саду // Новости в науке АПК. 2019. № 1–2 (12). С. 53–58.
7. Желтовская Т.Т. Декоративные травы в вашем саду. М.: Фитон XXI, 2014. 176 с.
8. Иванова А.Ю., Воробьева А.Н. Перспективы использования однолетних лекарственных растений в декоративном садоводстве в условиях юга Амурской области // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН, 2020. № 23. С. 10–28.
9. Иванова А.Ю. *Pennisetum* Rich. в коллекции амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН // Плодоводство и ягодоводство России, 2023. № 73 (1) С. 55–71.
10. Имамбекова Г.А., Калашников Д.В. Сравнительная оценка декоративных злаков для городского озеленения в климатических условиях столицы Казахстана // Вестник ландшафтной архитектуры, 2022. № 32. С. 41–47.
11. Кабанов А.В. Особенности создания суходольных луговых сообществ парке «Зарядье» // Субтропическое и декоративное садоводство. 2018. № 64. С. 183–190.

12. Кабанов А.В. Декоративные злаки в городском озеленении: перспективный ассортимент и особенности использования // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 69. С. 208–214.
13. Козлова А.Б., Шангинова Е.А. Ассортимент многолетних травянистых растений для озеленения Амурских городов // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира: материалы международной научно-практической конференции, 18–19 октября, Благовещенск, 2017. С. 43–47.
14. Козлова А.Б., Руденко Ю.Е. Ассортимент летников в озеленении Благовещенска и перспективы его расширения // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции, 11 апреля, Благовещенск, 2018. В 2-х частях. Часть 1. С. 44–49.
15. Козлова А.Б., Зыкина С.В. Характеристика сортов *Pennisetum glaucum* L. в условиях юга Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: материалы X международного форума, 05–06 июня, Благовещенск, 2019. С. 143–146.
16. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Декоративные травы: Атлас-определитель. М.: Фитон+, 2010. 136 с.
17. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Декоративные травы: Атлас-определитель. М.: ООО «Фитон» XXI, 2018. 176 с.
18. Коротаев Г.В. Благовещенск: природа и экология. Благовещенск, 1994. 135 с.
19. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав. М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2012. 50 с.
20. Смурага В.С. Ассортимент и состояние декоративных злаков в коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси // Сборник научных работ: 68-я научно-техническая конференция учащихся, студентов и магистрантов, 17–22 апреля, Минск, 2017 г. С. 171–173.
21. Старченко В.М. Флора Амурской области и вопросы ее охраны: Дальний Восток России. Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН. М.: Наука, 2008. 228 с.
22. Филина М.В. Стабильно декоративные многолетники для пейзажных цветников в г. Красноярске: Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 22–23 апреля, Красноярск, 2021 г. С. 108–110.

**СТРУКТУРА МЕЗОФИЛЛА ВАЙ ДВУХ ВИДОВ ТРОПИЧЕСКИХ ПАПОРОТНИКОВ,  
ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ОРАНЖЕРЕЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УРО РАН**

**Л.А. Иванова, А.С. Третьякова, Е.В. Савицкий, П.К. Юдина**

*Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия*

**STRUCTURE OF THE MESOPHYLL TISSUE OF TWO TROPICAL FERN SPECIES  
GROWN IN THE GREENHOUSE OF THE INSTITUTE BOTANIC GARDEN OF THE  
UB RAS**

**L.A. Ivanova, A.S. Tretyakova, E.V. Savitsky, P.K. Yudina**

*Institute botanic garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia*

На примере покрытосеменных растений было показано, что важную роль в их адаптации к экологическим условиям играет изменение анатомической структуры мезофилла [3]. В то же время структурные параметры мезофилла папоротников и их связь с условиями среды изучены недостаточно. При этом папоротники освоили разнообразные среды обитания. Большая часть видов встречается в условиях повышенной влажности и пониженной освещенности. Около 2% видов могут встречаться и в засушливых местообитаниях, например на скалах, или как эпифиты на древесных растениях [7]. Кроме того, находясь на более ранней эволюционной ступени, папоротники могут продемонстрировать нам пути эволюционного развития фотосинтетического аппарата. Таким образом, исследование функциональных черт фотосинтезирующих органов папоротников расширит наше понимание как эволюции мезофилла листа, так и связи растений с факторами окружающей среды.

Была изучена структура вай тропических видов папоротников, произрастающих в условиях оранжереи Ботанического сада УрО РАН. В результате выявлены функциональные черты фотосинтезирующих органов, тканей и клеток папоротников, отражающие биоэкологические особенности видов. Исследованы 2 вида папоротников *Platycerium bifurcatum* (Cav.) C. Chr. и *Sphaeropteris cooperi* (F. Muell.) R. M. Tryon. с разными экологическими и биоморфологическими свойствами. Ареал рассмотренных видов связан с районами влажных тропических лесов, с количеством более чем 1200 мм осадков в год [1]. При этом они произрастают в различных экологических условиях и имеют различную потребность в увлажнении. *Sphaeropteris cooperi* наземный древовидный папоротник, встречается в тропических лесах Австралии. Произрастает в наиболее влажных местообитаниях, на суглинистых и песчаных почвах, глинистых суглинках [13]. *Platycerium bifurcatum* – травянистый папоротник, обитающий в наиболее засушливых условиях с нерегулярным водоснабжением – эпифит на деревьях [11]. Соответственно у этого вида выработались приспособления к запасанию воды и устойчивости к высуханию. Например, у спорофита *Platycerium bifurcatum* имеется корзина с нишей из специальных стерильных вай, в которой постепенно накапливается перепной, вода и минеральные вещества.

Исследования выполнены в оранжерее Ботанического сада УрО РАН. Площадь зала, в котором содержится коллекция папоротников, составляет 170 м<sup>2</sup>. Освещенность непостоянна: в яркие солнечные летние дни она может составлять 5040 лк, в пасмурную погоду, без досвечивания – ниже 800 лк. Имеется автоматическое досвечивание до 12-ти часовой продолжительности светового дня, при этом уровень освещенности составляет 2000 лк. Температурный режим в оранжерее колеблется в пределах 18.3–28.5°C в отопительный период и 8.8–47.8°C в период без отопления. Среднемесячная влажность составляет 40.5 %.

Для исследования структуры мезофилла были взяты 5 экземпляров каждого вида, выращенных в горшечной культуре. У каждого растения отобрали по 1 хорошо развитой неповрежденной вайе, завершившей рост. Изучение мезоструктуры вай было проведено в соответствии со специальной методикой [2–6; 8].

Большую площадь вайи имел *Sphaeropteris cooperi*, у которого вайи дважды- и трижды-перистые. Толщина вайи меньше у *Sphaeropteris cooperi*, пластинка которого была в 7 раз тоньше, чем у *Platycerium bifurcatum*. *Platycerium bifurcatum* характеризуется самыми высокими значениями толщины вайи и толщины мезофилла (табл. 1). Особенностью вай платицериума является наличие слоя бесхлорофильных паренхимных клеток на нижней поверхности вайи (рис.), вероятно выполняющего водозапасающую функцию.

Таблица 1

Средние значения листовых параметров у изученных видов папоротников

Параметр	<i>Sphaeropteris cooperi</i>	<i>Platycerium bifurcatum</i>
Площадь вайи, см <sup>2</sup>	4790.9	1037.7
Периметр вайи, см	1407.8	417.4
Толщина вайи с жилкой на срезе, мкм	120.6	862
Толщина вайи без жилки на срезе, мкм	117.8	840
Толщина мезофилла на срезе, мкм	94.9	688.1
УППЛ, г/м <sup>2</sup>	34.9	106.4

Ранее у папоротников было описано несколько типов строения мезофилла [10]. При первом типе строения мезофилл состоит из небольшого количества слоев и не дифференцирован на столбчатый и губчатый. Такой тип мезофилла нами отмечен у *Sphaeropteris cooperi* (рис.1). При более подробном рассмотрении, в мезофилле обнаруживаются удлинённые столбчатые клетки, но их содержание в 7 раз меньше, чем изодиаметрических (табл. 2). У *Sphaeropteris cooperi* отмечена сравнительно небольшая толщина вайи, клетки имеют наименьшие размеры при высоком их количестве в единице площади вайи. Несмотря на небольшие размеры клеток, *Sphaeropteris cooperi* характеризовался высоким числом хлоропластов в клетке при относительно небольшом среднем объеме хлоропласта, равном 47 мкм<sup>3</sup> (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения параметров структуры фотосинтетических тканей у изученных видов папоротников

Параметр	<i>Sphaeropteris cooperi</i>	<i>Platycerium bifurcatum</i>
Число клеток палисадного мезофилла в единице площади вайи, тыс./см <sup>2</sup>	17.7	33.2
Число клеток губчатого мезофилла в единице площади вайи, тыс./см <sup>2</sup>	114.4	59.4
Суммарное число клеток палисадного и губчатого мезофилла в единице площади вайи, тыс./см <sup>2</sup>	132.1	92.6
Объем клетки палисадного мезофилла, тыс. мкм <sup>3</sup>	13.3	212.1
Объем клетки губчатого мезофилла, тыс. мкм <sup>3</sup>	32.5	279.7
Число хлоропластов в клетке, безразм.	62	34.7
Объем хлоропласта, мкм <sup>3</sup>	47	63.3

У *Platycerium bifurcatum* мезофилл дифференцирован на столбчатый и губчатый (Types III). Количество клеток губчатого мезофилла превосходит количество клеток палисадного мезофилла только в полтора раза. Клетки мезофилла у *Platycerium bifurcatum*



крупные, в частности размеры изопалисадных клеток превосходят таковые *Sphaeropteris cooperi* в 9 раз. Соответственно, у платициериума существенно ниже количество клеток в единице площади вайи. В клетках *Platycterium bifurcatum* в среднем содержится меньшее, чем у *Sphaeropteris cooperi* количество хлоропластов, но они более крупных размеров (табл. 2).

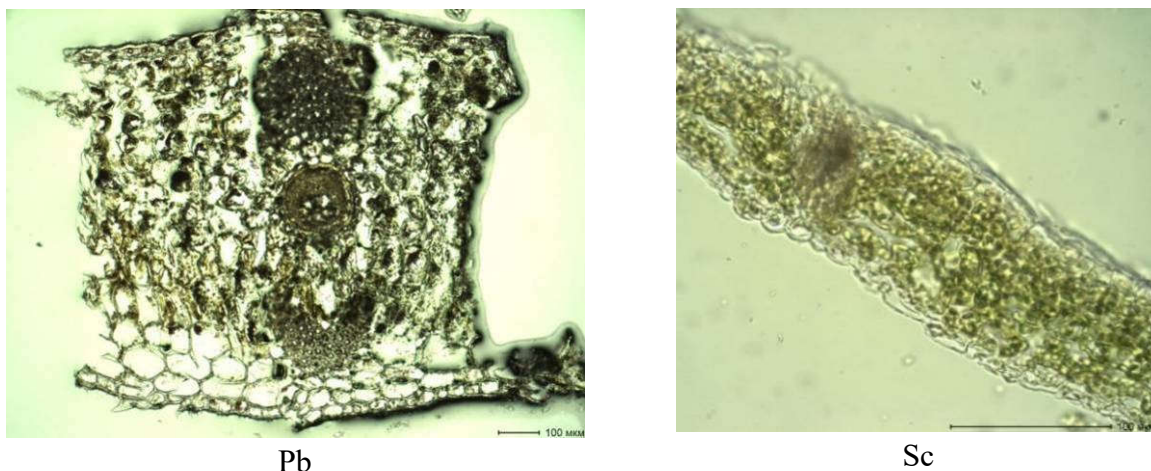


Рис. Поперечный срез вай изученных видов папоротников: Pb – *Platycterium bifurcatum*, Sc – *Sphaeropteris cooperi*

Таким образом, у рассмотренных видов папоротников нами выделены различные типы строения мезофилла, что связано с их таксономическим положением [10]. У *Sphaeropteris cooperi* (порядок *Cyatheaales*, семейство *Cyatheaceae*) мезофилл четко не дифференцирован на столбчатый и губчатый. У *Platycterium bifurcatum* (порядок *Polypodiales*, семейство *Polypodiaceae*) мезофилл дифференцирован на столбчатый и губчатый.

Выявленные функциональные особенности мезофилла, на наш взгляд, могут характеризовать признаки экологических свойств видов, а именно устойчивости видов к недостатку влаги. По экологическим особенностям в естественном ареале эпифитные папоротники, к которым относится *Platycterium bifurcatum*, характеризуются ксерофитными чертами, т.к. периодически вынуждены переносить периоды водного дефицита [7]. Приспособление у этого вида к недостаточной влажности достигается возрастанием толщины листа, многократным увеличением размеров клеток мезофилла, как губчатого, так и палисадного. Отличительной особенностью, также является низкие количество хлоропластов в клетках при больших размерах. Очевидно, что большие размеры клеток мезофилла в данном случае связаны с их водозапасающей функцией. Это предположение подтверждается высокими значениями цитоплазменно-хлоропластного отношения, сходными у эпифитных папоротников со значениями КОХ суккулентов [9]. Значения КОХ у наиболее устойчивого к высыханию вида *Platycterium bifurcatum* существенно выше, чем у *Sphaeropteris cooperi*.

### Литература

1. Второв П.П., Дроздов Н.Н. Биogeография: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. 304 с.
2. Иванова Л.А. Адаптивные признаки структуры листа растений разных экологических групп // Экология. 2014. № 2. С. 109–118.
3. Иванова Л.А., Пьянков В.И. Влияние экологических факторов на структурные показатели мезофилла листа // Ботанический журнал. 2002. Т. 87, № 12. С. 17–28.
4. Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.

5. Мокронос А.Т. Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата // Мезоструктура и функциональная активность фотосинтетического аппарата. Свердловск: УрГУ, 1978. 147 с.
6. Юдина П.К., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Золотарева Н.В., Иванов Л.А. Варьирование параметров листьев и содержания пигментов у трех видов степных растений в зависимости от аридности климата // Физиология растений. 2017. № 3. С. 190–203.
7. Hietz P. Fern adaptation to xeric environments // Fern Ecology. Mehlreter K., Walker L.R., Sharper J.M. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2010. P. 140–171.
8. Ivanova L.A., Yudina P.K., Ronzhina D.A., Ivanov L.A., Hölzel N. Quantitative mesophyll parameters rather than whole-leaf traits predict response of C3 steppe plants to aridity // New Phytologist. 2018. Vol. 217, № 2. P. 558–570.
9. Ivanova L.A., Ivanov L.A., Ronzhina D.A., Yudina P.K., Migalina S.V., Shinehoo T., Tserenkhand G., Voronin P.Yu., Anenkhonov O.A., Bazha S.N., Gunin P.D. Leaf traits of C3- and C4-plants indicating climatic adaptation along a latitudinal gradient in southern Siberia and Mongolia // Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2019. Vol. 254. P. 122–134.
10. Laskar S., Sen K. Evolutionary escalation of mesophyll tissue in 35 fern species // Indian Fern J. 2020. Vol. 37. P. 305–318.
11. Leong T.-Y., Goodchild D.J., Anderson J.M. Effect of light quality on the composition, function, and structure of photosynthetic thylakoid membranes of *Asplenium australasicum* (Sm.) Hook // Plant Physiology. 1985. Vol. 78, № 3. P. 561–567.
12. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochemical Society Transactions. 1983. Vol. 603. P. 591–592.
13. Medeiros A.C., Loope L. L., Flynn T., Anderson J., Cuddihy L.W., Wilson K.A. Notes on the status of the invasive Australian tree fern (*Cyathea cooperi*) in Hawaiian rain forests // American Fern Journal. 1992. Vol. 82, № 1. P. 27–33.

## ИНТРОДУКЦИЯ *PLATANUS OCCIDENTALIS* В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

**Т.А. Кормилицына, Д.Л. Матюхин**

*Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,  
г. Москва, Россия*

## INTRODUCTION OF *PLATANUS OCCIDENTALIS* IN TEMPERATE CLIMATE

**T.A. Kormilitsyna, D.L. Matukhin**

*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

Ареал *Platanus occidentalis* – это теплый континентальный – субтропический климат. Наш – умеренно-континентальный, отличается ярко выраженной сезонностью – теплым летом и суровой зимой. Целью моей работы является - рассмотреть *Platanus occidentalis* в нетипичных для него условиях в течение продолжительного времени, а точнее, на протяжении трёх лет. В своей работе я использовала различные методы. Наблюдение за Платаном западным на протяжении длительного времени. Измерение *Platanus occidentalis* в течении трёх лет. Измеряли: высоту, прирост. Производили подсчёт числа междоузлей на каждом растении. Описание, описывали состояние растения. Сравнение факторов, влияющих на рост Платана на родине и в средней полосе России. А объектом моего исследования является - Объектом моего исследования является *Platanus occidentalis*.

*Platanus occidentalis*, как мы уже упомянули ранее, является южной культурой, поэтому его интродукция представляет для нас большой интерес. Дерево обладает декоративными качествами: широколопастные листья, кора светло-коричневая с зеленой, а раннем возрасте зелено-коричневая, солидная высота (3–4 метра), которую Платан достигает достаточно быстро и пирамидальная крона. Все эти качества делают Платан перспективной декоративной культурой. [1]. На данном этапе объект достиг уже 1.5–1.7 м (величина указана последняя, то есть, полученная этой осенью), (в зависимости от конкретного растения). При этом усилия были приложены минимальные.

Обратим отдельное внимание на условия произрастания *Platanus occidentalis*. В континентально-субтропическом климате сумма активных температур значительно выше, но, несмотря на это зимой возможно кратковременное замерзание почв [2]. И в основном они произрастают в пойме рек. Умеренно-континентальный климат имеет сумму активных температур немного ниже, но замерзание почв происходит достаточно продолжительное время [4]. Кроме климата на рост и развитие растение очень сильное влияние оказывает почва. Почва на родине платана – дерново-подзолистая, как и у нас в средне полосе страны [2].

Как мы видим, Платан Западный прекрасно чувствует себя в наших широтах. Для подтверждения моих слов обратимся к таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1

Параметры Платана западного за 3 года произрастания в дендрарии им. Шредера.

Год	Высота		Прирост		Кол-во веточек*	
	макс	мин	макс	мин	макс	мин
2020	13	3.5	.	.	8	2
2021	47	7	26	2	13	5
2022	130	12	28.5	9	25	3

*Примечание:* в данном контексте, веточки – это отходящие от ствола побеги

В таблице мы наблюдаем самые важные цифры, которые были получены с 2020 по 2022. (Специально беру полные года для лучшей видимости результатов роста).

Исходя из табличных данных, мы можем сделать выводы: увеличились все показатели. Высота в 2020 году была максимальной 13 см, теперь 130. Хотелось добавить, что этим летом произошло отмирание верхушек в связи с резким похолоданием, а потом потеплением (в таблице указаны последние данные, после отмирания верхушек), кроме количества веточек, их число уменьшилось. Кроме того, перевершинивание платанов связано с неблагоприятными климатическими условиями и с этим же связано сокращение их численности. Необычно то, что зиму Платаны переносят лучше, чем лето. Это связано с тем, что на родине *Platanus occidentalis* произрастает в поймах рек, то есть он достаточно требователен к влаге, а в средней полосе России бывает так, что нужное количество осадков не выпадает продолжительное количество времени и, учитывая, что их корневая система расположена, по большей своей части, близко к поверхности почвы, всасывать влагу им достаточно сложно. Следовательно, они высыхают. Кроме того, без укрытия им тяжело перенести низкие температуры, особенно в момент набора высоты. Мы их укрывали мульчей. Высота укрытия составляла одну пятую часть растения и в ширину была немного меньше высоты.

Таблица 2

Параметры Платана западного за 2.5 года произрастания в дендрарии им. Шредера.

Дата проведения замеров	Высота	Кол-во междоузлей*	Прирост	Перевершинивание
08.10.2020	6.3 ± 0.5	4.3 ± 1.5	–	-
12.05.2021	8.3 ± 0.5	4.3 ± 1.5	2.7 ± 0.6	-
01.10.2021	40.2 ± 0.5	7.9 ± 2.8	28.9 ± 0.5	3
17.05.2022	60.5 ± 0.4	10.4 ± 3.2	18.0 ± 0.7	4
10.10.2022	123.7 ± 0.6	17.2 ± 4.1	24.6 ± 0.6	6

Подводя итог всему вышесказанному, сформулируем выводы: *Platanus occidentalis* устойчивое растение, которое хорошо приспосабливается к новым условиям, даже более суровым, несмотря на то, что является южной культурой. Кроме того, *Platanus occidentalis* обладает высокими декоративными качествами. Следовательно, *Platanus occidentalis* замечательный вид для интродукции.

### Литература

1. *Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции* : в 6 т. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3: Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые – Розоцветные. С. 374–450.
2. *Наумов В.Д., Н.Л. Каменных Почвоведение и география почв. Часть 2. География почв: учебное пособие.* Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. 162 с.
3. *Наумов В.Д. Почвы тропиков и субтропиков: учебник.* Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. 223 с.
4. *Сорокина В.Н., Гущина Д.Ю. География климатов.* Москва: Географический факультет МГУ, 2006. 103 с.

**ДИНАМИКА МАССЫ ХВОИ У СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ  
(*PINUS SYLVESTRIS* L.) РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ВЫСУШИВАНИИ**

**С.Р. Кузьмин<sup>1</sup>, Т.В. Карпюк<sup>2</sup>, Н.А. Кузьмина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН (ИЛ СО РАН ФИЦ КНЦ СО РАН),  
г. Красноярск, Россия*

<sup>2</sup>*Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия*

**DYNAMICS OF THE MASS OF NEEDLES IN THE COMMON PINE  
(*PINUS SYLVESTRIS* L.) OF DIFFERENT ORIGIN DURING DRYING**

**S.R. Kuzmin<sup>1</sup>, T.V. Karpyuk<sup>2</sup>, N.A. Kuzmina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*V.N. Sukachev Forest Institute of SB of RAS, Krasnoyarsk, Russia*

<sup>2</sup>*Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia*

Общее содержание воды в листьях и водоотдача при высыхании является одним из факторов устойчивости растений к засушливым условиям. Устойчивость к обезвоживанию листьев влияет и на другие свойства растений, связанные с общей выживаемостью: зимостойкость, сопротивление насекомым и грибным патогенам, общая интенсивность роста. В связи с этим, показатели дегидратации могут использоваться в качестве критерия отбора и диагностического метода устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды и последующей оценки перспективности использования разных популяций вида при интродукции.

Объектом исследования являются испытательные культуры сосны обыкновенной, созданные в 2014–2017 гг. на территории экспериментального хозяйства «Погорельский бор», расположенного в условиях лесостепной зоны в Емельяновском районе Красноярского края. В исследовании участвовало 11 происхождений (популяций) сосны обыкновенной, далее называемых климатипами. Четыре из них представляют собой гибриды – потомство популяций, тестируемых в условиях географических культурах в Богучанском районе Красноярского края, отобранные на основании многолетних исследований как перспективные климатипы для выращивания в условиях региона (тотемский из Вологодской области, катангский из Иркутской области, короткеросский из Коми и пинежский из Архангельской области). Остальные климатипы: богучанский, емельяновский, дзержинский, енисейский (все Красноярский край), а также короткеросский (Коми), гурьевский (Кемеровская обл.) и усть-кутский (Иркутская обл.).

В данной работе приводятся сведения о динамике массы хвои в результате высушивания. У всех климатипов в условиях испытательных культур проводился сбор двухлетней хвои с боковой ветви первого порядка с южной и юго-восточной стороны света. Сбор хвои проводился с 10 деревьев в каждой популяции. В среднем общая масса свежесобранной хвои для одной популяции, измеренная в лабораторных условиях, составила 14.220 г (8.880–18.345). Первые 15 суток сушка проходила на столе в помещении лаборатории при температуре 20–22°C. Общая навеска хвои каждой популяции равномерно раскладывалась на плотной бумаге и взвешивалась через определенные промежутки времени. Для каждого временного интервала проводился расчет темпов потери массы хвои, выраженный в процентах потерянной массы в сутки. Перед последними двумя этапами измерений (360–482 часа после сбора) хвоя была помещена в сушильный шкаф, вначале при температуре 29.5°C, затем при 30°C.

Измерения, проведенные после первых 20 суток с начала исследований, не показали снижения массы хвои. Общая потеря массы у климатипов составила от 57 до 63% от начальной массы. Согласно графику темпов потери массы хвои (рис.), сушка при более высокой температуре привела к увеличению темпов потери массы, особенно это сказалось

на образце корткеросского (гибридный) климатипа, начальная масса которого была самая низкая – 8.800 г, а спустя 20 суток комплексного высушивания итоговая масса этого образца составила 3.325 г. У данного образца темп потери массы хвои на последних двух этапах сушки в сушильном шкафу был увеличен с 0.36%/сутки до 3.21%/сутки. Вероятно, что начальная навеска может оказывать влияние на темпы высухания и испарения влаги, а разные величины массы хвои, могут быть связаны не только с охвоенностью побегов, но и с разной длиной хвои и другими ее параметрами, что показано в исследованиях других авторов (Тихонова и Тихонова, 2016).

Основные различия между исследуемыми происхождениями сосны по темпам потери массы хвои отмечаются в первые два дня сушки в условиях открытого воздуха в помещении лаборатории. Так, усть-кутский, место происхождения которого расположено наиболее высоко над уровнем моря (около 500 м) имеет наиболее высокий темп потери массы хвои. За первый 41 час он составил 15.7% в сутки, за последующие 25 часов темп снизился, но сохранил лидирующее положение – 13.3% потеря массы в сутки. Усть-Кутское лесничество относится к территории Лено-Ангарского плато, территория которого характеризуется резко континентальным климатом, позволяющим существовать сосновым лесам и влаголюбивым темнохвойным геосистемам региона, за счет сезонно промерзающим грунтов (Коновалова, Наговицын, 2015) и режима осадков, характерного для горных территорий.

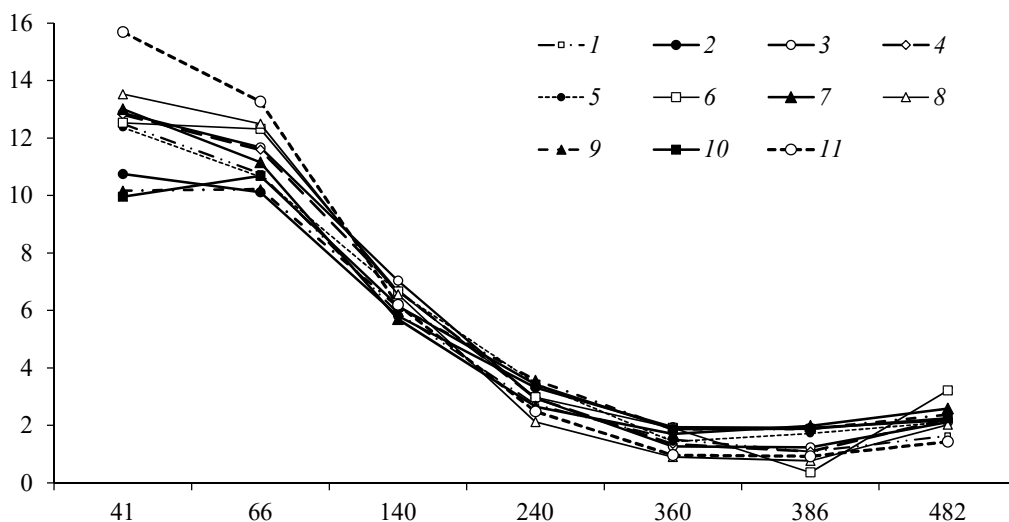


Рис. Динамика темпа потери массы хвои при высушивании у разных климатипов сосны обыкновенной: 1 – богучанский, 2 – емельяновский, 3 – гурьевский, 4 – тотемский (гибрид), 5 – катангский (гибрид), 6 – корткеросский (гибрид), 7 – пинежский (гибрид), 8 – корткеросский, 9 – дзержинский, 10 – енисейский, 11 – усть-кутский. (По оси абсцисс – время, часы; по оси ординат – % массы в сутки)

Для большинства исследуемых климатипов темп потери массы хвоей за первый 41 час составил от 12.4%/сутки до 13.5%/сутки. К группе климатипов с низким темпом потери массы относятся: енисейский (10.0 %/сутки), дзержинский (10.2%/сутки) и емельяновский (10.0%/сутки). Два последних климатипа относятся к лесостепной зоне, дзержинский климатип находится на территории Канской котловины. Основные осадки выпадают в ближайших горных системах – Ангарском и Енисейском кряжах, Приангарском плато и Восточном Саяне. Енисейский климатип расположен в Енисейской равнине и приурочен к низменности, граничащей с Енисейским кряжем, а емельяновский климатип расположен в лесостепной зоне рядом с Восточным Саяном и Енисейским кряжем. В целом места происхождения климатипов с низкими темпами потери массы на начальном этапе связаны с регионами, которые потенциально более дефицитны по осадкам и доступной влаге, по сравнению с климатипами из более холодных условий южной, средней и северной тайги, а также из горных территорий.

Таким образом, между климатипами сосны проявляется дифференциация по темпам потери влаги хвоей при высыхании. Основные отличия отмечаются в первые дни сушки. Предполагается, что это связано в первую очередь, как с морфологическими и анатомическими особенностями строения, так и с физиолого-биохимическими процессами деревьев, обусловленными генетическими особенностями климатических экотипов, сформированными в условиях произрастания материнских насаждений.

Работа выполнена в рамках базового проекта ИЛ СО РАН № 0287-2021-0009.

### Литература

1. Коновалова Т.И., Ноговицын В.Н. Геосистемы Лено-Ангарского плато // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2015. Т. 14. С. 46–54.
2. Тихонова Н.А., Тихонова И.В. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по признакам засухоустойчивости в лесостепных борах Южной Сибири // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 114–124.

## ВЛИЯНИЕ ФИТОНЦИДНЫХ РАСТЕНИЙ НА МИКРОФЛОРУ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

И.И. Новикова, Н.Ф. Чуенко, О.А. Савченко, Е.А. Новиков

«Новосибирский научно-исследовательский институт» Роспотребнадзора,  
г. Новосибирск, Россия

## INFLUENCE OF PHYTONCIDAL PLANTS ON INDOOR MICROFLORA

I.I. Novikova, N.F. Chuenko, O.A. Savchenko, E.A. Novikov

«Novosibirsk Research Institute» of Rosпотребнадзор, Novosibirsk, Russia

Проблема качества воздушной среды в организациях для детей, остается актуальной, которая зависит от влияния строительных материалов, архитектурно-планировочных решений, режима эксплуатации в помещении и других факторов.

Для удаления органических загрязнителей из воздуха закрытых помещений могут использоваться следующие системы или их комбинация: фильтрация, вентиляция, изоляция, воздухоочистители, адсорбция и очистка воздуха, озонирование, ультрафиолетовый (UV) фотолиз и т.д. Эти методы требуют больших затрат энергии и значительных капиталовложений. Самым простым способом по очистке воздуха является очистка воздуха комнатными растениями, это альтернативный метод очистки воздуха внутри помещений от загрязнения.

Использование комнатных растений считается экономичным, экологически чистым, высокопотенциальным и наиболее эффективным методом очистки воздуха. Данному способу очистки воздуха от органических соединений не уделяется должного внимания, и поэтому он наиболее актуален в современном обществе.

Целью исследования изучение экологических аспектов улучшения воздушной среды помещений с использованием комнатных растений (на примере организованных детских коллективов Новосибирской области). Задачей исследования являлось провести анализ микробной загрязненности групповых ячеек ДОО в зависимости от наличия фитомодулей.

При подборе комнатных растений, особенно для детских образовательных учреждений, необходимо учитывать неприхотливость, выраженную и продолжительную фитонцидную активность в течение всего года, высокую транспирирующую активность, повышающую относительную влажность воздуха. Все эти требования можно отнести к виду хлорофитум хохлатый (*Chlorophytum comosum*) – представителя семейства спаржевые (Asparagaceae) [5].

Кроме того, хлорофитум хохлатый является фитофильтром, поглощающим вредные газообразные химические соединения, например, формальдегид и другие карбонильные соединения, источниками которых являются новые строительные и отделочные материалы [4]. Исследование механизмов биохимических процессов, протекающих в тканях растений при поглощении газообразного формальдегида, показало, что в листьях *Chlorophytum comosum* при поглощении формальдегида происходит накопление хинонов, а в газовую фазу при этом растение выделяет альдегиды с числом атомов углерода 6–7, которые не являются токсичными, в отличие от исходного формальдегида [3, 2, 1, 7, 8].

Исследование микробной загрязненности воздушной среды, проведено в групповых помещениях дошкольных образовательных организаций (ДОО) г. Новосибирска, отличающихся наличием и отсутствием фитомодулей, в ассортимент которых был включен *Chlorophytum comosum*, подтверждающий позитивное влияние летучих экзометаболитов растений на общее количество микроорганизмов.

На подготовительном этапе по оценки фитонцидных свойств растений предварительно были проведены замеры содержания общего количества микроорганизмов (в КОЕ/м<sup>3</sup>) во всех групповых ячейках. Групповые ячейки дошкольной образовательной организации были условно разделены на группы «наблюдения» и группы



«контроля». Отбор проб воздуха осуществляли на уровне дыхания ребенка на расстоянии до 9 метров от растений, один раз в час в течении рабочей недели. Так как для детских организаций нет нормативов, то мы использовали методику МУК 4.2. 2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях [9].

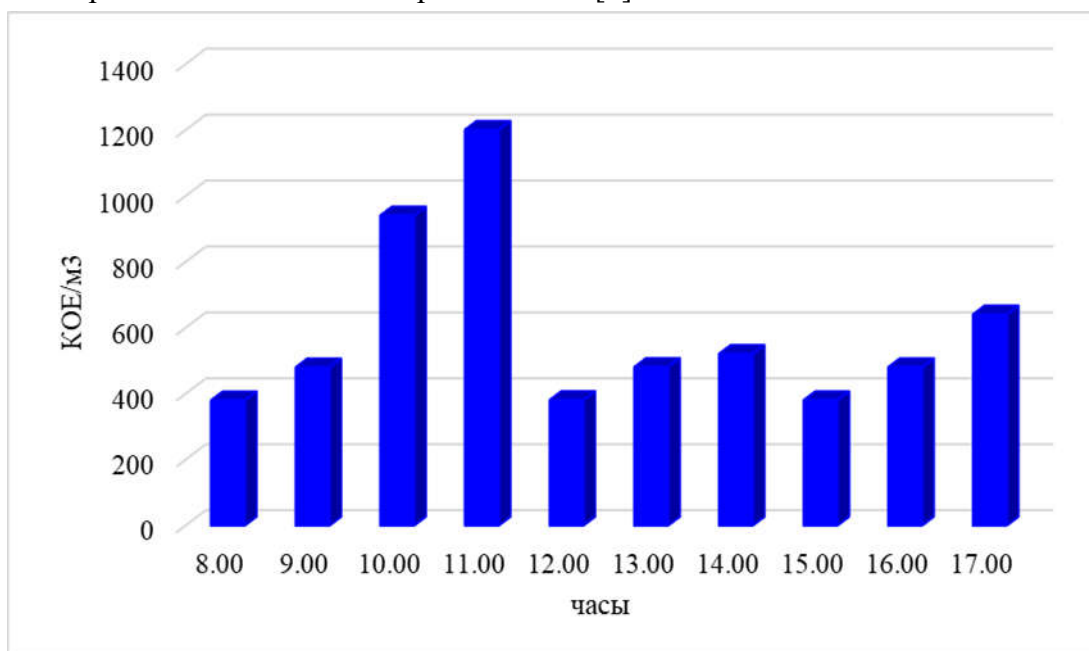


Рис. Общее количество микроорганизмов в групповых ячейках.

Наибольшее количество микроорганизмов отмечалось в периоды, когда не проводилось проветривание помещений (рис.). Показатель общего количества микроорганизмов был более 500 КОЕ/м<sup>3</sup> при измерениях, когда дети находились в помещении. Статистически значимых различий в динамике показателей в разных групповых ячейках в исследовании, не выявлено ( $p \geq 0.05$ ). Далее в групповых ячейках устанавливали ассортимент растений *Chlorophytum comosum*, *Aspidistra elatior*, *Begonia ricinifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Coleus blumei*, *Murraya exotica*, *Nephrolepis exaltata*, *Sansevieria trifasciata*, *Cyperus alternifolius*.

Экспериментально было установлено, что для *Chlorophytum comosum* радиус фитонцидного действия в снижении количества микроорганизмов групповых ячейках обеспечивается не более 5 м от растения при площади листового аппарата *Chlorophytum comosum* 0.01 м<sup>2</sup>, а для иных видов растений потребуется в несколько раз больше количества растений, для обеспечения эффективного воздействия. Так как *Chlorophytum comosum*, обладает положительными свойствами, это нам позволило условно принять его за эталон. Показатели активности (фитонцидной, транспирирующей и газопоглощающей) комнатных растений были выражены в условных единицах, соответствующих активности Хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum*), обладающего высокими фитонцидными, транспирирующими и газопоглощающими свойствами.

Далее отбор проб воздуха проводили в помещениях, где были установлены иные исследуемые растения. Исследования позволили установить, показатели общего количества микроорганизмов в групповых ячейках (в КОЕ/м<sup>3</sup>) на расстоянии до 5 м с площадью листового аппарата в 0.01 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади помещения была ниже значений, соответствующих *Chlorophytum comosum*. Это позволило выразить фитонцидную активность изучаемых растений в условных единицах [6, 7].

Комнатные растения обеспечивают регламентированные параметры микроклимата и качественных характеристик воздуха закрытых помещений, в том числе при сокращении времени проветривания помещений. Однако, в связи с недостаточностью

доказательной базы до настоящего времени в России широкого внедрения данных оздоровительных технологий на практике не произошло. Изучив опыт и наработки отечественных и зарубежных ученых определено, что использование фитомодулей – совокупности комнатных растений, обладающих комплексными средоулучшающими свойствами, может стать перспективным и бюджетным направлением снижения риска здоровью детей в организованных коллективах.

#### Заключение.

Количественный и качественный состав микрофлоры воздуха в дошкольных образовательных организациях зависит от времени суток, сезона года, микроэкологических условий, режима работы организации и режима проветривания, качества проведения уборки помещений, эффективности работы вентиляционной системы, кубатуры воздуха на одного ребенка, состояния здоровья детей и персонала

Полученные результаты показывают, что ассортимент комнатных растений способен эффективно очищать воздушную среду от микроорганизмов в закрытых помещениях. Исследуемый ассортимент комнатных растений *Chlorophytum comosum*, *Aspidistra elatior*, *Begonia ricinifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*, *Kalanchoe blossfeldiana*, *Coleus blumei*, *Murraya exotica*, *Nephrolepis exaltata*, *Sansevieria trifasciata*, *Cyperus alternifolius*, можно рекомендовать для улучшения воздушной среды закрытых детских дошкольных образовательных организаций, т.к. эти растения положительно влияют на качество воздуха в закрытых помещениях, обладает противоаллергической активностью, и не требует специального ухода.

#### Литература

1. Дульцева Г.Г., Цыбуля Н.В., Серая А.С. Научные и практические аспекты газопоглотительной активности растений. Фитофильтры для очистки воздушной среды помещений: монография. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018. 132 с.
2. МУК 4.2. 2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2011.
3. Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Лобкис М.А., Зубцовская Н.А., Романенко С.П., Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д. Способ санации воздуха в помещении: патент на изобретение № 2080866.
4. Окин В.И., Онищенко С.А. Особенности техноферной безопасности производства огнестойких материалов // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. 2019. № 5 (23). С. 124–132.
5. Чуенко Н.Ф., Лобкис М.А., Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д., Новикова И.И. Оценка эффективности использования фитонцидных свойств растений для снижения микробной обсемененности воздуха с целью минимизации риска заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов // Science for Education Today. 2022. Т. 12, № 2. С. 152–171. doi: 10.15293/2658-6762.2202.08.
6. Novikova I., Chuenko N., Tsybulya N., Fershalova T., Lobkis M. Quantification of the health-improving action of phyto modules in the rooms of child care preschool facilities. BIO Web Conf. (bioconferences.org) Northern Asia Plant Diversity: Current Trends in Research and Conservation. 2021. Vol. 38. P. 00091. doi: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800091>
7. Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Цыбуля Н.В., Новиков Е.А., Савченко О.А. Экологические аспекты улучшения воздушной среды помещений с использованием *Chlorophytum comosum* (на примере детских дошкольных образовательных учреждений) Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, №1. С. 130–134. doi: 10.55355/snv2023121120
8. Li J., Zhong J., Liu Q., Yang H., Wang Z., Li Y., Zhang W., Agranovski I. Indoor formaldehyde removal by three species of *Chlorophytum comosum* under dynamic fumigation system: part 2-plant recovery // Environmental Science and Pollution Research International. 2021. Vol. 28, iss. 7. P. 8453–8465. doi: 10.1007/s11356-020-11167-3.
9. Torpy F., Clements N., Pollinger M., Dengel A., Mulvihill I., He C., Irga P. Testing the single-pass VOC removal efficiency of an active green wall using methyl ethyl ketone (MEK) // Air Quality, Atmosphere & Health. 2018. Vol. 11, Iss. 2. P. 163–170. doi: 10.1007/s11869-017-0518-4.

**ИНТРОДУКЦИЯ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО –  
*JUNIPERUS COMMUNIS L.* В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. ОМСКА**

**М.В. Пашина**

*Филиал Омского государственного педагогического университета, г. Тара, Россия*

**INTRODUCTION OF COMMON JUNIPER – *JUNIPERUS COMMUNIS L.*  
IN THE LANDSCAPING OF OMSK**

**M.V. Pashina**

*Omsk State Pedagogical University branch, Tara, Russia*

Для крупных городов характерны экологические проблемы: промышленные предприятия, загазованность, большое количество автотранспорта и другие. Вредное воздействие окружающей среды на человека, его работоспособность и здоровье проявляется в чрезмерном содержании различных химических соединений в воздухе [1].

Интродукция растений – это целеустремленная деятельность человека по введению в культуру в данном естественноисторическом районе новых видов, сортов и форм растений или перенос их из природы в культуру [3]. Основными критериями для введения вида в культуру являются полезные свойства растений, устойчивость к неблагоприятным воздействиям внешних условий, возможность и легкость получения исходного материала, полноценной семенной или вегетативной репродукции для дальнейшего размножения [5].

Невозможно представить сады и парки без хвойных растений. Большинство видов является вечнозелеными и поэтому красивы в любое время года. Хвойные относят к группе фитонцидных растений. Один гектар можжевельного леса может за сутки выделить в воздух 30 кг летучих фитонцидов [6].

В жаркие дни можжевельник распространяет в воздух определенное количество ароматных соединений. Воздух, обогащенный фитонцидами, разрушает микробы, оказывающие вредное воздействие на организм. Такое количество летучего соединения достаточно, чтобы уничтожить значительное количество вредных микроорганизмов, имеющих в атмосфере большого города [4].

Наибольшее использование в озеленении получили сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris L.* и растения рода ель – *Picea A.Dietr.* Реже можно встретить растущие в городах можжевельники обыкновенный и казацкий – *Juniperus communis L.* и *J. sabina L.*, пихту сибирскую – *Abies sibirica Ledeb.* из-за загазованности и запыленности воздуха и сосну сибирскую (кедровую) – *Pinus sibirica Du Tour.* – чувствительны к атмосферной и почвенной сухости.

Объектом исследования выбран можжевельник обыкновенный – *Juniperus communis L.* Семейство кипарисовые – *Cupressaceae Gray, nom. cons.* Это самое большое по числу родов и третье по числу видов семейство хвойных. Сюда входит 19 родов и около 130 видов, широко распространенных как в южном, так и в северном полушарии. Из 19 родов кипарисовых только три включают в себе по многу видов (от 15 до 55) – кипарис, каллитрис и можжевельник. Общее число видов в этих трех родах – около 90 (почти 70% всех кипарисовых). Остальные 16 родов являются либо монотипными (содержат по одному виду), либо олиготипными (содержат немногие виды) [2].

Можжевельник обыкновенный растет в подлеске сухих сосновых боров на песчаных почвах, в ельниках, где почва избыточно увлажнена. На лесосеках и по опушкам иногда образует заросли. Хорошо растет на сухих каменистых почвах, а также на богатых избыточно увлажненных и даже заболоченных. Переносит небольшое засоление почвы. Довольно засухоустойчив, теневынослив. Хорошо переносит обрезку и вследствие медленного роста долго сохраняет придаваемую форму [4].

В первой половине августа 2022 г. проводилась экспедиция в условиях тайги, в Тарском районе по изучению растений Красной книги Омской области. В полутора километрах от южной окраины с. Екатерининское по просёлочной дороге в сторону с. Междуречье, на опушке соснового леса произрастали на легкой песчаной почве заросли можжевельника обыкновенного, для интродукции нами было взято 7 экземпляров растений.

Цель нашего исследования – подбор благоприятных условий для выращивания для дикорастущих экземпляров можжевельника обыкновенного в крупном промышленном городе.

На следующий день они были высажены на придомовой территории жилого многоквартирного дома в лёгкую, песчаную почву, аналогичную природной.

Участок расположен на западной границе центрального административного округа г. Омска и с двух сторон (западной и северной) окружен стенами 10-ти этажного дома.

На коллекционном участке произрастают вяз низкий (мелколистный) – *Ulmus pumila* L., очень компактно расположенные 3 растения сосны обыкновенной, рябинник рябинолистный – *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, а также травянистые многолетники: сорт пиона молочноцветкового – *Paeonia lactiflora* и сорт гибридного садового ириса – *Iris hybrida*. Под кроной этих растений были высажены привезенные можжевельники и небольшой экземпляр линнеи северной – *Linnaea borealis* L. Сем. Жимолостные – *Caprifoliaceae* Juss. (рис. 1).

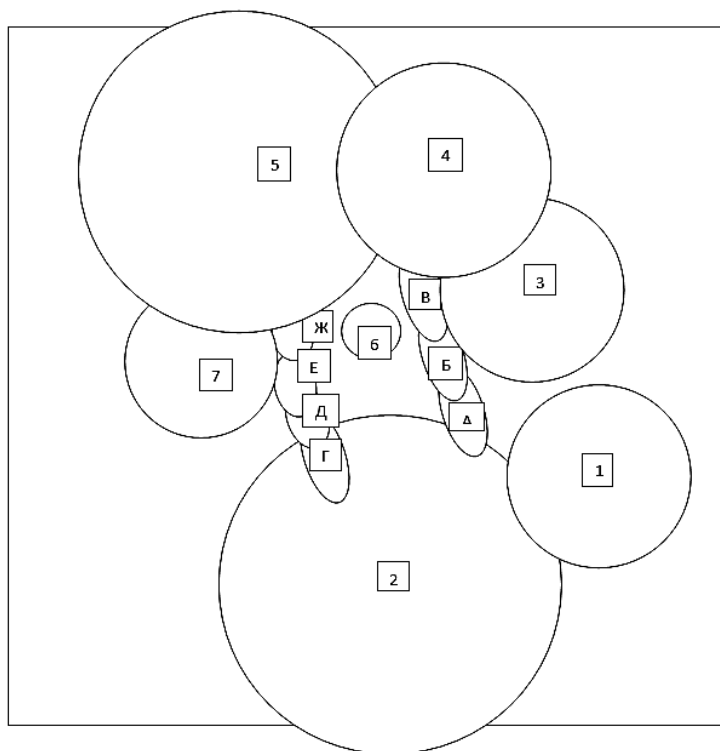


Рис. 1. Схема коллекционного участка

Условные обозначения:

1. Сорт пиона молочноцветкового – *Paeonia lactiflora*
  2. Вяз низкий – *Ulmus pumila* L.
  - 3–5. Сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* L.
  6. Сорт гибридного садового ириса – *Iris hybrida*
  7. Рябинник рябинолистный – *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun
- А, Б, В, Г, Д, Е, Ж. – Можжевельник обыкновенный – *Juniperus communis* L.

После посадки растения своевременно поливали и рыхлили. На зиму укрыли укрывным материалом и засыпали снегом (высота 60 см).

Весной (в мае) после начала появления листьев на вязе, убрали укрытие, удалили засохшие побеги (всего примерно 7% локально только у одного куста). В течение вегетационного периода уход за растениями сводился только к поливу по мере необходимости, и мульчированию щепой для хвойных растений.

Все растения дали хороший прирост побегов от 20% до 50% (рис. 2, 3, табл.). Линнея северная хорошо перезимовала, разрослась, но пока в этом году не зацвела. Её можно выращивать как почвопокровный вечнозелёный кустарник вокруг хвойных растений.

Можжевельники высадили в миксбордер с другими хвойными растениями (сосной горной – *Pinus sylvestris* var. *montana* (Mill.) Aiton, пихтой корейской – *Abies koreana* E.H. Wilson, туей западной – *Thuja occidentalis* L., можжевельником горизонтальным – *J. horizontalis* Moench).

Таблица

Морфология побегов можжевельника обыкновенного

№ растения	Высота растения (см)	Диаметр кроны (см)	Побеги			Длина прироста (см)	Кол-во шишко-ягод, шт.
			кол-во, шт.	длина (см)	диаметр (см)		
А	72	58×58	5	38–57	0.79–0.41	5.53±2.43	12
Б	48	58×29	8	26–40	0.61–0.32	7.78±3.05	7
В	58	24×18	2	36–52	0.6	6.82±2.77	3
Г	40	35×16	2	23–29	0.52–0.3	3.33±1.20	1
Д	18	29×13	2	11–12	0.21–0.13	5.40±2.29	–
Е	39	36×33	4	17–35	0.2–0.52	4.63±0.74	–
Ж	37	26×23	3	20–30	0.11–0.12	4.88±1.61	–



Рис. 2. Участок с можжевельником обыкновенным



Рис. 3. Можжевельник обыкновенный

Стелющиеся формы можжевельника расположили на переднем плане, а раскидистые и высокорослые – на следующих планах в композиции. Между растениями выдержали оптимальные расстояния (1.2–2 м).

Наиболее эффектно крупные экземпляры можжевельника лучше высаживать в солитёрных посадках (одиночно) на газоне или на альпийской горке.

Проведённое нами исследование позволяет сделать вывод о перспективности интродукции можжевельника обыкновенного в городские условия при соблюдении условий: выбор экземпляров средних размеров, посадка растений в августе-начале сентября, весной притенение от прямых солнечных лучей.

## Литература

1. Губанкова А.А. Фитонциды и их роль в городской среде // Молодёжь и наука. 2022. № 10. С. 1–3.
2. *Жизнь растений*. В 6 т.: Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения. М.: Просвещение, 1978. 447 с.
3. Лапин П.И., Рябова Н.В. Некоторые проблемы практики интродукции древесных растений в ботанических садах. // Исследование древесных растений при интродукции. М.: Наука, 1982. С. 5–29.
4. Мамедова З.А., Рустамова Ф.Н. Биоэкологические свойства, эфиромасличность и использование в ландшафтной архитектуре можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.). // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 1, № 5. С. 6–9.
5. Пашина М.В. Садовые розы и шиповники-подвои при интродукции в лесостепном Прииртышье. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 177 с.
6. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. 280 с.

**ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА МАТЕРИНСКОГО ДЕРЕВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ  
КЛОНОВ МУТАЦИОННЫХ ВЕДЬМИНЫХ МЕТЕЛ У PINUS SIBIRICA DU TOUR**

**О.И. Полякова<sup>1,2</sup>, Е.А. Жук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup>*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия*

**THE EFFECT OF THE MATERNAL TREE AGE ON GROWTH AND  
DEVELOPMENT OF MUTATIONAL WITCHES' BROOM CLONES IN PINUS  
SIBIRICA DU TOUR**

**O.I. Polyakova<sup>1,2</sup>, E.A. Zhuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch  
of the Russian Academy of Science, Tomsk, Russia*

Ведьмина метла (ВМ) – фрагмент кроны дерева с аномальным морфогенезом, включающим замедленный рост, обильное ветвление и сниженное апикальное доминирование. Большинство ВМ имеют патологическую природу, причиной их образования является заражение различными видами грибов и микроорганизмов [11–13], вследствие чего они имеют болезненный вид и полное или частично полное угнетение репродуктивной функции [2, 3]. В отличие от них мутационные ВМ имеют нормальную жизнеспособность, высокую долговечность и полное отсутствие каких-либо патогенов или следов их жизнедеятельности [5, 8]. Причиной появления таких ВМ считают доминантную соматическую мутацию, происходящую в апикальной меристеме [6, 9]. Доказательством является расщепление семенного потомства ВМ от опыления нормальной пыльцой на два дискретных класса: карликовые и нормальные сеянцы чаще всего в соотношении 1:1 [1, 4, 10, 14].

Мутационные ВМ являются основным источником декоративных карликовых привойных сортов хвойных [7]. Для повышения разнообразия сортов, созданных на основе ВМ, часто используются клоны молодого семенного потомства ВМ. Однако корректного научного анализа влияния возраста материнских деревьев на развитие их вегетативного потомства до сих пор не проводилось. Целью данной работы было установить, как влияет возраст материнского дерева на рост клонов ВМ.

Был проведен сравнительный анализ 12-летних клонов четырех ВМ *Pinus sibirica* с материнских деревьев возрастом не менее 60 лет и клонов их мутантного семенного потомства. Все клоны были созданы методом прививки на 5-летние саженцы того же вида местного происхождения.

Большинство клонов семенного потомства имели сниженное апикальное доминирование, более короткую хвою и форму кроны, более приближенную к шару, по сравнению с клонами материнских ВМ. При этом клоны семенного потомства отличались повышенным по сравнению с материнскими клонами разнообразием. У клонов зрелых ВМ соотношение длины и ширины кроны варьировало в пределах 1.6–2.0, а у клонов семенного потомства 1.3–1.7 (рис. 1а). Разброс по апикальному доминированию у клонов зрелых ВМ был в пределах 1.6–2.0, а у клонов семенного потомства 1.5–1.7 (рис. 1б); по длине хвои на весеннем побеге у клонов зрелых ВМ – от 7.1 до 9.7 см, а у клонов семенного потомства – от 6.0 до 7.3 см (рис. 1в). У клонов зрелых ВМ число почек на весеннем побеге составляло 1.6–3.5 шт., а клонов семенного потомства 4.5–6.9 шт. (рис. 1г).

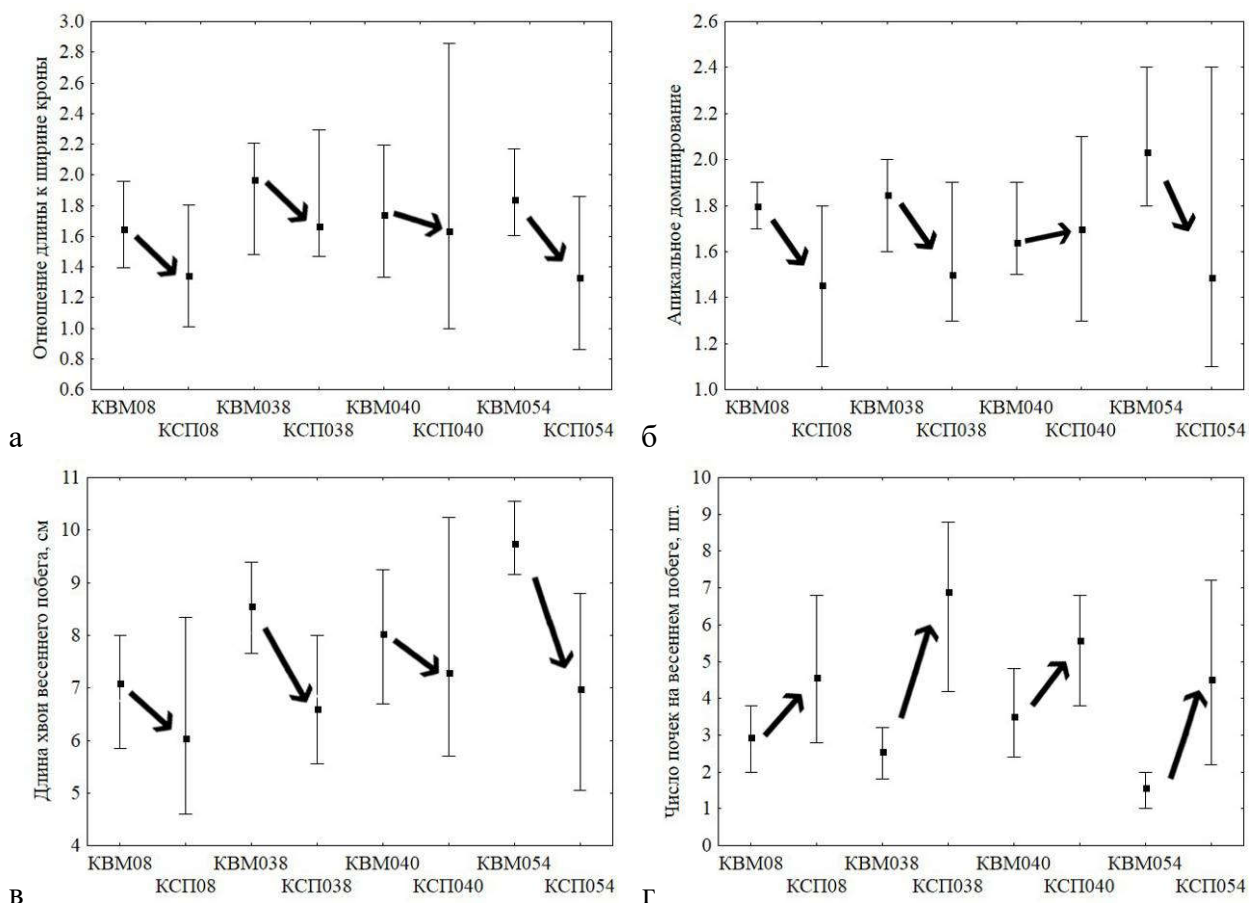


Рис. 1. Средние значения признаков у клонов ведьминых метел (КВМ) и клонов семенного потомства (КСП). Линия показывает разброс от минимального до максимального значения признака, точка – среднее значение признака.

Повышенное разнообразие клонов семенного потомства можно объяснить влиянием отцовского эффекта. Все семенное потомство было получено в результате опыления ВМ пыльцой нормальных деревьев, т.к. ВМ *Pinus sibirica* не способны формировать собственную пыльцу, за редким исключением. Разнообразие семян с фенотипом ВМ, давших начало клонам, было ожидаемо выше разнообразия клонов зрелых ВМ.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что возраст материнского растения оказывал влияние на большинство морфологических признаков клонов ВМ, однако самым большим влиянием он имел на число почек на побеге, длину хвой, апикальное доминирование и форму кроны (табл. 1). Размер кроны и длина побегов зависела в основном от характеристик исходного клона ВМ. Некоторые признаки (высота ствола, форма кроны, длина побега, число почек) зависели от обоих факторов одновременно, хотя и в разной степени.

На частоту формирования летнего побега и заложения женских шишек у клонов возраст материнских деревьев также оказывал сильное влияние. Среди клонов зрелых ВМ летние побеги формировались у 71% деревьев уже в 8-ми летнем возрасте. У клонов семенного потомства летний побег начал формироваться только в возрасте 10 лет у 46% деревьев.

К 12-летнему возрасту все клоны зрелых ВМ вступили в фазу репродукции, при этом шишки формировались у 54% рамет. Клоны ВМ 038, 040 и 054 начали формировать женские шишки в возрасте 9 лет, клон 08 в 12 лет. У клонов ВМ 054 и 038 образование шишек наблюдалось не только на центральном побеге, но и по периферии кроны. Ни один из клонов семенного потомства к 12-летнему возрасту шишек еще не имел.



Таблица 1

Анализ дисперсии (ошибка степени свободы (df), среднеквадратичная ошибка (MS), значения F и значений p) признаков характеризующих морфологию кроны и побегов у клонов ВМ и клонов семенного потомства

Признаки	df	MS	F	p	Доля влияния фактора, %
<i>Высота ствола, см</i>					
Возраст маточника	1	3600.8	4.007	<0.05	3.0
Клон	3	7968.2	8.866	<0.001	20.1
Возраст маточника×Клон	3	791.7	0.881	0.4538	2.0
Ошибка	99	898.7			74.9
<i>Ширина кроны, см</i>					
Возраст маточника	1	181.1	0.518	0.4734	0.4
Клон	3	1511.0	4.323	<0.01	11.1
Возраст маточника×Клон	3	548.5	1.569	0.2016	4.0
Ошибка	99	349.5			84.5
<i>Отношение высоты прививки к ширине кроны</i>					
Возраст маточника	1	1.7332	20.471	<0.001	15.0
Клон	3	0.3292	3.889	<0.05	8.6
Возраст маточника×Клон	3	0.1441	1.702	0.1715	3.7
Ошибка	99	0.0847			72.7
<i>Длина терминального побега, см</i>					
Возраст маточника	1	2.41	0.2018	0.6544	0.2
Клон	3	117.73	9.874	<0.001	24.5
Возраст маточника×Клон	3	12.55	1.0529	0.3734	2.6
Ошибка	88	11.92			72.7
<i>Коэффициент апикального доминирования</i>					
Возраст маточника	1	1.4338	30.417	<0.001	21.7
Клон	3	0.0561	1.189	0.3185	2.6
Возраст маточника×Клон	3	0.2849	6.044	<0.001	12.9
Ошибка	88	0.0471			62.8
<i>Длина хвои весеннего побега, см</i>					
Возраст маточника	1	43.370	46.066	<0.001	26.1
Клон	3	9.460	10.048	<0.001	17.1
Возраст маточника×Клон	3	3.872	4.113	<0.01	7.0
Ошибка	88	0.941			49.8
<i>Число почек на весеннем побеге, шт.</i>					
Возраст маточника	1	123.727	109.9722	<0.001	45.7
Клон	3	10.679	9.4915	<0.001	11.8
Возраст маточника×Клон	3	5.410	4.8085	<0.01	6.0
Ошибка	88	1.125			36.5

Таким образом, использование в селекционной практике семенного потомства ВМ в качестве материнских растений способно существенно расширить возможности для создания новых карликовых клонов. Клоны семенного потомства отличаются повышенным разнообразием по сравнению с исходными клонами ВМ, но большинство из них имеют более округлую крону, повышенное побегообразование и укороченную хвою, а также гораздо позднее вступают в репродуктивную фазу.

Исследование было поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание ИМКЭС СО РАН, регистрационный номер проекта 1022042600048-9-1.5.1)

## Литература

1. Носков В.И., Негруцкий С.Ф. К вопросу о происхождении "ведьминых метел" на сосне // Научные записки Воронежского лесотехн. ин-та. 1956. Т. 15. С. 207–210.
2. Ямбуров М.С., Горошкевич С.Н. «Ведьмины метлы» кедра сибирского как спонтанные соматические мутации: встречаемость, свойства и возможности использования в селекционных программах // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV, № 2–3. С. 317–324.
3. Bertaccini A. Phytoplasmas: diversity, taxonomy, and epidemiology // Frontiers in Bioscience. 2007. Vol. 12. P. 673–689.
4. Brown C.L., Sommer H.E., Wetzstein H. Morphological and histological differences in the development of dwarf mutants of sexual and somatic origin in diverse woody taxa // Trees. 1994. Vol. 9, Iss. 2. P. 61–66.
5. Buckland D.C., Kuijt J. Unexplained brooming of Douglas-fir and other conifers in British Columbia and Alberta // Forest Science. 1957. Vol. 3, iss. 3. P. 236–242.
6. Duffield J., Wheat J. Dwarf seedlings from broomed douglas-fir // Silvae Genet. 1963. Vol. 12. P. 129–133.
7. Farjon A. A handbook of the world's conifer. 2nd edn. Leiden, Brill. 2017. 1154 p.
8. Fordham A.J. Dwarf conifers from witches'-brooms // Arnoldia. 1967. Vol. 27. P. 29–50.
9. Grasso V. Dwarf seedlings from witches' brooms of *Pinus halepensis* // Italia forestale e montana. 1969. Vol. 24. P. 241–245.
10. Johnson A.G., Pauley S.S., Cromell W.H. Pine dwarf segregates from witches'-brooms // Proc Int Plant Propag Soc. 1968. Vol. 18. P. 265–270.
11. Money N.P. Mushrooms: A Natural and Cultural History. London, Reaktion Books. 2017. 224 p.
12. Seo J.K., Kim M.K., Kwak H.R., Kim J.S., Choi H.S. Complete genome sequence of longan witches' broom-associated virus, a novel member of the family Potyviridae // Archives of Virology. 2017. Vol. 162, Iss. 9. P. 2885–2889. doi:10.1007/s00705-017-3405-2.
13. Sugio A., MacLean A.M., Kingdom H.N., Grieve V.M., Manimekalai R., Hogenhout S.A. Diverse targets of phytoplasma effectors: from plant development to defense against insects // Annual Review of Phytopathology. 2011. Vol. 49. P. 175–195. doi:10.1146/annurev-phyto-072910-095323
14. Waxman S. Witches'-brooms' sources of new and interesting dwarf forms of *Picea*, *Pinus*, and *Tsuga* species // Acta Horti Symp Propag Arboric. 1975. Vol. 54. P. 25–32.

**ГОДИЧНЫЙ ЦИКЛ РОСТА И РАЗВИТИЯ РОЗЫ ДАМАССКОЙ –  
*ROSA DAMASCENA* MILL. В УСЛОВИЯХ ГОРОДА ДУШАНБЕ**

**Д.С. Саттаров, Н.С. Саидов**

*ГНУ Центр инновационной биологии и медицины Национальной академии наук  
Таджикистана, г. Душанбе, Республика Таджикистан*

**ANNUAL CYCLE OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE DAMASK ROSE –  
*ROSA DAMASCENA* MILL. IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF DUSHANBE**

**D.S. Sattarov, N.S. Saidov**

*Innovation Center for Biology and Medicine National Academy of Sciences of Tajikistan,  
Dushanbe, Republic of Tajikistan*

Человечество, по мере своего развития перешла от интродукции различных видов дикорастущих растений, которые обеспечивали наличие продовольственных ресурсов к выведению различных сортов растений для обеспечения медицины эфирно масличным сырьём, а также для декоративного оформления городов и сел. Одним из таких растений являются представители рода роза – *Rosa* L., а продукцией, которая получила широкое применение в медицине и в парфюмерной промышленности – розовое масло.

Изготовление розового масла имеет достаточно давнюю историю, которая берет своё начало ещё с периода правления персидских царей Ахеменидов (Вергазов, 2019). Данное масло изготавливали преимущественно из наиболее эфирноносных сортов, каким и является роза дамасская – *Rosa damascena* Mill., которая получило наиболее масштабное культивирование в Болгарии, в районе Казанлык.

В нашем Центре заложена небольшая плантация данной розы из лепестков, которой мы изготавливаем экстракт розового масла.

Нашей целью было выявление годового цикла развития розы дамасской – *Rosa damascena* Mill. в условиях города Душанбе, которое мы проводили в 2021–22 гг. В результате проведенных фенологических наблюдений было установлено, что начало вегетационного периода начинается с набухания почек в третьей декаде января. Вегетация или раскрытие почек приходится с конца второй декады до середины третьей декады февраля в зависимости от благоприятности температуры года. При этом сильное колебание суточной температуры сказывается на продолжительности фазы, особенно заморозки, при которых повреждаются молодые ростки и верхняя часть вновь раскрывшихся листьев, которые имеют коричневатую-красную окраску. Торможение в росте побегов, в основном боковых или генеративных наблюдается в первой декаде марта, где наблюдается более пасмурные дни с ночным заморозками, которые в основном отражаются в верхних слоях почвы. Имеются сильные различия в росте вегетативных и генеративных побегов. В конце первой декады марта боковые генеративные побеги имеют в основном по 2 листочка с укороченными междоузлиями, а рост вегетативного побега, который сформирован с почек до корневой шейки составляет 10–12 см с 6–7 листочками.

Начало бутонизации приходится на середину третьей декады марта, в основном на боковых генеративных побегах. Вегетативные побеги (в виде жировиков) в эту фазу входят в конце третьей декады мая до первой декады июля, образуя 3–12 бутонов на конце побега. Отдельные побеги развиваются до 1.5 м и выше. Фаза цветения наступает в конце первой декады апреля (единично), а во второй декаде апреля растение начинает массово цвести. В основном цветут перезимовавшие бутоны (80%), которые обычно плохо сформированы, так как, количество лепестков едва составляет более 20 штук. Аналогичная картина наблюдается в формировании поздних бутонов на вегетирующих побегах, которые формируются при неблагоприятных, жарких летних температурах.

Осенью, при вторичном цветении растения количество лепестков в цветке составляет 7–8 шт. В апреле максимальное количество лепестков в цветке составляет 32 шт., а в мае этот показатель почти удваивается и составляет более 50 шт. Предполагаем, что это явление в основном связано с благоприятными оптимальными погодными условиями.

При отсутствии орошения на плантационном участке, со второй половины июня по первую декаду сентября в развитии кустов роз наступает относительный полу покой. Лишь в конце первой или в начале второй декады сентября появляется вторичное пробуждение и развитие относительно спящих почек. В основном пробуждаются более короткие боковые генеративные побеги. Также наблюдается раскрытие сохранившихся бутонов в конце второй декады сентября. Начало вторичного цветения растения приходится на третью декаду сентября, у которых формируется малое количество лепестков (полумахровые). Осеннее вторичное цветение роз не имеет массового характера, но пик цветения приходится на конец первой декады октября. С ним также совпадает рост и развитие вегетирующих побегов. Несмотря на отсутствие массового характера цветения, продолжительность цветения одного цветка по времени растягивается. С начала вторичного цветения период сохранения цветущего цветка длится 3–4 дня и в конце, а с первой декады ноября данный период растягивается до 10 дней и больше. При этом сохраняется содержание эфирных масел, о чем свидетельствует наличие стойкого аромата в цветках. Со снижением ночной температуры ниже 10 °С цветение бутонов идет на спад и по мере приближения ее к 0 °С, фаза вторичного цветения полностью останавливается, а также замедляется рост вегетирующих побегов.

В заключении хотим отметить, что роза дамасская – *Rosa damascena* Mill. в условиях города Душанбе при благоприятных температурных условиях и правильной агротехнике имеет неплохое вторичное цветение с более длительной фазой сохранения цветения.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ *CALENDULA OFFICINALIS* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г.А. Шмакова

*Сибирский ботанический сад Томского государственного университета, г. Томск, Россия*

## COMPARATIVE ASSESSMENT DIFFERENT CULTIVARS OF *CALENDULA OFFICINALIS* L. IN THE SOUTHERN TAIGA OF WESTERN SIBERIA

G.A. Shmakova

*Siberian Botanical Garden of Tomsk State University, Tomsk, Russia*

*Calendula officinalis* L. находит широкое применение в лекарственном растениеводстве и медицинской практике, декоративном садоводстве, пищевой промышленности, представляя собой универсальную комплексную культуру. Под названием «ноготки лекарственные» календула включена в Государственную фармакопею РФ [13]. В качестве лекарственного сырья для фармацевтического и пищевого производства у *C. officinalis* используют соцветия (цветочные корзинки) и краевые язычковые цветки [7, 9, 11, 12, 16].

Широкий спектр фармакологического действия цветков календулы обусловлен содержанием в сырье различных классов биологически активных веществ (БАВ), которые определяют его лекарственные свойства. Основными из них являются каротиноиды, флавоноиды, ксантофиллы, сапонины и ряд сопутствующих веществ [1, 5, 14, 16]. Основными действующими веществами, по которым проводится количественное определение, являются флавоноиды, сумма которых в пересчете на рутин должна быть не менее 1% [13]. Также одними из основных веществ, преобладающих среди общего числа, и представляющих практический интерес, являются каротиноиды – БАВ с широким применением в медицине [1, 4, 8, 10, 15].

В настоящее время известно более 100 сортов календулы, из которых в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включены 8 сортов – 4 сорта лекарственного и 4 сорта цветочно-декоративного направлений [5]. Многие декоративные сорта этой ценной культуры могут представлять интерес как потенциальные источники лекарственного растительного сырья.

В связи с вышесказанным, актуальной проблемой является разработка устойчивого и адаптированного к условиям южной тайги Западной Сибири ассортимента календулы лекарственной для применения в декоративном садоводстве и лекарственном растениеводстве. Для оценки хозяйственно-биологических качеств изучаемых сортов календулы рассматривали их декоративные характеристики и содержание БАВ.

Целью работы являлась сравнительная оценка изучаемых сортов *C. officinalis* в условиях южной тайги Западной Сибири.

Объектами исследования послужили 12 сортов календулы отечественной и зарубежной селекции.

Декоративность сортов оценивали по следующим характеристикам – устойчивость к полеганию, продолжительность периода цветения, размер и махровость соцветий, устойчивость к биотическим факторам среды. Важной характеристикой не только для декоративного цветоводства, но и для лекарственного растениеводства является устойчивость растений к полеганию. Так как у календулы ломкие стебли, данная особенность может привести к трудностям при механизированном сборе соцветий. Были выделены 3 сорта, формирующие компактные кусты, устойчивые к полеганию: «Фиеста», «Red with Black», «Pacific Beauty Lemon». Средней устойчивостью к полеганию обладают сорта: «Радио», «Медовая Карамель», «Солнечный Закат». 6 сортов оказались неустойчивы к полеганию.

Все изученные сорта характеризуются махровой формой соцветий. Наименьшим количеством растений с махровыми соцветиями отличались сорта «Кальта», «Радио», «Золотой Император», «Райский Сад». Средний диаметр соцветий исследуемых сортов варьирует от 4.6 до 8.6 см. Наиболее высокими показателями диаметра соцветий обладают сорта «Золотой Император», «Pacific Beauty Lemon», «Оранжевый Король», «Радио». Наименее крупными соцветиями характеризуются сорта «Медовая Карамель», «Неон», «Солнечный Закат».

При посеве семян *C. officinalis* в второй декаде мая, цветение начиналось преимущественно в третьей декаде июля. Фазы массового цветения изучаемые сорта достигли в первой – второй декаде августа, которая длилась до третьей декады сентября. Все наблюдаемые сорта характеризовались продолжительным и обильным цветением.

В ходе наблюдений за растениями, при визуальном осмотре было выявлено поражение изучаемых сортов календулы мучнистой росой. Поражение отмечалось на листьях, стеблях и цветочных корзинках. Балльная оценка степени поражения растений проводилась визуально и оценивалась по площади поражения поверхности растения. Наибольшей устойчивостью к мучнистой росе характеризуются сорта «Red with Black», «Кальта», «Радио», «Райский Сад», «Оранжевый Король», «Медовая Карамель», «Неон» и «Pacific Beauty Lemon».

В результате количественного определения суммы флавоноидов растительного сырья изучаемых сортов календулы лекарственной в соответствии с требованиями ФС.2.5.0030.15 [13], было установлено, что содержание флавоноидов колеблется от 0.60 до 1.80% в абсолютно сухом сырье. Наибольшим содержанием флавоноидов в цветочных корзинках отличаются сорта, которые входят в список лекарственных растений, допущенных к использованию на территории России: «Кальта» (1.80%) и «Райский Сад» (1.51%). Они характеризуются ярко-оранжевой окраской язычковых и трубчатых цветков. Сорта цветочно-декоративного направления содержат флавоноиды в меньшей степени, из них можно выделить сорта, отвечающие критерию ФС.2.5.0030.15 содержания суммы флавоноидов в пересчете на рутин, – не менее 1%. Это сорта «Оранжевый Король» (1.41%), «Pacific Beauty Lemon» (1.30%), «Фиеста» (1.25%), «Радио» (1.16%).

Методом спектрофотометрии было определено количественное содержание каротиноидов в язычковых цветках календулы лекарственной. Была использована модернизированная методика, описанная Афанасьевой П.В. [1]. Высоким содержанием суммы каротиноидов обладают сорта с оранжевой окраской язычковых цветков: «Радио» (72.65 мг%), «Медовая Карамель» (72.72 мг%), «Райский Сад» (75.26 мг%), «Неон» (77.37 мг%). Наибольшей суммой каротиноидов обладают сорта цветочно-декоративного направления «Оранжевый Король» (82.87 мг%) с ярко-оранжевой окраской язычковых цветков, и «Red with Black» (98.64 мг%), характеризующийся темно-оранжевой окраской. Полученные результаты соответствуют данным, приводимым в литературе о наличии зависимости между окраской язычковых цветков и суммой содержания каротиноидов [2, 11].

Комплексная оценка сортов *C. officinalis* проводилась на основании подходов, разработанных В.Н. Быловым (1978), по следующим признакам: оригинальность, махровость и диаметр соцветий, продолжительность цветения, устойчивость к полеганию, устойчивость к биотическим факторам, содержание суммы флавоноидов и суммы каротиноидов. Максимальная оценка по одному признаку составила 3 балла, минимальная 1 балл (табл.).

По результатам оценки можно выделить 7 сортов календулы лекарственной, получившие высокую оценку: «Pacific Beauty Lemon» – 21 балла; «Радио» – 20 баллов; «Оранжевый Король» – 20 баллов; «Red with Black» – 19 баллов; «Золотой Император» – 17 баллов, «Кальта» – 17 баллов, «Райский Сад» – 17 баллов, «Медовая Карамель» – 17 баллов и «Фиеста» – 17 баллов. Все эти сорта обладают высокими декоративными качествами и высоким содержанием БАВ, что делает их перспективными для использования в качестве лекарственного сырья.

Комплексная оценка сортов *C. officinalis*

	Оригинальность	Махровость соцветий	Диаметр цветочной корзинки	Продолжительность цветения	Устойчивость к полеганию	Устойчивость к биотическим факторам	а каротиноидов, мг/%	а флавоноидов, %	Σ баллов
«Кальта»	1	2	2	3	1	3	2	3	17
«Райский Сад»	1	2	2	3	1	3	2	3	17
«Pacific Beauty Lemon»	3	3	3	3	3	3	1	2	21
«Red with Black»	3	3	2	3	3	1	3	1	19
«Золотой Император»	3	2	3	3	2	2	1	1	17
«Индийский Принц»	3	2	1	3	2	2	1	1	15
«Медовая Карамель»	3	2	1	3	2	3	2	1	17
«Неон»	3	2	1	3	1	3	2	1	16
«Оранжевый Король»	3	2	3	3	1	3	3	2	20
«Радио»	3	2	3	3	2	3	2	2	20
«Солнечный Закат»	3	2	1	3	1	2	1	1	14
«Фиеста»	2	2	2	3	3	2	1	2	17

На основе проведенных исследований, можно сделать выводы, что 2 сорта лекарственного направления («Кальта», «Райский Сад») характеризуются наибольшим содержанием флавоноидов, однако и 3 сорта цветочно-декоративного направления («Оранжевый Король», «Pacific Beauty Lemon», «Радио») также перспективно использовать в качестве лекарственного сырья. В качестве источников каротиноидов целесообразно использовать 6 сортов с оранжевой окраской цветочных корзинок («Оранжевый Король», «Red with Black», «Радио», «Медовая Карамель», «Райский Сад», «Неон»).

Для использования в озеленении можно рекомендовать 7 сортов, характеризующихся высокой декоративностью и устойчивостью к биотическим факторам («Радио», «Оранжевый Король», «Pacific Beauty Lemon», «Red with Black», «Золотой Император», «Кальта», «Райский Сад», «Медовая Карамель» и «Фиеста»).

## Литература

1. Афанасьева П.В. Актуальные аспекты комплексного использования календулы лекарственной // Аспирантский вестник Поволжья. 2014. № 5–6. С. 152–154.
2. Афанасьева П.В., Куркин В.А., Куркина А.В. Оптимизация подходов к стандартизации фитопрепаратов на основе календулы лекарственной // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17, № 5 (3). С. 930–934.
3. Былов В.Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М.: Изд-во Наука, 1978. С. 7–32.
4. Воскресенская М.Л., Плеханов А.Н., Мондодоев А.Г., Цыремпилов С.В. Фармакотерапевтическая эффективность календулы лекарственной // Вестник БГУ. Медицина и фармация. 2017. №1. С. 73–78.

5. Государственный реестр селекционных достижений. Т.1: «Сорта растений» (офиц. изд.) (ежегод. периодич. изд.) / Минсельхоз России; ФГБУ «Госсортокомиссия». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 516 с.
6. *Календула в народной медицине и в ландшафте сада* [Электронный ресурс] : Агространа, 2013. URL: <https://agrostrana.ru/wiki/268> (дата обращения: 16.11.2019).
7. *Колдаев В.М., Кропотов А.В.* Картиноиды в практической медицине // Тихоокеанский медицинский журнал. 2022. № 1 (87). С. 65–71.
8. *Куркин В.А.* Фармакогнозия: учебник для студентов фармац. вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. Самара: Офорт, 2007. 1239 с.
9. *Ладынина Е.А., Морозова Р.С.* Фитотерапия. Л.: Медицина, 1987. С. 54–55.
10. *Полуденный Л.В., Хлапцев Е.Е., Сотник В.Ф.* Возделывание лекарственных и эфирномасличных культур : учебник. М.: Колос, 1979. С. 143–148.
11. *Самтиев А.М., Хочава М.Р.* Календула лекарственная. Краснодар: Советская Кубань, 2010. 144 с.
12. *Флора европейской части СССР*, том VII. / отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелев. СПб.: Наука, 1994. 317 с.
13. *ФС.2.5.0030.15* Ноготков лекарственных цветки // Фармакопоя.рф. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://pharmacopoeia.ru/fs-2-5-0030-15-nogotkov-lekarstvennyh-tsvetki/> (дата обращения: 16.11.2019).
14. *Шарова О.В., Куркин В.А.* Флавоноиды цветков календулы лекарственной // Химия растительного сырья. 2007. № 1. С. 65–68.
15. *Kishimoto S., Maoka T., Sumitomo K., Ohmiya A.* Analysis of Carotenoid Composition in Petals of Calendula (*Calendula officinalis* L.) // Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 2014. Vol. 69 (11). P. 2122–2128.
16. *Park Y.J., Park S.Y., Valan Arasu M., Al-Dhabi N.A., Ahn H.G., Kim J.K. Park S.U.* Accumulation of Carotenoids and Metabolic Profiling in Different Cultivars of Tagetes Flowers // Molecules. 2017. Vol. 22. P. 2122–2128.



# Комплексный подход к изучению структуры, динамики и функционирования экосистем

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2/63

## СРЕДНЕАЗИАТСКИЕ ТЮЛЬПАНЫ В УСЛОВИЯХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА ПРИОБЬЯ

Л.В. Герасимович

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия

## CENTRAL ASIAN TULIPS IN THE CONDITIONS OF THE CONTINENTAL CLIMATE OF THE OB REGION

L.V. Gerasimovich

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

Представители рода *Tulipa* L. распространенные в пределах Азии и южной части России издревле интересовали не только ученых ботаников, но и простых садоводов любителей, а их гибриды и сорта на сегодняшний день можно встретить по всему миру.

Интродукция видовых тюльпанов в Новосибирской области, возможно, проводилась, но печатных работ по их культивированию не опубликовано и автору не известны.

Целесообразность проведения исследований по акклиматизации видовых тюльпанов обоснована, не только причиной программы по импортозамещению, а главным образом тем, что уход за ними не требует трудоёмкой и затратной агротехники и растения абсолютно устойчивы к вирусному заболению – пестролепестности.

Материал в виде живых луковиц и семян привозили из Таджикистана, Узбекистана (2009 г.), Казахстана (2014 г.), Алтайского края (2015 г.). В работе представлены фенологические особенности адаптации видов рода *Tulipa*, а также их морфометрическое описание.

Регионы доноры можно разделить на две группы: 1 – их расположение находится в диапазоне выше 1000 м над уровнем моря, это так называемые горные виды; 2 – местообитания находятся ниже 1000 м, это равнинные виды (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение сроков цветения *in situ* с *ex situ* у тюльпанов

Вид	Сроки цветения		Временной сдвиг (дни)	Высота произрастания над уровнем моря
	<i>in situ</i>	<i>ex situ</i>		
Узбекистан				
<i>T. kaufmanniana</i>	25.03 – 20.04	03.05 – 27.05	40	1860 м
<i>T. tschimganica</i>	15.04 – 30.04	10.05 – 10.06	25	1700 м
<i>T. bifloriformis</i>	25.03 – 30.04	04.05 – 28.05	40	1700 м
<i>T. korolkowii</i>	20.03 – 15.04	15.05 – 17.06	55	2400 м
<i>T. vvedenskvi</i>	10.04 – 30.04	16.05 – 11.06	35	1450 м
Таджикистан				
<i>T. lanata</i>	01.04 – 30.04	19.05 – 17.06	20	1000 м
Казахстан				
<i>T. alberti</i>	10.04 – 30.04	13.05 – 25.05	35	400 – 600 м
<i>T. behmiana</i>	20.04 – 10.05	18.05 – 31.05	30	400 – 600 м
<i>T. buhseana</i>	15.04 – 10.05	27.04 – 22.05	15	400 – 600 м
<i>T. kolpakowskiana</i>	10.04 – 30.04	29.04 – 20.05	20	400 – 600 м
<i>T. patens</i>	15.04 – 10.05	01.05 – 31.05	15	250 – 600 м
Алтайский край				
<i>T. uniflora</i>	01.05 – 20.05	22.04 – 28.05	0–10	250 м

Сравнивая сроки цветения *in situ* и *ex situ*, следует отметить значительный сдвиг фенофазы, так у горных видов, например, у *T. korolkowii* достигал 55 дней. Равнинные виды зацветали на 15–35 дней позже, чем в природе, а растения *T. uniflora* с разницей до 10 дней.

Примером процесса адаптации может послужить его отражение в фенологическом спектре у вида *T. kolpakowskiana* (рис. 1).

Луковицы, заложенные ещё в условиях Казахстана, сильно отодвинули фазу отрастания в *ex situ* (начало фазы наступило при сумме положительных суточных температур 100 °С и средней температуры по декаде +10 °С), в 2016 году все пять растений вегетировали. Последующие годы растения цвели регулярно, и фаза отрастания наступала в первую декаду апреля, что совпадает со сходом снега (начало фазы характеризуется тем, что сумма положительных суточных температур не превышало 40 °С, средняя температура по декаде имеет диапазон –2 – +3 °С).

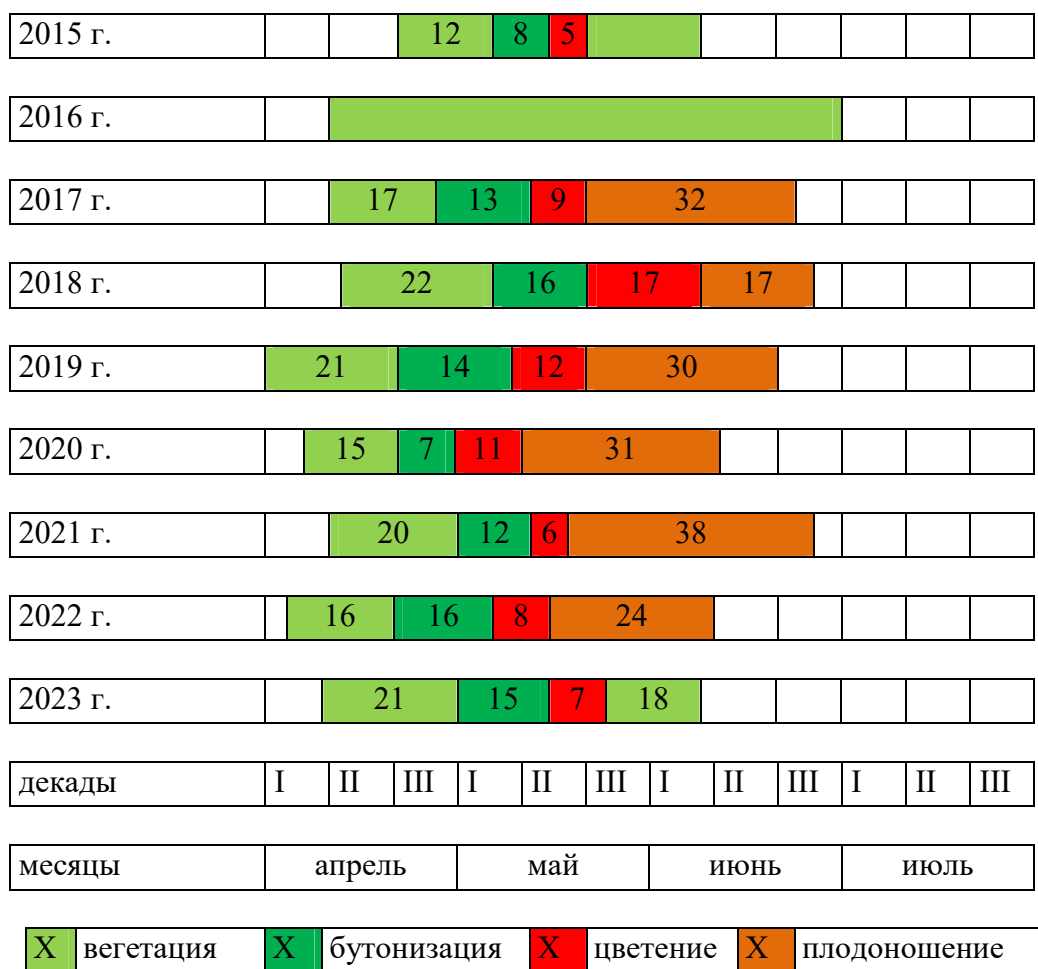


Рис. Феноспектр *Tulipa kolpakowskiana*

Многолетние наблюдения на фоне гидротермических условий вегетационных периодов позволили выявить что, исследуемые нами виды можно разделить на три группы: 1) виды наименее требовательные к высоким температурам, зацветают при наборе суммарных положительных температур до 200° (*T. kaufmanniana*, *T. behmiana*, *T. buhseana*, *T. patens*, *T. uniflora*); 2) виды со средней требовательностью к температуре, они зацветают при наборе до 300° сумм температур соответственно (*T. tschimganica*, *T. bifloriformis*, *T. kolpakowskiana*); 3) виды с высоким требованием, которым для зацветания требуется более 300° суммарных положительных температур (*T. korolkowii*, *T. vvedenskyi*, *T. lanata*).

В таблицах 2 и 3 представлены показатели экофакторов характерных для начала фенофаз. Среди горных видов у растений вида *T. kaufmanniana* фенофазы отличаются низкими температурами, самыми высокими у представителей *T. lanata*. Поэтому *T. kaufmanniana* можно отнести к раннезацветающим, а *T. lanata* к позднезацветающим

группам. В условиях ex situ растения *T. korolkowii*, *T. vvedenskyi* и *T. lanata* не плодоносили. Среди равнинных видов можно выделить раннезацветающий вид *T. uniflora* и позднезацветающий *T. behmiana*, все виды довали плоды.

Таблица 2

Климатические характеристики начальных этапов фенофаз горных видов, ex situ

Фенофазы и их характеристики		<i>T. kaufmanniana</i>	<i>T. tschimganica</i>	<i>T. bifloriformis</i>	<i>T. korolkowii</i>	<i>T. vvedenskyi</i>	<i>T. lanata</i>
Начало фенофазы отрастания	средняя T°	-1...+10	+1...+10		+9...+10	+8...+10	+3...+10
	$\sum T^{\circ} > 0$	6 - 145	20 - 140		130 - 175	83 - 118	6 - 181
	$\sum$ с. дн.	2 - 18	2 - 14		11 - 13	8 - 17	2 - 18
Начало фенофазы бутонизации	средняя T°	+6...+12	+5...+12	+5...+10	+6...+7	+9...+10	+6...+16
	$\sum T^{\circ} > 0$	60 - 230	155 - 250	121 - 181	230 - 240	215 - 225	225 - 430
	$\sum$ с. дн.	4 - 23	5 - 24	7 - 15	14 - 19	13 - 28	6 - 26
Начало фенофазы цветения	средняя T°	+5...+14	+6...+15	+5...+12	+12...+13	+10...+12	+13...+18
	$\sum T^{\circ} > 0$	65 - 295	220 - 410	194 - 286	345 - 420	353 - 368	415 - 440
	$\sum$ с. дн.	5 - 23	10 - 29	11 - 23	15 - 24	15 - 22	9 - 28
Начало фенофазы плодоношения	средняя T°	+9...+15	+10...+18	+7...+15			
	$\sum T^{\circ} > 0$	195 - 515	350 - 525	331 - 458			
	$\sum$ с. дн.	11 - 28	14 - 32	16 - 32			

Примечание:  $\sum T^{\circ} > 0$  – сумма температур выше 0 °С,  $\sum$  с. дн. – сумма солнечных дней

Таблица 3

Климатические характеристики начальных этапов фенофаз равнинных видов, ex situ

Фенофазы и их характеристики		<i>T. behmiana</i>	<i>T. buhseana</i>	<i>T. kolpakowskiana</i>	<i>T. patens</i>	<i>T. uniflora</i>
Начало фенофазы отрастания	средняя T°	-2...+8	+3...+8	-2...+10	-1...+6	-2...+3
	$\sum T^{\circ} > 0$	6 - 70	22 - 60	3 - 100	6 - 70	3 - 30
	$\sum$ с. дн.	2 - 12	2 - 11	1 - 14	2 - 12	1 - 6
Начало фенофазы бутонизации	средняя T°	-2...+12	+6...+10	+5...+12	+3...+10	+3...+8
	$\sum T^{\circ} > 0$	26 - 233	40 - 125	54 - 205	19 - 155	20 - 85
	$\sum$ с. дн.	9 - 21	2 - 15	14 - 20	4 - 18	2 - 13
Начало фенофазы цветения	средняя T°	+6...+15	+5...+12	+6...+14	+6...+18	+5...+11
	$\sum T^{\circ} > 0$	180 - 405	160 - 260	195 - 315	120 - 290	100 - 225
	$\sum$ с. дн.	17 - 28	5 - 23	19 - 26	8 - 24	6 - 20
Начало фенофазы плодоношения	средняя T°	+9...+12	+6...+15	+9...+18	+11...+18	+9...+11
	$\sum T^{\circ} > 0$	245 - 590	255 - 390	305 - 485	245 - 455	245 - 400
	$\sum$ с. дн.	24 - 30	11 - 30	21 - 30	16 - 28	28 - 29

Примечание:  $\sum T^{\circ} > 0$  – сумма температур выше 0 °С,  $\sum$  с. дн. – сумма солнечных дней.

Если сравнивать горные и равнинные виды между собой, то можно заметить, что фенологические периоды у горных видов с более высокими температурами, нежели у равнинных, у которых фаза отрастание наступает даже при отрицательных температурах.

При сравнении морфометрических данных генеративных побегов, были замечены следующие отличия: высота побега увеличилась у всех видов кроме *T. korolkowii*, у растений *T. uniflora* без изменений, в отличие от *T. patens* у которых высота побега увеличилась почти в два раза.

Таблица 4

Сравнение морфометрических параметров *in situ* с *ex situ*

Морфометрические параметры	Виды, горные							
	<i>T. kaufmaniana</i>		<i>T. tschimganica</i>		<i>T. bifloriformis</i>		<i>T. korolkowii</i>	
	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>
Высота растения	10.0–50.0	15.5–53.0	до 26	13.8–38.0	10.0–25.0	14.7–31.5	10.0–20.0	8.0–10.0
Длина цветоноса		11.5–30.0		4.5–24.0		6.0–23.3		2.0–3.0
Длина листа		8.0–24.4	до 24.0	7.5–19.0	10.0–25.0	11.5–25.0	15.0–25.0	14.0–15.5
Ширина листа	2.0–20.0	1.0–11.5	7.5	1.1–8.0	1.0–2.5	0.9–4.9	1.4–1.6	0.8–1.0
Число листьев	2–3 (5)	2–3	3–4	3–4	2	2	3	3
Число цветков	1	1	1	1	1–15	2–6	1	1
Длина тыч. нити	1.0–2.0	0.4–1.7	1.2	0.5–1.3	0.7–1.2	0.5–1.5	0.9	0.7–0.8
Длина тычинки	2.0–5.0	1.1–3.9	3.6	1.4–2.8	1.0–1.7	0.9–2.5	1.6	1.2–1.4
Длина пыльника	3.0–4.0	0.9–2.3	2.4	0.9–1.6	0.5–0.6	0.4–1.5	0.7	0.6
Длина бокала	2.5–11.0	3.3–8.2	7.0	4.0–6.5	2.5–3.0	1.6–5.0	5.1–5.2	3.7–4.0
Морфометрические параметры	Виды, равнинные							
	<i>T. uniflora</i>		<i>T. kolpakowskiana</i>		<i>T. patens</i>		<i>T. alberti</i>	
	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>	<i>in</i>	<i>ex</i>
Высота растения	10.0–30.0	12.0–20.0	15.0–40.0	17.0–44.0	10.0–25.0	11.5–42.0	12.0–20.0	14.0–29.0
Длина цветоноса		3.4–17.0	10.0–35.0	5.4–26.0		5.0–32.0		5.5–12.5
Длина листа		8.0–17.0	13.0–18.0	8.0–20.6	22.0–24.0	8.4–24.3	11.0–14.0	6.0–26.0
Ширина листа		0.2–2.0	0.7–3.0	0.3–2.8	0.4–1.7	0.3–3.4	2.3–7.0	0.6–7.5
Число листьев	2–3	2–3	3 (5)	3	2–3	2–4	3–4	3
Число цветков	1	1	1	1	1–2	1–2	1	1
Длина тыч. нити	0.9–1.0	0.5–1.0	0.8	0.4–0.8	1.2	0.4–1.4	1.4	0.2–1.1
Длина тычинки	1.2–1.5	0.7–1.5	1.6	0.8–1.8	0.8–1.8	0.8–1.9	до 2.9	1.2–3.0
Длина пыльника	0.3–0.5	0.2–0.5	0.8	0.5–1.1	0.3–0.6	0.4–1.0	1.4–1.6	0.5–1.2
Длина бокала	2–3	1.9–3.0	2.0–6.0	2.7–4.5	1.5–4.5	1.7–4.7	3.5–8.0	3.5–6.2

Примечание: морфометрические параметры для *in situ* были взяты из литературных источников [1, 2, 3, 4].

Уменьшение в длине цветочного бокала ярко выражено у видов с крупными цветками это *T. kaufmaniana*, *T. tschimganica* и *T. alberti*. Растения разнообразно отреагировали размерами листьев, так растения *T. tschimganica* уменьшили длину, а растения

*T. bifloriformis* увеличили ширину, почти в два раза. Среди равнинных видов растения *T. alberti* значительно увеличили длину листа. У особей *T. patens* уменьшилась длина, но значительно увеличилась ширина и, наоборот, у *T. kolpakowskiana*. Отдельно следует обратить внимание на *T. korolkowii* здесь все морфометрические параметры снижены, это показатель того, что растения сложно адаптируются к условиям региона реципиента.

Интересным фактом является то, что у растений *T. alberti* показатели генеративной части побега претерпели уменьшение, в отличие от вегетативных органов. Увеличение тычинок наблюдается у растений видов *T. bifloriformis*, *T. kolpakowskiana*, *T. patens*.

Таким образом, нами установлено, что все исследуемые виды не теряют свои декоративные качества в условиях *ex situ*. И представители рода *Tulipa*, в достаточной мере, перспективны для интродукции в условиях континентального климата Приобья.

## Литература

1. Бочанцева З.П. Тюльпаны. Морфология, цитология и биология. Издательство Академии наук Узбекской ССР. Ташкент. 1962. 408 с.
2. Введенский А. И. Род *Tulipa* L. – Тюльпан. Флора Узбекистана. Изд-во Узбекистанского филиала Академии наук СССР, Ташкент. 1941. Том 4. С. 473–485.
3. Власова Н.В. *Tulipa* – Тюльпан. Флора Сибири. Agaceae-Orchidaceae. Новосибирск: Наука. 1987. Т.4. С. 102–103.
4. Поляков П.П. Тюльпан – *Tulipa* L. Флора Казахстана. Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР. 1958. Т.4. С.199–217.

## ВИДЫ *POPULUS* L., ИГРАЮЩИЕ ВАЖНУЮ РОЛЬ В ЭКОСИСТЕМЕ И ИХ ГЕНОТИПИРОВАНИЕ

М.Ж. Каирова

*Астанинский ботанический сад, г. Астана, Республика Казахстан*

## *POPULUS* L. SPECIES PLAYING MAIN ROLE IN THE ECOSYSTEMS AND THEIR GENOTYPING

M.G. Kairova

*Astana Botanical garden, Astana, Republic of Kazakhstan*

The exact number of poplar species, its varieties and hybrids that are cultivated and found in the natural conditions of Kazakhstan is not known. From our brief literature review of scholarly articles and with the exclusion of synonymous species names, we can conclude that 13 species of poplar can be found on the territory of Kazakhstan. Among them, the five species *P. talassica* Kom, *P. pilosa* Rehd., *P. diversifolia*, as well as the Red Data Book poplar *P. berkarensis* and *P. pruinosa* have got the Central Asian origin. Despite the rapid declining populations and the growth areas for the gray-leaved turanga *P. pruinosa* and the heterophyllous *P. diversifolia*, our scientists have not carried out extensive biological and molecular genetic studies of these native poplar species. The PCR products of ITS regions were obtained with size of 600 bp for poplar *P. diversifolia*, *P. pruinosa* and uncertain hybrid *P. diversifolia* × *P. pruinosa*. It is interesting that two ITS regions with sizes of 600 and 650 bp were detected in DNA samples isolated from poplar *P. diversifolia*. This fact suggests the existence of hybrid clones of *P. diversifolia* carrying the sum of major rDNA unit types of the two parental species.

### Introduction

More than 75% of the territory of Kazakhstan is dry arid and semi-arid lands with a sparsely forested and treeless landscape and an extreme continental climate. All these features determine the weak resistance of the natural environment to the negative impact of anthropogenic factors such as the irrational use of land for livestock and pasture (excessive grazing) farming, the construction and industrial development, expansion of transport and engineering infrastructures, illegal logging and uprooting of forest trees. The processes of land degradation and desertification that are the main threat to the socio-economic development of many countries will arise and cause ecological imbalance. The way to improve and restore natural ecosystems is to increase the area of green spaces, which has a beneficial effect on the climate of the entire region [1].

Due to their fast growth rates, high stress tolerance, vegetative propagation, number species of poplar *Populus* spp. from the family *Salicaceae* Mirb. are cultivated worldwide. According to L.V. Komarov' classification, poplar is distinguished onto 30 species, which are included in three subgenera *Turanga* Bge., *Leuce* Duby and *Eupopulus* Dode. Many arborists use the Guinier's division of species into 5 sections including *Turanga* section. Scientists showed a presence of 20 to almost 110 tree species in the genus *Populus* L.

The degree of their evolutionary similarity has been established at the level of subgenera of *Populus* L. However, the identification of poplar species is difficult due to the well-known interspecific hybridization and high variability of morphological characters [2]. Many various PCR methods are used, such as RAPD, SSR, AFLP, SNP, to differentiate a species and clones of poplar. The nuclear and chloroplast DNA regions, including ribosomal internal transcribed spacer are used to DNA barcoding of poplar species [3]. Although it was impossible to distinguish some poplar taxa from the sections *Aigeiros* (Aegiri) Duby and *Tacamahaca* Spach., in the genetic analysis of the intergenic spacer trnH-psbA and ITS region [4].

Despite the fact that poplars are widely used in landscaping and forest protection, their species composition is poorly studied in Kazakhstan. Poplar *P. bolleana*, *P. nigra*, and *P. deltoides* cultivars were introduced in Central Asia and Kazakhstan in during the Soviet Union period and cultivated in plantations [5]. In this time, *P. nigra* var. *pyramidalis* (Roz.) Celak) is the most distributed tree species in this region. In the earlier *P. pyramidalis* Rozier was planted across only in the south and south-eastern Kazakhstan but now the typical poplar is meeting along with greening trees in the northern capital Nur-Sultan city [6].

In addition, in the northern regions, balsam poplar *P. balsamifera* L. is used in field-protection forest-lines and for landscaping. This species, along with white poplar and laurel poplar *P. laurifolia* Ledeb. and canadian poplar *P. canadensis* Moench are recommended for landscaping of the Zhezkazgan industrial region [7]. Due to the high degree of plant survival, poplar trees are successfully used in the phytoremediation of coal deposits and industrial dumps.

By the classification of S.K. Cherepanov, poplar *P. nigra* var. *pyramidalis* and *P. pyramidalis* are synonymous names for the generally accepted *P. italica* (DuRoi) Moench, while the species *P. canadensis* and Bolle's poplar are synonyms for *P. deltoides* Marsh. and *P. alba* L., respectively [8]. White poplar is widely distributed tree throughout the southeastern Kazakhstan and is introduced in the Zhezkazgan Botanical Garden. In between 1951-1976 years in studies of more than 200 species of trees and shrubs, *P. alba* turned out to be the most promising an introduced tree in the West Kazakhstan region. There was Lyubimov V.B. with his colleagues carried out the selection and mobilization of introduced species, including representatives of the native flora on the Mangyshlak Peninsula. As a result, new methods of generative and vegetative propagations of turanga poplars, willows (*Salix* L.) and salt cedar (*Tamarix* L.) have been developed [1].

The floodplain forests of the large rivers Ural, Ishim, Tobol and Irtysh contain white poplar, black poplar and *P. tremula* L. (synonym *P. pseudotremula* N. Rubtz.) [8]. In afforestation, hybrid forms of poplar obtained by crossing the species *P. tremula* and *P. alba* are commonly used [9]. The dendroflora of the Ile-Alatau State National Natural Park (IA SNNP) includes Talas poplar *P. talassica* Kom. (synonym *P. densa* Kom., *P. kanjilaliana* Dode), *P. tremula*, white poplar, black poplar, *P. canescens* (Ait.) Smith and Italian poplar *P. italica* [10]. The Central Asian species *P. talassica* is distributed in the floodplain forests of Zhetysu Alatau and Kungei Alatau [11]. In the Kazakh uplands and on the territory of the Burabay State National Park (Akmola region), trembling poplar *P. tremula* L. is also found [12]. This type of aspen, as well as white and black poplars *P. nigra* (synonym *P. nigra* var. *sosnowskyi* (Grossh.) Makaschvili) are found in phytocenoses of East Kazakhstan [8].

In the arid region of Kazakhstan, Tugai forests usually stretch along the rivers and streams and consist of willows *Salix* L, birches *Betula* L., and turanga poplars [13]. In the flora of rare species of the Markakol State Nature Reserve (SNR) in the East Kazakhstan region, along with endemics, there is also a nemoral relic *P. pilosa* Rehd [14]. In the Red Data Book of Kazakhstan, Berkarin poplar *P. berkarensis* Poljak., rare species in the Karatau State Nature Reserve (Turkestan region), as well as gray-leaved (gray) poplar *P. pruinosa* Schrenk are indicated [15]. If Berkarin poplar is a narrow endemic and included in the Red Data Book of Woody Plants in Central Asia, then gray-leaved poplar is classified as a species that is close to be threatened (Near threatened NT) [13]. It should be noted that the turanga forest of *P. pruinosa* with an admixture of Aryan poplar *P. ariana* Dode has been preserved only in reserve Tigrovaya Balka locating in Tajikistan Republic [14].

When mapping the delta lakes of the Syrdaria River, alluvial tugai were found with blue-leaved turanga *P. pruinosa* Schrenk and *P. diversifolia* Schrenk. Russian scientists believe that the northern border of the relict turanga *P. diversifolia* passed in Central and Eastern Kazakhstan. It has been shown that the Azutau population of turanga grows near the Bulgar Tabata mountains and has an area of 0.5 ha, as well as a turanga grove in the Northern Prezaisan, on the southwestern slope of the Kara-Biryuk Mountain [16]. In general, there are gallery forests

communities consisting of trees *P. laurifolia*, *P. canescens*, *P. tremula*, and *Betula pendula* L. within the river valleys of the Azutau Ridge (Southern Altai).

Thereby, various species of poplar *Populus* spp. due to their rapid growth, high stress resistance and vegetative propagation, have great socio-economic and ecological significance. The goal of researches is to preview how many poplar species distribute in Kazakhstan and to investigate a nuclear DNA by PCR technique for further differentiation of desert species growing around the Syrdaria River.

### Experimental

Determining the exact natural location of plant species carried out by using GPS devices (Global Positioning System).

Plant samples of *P. diversifolia*, *P. pruinosa* and uncertain hybrid *P. diversifolia* x *P. pruinosa* collected from populations locating in the desert part of Syrdaria river belonging to South-Kazakhstan region. The DNA isolation, gel electrophoresis technique, PCR amplification carried out according to commonly known methods of molecular biology [17]. Isolation of genomic DNA from plant samples is carried out in 3-5 replicates by using commercially available kit DNeasy Plant MiniKit (Qiagen, Germany). Separation of plant DNA samples and PCR products is carried out by gel electrophoresis in 0.9-1,2% of agarose (Amresco, USA) with a current supply of 100-120 V. Ethidium bromide as an intercalating dye (Sigma, USA) is added to visually assess a quality and quantity of DNA samples and PCR products.

DNA amplification is carried out using the universal primers (Sigma) specific to ITS1 and ITS2 regions, and adding the Taq DNA polymerase (ThermoScientific, USA) and a solution of dNTPs in PCR-mixture [18]. The polymerase chain reaction is carried out on thermal cycler Mastercycler pro from the manufacturer Eppendorf company.

### Results and discussion

Poplar has been of most interest for the wood processing industry, it is used for diversifying farming system, in field protection, river bank protection, for increasing forest cover and for landscaping cities. Solving the issues of the current state of rare and endangered species, determining the boundaries of their distribution, developing recommendations is of great importance for the conservation of biodiversity and the sustainable use of natural resources.

The exact number of poplar species, varieties and hybrids that are cultivated and found on the territory of Kazakhstan is still not known. From our brief literature review of scholarly articles and with the exclusion of synonymous species names, we can conclude that 13 species of poplar can be found on the territory of Kazakhstan. Among them, the five species *P. talassica* Kom,

*P. pilosa* Rehd., *P. diversifolia*, as well as the Red Data Book poplar *P. berkarensis* and *P. pruinosa* have got the Central Asian origin [14].

The quality of nucleic acids samples from poplars were visual evaluated by using an agarose-gel electrophoresis technique and as shown on the figure 1, concentration of DNA was low compare to easier bands of RNA molecules.

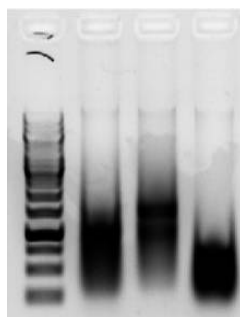


Fig.1. Separation of nucleic acids from poplars in 0.9% agarose-gel



In afforestation, the two poplar species *P. diversifolia* and *P. pruinosa* are often not distinguished by forest inventory, and therefore the reduction of their habitats is still continued [19]. Clarifying taxonomical status species and subspecies of *Populus* is difficult by morphological data and molecular markers should be used to correct identifying an endangered species. Number researchers use ribosomal regions in phylogenetic studies of *Populus* species [3]. Nuclear ITS region is applicable for identification of the broadest possible taxonomic groups. On the figure 2 showed the obtained amplified DNA fragments for *P. diversifolia*, *P. pruinosa* and uncertain hybrid *P. diversifolia* x *P. pruinosa*. Optimization of Mg<sup>2+</sup> concentration in PCR reactions was done for taking good amplified DNA fragments. In resulting, PCR with a mixture containing 3.5 mM MgCl<sub>2</sub> and isolated DNA samples showed good visible amplicons compare to the PCR mix with 2.5 mM MgCl<sub>2</sub>.

The PCR products of ITS regions were obtained with size of 600 bp for all of studied poplar samples. It is interesting that two ITS regions with sizes of 600 and 650 bp were detected in DNA samples isolated from poplar *P. diversifolia* (see track 4 in the fig. 2).

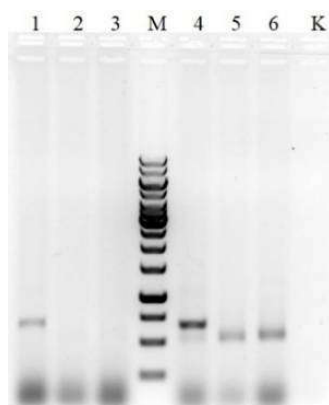


Fig.2. Optimization of Mg<sup>2+</sup> concentration in PCR reactions: 1–3 – PCR mix with 2.5 mM MgCl<sub>2</sub> and 4–5 – PCR mix with 3.5 mM MgCl<sub>2</sub> for obtaining DNA fragments of *P. diversifolia*, *P. pruinosa* and uncertain hybrid *P. diversifolia* x *P. pruinosa*, respectively, K – negative control PCR mix without DNA

The 18S, 5.8S and 26S ribosomal RNA genes transcribed in 18S-5.8S-25S order (single operon) and with intergenic spacers (IGS) together named the rDNA or the 35S rDNA or 45S rDNA. The rDNA units are arranged as tandem repeats and loci located in different regions of chromosomes. Plants have vast numbers of rDNA copies and that multiple copy genes, up to about 10 000 could play a role in sensing DNA damage and in stress response [20]. As we know, ITS regions are located on each side of the 5.8S rRNA gene. Therefore, according our results we can conclude that an amplification of ribosomal DNA has potential to discriminate between studied poplar desert species.

### Conclusions

Desert and Red Book Listed species of Turanga are of particular importance for natural ecosystems in the Central Asia. Exact number of poplar species, its varieties and hybrids that are cultivated and found in the natural conditions of Kazakhstan is not known. From our brief literature review of scholarly articles and with the exclusion of synonymous species names, we can conclude that 13 species of poplar can be found on the territory of Kazakhstan. Among them, the five species *P. talassica* Kom, *P. pilosa* Rehd., *P. diversifolia*, as well as the Red Data Book poplar

*P. berkarensis* and *P. pruinosa* have got the Central Asian origin. Other eight poplars are wide distributed and used in field-protection forest-lines and for landscaping [14].

Despite the rapid declining populations and the growth areas for the gray-leaved turanga *P. pruinosa* and the heterophyllous *P. diversifolia*, our scientists have not carried out extensive biological and molecular genetic studies of these native poplar species. Study of the morphology and genetics of the rare endemic tree *P. berkarensis* Poljak. was not precisely carried out.

Therefore, it is necessary to study rare and endangered species that grow only in a certain area, since these species represent a unique genetic material, the loss of which is an irreparable loss.

The PCR products of ITS regions were obtained with size of 600 bp for poplar *P. diversifolia*, *P. pruinosa* and uncertain hybrid *P. diversifolia* x *P. pruinosa*. It is interesting that two ITS regions with sizes of 600 and 650 bp were detected in DNA samples isolated from poplar *P. diversifolia*. This fact suggests the existence of hybrid clones of *P. diversifolia* carrying the sum of major rDNA unit types of the two parental species. This investigation of ribosomal locus by PCR amplification allowed to find the variability between the studied species of *Populus* from the desert part of Syrdarya river. This is of particular importance in light of the increased degradation of pastures and vegetation in the arid zone of southern and southeastern Kazakhstan, where there is a further reduction in the habitats of natural populations of desert turanga *P. pruinosa*, the once common *P. diversifolia*, and the very rare endemic *P. berkarensis* [13 -15]. The use of the PCR method makes it possible to differentiate native poplar species growing in the arid zone and providing direction to the conservation management. In addition, genotyping of natural and cultivated species of *Populus* spp. will allow replenishing the international genetic database and further facilitating the identification of *P. diversifolia* and *P. pruinosa* species.

**Acknowledgements.** These researches carried out by scientific program BR10264557 «Кадастровая оценка современного экологического состояния флоры и растительных ресурсов Алматинской области как научная основа для эффективного управления ресурсным потенциалом».

## Литература

1. Любимов В.Б. Экологические основы теории и практики интродукции деревьев и кустарников в аридные регионы. Дис. на соиск. уч. ст. д.б.н. Воронеж, 2002. 497 с.
2. Галдина Т.Е., Гончарова Н.Г., Горлова А.К., Жиленкова Е.С., Калошкин В.П., Самошин С.Е. Вопрос о происхождении тополя сереющего и его формы. International J. of Applied and fundamental research. 2018. Issue 8. P. 74–78. <https://doi.org/10.17513/mjpf.12368>
3. Feng J., Jiang D., Shang H., Dong M., Wang G., He X., Zhao C., Mao K. Barcoding poplars (*Populus* L.) from Western China. PlosOne. 2013. Т. 8. №8. P. e71710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071710>
4. Насимович Ю.А., Костина М.В., Васильева Н.В. Концепция вида у тополей (genus *Populus* L., Salicaceae) на примере представителей подрода *Tacamahaca* (Spach) Penjkovsky, произрастающих в России и сопредельных странах. Socialno-ecologicheskie tehnologii. 2019. №9(4). С. 426–466. <https://doi.org/10.31862/2500-2961-2019-9-4-426-466>
5. Thevs N., Fehrenz S., Aliev K., Emileva B., Fazyzbekov R., Kentbaev Y., Qonunov Y., Qurbonbekova Y., Raissova N., Razhapbaev M., Zikirov S. Growth rates of poplar cultivars across Central Asia. Forests. 2021. Т. 12. №3. P. 373. <https://doi.org/10.3390/f12030373>
6. Обезинская Э., Либрик А., Балаканова А. Экологическая оценка состояния зеленых насаждений общего пользования г. Астаны. Междунар. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса», посв. 70-летию высшего лесного образования в Казахстане. Алматы, 2018. С. 129–133.
7. Селиванова К.М., Ивлев В.И., Климчук А.Т., Андрианова Н.Г., Сутемгенова А.Ж., Кожаниязова А.М., Климчук С.К. Ишмуратова, М.Ю. Ассортимент растений для озеленения Жезказганского промышленного региона. Жезказган, 2011. 54 с.
8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. 990 с.
9. Lebedeva M.V., Zhigunov A.V., Ulianich P.S., Voitsekhovskii D.M., Potokina E.K. Genotyping of population generated by *Populus tremula* x *P. alba* cross. Proceedings of the 4th international conference Plant genetics, genomics, bioinformatics and biotechnology (PlantGen). 2017. Almaty, P. 118.
10. Иващенко А.А. Материалы к флоре Иле-Алатауского национального парка и прилегающих территорий // Труды Иле-Алатауского гос. нац. природного парка. 2015. Вып. 1. С. 29–71.

11. Димеева Л.А., Султанова Б.М., Усен К., Калиев Б.Ш., Аблайханов Е.Т., Иманалинова А.А. Растительность долин рек Жетысуского Алатау. Мат. XVII междунар. науч.-практ. конф. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2018. С. 54–57.
12. Султангазина Г.Ж. Ботанико-географический анализ флоры природного парка Бурабай. Вестник Евразийского нац. университета им. Л.Н. Гумилева. 2015. № 6 (109). С. 241–250.
13. Иствуд А., Лазьков Г. и Ньютон А. Красная книга древесных растений Средней Азии. Кембридж: Fauna and Flora International, 2009. 27 с.
14. Яценко Р.В. Заповедники Средней Азии и Казахстана. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана. 2006. Вып. 1. 352 с.
15. Красная книга Казахской ССР. Ч.2. Алма-Ата: Кайнар, 1981. 264 с.
16. Куприянов А.Н. (2009) Состояние популяций *Populus diversifolia* Schrenk на северной границе ареала. Междунар. конфер. Биологическое разнообразие и устойчивое развитие природы и общества. Алматы. Ч.1. С. 60–62.
17. Doyle J.J., and Doyle J.L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochemical bulletin. 1987. № 19. P. 11–15.
18. Kairova M., Sitpayeva G. Sequencing conserved region of endangered species *Celtis caucasica* Willd. BIO Web of Conferences, 2021. № 31 (00009). <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213100009>
19. Stikhareva T., Ivashchenko A., Kirillov V., Rakhimzhanov A. Floristic diversity of threatened woodlands of Kazakhstan formed by *Populus pruinosa* Schrenk // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2021. №45(2) P. 165–178. <https://doi.org/10.3906/tar-2006-70>
20. Matsunaga S., Katagiri Y., Nagashima Y., Sugiyama T., Hasegawa J., Hayashi K., Sakamoto T. New insights into the dynamics of plant cell nuclei and chromosomes. International review of cell and molecular biology. 2013. № 305. P. 253–301. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-407695-2.00006-8>

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ ВИДОВ-  
ЦЕНОЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ  
РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА**

**Л.М. Киприянова<sup>1</sup>, Д.В. Ситяева<sup>1,2</sup>, Д.Н. Гоголева<sup>1,2</sup>; Е.Г. Осокина<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия*

<sup>2</sup>*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия*

<sup>3</sup>*Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

**FEATURES OF THE FUNCTIONAL ECOLOGY OF THE CENOZOIC SPECIES  
OF AQUATIC AND COASTAL AQUATIC VEGETATION OF LAKE TELETSKOYE**

**L.M. Kipriyanova<sup>1</sup>, D.V. Sityaeva<sup>1,2</sup>, D.N. Gogoleva<sup>1,2</sup>, E.G. Osokina<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>*Institute for Water and Environmental Problems of Siberian Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Barnaul, Russia*

<sup>2</sup>*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*National research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Принципы и подходы функциональной экологии растений используются для интерпретации основных адаптаций растений к окружающей среде, в том числе, климату (Diaz et al, 2013; Lefcheck et al., 2014; Gaüzère et al., 2020). В мире активно ведутся исследования по функциональной экологии растений, в том числе водных – по проекту MAP (Macroecology of Aquatic Plant-functions, <http://www.lifeinmud.com/map>), в рамках которого собираются данные о признаках больше 3500 видов недревесных водных растений, охватывающих семь функциональных признаков, представляющих основные формы и функции растений.

Телецкое озеро – самый крупный водоем в Республике Алтай, в России – второе озеро по запасам пресной воды. Водоем входит в список объектов Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО с 1998 года. Телецкое озеро находится в северо-восточной части Горного Алтая на высоте 434 м над уровнем моря. Наибольшие площади на акватории Телецкого озера занимают сообщества *Potamogeton perfoliatus*, *P. praelongus* Wulf., а на прибрежных мелководьях – заросли *Carex acuta*, и *Equisetum fluviatile* – многолетники-виоленты с эффективным вегетативным размножением.

Целью данной работы являлось изучение вариации морфофункциональных характеристик водных и прибрежно-водных растений по градиенту глубины на примере доминантов растительности Телецкого озера.

На основе натуральных данных, полученных в ходе экспедиций 2021–2023 гг., были получены сведения о функционально-экологических характеристиках 14 ценозообразующих видов водных и прибрежно-водных растений: *Alopecurus aequalis* Sobol., *Caltha palustris* L., *Carex acuta* L., *Carex vesicaria* L., *Eleocharis palustris*, *Equisetum fluviatile* L., *Myriophyllum sibiricum* Kom., *Petasites radiatus* (J. F. Gmel.) J. Toman, *Ranunculus trichophyllus* Chaix., *Potamogeton gramineus* L., *P. alpinus* Balb., *P. perfoliatus* L., *P. praelongus* Wulf., *Subularia aquatica* L. В рамках проводимого нами исследования мы рассматривали 5 основных морфофункциональных признаков растений таких как: масса листа, площадь листа, удельная площадь листа (площадь/масса), масса плодов (семян) и высота растения. Для каждого вида были промерены высоты фотосинтезирующего яруса растений. Живые листья растений каждого вида были расправлены и сфотографированы, впоследствии с помощью программы ImageJ были определены их площади. На аналитических весах (с точностью 0.1 мг) были взвешены листья и плоды, доведенные до абсолютно сухого веса. Рассчитаны удельные площади листьев (площадь/масса). На основании полученных данных построены диаграммы в Microsoft Excel. Экогруппы по

отношению к увлажнению (гидрофиты, гелофиты, земноводные виды, гигрогелофиты) принимались нами в соответствии с классификацией В.Г. Папченкова с соавторами (2006).

Наибольшие значения массы и площади листовой пластинки оказались характерными для гигрогелофитов *Caltha palustris*, *Carex acuta*, *C. vesicaria*, гелофита *Petasites radiatus*, являющихся в классификации жизненных стратегий Грайма мощными виолентами. Высокие значения этих показателей наблюдались и для *Potamogeton praelongus*, что, по-видимому, является адаптацией к произрастанию на значительных глубинах и также характеризует этот вид как виолента. Наименьшие значения массы и площади листовой пластинки наблюдались у *Subularia aquatica* и *Myriophyllum sibiricum*.

Удельная площадь листа (SLA – specific leaf area) – отношение площади к массе – используется вместо показателей массы листа в качестве базового показателя при характеристике фотосинтеза, дыхания, транспирации, содержания микроэлементов, хлорофилла как наиболее пластичный морфопоказатель листа. Относительно высокие значения удельной площади листа наблюдались у амфибийных видов и у истинно-водных растений – гидрофитов, что связано с большим количеством воздухоносных тканей в листьях. Показатели удельной площади листа были максимальны у шильницы водяной *Subularia aquatica* и лютика волосистого *Ranunculus trichophyllus*. У гигрогелофитов (*Carex acuta*, *Caltha palustris*, *Alopecurus aequalis*) и гелофитов (*Eleocharis palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Petasites radiatus*) значения SLA были наименьшими.

Наибольшие значения высоты фотосинтезирующего яруса растений наблюдались у рдеста длиннейшего, также велики значения высоты у осок острой и пузырчатой. Самое низкорослое растение из выборки – шильница водная, близкие значения у лютика волосистого, который так же, как и шильница, является однолетником и амфибиотическим видом.

Наибольшие показатели массы семян среди исследованных нами видов макрофитов характерны для представителей семейства Potamogetonaceae, для которых свойственно эндозоохорное распространение, наименьшие – у однолетников *Alopecurus aequalis*, *Subularia aquatica* и *Ranunculus trichophyllus*. Эти виды являются условными эксплерентами, поскольку занимают мелководья, которые в мезо-и эвтрофных водоемах обычно занимают воздушно-водные растения – гелофиты, как правило, являющиеся виолентами. На Телецком озере типичные гелофиты – тростник, рогоз, камыш – в растительном покрове практически не представлены. Большинство растений-эксплерентов – однолетники (реже – двулетники), образующие большое количество семян. Шильница является еще и пациентом с узкой экологической нишей – мелководья холодных олиготрофных водоемов с выраженными колебаниями воды.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00401, <https://rscf.ru/project/23-27-00401/>

## Литература

1. Папченков В.Г., Щербаков А.В., Лануров А.Г. Рекомендуются для использования общие понятия гидробиологии // Мат-лы VI Всероссийской школы-конф. по водным макрофитам «Гидробиология 2005». Рыбинск: ОАО Рыбинский Дом печати, 2006. С. 377–378.
2. Diaz S., Purvis A., Cornelissen J.H.C., Mace G.M., Donoghue M.J., Ewers R.M., Jordano P., Pearse W.D. Functional traits, the phylogeny of function, and ecosystem service vulnerability // Ecology and Evolution. 2013. 3 (9). P. 2958–2975.
3. Gaüzère P., Iversen L.L., Blonder B. Equilibrium in plant functional trait responses to warming is stronger under higher climate variability during the Holocene // Global Ecology and Biogeography. 2020. 29(11). P. 2052–2066 doi: 10.1111/geb.13176.
4. Lefcheck J.S., Bastazini V.A.G., Griffin J.N. Choosing and using multiple traits in functional diversity research // Environmental Conservation. 2014. 42 (2). P. 104–107.
5. MAP – the macroecology of aquatic plant-functions. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lifeinmud.com/map> (дата обращения: 31.08.2023).

**ИЗМЕНЕНИЯ ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА ПЛОСКОБУГРИСТЫХ  
ТОРФЯНИКОВ КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ**

**В.В. Конева<sup>1</sup>, У.Ю. Шаврина<sup>1,2</sup>, Ю.Я. Колесниченко<sup>1</sup>, Л.Г. Колесниченко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет*

<sup>2</sup> *ФГБУ «Государственный природный заповедник «Пасвик», Никель, Россия*

**CHANGES IN THE LICHEN COVER OF PALSAS PEATLANDS  
IN THE CRYOLITHOZONE OF WESTERN SIBERIA UNDER THE INFLUENCE  
OF PEAT FIRES**

**V.V. Koneva<sup>1</sup>, U.Yu. Shavrina<sup>1,2</sup>, Yu.Ya. Kolesnichenko<sup>1</sup>, L.G. Kolesnichenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *National Research Tomsk State University*

<sup>2</sup> *Pasvik State Nature Reserve*

Плоскобугристые торфяники, большая часть которых покрыта сплошным лишайниковым ковром, занимают значительные пространства в криолитозоне Западной Сибири [1, 5, 7]. Многие из этих территорий неоднократно пройдены пожарами, количество которых в последние годы возрастает [6]. Чаще всего, природные пожары рассматривают как эволюционный фактор [8], в связи с тем, что они увеличивают содержание зольных элементов, валового азота и катионов, снижают кислотность, изменяют энергетический баланс криогенных почв и наземной растительности [2, 9, 10, 12, 15, 18, 19, 21, 22]. Под воздействием пожаров свойства лишайникового покрова существенно изменяются, что оказывает воздействие на пищевой, гидротермический, газовый режим торфяников и состояние многолетней мерзлоты [11, 13, 14, 16, 19]. Известно, что пирогенез, влияя на распространение и численность лишайников, является одним из главных факторов сукцессионных процессов [8, 13, 23], однако, эти изменения на территории плоскобугристых торфяников Западной Сибири до сих пор исследованы недостаточно.

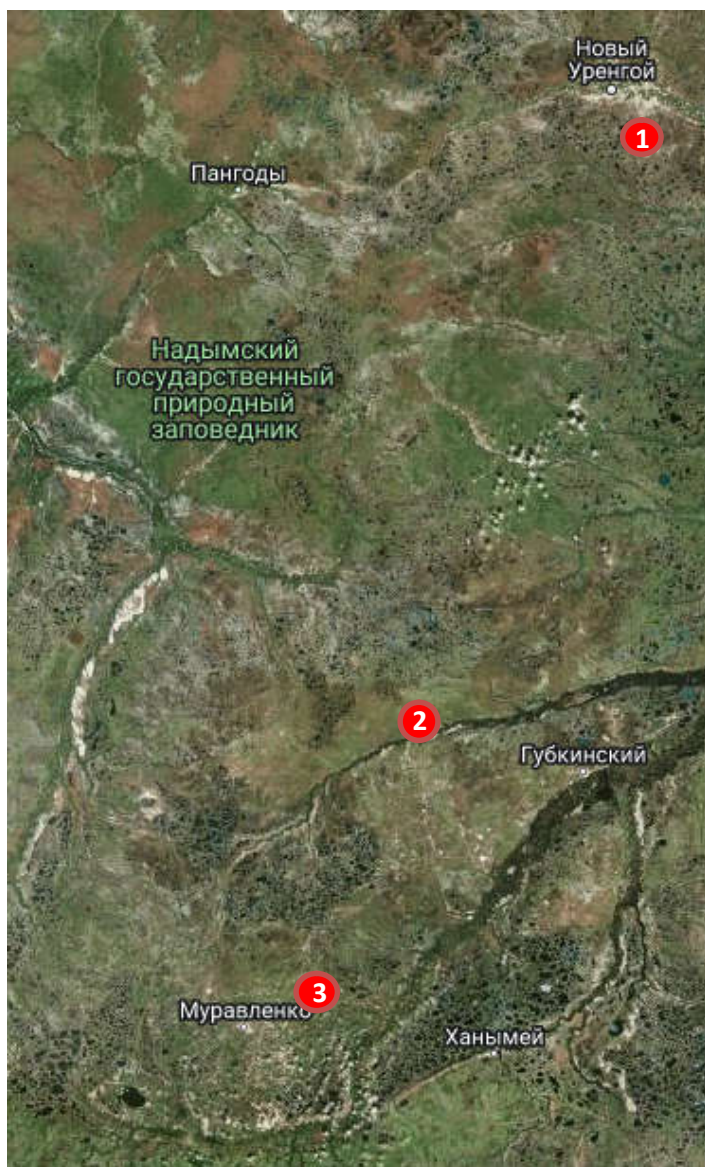
В данной работе была проведена оценка изменений в лишайниковом покрове, произошедших под влиянием пожаров на ключевых участках плоскобугристых торфяников, расположенных вдоль широтного градиента экологических условий (рис. 1, 2). Год возникновения пожара установлен путем сравнения разновременных космических снимков с использованием индексов NDVI, NBR и SWVI.

На участках, подвергнутых пожарам, и на их ненарушенных аналогах, геоботанические описания выполнялись в августе 2023 года, по общепринятым методикам. Определение лишайников проводилось с использованием «Определителя лишайников СССР, вып. 1–5, 1971–1978». Помимо геоботанических описаний была измерена температура почв с использованием термометров, определена температура поверхности с помощью тепловизора TESTO и измерено альbedo, с применением альбедометра Янишевского-Былова.

Работы выполнены при поддержке проекта РНФ № 23-27-00249 «Физические свойства мохово-лишайникового покрова торфяников криолитозоны Западной Сибири: изменения под влиянием природных и антропогенных факторов». Полевые исследования были выполнены на оборудовании УНУ «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ.

Растительность кустарничкового яруса ненарушенных участков исследованных плоскобугристых торфяников представлена в основном багульниковым болотным (*Ledum decumbens*), подбелом многолистным (*Andromeda polifolia* L.), карликовой березой (*Betula nana* L.), водяникой (*Empetrum nigrum* L.), голубикой (*Vaccinium uliginosum*), брусничкой

(*V. vitis-idea*), клюквой болотной (*Oxycoccus palustris* Pers.), клюквой мелкоплодной (*O. microcarpus* Turcz. ex Rupr.) и морошкой (*Rubus chamaemorus*). Моховой покров представлен многочисленными представителями бриевых и сфагновых мхов. В мочажинах преобладают осоки (*Carex limosa*, *C. rostrata*, *C. tundata*), пушица (*Eriophorum angustifolium*, *E. russeolum*), мхи (*Sphagnum lindbergii*, *S. squarosum*, *S. obtusum*) [4, 24, 25].



Ключевой участок	Год пожара	Возраст пожара
1. Новый Уренгой	2017	6 лет
2. Северо-Комсомольский	2007	16 лет
3. Муравленко	1988	35 лет

Рис. 1. Месторасположение ключевых участков

Структура лишайникового покрова естественных плоскобугристых торфяников одина на всех исследованных участках: доминируют *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda., *Cl. stygia* (Fr.) Ruoss, в значительном количестве присутствуют *Cl. amaurocraea* (Flörke) Schaer., *Nephromopsis nivalis* (L.) Divakar, *A. Crespo & Lumbsch*, *Nephromopsis cucullata* (Bellardi) Divakar, *Nephromopsis nivalis* (L.) Divakar, *A. Crespo & Lumbsch*, *Cl. uncialis* (L.) F.H. Wigg., *Gowardia nigricans* (Ach.) Halonen, Myllys, *Velmala & Hyvärinen*. Единично встречаются *Cetrariella delisei* (Bory ex Schaer.) Kärnefelt & A. Thell, *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Bryocaulon divergens* (Ach.) Kärnefelt, *Cl.rangiferina* (L.) Weber, *Cl. Coccifera* (L.) Willd., *Icmadophila ericetorum* (L.) Zahlbr. Необходимо отметить, что доминантные ковры на естественных участках составляют небольшое количество видов из большого количества родов (14 и 7, соответственно) (*Cladonia*, *Nephromopsis*, *Cetraria*, *Gowardia*, *Cetrariella*, *Bryocaulon*, *Icmadophila*).

Всего же в растительных сообществах плоскобугристых торфяников двух типов нами обнаружено 34 вида лишайников из 10 родов.

I



а

б

II



в

г

III



д

е

Рис. 2. Лишайниковый покров исследованных участков. Ключевые участки I – Новый Уренгой (а) – естественный, (б) – 6 лет после пожара, II – Северо-Комсомольский (в) – естественный, (г) – 16 лет после пожара; III – Муравленко (д) – естественный, (е) – 35 лет после пожара.

Доминируют виды рода *Cladonia*, как на естественных участках (вместе с типичными арктическими видами), так и на стадиях восстановления – вместе с типичными болотными и эпифитными видами и родами.



Большая часть ключевого участка Новый Уренгой, подвергнутая пожару 6 лет назад, мертвопокровна. Прежде всего, здесь восстанавливается кустарничковая растительность – багульник, морощка, а также зеленые мхи. Восстановление лишайникового покрова отмечено только на хорошо увлажненных участках вблизи мочажин, где встречаются как накипные (*Icmadophila ericetorum*), шиловидные и бокальчатые (*Cladonia uncialis*, *Cl. deformis*, *Cl. amaurocraea*), так и кустистые формы лишайников (*Cl. stellaris*, *Cl. stygia*, *Cl. arbuscula*). Такие участки занимают менее 1% территории, остальная же территория покрыта плотной коркой горелого лишайника, имеющей особые физические свойства [17].

В пределах Северо-Комсомольского участка, на территории, пройденной пожаром 16 лет назад, повсеместно распространены обычно появляющиеся первыми [2] накипные виды лишайников (например, *Icmadophila ericetorum*), а также виды рода *Cladonia*, представленные первичным слоевищем, шиловидными и бокальчатymi формами, в том числе *Cl. arbuscula* (Wallr.) Flot., *Cl. cariosa* (Lilj.) Spreng., *Cl. cenotea* (Ach.) Schaer., *Cl. chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng., *Cl. cornuta* (L.) Baumg., *Cl. crispata* (Ach.) Flot., *Cl. deformis* (L.) Hoffm., *Cl. angiferina* (L.) Weber, *Cl. sulphurina* (Michx.) Fr., *Cl. uncialis* (L.) F.H. Wigg., *Cl. amaurocraea* (Flörke) Schaer. Из представителей кустистых форм лишайников доминируют *Cl. stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda и *Cl. stygia* (Fr.) Ruoss. Отмечено возвращение типичных арктических кустистых лишайников из других родов, например *Nephromopsis cucullata*. Крупно-листоватых лишайников обнаружено не было.

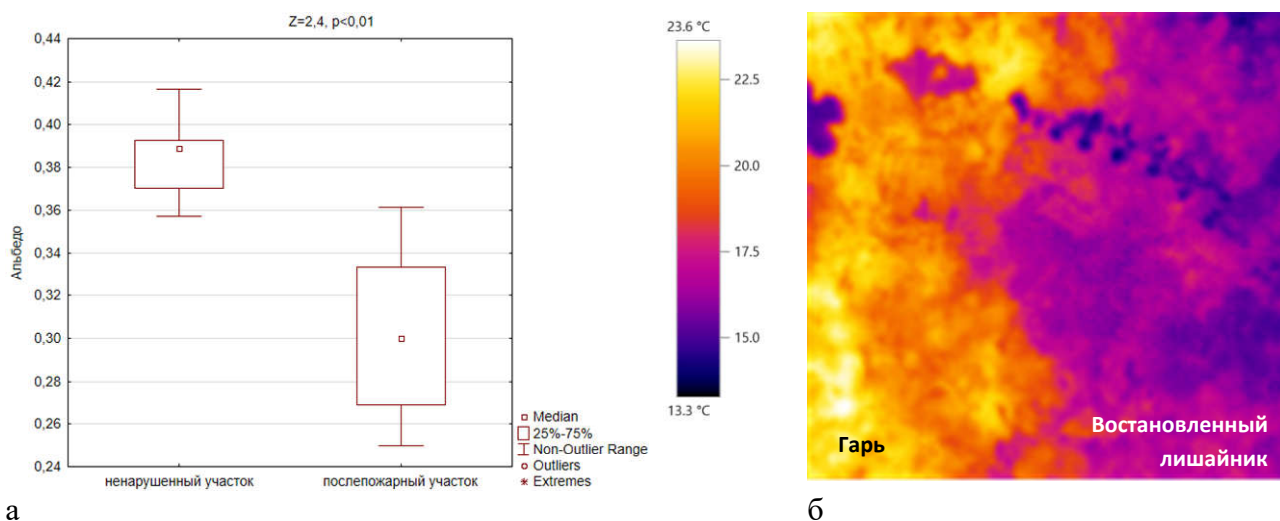


Рис. 3. Изменение альбедо (а) и температуры (б) на ключевых участках

На тридцатипятилетних гарях участка Муравленко, как и на многих старовозрастных горелых участках [2], проективное покрытие значительно возрастает, преобладают кустистые формы и возвращаются арктические лишайники *Cetraria laevigata* Rass, *Cetraria sepincola* (Ehrh.) Ach. Здесь обнаружено максимальное биоразнообразие лишайников (22 вида). Преобладают, как и на других исследованных участках, представители рода *Cladonia*, с доминированием *Cl. stellaris* (Opiz) Pouzar & Vězda и *Cl. stygia* (Fr.) Ruoss. Помимо произрастающих на Северо-Комсомольском участке здесь встречены: *Cl. coccifera* (L.) Willd., *Cl. floerkeana* (Fr.) Flörke, *Cl. furcata* (Huds.) Baumg., *Cl. gracilis* (L.) Willd., *Cl. rangiferina* (L.) Weber, *Cl. stricta* (Nyl.) Nyl. Кроме того, большой вклад в разнообразие биоты добавляет древесный опад в виде палочек, кусочков древесины, которые сразу заселяются типичные эпиксильными и эпифитными видами: *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Mey., *Parmeliopsis ambigua* (Hoffm.) Nyl., *Parmeliopsis hyperopta* (Ach.) Vain., *Tuckermannopsis ciliaris* (Ach.) Gyeln., *Cladonia botrytes* (K.G. Hagen) Willd. Однако за 35 лет, прошедших после пожара, лишайниковый покров полностью не восстановился. Считается, что время, необходимое лишайникам для окончательного возвращения на пострадавшие от пожара территории составляет от 40 до 150 лет, в зависимости от интенсивности пожаров [3, 20].

Изменения в лишайниковом покрове неизменно ведут к изменению альбедо и температуры поверхности (рис. 3).

Выявлено, что участки, пройденные пожаром, быстрее реагируют на изменения окружающей среды – температуры, солнечной радиации, увлажнения. Ввиду меньшей пористости и большей плотности, нежели ненарушенные участки, они быстрее насыщаются влагой и менее охотно ее отдают, соответственно, сразу после дождя они холоднее, чем соседние негорелые участки. В случае если атмосферная влажность небольшая, ввиду низкого альбедо, участки, пройденные пожаром, сильнее нагреваются, чем негорелые участки. В зависимости от возраста пожара изменяется проективное покрытие и структура лишайникового покрова, горелая пленка становится более рыхлой, и, соответственно, изменяются теплофизические и водно-физические свойства.

## Литература

1. Алексеева Н.А., Хозяинова Н.В. К вопросу о лишайнофлоре пуровского района Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2008. № 8. С. 43–50.
2. Арефьев С.П., Казанцева М.Н. Периодичность пожаров и естественное возобновление светлехвойных лесов и редколесий в надымском районе Ямало-Ненецкого автономного округа // Сибирский лесной журнал. 2020. № 1. С. 3–15.
3. Замаева Т.А. Возобновление шиловидных и бокальчатых лишайников после пожаров в лиственничных лесах лесотундры западной сибирии // Вестник Тюменского государственного университета. 2012. № 6. 104–108.
4. Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Михайлова Е.В., Колесниченко Л.Г. Растительность и растительное вещество плоскобугристых торфяников // Почвы и окружающая среда. 2019. Т. 2, № 1. С. 1–13.
5. Мельцер Л.И. Тундровая растительность // Растительный покров Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: Наука, 1985. С. 41–54.
6. Московченко Д. В., Арефьев С. П., Московченко М. Д., Юртаев А.А. Пространственно-временной анализ природных пожаров в лесотундре Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2020. № 2. С. 243–255.
7. Пьявченко Н.И. Бугристые торфяники. Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1955. 280 с.
8. Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1972. Т. 1. 419 с.
9. Чевычелов А.П. Пирогенез и постпирогенные трансформации свойств и состава мерзлотных почв // Сибирский экологический журнал. 2002. № 3. С. 273–277.
10. Чевычелов А.П. Постпирогенные трансформации мерзлотных почв Северо-Востока России // Проблемы региональной экологии. 2018. №6. С. 101–103.
11. Boudreault C., Bergeron Y., Coxson D. Factors controlling epiphyticlichen biomass during postfire succession in black spruce boreal forests // Canadian Journal of Forest Research. 2009. № 39. P. 2168–2179.
12. Bret-Harte M.S., Mack M.C., Shaver G.R., Huebner D.C., Johnston M., Mojica C.A., Pizano C., J.A. Reiskind The response of Arctic vegetation and soils following an unusually severe tundra fire // Philos TR SocB. 2013. Т. 368. №1624. P. 20120490.
13. Coxson D.S., & Marsh J. Lichen chronosequences (postfire andpostharvest) in lodgepole pine (*Pinuscontorta*) forests of northerninterior British Columbia // Canadian Journal of Botany. 2001. № 79. P. 1449–1464.
14. Johnson E.A. Vegetation organization and dynamics of lichenwoodland communities in the Northwest Territories, Canada // Ecology. № 62. P. 200–215. doi: <https://doi.org/10.2307/1936682>
15. Jones B.M., Grosse G., Arp C.D., Arp Ch.D., Miller E., L. Liu, Hayes D.J., Larsen Ch.F. Recent arctic tundra fire in itiateswid spread thermokarst development // Scientific reports. 2015. Т. 5, № 1. P. 5865.
16. Klein D.R. Fire, lichens, and caribou // Journal of Range Management. 1982. № 35(3). P. 390–395.
17. Kochetkova T.D., Shavrina U.Yu., Murashkin V.S., Nikitkin V.A., Volkova M.A., Kolesnichenko L.G. Fire-induced changes in the dielectric constant of lichens in plateau palsas of the Nadyim-Pur interfluve // Acta Biologica Sibirica. 2023. Vol. 9. P. 479–490.
18. Li X., Jin H., He R., Huang Y. Effects of forest fires on the permafrost environment in the northern

- Da Xing'anling (Hinggan) mountains, Northeast China // *Permafrost and Periglacial Processes*. 2019. № 30 (3). P. 163–177.
19. Miller J.E.D., Root H.T., Safford H.D. Altered fire regimes cause long-term lichen diversity losses // *Global Change Biology*. 2018. T. 24, № 10. P. 4909–4918. <https://doi.org/10.1111/gcb.14393>
  20. Russell K.L.M., Johnson Ch.J. Post-fire dynamics of terrestrial lichens: Implications for the recovery of woodland caribou winter range // *Forest Ecology and Management*. 2019. 434 (28). P. 1–17.
  21. Scotter G.W. Fire, vegetation, soil and barren-ground relations in northern Canada // *Proceedings of Symposium Fire in the Northern Environment*, Portland, Oregon, 1971. P. 209–230.
  22. Tsvetkov P.A. Pyrophytic properties of the larch *Larix gmelinii* in terms of life strategies // *Russian journal of ecology*. 2004. T. 35, № 4. P. 224–229.
  23. Virek L.A. Wildfire in the taiga of Alaska // *Quaternary Research*. 1973. №. 3. P. 225–234.
  24. Volkova I.I., Pokrovsky O.S., Vorobyev S.N., Kolesnichenko L.G., Volkova A.I., Obuchova A.Y. Peat-forming mosses as a key component of peat deposits and mire vegetation of the West Siberian northern taiga // *Mosses: Ecology, life cycle and significance*. NY: Nova Science Publishers. Inc., 2018. Ch. 7. P. 175–189.
  25. Volkova I.I., Volkov I.V., Morozova Y.A., Nikitkin V.A., Vishnyakova E.K., Mironycheva-Tokareva N.P. Water Holding Capacity of Some Bryophyta Species from tundra and north taiga of the West Siberia // *Water*. 2023. T. 15, № 14. P. 2626.

## МНОГОВЕКОВАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЭВЕНКИИ В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

А.Д. Кошкарров, В.Л. Кошкарлова

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Россия*

## LONG-TERM DYNAMICS OF THE STRUCTURE OF THE FOREST ECOSYSTEMS OF EVENKIA IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

A.D. Koshkarov, V.L. Koshkarova

*V. N. Sukachev Forest Institute of SB of RAS, Krasnoyarsk, Russia*

Северные территории Сибири в последнее время подвергаются все большему интенсивному освоению природных ресурсов, что приводит, как правило, к деструкции природных экосистем. Повышенной уязвимостью страдают лесные экосистемы с недостаточной сомкнутостью растительного покрова, к тому же расположенные в криогенной зоне. Многочисленный палеоботанический материал уже доказал, что растительность северных широт всегда быстрее реагировала в историческом прошлом на изменения климатического и экологического режима, чем растительность южных широт. Поэтому, именно по изменению структуры лесных формаций северных территорий за последние тысячелетия, надежнее строить научный прогноз для решения вопросов рационального природопользования и для оценки риска деградации отдельных видов лесообразователей и видов-доминантов нижних ярусов леса.

Основная цель исследования – выполнить реконструкцию многовековой динамики фитоценотической структуры регионального растительного покрова по ископаемым макроостаткам, выявить последовательность смен лесных фитоценозов и формаций и дать количественную оценку климатических условий их существования.

Объектами исследования были образцы, взятые из двух шурфов, заложенных в естественных береговых обнажениях, вскрывающих мерзлые торфяные отложения, расположенные в среднем течении р. Котуй (68° 27' с. ш., 103°31' в.д.) и оз. Чиринда (67° 46' с. ш., 100°27' в.д.). Эта территория относится к Норильско-Хантайской Путоранской горной области северотаежных редкостойных лесов и горных тундр согласно лесорастительному районированию [7]. Растительность в точках исследования очень сходна. Она представлена лиственничниками одного типа – редкостойные (полнота 0.2) зеленомошно-кустарничковые из *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. Приурочены они к торфяно-глеевым почвам и к поверхностям с ярко выраженным бугристым микрорельефом, с чем и связана сильная мозаичность напочвенного покрова. Древостои в целом угнетены. На кочках высотой не более полуметра группируются куртинки гипоарктических кустарников и кустарничков – *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Salix lanata* L., *Betula exilis* Sukacz., *Empetrum nigrum* L., единично встречается *Arctous alpina* (L.) Niedenzu. Из травянистых растений присутствуют в небольшом количестве *Eryophorum vaginatum* L., *Ranunculus repens* L., *Polygonum aviculare* L., *Pyrola incarnata* (DC.) Freyn. В напочвенном покрове преобладает мох *Aulacomnium*.

В работе нами были применены три основных метода исследования – палеокарпологический, геохронологический и ботанический анализ торфа. Хотя базовым материалом палеокарпологии являются плоды, семена и мегаспоры, объединяемые под названием карпоиды, но мы учитывали и определяли другие макроостатки, например, укороченные побеги, почки, хвою, мелкие листочки берез, ольхи, ив, листья мхов и др.

В целом процедура палеокарпологического исследования голоценового материала, начиная от сбора образцов и до интерпретации полученных данных, нами подробно освещалась в ряде работ [8–9]. Следует только подчеркнуть, что особенностью

применяемого авторами метода является то, что помимо видовой идентификации голоценовых ископаемых объектов мы дифференцировали их на группы удаленности от материнского растения, благодаря их хорошей анатомо-морфологической физиономичности. Поэтому каждый ископаемый макрокомплекс реконструировал не только локальный и сопредельный фитоценоз, но и доминирующий региональный тип растительности. Выявление эдификаторов и доминантов в прошлых растительных сообществах разного гипсометрического уровня проводилось с использованием метода эколого-ценотического анализа [10], применяемого при фитоиндикации современных лесных экосистем, что позволило получить более интегральную информацию о природном режиме палеоландшафтов.

Кроме того, при видовой идентификации женских генеративных органов хвойных пород *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. и *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sibirica* DuTour. и *Pinus pumila* (Pall.) Regel., близких по роду и морфологии проводилось детальное сравнительное морфолого-анатомическое изучение как современных, так и ископаемых. В результате были выявлены дополнительные диагностические признаки морфологического строения к их описанным ранее в литературе [1, 3, 5–6, 14], что позволило точнее определить их видовую принадлежность. Для первых двух близких видов рода *Larix* к дополнительным деталям их морфологического строения относятся: особенности строения верхней части семенной чешуи, степень опушенности ее волосками и цвет последних, а также поверхностная скульптура внутренней части семени. Кроме того, обескрыленные семена *L. sibirica* имеют плавно суженное основание, а на его выпуклой стороне имеется четко выраженное косое широкое одностороннее ступенчатое понижение – след крыла. А у *L. gmelinii* основание семени узкое в виде заостренного носика и на его выпуклой поверхности имеются сходящиеся углом узкие выемки, т. е. крыло охватывает носик с двух сторон в виде «шарфика». Было установлено, что поверхность семенных чешуй *P. sibirica* опушена редкими белыми волосками, щиток в два раза толще, выпуклей и имеет форму вытянутого ромба; кожура семян рыхлая, скульптура поверхности ямчатая. А у *P. pumila* верхняя часть семенных чешуй широко эллиптическая, щиток в виде наплывающего наружу валика с небольшим пупком в центре; наружная поверхность под ним морщинисто-ребристая, густо опушена светло-желтыми волосками; кожура семян плотная, скульптура поверхности мелкочаечистая.

Для каждого изученного разреза на основании изменения видового и количественного состава ископаемых объектов были построены карпограммы в виде макрокомплексов, представляющих собой совокупность определенных видов растений, относящихся к определенному отрезку времени и имеющих свои индикационные элементы (например, рис.).

Эколого-фитоценотический анализ палеокарпологического материала позволил составить схему непрерывной динамики видовой структуры доминирующих растительных формаций для каждой точки исследования по гипсометрическим уровням (табл.).

Общая картина эволюции растительного покрова в среднем течении р. Котуй восстанавливается по пяти возрастным уровням, начиная с последнего 1000-летнего отрезка атлантического периода общепринятой хроностратиграфической схемы голоцена [4]. В первой половине временного отрезка 5000–4000 л. н. повсеместно территория была занята смешанной тайгой среднетаежного облика, образованной лиственницей сибирской, елью, сосной, кедровым стлаником и участием в травяном покрове бореальных видов. Реконструкция природной среды выявила существование мягкого и теплого климата, чем в настоящее время, судя по реконструированным средним отклонениям некоторых климатических показателей. Температуры были выше современного значения: января на 17° (–20°C), а июля – на 4° (+17°C), количество осадков также превышало современный уровень: в холодный период на 28 мм (80 мм), а в теплый – на 130 мм (361 мм). Во второй же половине этого отрезка времени произрастание ели и сосны в составе лесов сокращается, но появляется более морозоустойчивая лиственница Гмелина, что было обусловлено, вероятно, похолоданием.

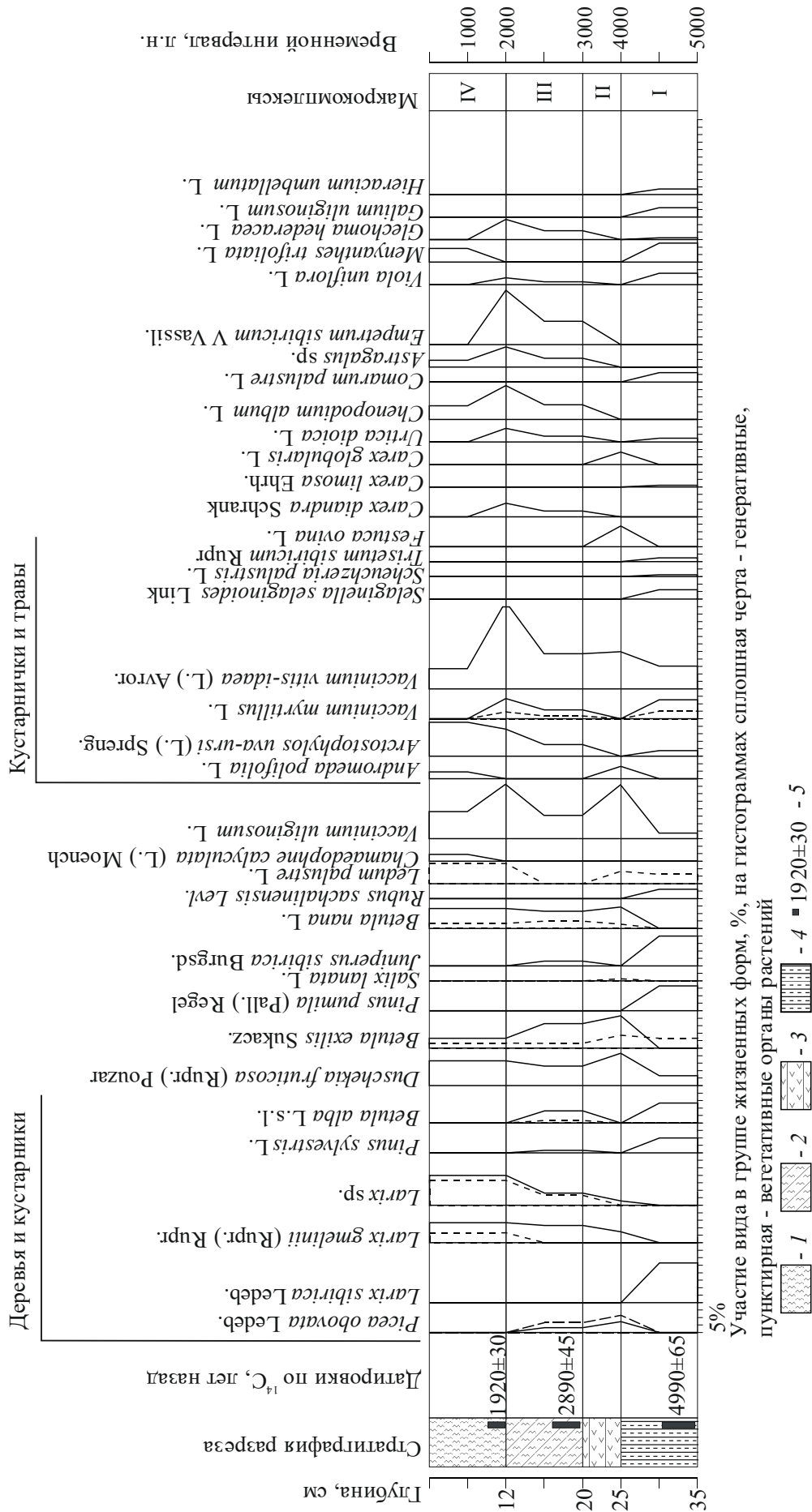


Рис. Карпограмма разреза «Котуй»  
 Виды торфа: 1- сфагновый, 2- осоково-сфагновый, 3- древесно-травяной, 4- Суглинок. 5- глубина отбора образцов на радиоуглеродный анализ и датировки по <sup>14</sup>C (1920±30 - СОАН-31110, 2890±45 - СОАН-3106, 4990±65 - СОАН-3105)

Таблица

## Динамика позднеголоценовых растительных формаций ключевого участка «Котуй»

Временные периоды, лет назад	Даты по <sup>14</sup> C, лет назад	абсолютная высота над уровнем моря в метрах	
		400	500
Современный		Ольховниково-мохово-лишайниковая	Лиственничная ( <i>Larix gmelinii</i> ) зеленомошно-кустарничковая редкостойная (0.2)
0–1000		Ольховниково-ерниково-моховая	Лиственничная ( <i>Larix gmelinii</i> ) бруснично-голокнянковая
1000–2000	1920±30 СОАН-3105	Ольховниково-мохово-травяно-ерниково-шикшевая	Лиственничная ( <i>Larix gmelinii</i> ) травяно-кустарничково-брусничная, в подлеске голубика
2000–3000	2980±45 СОАН-3106	Ольховниково-голубично-мохово-ерниковая	Березово-лиственничная ( <i>Larix gmelinii</i> ) с елью и единично сосной кустарничково-брусничная
3000–4000		Ольховниково-осоково-злаково-ерниковая	Елово-лиственничная ( <i>Larix gmelinii</i> ) с ольхой ерниково-голубичная
4000–5000	4990±65 СОАН-3110	Ерниково-травяная	Елово-березово-сосново-лиственничная ( <i>Larix sibirica</i> ) травяно-кустарничковая в подлеске с можжевельником ( <i>Juniperus sibirica</i> ), кедровым стлаником ( <i>Pinus pumila</i> ) и малиной ( <i>Rubus sachalinensis</i> )

Примечание. Радиоуглеродные датировки выполнены: в Институте геологии и минералогии им В.С.Соболева СО РАН к. г.-м. н. Л.А.Орловой.

Далее 4000–3000 л. н. климатические условия ухудшаются, главным образом за счет понижения зимних температур и уменьшения среднегодовых осадков. Так температура января понизилась на 3° (–23°C), а июля – на 1° (+16°C), количество осадков в холодный период осталось прежним (80 мм), а в теплый период уменьшилось на 62 мм (298 мм). Это способствовало усилению роли лиственницы Гмелина в лесном покрове, а лиственницы сибирской и кедрового стланика перемещению в более низкий высотный пояс растительности.

Для периода 3000–2000 л. н. характерно резкое похолодание и нарастание континентальности климата: температура января понизилась на 14° (–37°C), а июля – на 1° (+15°C), количество осадков в холодный период понизилось на 17 мм (63 мм), а в теплый период – на 40 мм (258 мм). Это привело, к господству редкостойных лиственничных ольховниково-кустарничково-моховых формаций из лиственницы Гмелина, единично ели.

В интервале 2000–1000 л. н. произошло улучшение климатических условий: температура января увеличилась на 5° (–32°C), а июля – на 2° (+17°C), количество осадков в холодный период увеличилось на 80 мм (143 мм), а в теплый период – на 98 мм (355 мм). Таким образом, наступившее потепление и уменьшение континентальности климата способствовало увеличению лесистости, развитию лиственничных среднетаежных лесов с фрагментами ели и участием в травяном покрове бореальных (индикационных) видов. Это – *Viola uniflora*, *Scheuchzeria palustris*, *Carex globularis*, *C. disperma*, *Glechoma hederacea* и др., современное распространение которых ограничивается северной границей средней тайги.

1000 л. н. произошло ухудшение климатических условий – они стали близки современным: температура января понизилась на 5° (–37°C), а июля – на 4° (+13°C), количество осадков в холодный период уменьшилось на 91 мм (52 мм), а в теплый период – на 124 мм (231 мм). Такая климатическая обстановка фактически не менялась

за последние 1000 лет, что способствовало длительному сроку существования лесорастительных условий подобных современным.

Установлено, что в динамике лесных формаций в бассейне среднего течения р. Котуй во второй половине голоцена проявились общие закономерности эволюции растительного покрова Центральной части Средней Сибири, выявленные по палинологическим данным [2, 11, 13]. Кроме того, корреляция полученного палеокарпологического материала показывает четкое совпадение основных рубежей смен растительного покрова с хорошо датированными записями изменения природной среды Сибири [12, 15]. Анализ поэтапных смен растительности позволил выявить климатогенные тенденции развития лесных экосистем. В начале рассматриваемого времени в результате потепления и повышенной влажности увеличивается биоразнообразие растительного покрова и формируется формация смешанных лесов (*Larix sibirica*, *L. gmelinii*, *Pinus pumila*, *Picea obovata*, *Pinus sylvestris*). С нарастанием континентальности климата и похолоданием биоразнообразие падает, а доминирующей формацией становится редкостойная лиственничная (*Larix gmelinii*). Особо следует отметить отступление на запад лиственницы сибирской и расширение ареалов лиственницы даурской и кедрового стланика на рубеже климатического оптимума и позднего голоцена.

Выполненные исследования дополнили банк данных по видовому биоразнообразию растительности детально-региональной информацией мало изученной истории голоцена Эвенкии, что поможет надежнее строить научный прогноз при решении вопросов рационального природопользования.

## Литература

1. Абаимов А.П., Милютин Л.И. Современные представления о лиственницах Сибири и проблемы их изучения // Проблемы дендрологии. Чтения памяти акад. В.Н. Сукачева. Новосибирск: Наука, 1995. С. 41–60.
2. Безрукова Е.В., Белов А.В., Летунова П.П., Кулагина Н.В. Отклик природной среды Ангаро-Ленского плато на глобальные изменения климата в голоцене // Геология и геофизика. 2014. № 55 (4). С. 594–604.
3. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. Л., 1978. 188 с.
4. Изменение климата и ландшафтов за последние 65 миллионов лет (кайнозой: от палеоцена до голоцена) / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС, 1999. 260 с.
5. Коропачинский И.Ю. Древесные растения Сибири. Новосибирск, 1983. 384 с.
6. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео». 2002. 707 с.
7. Коротков И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск: ИЛ СО РАН, 1994. С. 29–47.
8. Кошкарлов А.Д., Кошкарлова В.Л. Воздействие глобальных изменений климата на динамику лесных экосистем Касской равнины (Западная Сибирь) // Лесоведение. 2000. № 3. С. 12–21.
9. Кошкарлова В.Л., Кошкарлов А.Д., Кольцова В.Г. Климатическая обусловленность динамики позднеголоценовых ценотипов древесных пород во внутреннем экотоне лесов Восточного Саяна // Экология. 2006. Т. 39, № 5. С. 350–359.
10. Молокова Н.И., Назимова Д.И. Эколого-ценотический состав флоры высотно-поясных комплексов гумидных районов Саян // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Тез. докл. конф. посвящ. памяти Л.М. Черепнина. Красноярск: ИлиД СО РАН, 1991. С. 103–106.
11. Никольская М.В., Пирумова Л.Г., Климанов В.А., Черкасова М.П. Динамика палеофлор севера Средней Сибири в позднем плейстоцене и голоцене (по палеофитологическим и геохронологическим материалам) // Древние климаты и осадконакопление в восточной окраине Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 117–126.



12. *Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен – голоцен – элементы прогноза. Атлас-монография. Выпуск III. Под ред. Проф. А.А. Величко. М. ГЕОС. 2010. 220 с.*
13. *Савина Л.Н., Мироненко О.Н. Растительность бассейна оз. Чиринда (Северная Эвенкия) в позднем голоцене // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. 1984. № 53. С. 122–124.*
14. *Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л., 1934. 614 с.*
15. *Groisman P.A., Blyakharchuk T.A., Chernokulsky A.V., Arzhanov M.M., Marchesini L.B.M., Bogdanova E.G., Borzenkova I.I., Bulygina O.N., Karpenko A.A., Karpenko L.V., Knight R.W., Khon V.Ch., Korovin G. N., Meshcherskaya A. V., Mokhov I. I., Parfenova E. I., Razuvaev V. N., Speranskaya N. A., Chebakova N.M., Vygodskaya N.N. Climate changes in Siberia // Regional Environmental Changes in Siberia and Their Global Consequences. «Springer Environmental Science and Engineering» New York – London, 2013. P. 57–109.*

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ КЛАСТЕРНОГО УЧАСТКА ГПЗ «ХАКАССКИЙ»  
«КАМЫЗЯКСКАЯ СТЕПЬ И ОЗЕРО УЛУГ-КОЛЬ»**

**А.В. Ларионов**

*Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова, г. Абакан, Россия*

**ECOLOGICAL FEATURES AND SPATIAL ORGANIZATION OF STEPPE  
COMMUNITIES OF THE CLUSTER SITE OF THE SNR «KHAKASSKY»  
«KAMYZYAK STEPPE AND LAKE ULUG-KOL»**

**A.V. Larionov**

*Katanov Khakass State University, Abakan, Russia*

Заповедник «Хакасский» находится на территории Республики Хакасия и включает в себя 9 кластерных участков. По экологическим условиям и растительности участки объединены в две природные группы – степную и горно-таежную. Участок «Камызякская степь и озеро Улуг-Коль» входит в степную группу, основными объектами охраны в которой являются степные, луговые и древесно-кустарниковые сообщества и животный мир степного и лесостепного поясов Минусинской котловины. Участок находится в Южноминусинской котловине на правом берегу речки Кутень-Булук. В южной части участка располагается озеро Улуг-Коль. На севере участок включает южные склоны низкогорного хребта Азыр-Тал, который затем переходит в Уйбатскую степь [2, 6].

Рельеф южной части участка холмисто-увалистый, плоскоравнинный. Расположение в дождевой тени Кузнецкого Алтау приводит к формированию на участке наиболее сухих степей Хакасии. Почвенный покров характеризуется преобладанием южных чернозёмов, при этом в озёрной котловине встречаются солончаки и солонцы. Полоса засоленных почв около озера Улуг-Коль составляет около 1 км, что приводит к формированию специфических комплексов галофитной и степной растительности. В северной же части, на предгорьях хребта Азыр-Тал, формируются луговые степи и лиственничные леса [3, 5].

Из-за уникальных климатических и почвенногрунтовых условий растительность участка крайне разнообразна и достаточно богата редкими видами растений, что вызывает особый интерес к пространственной организации сообществ и их экологических особенностей [2]. В связи с чем, целью данного исследования является изучение экологических особенностей и пространственной организации степных сообществ кластерного участка ГПЗ «Хакасский» «Камызякская степь и озеро Улуг-Коль».

Исследование проводилось на территории Аскизского района Республики Хакасия кластерного участка «Камызякская степь и озеро Улуг-Коль» ГПЗ «Хакасский». Были использованы 56 полных геоботанических описаний, собранных в ходе полевых работ 2013–2022 гг. Описания выполняли по стандартной методике [4]. Из геоботанических описаний создана база данных на основе TURBOVEG [9]. Классификацию провели методом Браун-Бланке [12] с использованием JUICE 7.1 [11]. Данные по экологическим группам приведены в виде медианы.

Определение экологических факторов выполняли на основе DCA (Detrended Correspondence Analysis) в программе DECORANA [10]. Значения факторов взяты из моделей WorldClim 2 [8] и приведены в виде медианы. Экологическая интерпретация ведущих осей ординации выполняли на основании расчета коэффициентов корреляции Пирсона в пакете Statistica 7 и пассивной их проекции на график DCA, а также на основе экологических свойств растений, слагающих сообщества. Изучение пространственной организации степной растительности ключевого полигона осуществляли с использованием снимков, полученных со спутников Sentinel-2. Для анализа снимков использовали программу QGIS 3.32. Таксономия растений приведена в соответствии с С.К. Черепановым (1995) [7].

В результате исследования было установлено, что на исследуемой территории встречаются 2 класса степной растительности. Первый – *FESTUCO - BROMETEA* Mirkin et al. 1992 объединяет евросибирские степи и включает два союза: луговые степи Алтае–Саянской горной области союза *Aconito barbati - Poion transbaicalicae* Korolyuk et Makunina 2001 с ассоциацией *Vupleuro multinervi - Helictotrichetum desertori* Makunina in Korolyuk et Makunina 2001 (богаторазнотравные перистоковыльные луговые степи) и богаторазнотравные крупнодерновинные степи союза *Veronico incanae – Helictotrichion desertori* Korolyuk 2010 с ассоциацией: *Artemisio glaucae - Caricetum pediformis* Makunina in Korolyuk 2022 (разнотравные ковыльные степи).

Второй класс представлен степями Восточносибирско-центральноазиатского типа – *CLEISTOGENETEA SQUARROSAE* Mirkin et al, 1992 с 5 союзами 4 ассоциациями. Союз *Festuco valesiacaе – Caricion pediformis* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012 объединяет разнотравные овсецовые степи и представлен одной ассоциацией *Achnathero sibirici - Stipetum krylovii* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012 (терескеново - овсецовые степи). Петрофитные степные сообщества союза *Eritrichio pectinati - Selaginellion sanguinolentae* Ermakov, Chytry et Valachovič 2006 с двумя ассоциациями: петрофитные мелкодерновинные степи с присутствием криофитов: сухие – *Androsaco dasyphyllae - Caricetum pediformis* Korolyuk et Makunina 1998 и луговые *Androsaco dasyphyllae - Helictotrichetum desertori* Larionov et al. 2015. Настоящие степи союза *Stipion krylovii* Kononov et al. 1985 ассоциация *Artemisio frigidaе - Stipetum krylovii* Korolyuk et Makunina 2009 (настоящие ковыльные степи). Сухие и опустыненные степи союза *Kochio prostratae – Stipion krylovii* Ermakov 2012 с двумя ассоциациями: *Allio ramosi - Stipetum krylovii* Larionov et Ermakov in Ermakov 2012 (сухие полынно-злаковые) и *Zygophyllo pinnate - Stipetum krylovii* Larionov 2013 (чиевые степи). Союз *Thymion gobici* Mirkin et al. ex Hilbig 2000 петрофитные варианты настоящих степей с сообществом *Eritrichium jenseense - Agropyron cristatum*.

Распределение сообществ на осях 1 и 2 DCA-ординации с пассивной проекцией факторных осей отражено на рисунке 1.

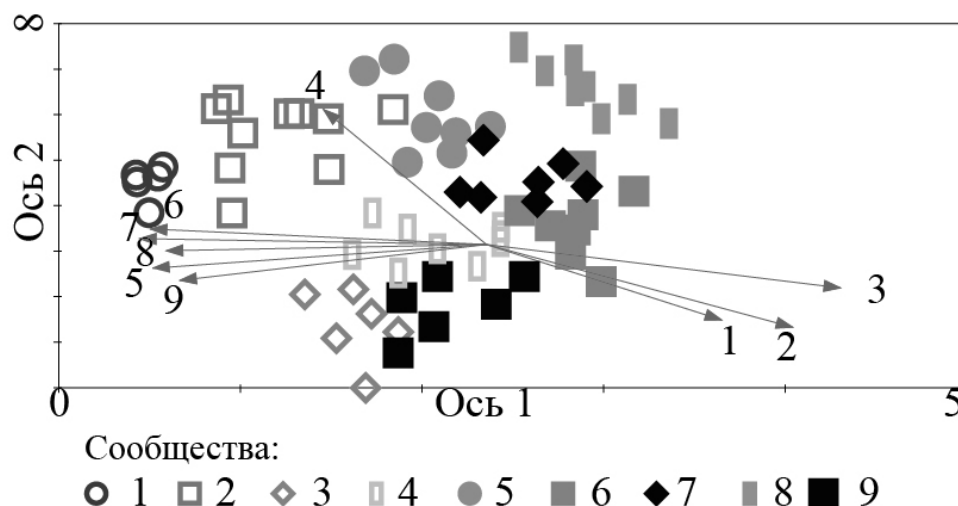


Рис.1. DCA-ординация степных сообществ района исследования (оси 1 и 2) с пассивной проекцией факторных осей.

- Сообщества:** 1. *Androsaco - Helictotrichetum*; 2. *Androsaco - Caricetum*; 3. *Vupleuro - Helictotrichetum*; 4. *Achnathero - Stipetum*; 5. *Eritrichium - Agropyron*; 6. *Allio - Stipetum*; 7. *Artemisio - Stipetum*; 8. *Zygophyllo - Stipetum*; 9. *Artemisio - Caricetum*.
- Факторы среды:** 1. среднегодовая температура; 2. среднесуточный диапазон температур; 3. средняя температура самого теплого квартала; 4. каменистость почвы; 5. количество осадков в самом засушливом квартале; 6. количество осадков в наиболее влажном квартале; 7. абсолютная высота; 8. годовое количество осадков; 9. средняя температура самого холодного квартала.

Первая ось интерпретируется как комплексный фактор осадки – температура, вторая ось отражает каменистость субстрата. На основании ординации и анализа спутниковых снимков участок «Камызякская степь и озеро Улуг-Коль» можно разделить на три, отличающихся по экологическим условиям территории: южная часть Камызякской степи с озером, южные предгорья Батеневского кряжа, хребет Азыр-Тал.

Южная часть имеет наименьшие абсолютные высоты (503 м). Специфической ее особенностью является расположение в дождевой тени Кузнецкого Алатау, из-за чего она является самой сухой на всей территории Хакасии (количество осадков 435 мм/год и 9.7 мм в самый засушливый месяц, более высокая средняя температура летом – 16.7°C и низкая зимой – -16.1°C). Кроме того, наличие бессточных соленых озер приводит к поднятию солей в верхние слои почвы, из-за чего образуются широкие полосы сообществ галофитной растительности с преобладанием *Salicornia europaea* и представителей рода *Suaeda*, а в степной части появляются участки чиевых солонцеватых степей. Фоновым типом степной растительности здесь выступают мелкодерновинные и крупнодерновинные настоящие степи.

В южной части полигона фоном выступают сочетания полынно-злаковых степей *Allio – Stipetum* и крупнодерновинных ковыльных степей *Artemisio - Stipetum*. Они распространены на расстоянии около километра от озера на поднятых и слабовыпуклых участках без сильного засоления. Характеризуются преобладанием ксерофитов (80.2%): злаков *Stipa krylovii*, *Agropyron cristatum* и *Elytrigia lolioides* и сухостепных видов: *Convolvulus ammannii*, *Scorzonera austriaca* и *Kochia prostrata*. Отмечаются краснокнижные виды: *Artemisia martjanovii*, *Astragalus ionae*. В прилегающих к территории заповедника участках эти степи встречаются небольшими участками и в основном распаханы или подвержены сильному выпасу скота.

В местах около озера с повышенным содержанием солей в почве распространены сазовые чиевые степи *Zygophyllo - Stipetum*. В травостое преобладают ксерофиты (76.7%): *Stipa krylovii*, *Leymus paboanus*. Характерной чертой этих сообществ является наличие выраженной группы галофитов (15.5%): *Achnatherum splendens*, *Puccinellia tenuissima*, *Artemisia anethifolia*, *Plantago salsa*, среди которых распространены краснокнижные виды: *Zygophyllum pinnatum*, *Nitraria sibirica*.

Участки по выходам горных пород покрыты петрофитными сообществами. Наиболее распространены сухие петрофитные варианты настоящих степей *Eritrichium - Agropyron*, которые образуют сочетания с мелкодерновинными петрофитными степями с криофитным разнотравьем *Androsaco – Caricetum*. Первые формируются в наиболее сухих условиях скальных выходов на выпуклых южных склонах небольших холмов и увалов вследствие чего обеднены лугово-степным разнотравьем, преобладают петрофиты: *Stipa orientalis*, *Elytrigia geniculata*, *Alyssum obovatum*, *Youngia tenuifolia*, *Orostachys spinosa*. Вторые занимают теневые экспозиции, их особенностью является комплекс реликтовых криофитов: *Arctogeron gramineum*, *Androsace dasyphylla*, *Minuartia verna*, *Festuca sibirica*, *Kobresia filifolia*, возникший в следствии стекания ледников с гор в котловины и смещения альпийских видов в степи. Из редких видов здесь отмечается *Adenophora rupestris*.

Предгорья Батеневского кряжа получают немного больше осадков (451.5 мм/год и 10.8 мм в самый засушливый месяц) и характеризуются меньшей температурой летом (16.2 °C) и более высокой зимой (-15.7 °C). В результате в северной части предгорий меняется фоновый тип растительности: мелкодерновинные и ковыльные степи постепенно замещаются овсецовыми. На равнинной части преобладают овсецово-терескеновые степи *Achnathero - Stipetum*, которые ближе к хребту сменяются ковыльными богаторазнотравными *Artemisio - Caricetum*. Овсецово-терескеновые степи представляют собой наиболее сухие варианты луговых восточносибирских степей. По сравнению с сообществами южной части участка в них снижается количество ксерофитов (62.5%), чаще отмечаются мезоксерофиты (30.2%). В травостое преобладают *Achnatherum sibiricum*, *Elytrigia lolioides*, *Helictotrichon desertorum*. Ковыльные степи предгорий

характеризуются сменой преобладающей группы: мезоксерофитов (42.3%), ксерофитов (34.6%). Преобладают *Helictotrichon desertorum*, *Stipa capillata*, *Carex pediformis*. Петрофитные участки из *Androsaco - Caricetum* расположены мозаично по выпуклым участкам склона, по мере приближения к хребту их площадь увеличивается.

Хребет Азыр-Тал расположен на севере участка, степная растительность здесь расположена на наибольших высотах (749 м), а климатические условия более влажные (502 мм/год и 13.1 мм в самый засушливый месяц) и теплые зимой ( $-15.3^{\circ}\text{C}$ ), прохладные летом ( $14.6^{\circ}\text{C}$ ). Более холодные условия в котловине, по сравнению с частью хребта вызваны наличием температурных инверсий. По склонам хребта формируются луговые петрофитные степи: *Androsaco - Helictotrichetum*. Вследствие более влажных условий, петрофитные сообщества обогащены лугостепными мезоксерофитами (31.7%): *Phleum phleoides*, *Thalictrum petaloideum*, *Fragaria viridis*, *Aster alpinus*. Характерными видами для этих сообществ являются краснокнижные виды: *Adenophora rupestris* и *Phlox sibirica*. Вершины склонов и теневые экспозиции покрыты лиственничными лесами. Во внутренней части хребта Азыр-Тал основным степным сообществом являются разнотравные и перистоковыльные луговые степи *Vupleuro - Helictotrichetum*, включенные в Зеленую книгу Сибири [1]. Они характеризуются наибольшим количеством мезоксерофитов (49.3%): *Stipa pennata*, *Elytrigia repens*, *Festuca valesiaca*, *Helictotrichon schellianum*, *Phleum phleoides*. Отмечен краснокнижный вид: *Stipa pennata*.

Таким образом, пространственная организация степных сообществ на территории кластерного участка «Камызякская степь и озеро Улуг-Коль» соответствует двум рядам сообществ: петрофитному и зональному. Зональные сообщества представлены закономерно сменяющимися друг друга сочетаниями: полынно-злаковых, мелкодерновинных и крупнодерновинных ковыльных степей в южной части участка, соответствующие наиболее аридному климату Хакасии. Около озера они контактируют с сазовыми степями. В предгорной части замещаются на сочетания овсецовых и ковыльных разнотравных степей, а на севере во внутренних частях хребта Азыр-Тал на евросибирские луговые богаторазнотравные и перистоковыльные степи. Петрофитный ряд южной части соответствует сочетаниям сухих петрофитных и криофитно-степных сообществ, которые только по склонам хребта замещаются на луговые петрофитные степи с криофитами.

Несмотря на создание этого участка, в первую очередь, для защиты перелетных и гнездящихся птиц озера Улуг-Коль удачное расположение кластерного участка на границе двух биоклиматических секторов позволило сохранить уникальные для Хакасии сообщества, многие из которых обладают собственными характерными редкими, эндемичными и реликтовыми видами.

### **Благодарности**

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда No. 22-17-20012, [https:// rscf.ru/project/22-17-20012/](https://rscf.ru/project/22-17-20012/) с равной финансовой поддержкой правительства Республики Хакасия.

### **Литература**

1. Зеленая книга Сибири (редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества). под ред. И.Ю. Коропачинского. Новосибирск: Наука, 1996. 396 с.
2. Ларионов А.В., Ермаков Н.Б., Полякова М.А., Анкипович Е.С. Степная растительность Хакасии: разнообразие и экология. Абакан: Издательство ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2015. 196 с.
3. Мистрюков А.А. Геоморфологическое районирование Назаровско-Минусинской межгорной впадины. Новосибирск: ОИГГМ, 1991. 130 с.
4. Полевая геоботаника. Методическое руководство. отв. ред. Е.М. Лавренко. Новосибирск: Издательство Академии наук СССР, 1964. Т. 3. 530 с.
5. Растительный покров Хакасии. под ред. А.В. Куминовой. Новосибирск: Наука, 1976. 421 с.

6. Система особо охраняемых природных территорий Алтае-Саянского экорегиона / под ред. проф. А.Н. Куприянова. Кемерово: Азия, 2001. 176 с.
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб., 1995. 992 с.
8. Fick S.E., Hijmans R.J. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2017. Vol. 37. P. 4302–4315.
9. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. Lancaster: IBN – DLO. 1996. University of Lancaster. 59 p.
10. Hill M.O. DECORANA and TWINSpan, for Ordination and Classification of Multivariate Species Data: A New Edition, Together with Supporting Programs, in FORTRAN 77. Huntington: Inst. Terrest. Ecol., 1979.
11. Tichy L. JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. 2002. Vol. 13. P. 453.
12. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Handbook of vegetation science. 1973. Vol. 5. P. 617–726.

## **ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ КАК ИНДИКАТОРЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ**

**Н.И. Молокова<sup>1</sup>, Д.И. Назимова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Государственный природный заповедник «Азас», Россия*

<sup>2</sup>*Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия*

## **PHENOLOGICAL CRITERIA AS INDICATORS OF THE FUNCTIONING OF COMMUNITIES AND ECOSYSTEMS**

**N.I. Molokova<sup>1</sup>, D.I. Nazimova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*State natural reserve «Azas», Russia*

<sup>2</sup>*V.N. Sukachev Institute of Forests FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

Роль фенологических наблюдений и результатов обобщения накопленных материалов по данной тематике существенно возрастает в современную эпоху в связи с изучением глобальных и региональных изменений климата. Однако этой проблематике уделяется недостаточно внимания на конференциях ботанического профиля, а еще меньше обобщений, сделанных для регионов в зональном разрезе [7 и др.]. Как индикаторы различий экосистем высотно-зонального ряда в горах, сезонные состояния растительного покрова также востребованы при картографировании ландшафтов и экосистем в среднем масштабе с использованием информации из космоса [20]. В связи с влиянием климатических трендов на состояние растительности широко применяются дистанционные методы, основанные на определении вегетационных индексов, дающих ценную информацию о сезонной динамике растительного покрова, в частности, о сроках начала и конца вегетационного периода в пространственно-временном аспекте. Это не исключает, а скорее дополняет наземные фенологические наблюдения, вскрывающие внутренние закономерности сезонного развития экосистем разного уровня.

Итоги наблюдений сезонной динамики растительности, проведенных в 1977–1984 годах на Ермаковском горном стационаре Института леса СО РАН параллельно с лесоводственно-лесотипологическими и микроклиматическими работами позволили сделать ряд обобщений по сезонной ритмике экосистем ранга высотно-поясных комплексов типов леса (ВПК), образующих спектр высотной поясности на северном макросклоне Западного Саяна. Для сравнительного изучения выбраны ВПК (высоты в метрах над уровнем моря): подтаежный сосново-лиственных лесов (300–500), черневой (350–900), горно-таежный (800–1500) и подгольцово-субальпийский (1300–1700) кедровых и пихтовых лесов. Район исследований представляет наиболее влажный (пергумидный) биоклиматический сектор гор Южной Сибири [22]. Фенологические наблюдения велись традиционными методами [3, 4, 5] на экспериментальном полигоне с двумя экологическими профилями (400–1500 м над ур. моря), секущими хр. Кулумыс. Профили включили 6 постоянных (объекты стационара) и 20 временных пробных площадей в типичных экосистемах. В базовом для сравнительных исследований черневом ВПК фенологическое состояние сообществ фиксировалось через 1–3 дня, в остальных, в связи с протяженностью полигона более 70 км, через 5–7 дней, что позволяет проследить основные сезонные фазы развития растений. Дополнительно использованы официальные справочные материалы по климату и фенологии ближайших метеостанций за наблюдаемый период и, в отдельных случаях, принятые расчетные методы установления фенодат [7, 23]. Сезонная структура функционирования ландшафта может служить одним из его классификационных признаков [13]. Для установления структуры вегетационного периода использованы термические и фенологические индикаторы,

апробированные в регионе Т.Н. Буториной [7] и В.И. Власенко [9], с некоторыми уточнениями.

Исходная предпосылка исследований – для ВПК существуют общие черты сезонной ритмики слагающих его биогеоценозов, выражаемые группой процессов. Сроки и структура годичного цикла, в особенности вегетационного периода, сезонные аспекты, аналитические признаки в виде фенологических кривых [5] и иных показателей мы определили одним понятием – феноиндикация ВПК [16]. Анализ полученных данных выполнен в увязке с составом фитоценоморф [14] и эколого-ценотических групп видов (ЭЦГ) сосудистых растений [6], дополненных в ходе исследований.

**Структура вегетационного периода.** К общим чертам изучаемого спектра ВПК, характеризующего оробиомы бореальной классы типов пояса [21], относятся свойственные бореальным ландшафтам термический тип сезонной ритмики и преобладание в структуре вегетационного периода доли весенней и летней вегетации [7, 13]. С повышением высоты над уровнем моря сокращается относительная продолжительность летней: с 45% в подтаежном до 35% – в подгольцово-субальпийском ВПК и увеличивается соответственно доля весенней (с 38% до 45%) и осенней (с 17 до 20 %) вегетации (рис. 1).

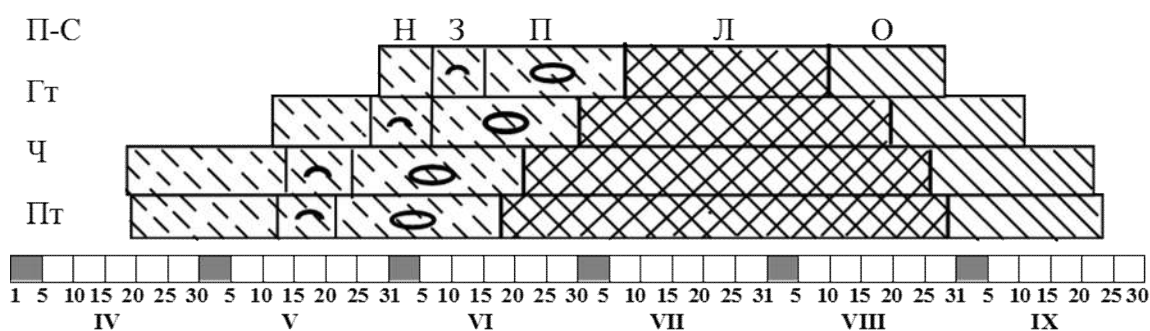


Рис. 1. Структура вегетационного периода в среднем за 1977–1984 гг. и ее изменение по спектру ВПК. ВПК и высотный интервал фенологических наблюдений: Пт – подтаежный (300–400 м), Ч – черневой (400–500), Гт – горно-таежный (950–1000 м), П-С – подгольцово-субальпийский (1450–1500 м); феноэтапы вегетационного периода: весенняя вегетация (Н – начало вегетации, З – зеленая весна, П – предлетье), Л – летняя вегетация (перволетье + полное лето), О – осенняя вегетация (золотая осень).

Одновременно изменяется и структура весенней вегетации: в горно-таежном и подгольцово-субальпийском ВПК значительно уменьшается доля феноэтапа «начало вегетации» – до 28% и 22% соответственно, в отличие от подтаежного и черневого, где оно составляет 40% временного интервала весенней вегетации. В подгольцово-субальпийском ВПК, в сложении которого участвуют зональные субальпийские и подгольцовые фитоценоморфы, фенопериодизация оказалась наиболее сложной. При подходе к данному ВПК как экосистеме ландшафтного уровня, нами учтено опережающее сезонное развитие субальпийских сообществ, тем более что по ранее установленным фактам [8] сроки наступления осенних феноэтапов в субальпийских и подгольцовых фитоценоморфах становятся близкими. Вариация сроков сезонного развития сообществ нами отнесена к межфациальной изменчивости в связи с мозаичной структурой подгольцово-субальпийского экотона. В связи с отсутствием лиственницы, начало пожелтения которой является феноиндикатором конца вегетационного периода [7], за указанную границу во всех ВПК принят соответствующий термический рубеж перехода средней суточной температуры воздуха ниже 8°.

Наибольшие различия по ВПК относятся к началу вегетационного периода, зависимо от состояния снежного покрова и зимне-весеннего промерзания почв. В подтаежном ВПК дата разрушения снежного покрова близка переходу суточных температур выше 0°С (табл. 1).



Таблица 1

Метеорологические условия начала вегетационного периода в различных ВПК, средние данные за 1977–1984 гг.

ВПК, метеостанция и высота над уровнем моря, м	Дата разрушения снежного покрова	Даты перехода среднесуточных температур выше				Сроки феноэтапа «начало вегетации»
		0°С	3°С	5°С	8°С	
Подтаежный Ермаковское, 300	4.IV	7.IV	17.IV	23.IV	2.V	с 19.IV по 12.V
Черневой В. Кужебар, 340	15.IV	8.IV	17.IV	23.IV	2.V	с 14.IV по 12.V
Экологический профиль, 450	18.IV	10.IV	20.IV	24.IV	10.V	с 18.IV по 13.V
Горно-таежный В. Амыл, 780	16.V	17.IV	28.IV	9.V	24.V	-
Экологический профиль, 1000	14.V	18.IV	29.IV	16.V	26.V	с 12.V по 25.V
Подгольцово-субальпийский Оленья речка, 1404 и экологический профиль, 1450	27.V	25.IV	6.V	22.V	4.VI	с 28.V по 5.VI

Начало вегетации, отмечаемое по сокодвижению у березы, происходит здесь на 12 дней позднее означенного температурного рубежа и на 15 дней отстает от даты разрушения снежного покрова. Снеготаяние обычно завершается к началу вегетации. В темнохвойных ВПК начало вегетационного периода близко к дате разрушения снежного покрова (табл. 1). В черневом, как и в подтаежном ВПК, оно по срокам приближается к рубежу суточных температур 3°, в горно-таежном – 4°, в подгольцово-субальпийском – 6°С. Снеготаяние в черневом ВПК завершается в первой половине этапа «начало вегетации», в горно-таежном – в первой половине зеленой весны, в подгольцово-субальпийском оно растягивается до начала предлетья. В результате, для темнохвойных ВПК в начале вегетации характерен ранневесенний аспект остаточного снежного покрова с покрытием до 4–5 баллов. Разные термические условия и высота снежного покрова по ВПК приводят к неодинаковым суммам накопленных температур выше 0°С к началу вегетации. В подтаежном ВПК она составляет в среднем 42°С, в черневом – 26°С, в горно-таежном – 68°С, в подгольцово-субальпийском – 127°С. К последующим этапам весны в темнохвойных ВПК накапливаются сопоставимые суммы температур, различия в теплообеспеченности становятся заметными к наступлению летней вегетации и наиболее значимы к ее концу [17].

Сравнение спектра поясов с природными зонами Красноярского края [7] показывает, что по срокам феноэтапов, теплообеспеченности, структуре и длительности вегетационного периода черневой ВПК имеет частичное сходство с лесостепью и подтайгой, горно-таежный ВПК – со средней тайгой. Подгольцово-субальпийский ВПК не имеет зональных аналогов.

**Сезонные аспекты.** В той или иной степени, сезонные аспекты, детерминирующие ВПК исследуемого района, описаны в работах Т.С. Кузнецовой [15], Д.И. Назимовой [18], В.И. Власенко [8, 10]. Физиономичность и степень выраженности смен общих (ландшафтных) и частных сезонных аспектов тесно связана с обликом слагающих ВПК фитоценоморф, составом эколого-ценотических групп видов кустарников и травяно-кустарничкового покрова. Свой вклад вносят преобладающие феноритмотипы, структурные особенности растительного покрова и степень экспрессии сезонного развития сообществ. По доминированию частные аспекты, создаваемые подчиненными ярусами растительности или отдельными видами, разделены нами на фоновые и локальные. Общие и частные сезонные аспекты в ВПК представлены в табличной форме в динамике по отношению к феноэтапам, охарактеризованы окраской, структурой, степенью проявления и сроками с указанием пентад месяца [16].

Подтаежный ВПК хорошо диагностируется контрастными весенними и осенними общими аспектами, создаваемыми фитоценоморфой мелколиственного леса.

Для темнохвойных ВПК характерен ранневесенний частный фоновый аспект синузии эфемероидов в сочетании со снежниками. Он наиболее выражен в черневом ВПК, где представлен полным составом ЭЦГ эфемероидов с покрытием 60–80%: *Anemonoides altaica* (С.А. Мей.) Holub, *A. reflexa* (Stephan) Holub, *Corydalis bracteata* (Stephan) Pers., *C. bulbosa* (L.) DC., *Erythronium sibiricum* (Fish. et С.А. Мей.) Kryl. Объединяет данные ВПК также летний частный аспект ЭЦГ крупных папоротников, свойственный пергумидному биоклиматическому сектору [19]: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Dryopteris expansa* (С. Presl) Fraser-Jenkins et Gerny, *D. carthusiana* (Vill.) Н.Р. Fuchs, *Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro и др. В черневом и горно-таежном ВПК он имеет фоновый характер, в подгольцово-субальпийском выражен локально участием *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz. Смена общих сезонных аспектов в черневом и горно-таежном ВПК малозаметна, за исключением долинных кустарниковых и антропогенных вариантов хвойно-мелколиственных фитоценоморф, сезонное состояние которых может быть использовано как феноуказатели при дистанционных наблюдениях.

В черневом ВПК специфичные фоновые аспекты образуют виды неморальной ЭЦГ с высокой ценотической ролью – голубой поздневесенней массово цветущей бруннеры *Brunnera sibirica* Stev. (20 мая – 5 июня) и белый предлетний ярко выраженный от цветения ветреницы байкальской *Anemonoides baicalensis* (Turcz.) Holub (1–15 июня). В горно-таежном ВПК смена частных фоновых аспектов не выражена, за исключением ранневесеннего. В предлетье и летом они монотонно зеленые, образованы вегетативными органами растений таежной ЭЦГ, крупными папоротниками и др. Только в таежно-черневой крупнотравной серии типов леса заметна смена частных локальных предлетних и летних аспектов от цветения слагающих их видов лугово-лесного и приручейного крупнотравья и немногих субальпийско-луговых видов с относительно сниженной высотной амплитудой распространения (*Geranium albiflorum* Ledeb., *Primula pallasii* Lehm.).

Своеобразие сезонных аспектов в подгольцово-субальпийском ВПК обусловлено включением в структуру растительного покрова субальпийских и подгольцовых фитоценоморф, высокой ценотической ролью субальпийских и тундрово-альпийских видов и сжатостью сроков сезонного развития сообществ. Разнообразие экологических условий и комплексность фитоценозов [10] приводят к длительности пространственно-временного проявления фенофаз видов и наложению локальных аспектов. Это создает фоновые красочно-пестрые сезонные аспекты массового цветения видов в течение всего времени весенней и летней вегетации.

Для всех рассмотренных ВПК в осеннюю вегетацию характерны частные фоновые аспекты, создаваемые осенним расцветиванием кустарников и травяно-кустарничкового покрова. В подгольцово-субальпийском ВПК полное осеннее расцветивание травяного покрова субальпийских фитоценоморф (редколесий и лугов) принимает в конце августа вид ландшафтного сезонного аспекта и означает конец вегетационного периода, что соответствует переходу суточных температур ниже 8°C.

**Фенологические кривые.** Результаты анализа наблюдений по ВПК представлены в виде графических данных, или фенологических кривых, описывающих ход сезонных процессов. Кривые цветения [2, 5], или подекадные суммы цветущих видов, интегрально отражают видовой состав и жизненное состояние растений в фитоценозе, скорость сезонных процессов и влияние погодных аномалий. Как и для большинства естественных фитоценозов, кривая цветения во всех ВПК одновершинна, за исключением антропогенно нарушенных сообществ, но пик цветения относительно феноэтапов сдвигается на более поздние сроки в вышележащих ВПК. В черневом ВПК максимум цветущих видов приходится на первую половину–середину предлетья, форма кривой асимметрична, имеет крутой подъем и пологий спад, в зависимости от погодных аномалий в летнюю вегетацию может быть второй небольшой пик цветения. В горно-таежном ВПК пик кривой цветения наблюдается во второй половине–конце предлетья, форма кривой имеет промежуточный характер от лево-асимметричной к симметричной в зависимости от серии типов леса и

погодных особенностей. В подгольцово-субальпийском ВПК пик цветения происходит в начале лета, форма кривой всегда симметрична, за исключением подгольцовых фитоценоморф в фенодепрессивный год. По приуроченности цветения к одним и тем же временным отрезкам феноэтапов выделены для разных ВПК от 6 до 9 фенологических групп видов сосудистых растений. По нашим наблюдениям в северо-восточной части Тувы (1994–2022 гг.) и литературным данным [11, 12 и др.] они, за некоторым исключением, имеют универсальное значение для широкого ареала распространения видов и могут служить феноуказателями сезонного состояния ландшафта.

Кривые вегетации – динамика проективного покрытия эфемероидов и в целом травяно-кустарничкового яруса, аспективность его осеннего расцветивания по 10-балльной шкале дополняют информацию о скорости сезонных процессов и их внешних проявлениях. Осенние краски в травяном покрове начинаются на спаде лета и ко времени осеннего фенологического и термического рубежа оценены в 3–4 балла в субальпийской разнотравной, 4–5 баллов – в субальпийской крупнотравной, таежно-черневой крупнотравной, черневой крупнотравно-папоротниковой, подтаежной орляково-крупнотравной сериях биогеоценозов, а к концу вегетационного периода в этих сериях осенние тона достигают 10 баллов.

**Пространственные закономерности сезонной ритмики.** Для сезонной ритмики ландшафта характерна вариабельность сроков сезонных процессов, связанная с разнообразием экотопов и средообразующей ролью фитоценоморф. Она выражается в высотном фенологическом градиенте (ВФ) – разнице сроков наступления сезонных явлений на каждые 100 метров подъема высоты над уровнем моря [24] и межфациальной изменчивости. Наши наблюдения феноинтегральным методом [3] наступления некоторых фенофаз у *Geranium albiflorum*, *Padus avium* Miller и др. показали, что экспозиционные различия в начале вегетации составляют 4–6 дней при одинаковых фитоценоморфах и 8–9 дней при сравнении мелколиственного (осинового) и темнохвойного (пихтового) леса. В летнюю вегетацию различия уменьшаются до 1–3 дней. Вариация сроков развития, привносимая средообразующей ролью фитоценоморфы сопоставима с экспозиционной.

ВФ рассчитывался в пределах темнохвойной части спектра ВПК, исходя из высот опорных пунктов наблюдений, для продвижения феноэтапов на северном макросклоне Западного Саяна и отдельно для 18 видов по началу цветения и для 9 – по началу созревания плодов. В среднем за 1977–1984 гг. ВФ феноэтапа «начало вегетации» составил 4.5 суток на 100 м высоты для нижней части макросклона и 3.2 – для верхней, согласуясь с изменением температурного градиента. Наступление зеленой весны происходит равномерно по склону с ВФ 2.3–2.2 сут. Предлетье медленнее продвигается в нижней части с ВФ 2.7 сут. и быстрее в верхней – 1.8 сут. Фенологическое лето начинается относительно равномерно по макросклону с ВФ 1.8–1.6 сут. Осень продвигается вниз по макросклону быстрее в верхней высотной полосе с ВФ 1.9 сут. и замедляется в нижней – ВФ 1.3 сут. Конец вегетационного периода наступает сходным образом с ВФ 2.6 и 2.0 сут. соответственно для верхней и нижней части макросклона. Сравнение наступления фенофаз показало, что для зацветания предлетних фенологических групп растений ВФ составляет для макросклона 1.8–2.2 сут., у полнолетних видов он уменьшается до 0.1–0.8 сут. В то же время для плодоношения видов он остается в разгар лета высоким – 2.3–2.7 сут. Полученные нами ВФ типичны для гумидных горных ландшафтов [1, 7].

Таким образом, нами продемонстрирован функциональный подход к отдельным сообществам и экосистемам надбиогеоценотического ранга через анализ сезонной ритмики, интегрально отражающей в пространственно-временной динамике взаимообусловленность биотического компонента (фитоценоморфа, состав ЭЦГ и др.) и экологических условий. Представленные критерии (характеризующие признаки) вскрывают, с одной стороны, функциональную целостность высотно-поясного комплекса биогеоценозов. С другой стороны, наряду с дискретностью существует континуальный

характер количественных и качественных изменений сезонной ритмики по ВПК. Часть признаков может служить диагностическими (сезонные аспекты и сроки их проявления и др.) при картографировании ВПК, или феноуказателями сезонного состояния ландшафта при дистанционной индикации в различных целях. Результаты исследований важны как сравнительный материал для изучения климатически зависимых сдвигов сроков сезонного развития растительности.

С появлением данных дистанционного зондирования со спутников AVHRR, Terra/MODIS, Landsat (2000 г. и позже) начаты экспериментальные сравнительные исследования, показавшие возможность использовать некоторые сроки начала фенофаз или сезонного состояния растительных сообществ для выявления ареалов высотнопоясных комплексов биогеоценозов [25]. На склонах гор в окружении Минусинской котловины достаточно четко выделяются по признакам растительности и по спутниковым композитам такие ВПК, как низкогорная подтайга (светлохвойно-мелколиственные леса), черневая темнохвойная тайга, субальпийско-подгольцовый и горно-тундровый ВПК. База данных пополняется регулярно и позволяет наглядно видеть, что поясность покрова реально существует. По композитам можно вычислять термический градиент на конкретных профилях, но в любом случае необходимо тщательно отбирать и обрабатывать снимки, сопоставлять с наземной сетью наблюдений и получать обработанную информацию о датах того или иного периода – сходе снежного покрова, наступлении фазы зеленой весны, полного лета, осеннего пожелтения березы и др. на конкретных горных профилях.

### Литература

1. Айрапетян Ф.П. Фитофенологические исследования в горных странах // Ботанический журнал. 1969. Т. 54. № 10. С. 1558–1570.
2. Голубев В.Н. К методике составления кривых цветения растительных сообществ // Бюлл. МОИП. Отдел биологич. 1969. Т. 74. Вып. 2. С. 90–97.
3. Батманов В.А. Интегральный и экометрический методы фенологического наблюдения // доклады фенологического сектора. Л.: ВГО, 1966. Вып. 2 (18). С. 123–131.
4. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 154 с.
5. Борисова И.В. Сезонная динамика растительных сообществ // Полевая геоботаника. Л.: Наука, 1972. Т.4. С. 5–94.
6. Буторина Т.Н. Эколого-ценотический анализ кустарничково-травяного яруса лесных ассоциаций // Типы лесов Сибири. М., 1963. С. 30–51.
7. Буторина Т.Н. Биоклиматическое районирование Красноярского края. Новосибирск: Наука, 1979. 231 с.
8. Власенко В.И. Сезонная динамика фитоценозов субальпийско-подгольцового пояса Западного Саяна // Динамика лесных биогеоценозов Сибири. Новосибирск, 1980. С. 175–200.
9. Власенко В.И. Редколесья подгольцово-субальпийского пояса Западного Саяна (структура и динамика): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Красноярск: Институт леса и древесины СО АН СССР, 1983, 21 с.
10. Власенко В.И. Структура и динамика подгольцовых и субальпийских редколесий Западного Саяна // Ботанический журнал, 1987. Т. 72, № 9. С. 1236–1245.
11. Волкова В.Г., Миронова В.В. Особенности сезонной динамики фитоценозов. Сезонная и разногодичная динамика фенологических показателей // Геосистемы предгорий Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1979. С. 198–225.
12. Игнатьева Л.А. Фенологическое развитие растений травяно-кустарничкового яруса некоторых фитоценозов южной тайги Западной Сибири // Лесоведение. 1974. № 3. С. 64–73.
13. Исаченко А.Г. Сезонная структура ландшафтов Земли и глобальные пространственно-временные модели // Известия ВГО. 1989. Т. 121. вып. 2. С. 104–113.
14. Крылов А.Г. Жизненные формы лесных фитоценозов. Л.: Наука, 1984. 181 с.
15. Кузнецова Т.С. Фитоценотическая структура кедровников Западного Саяна // Типы лесов Сибири. Красноярск, 1969. Вып. 2. С. 25–78.

16. *Молокова Н.И.* Эколого-ценотический анализ и феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса (на примере гумидных районов Саян): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16.–03.00.5. Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1992. 23 с.
17. *Молокова Н.И.* Феноиндикация высотно-поясных комплексов типов леса гумидных районов Саян //Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 16–19 сентября 2014 г., Красноярск. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. С. 437–440.
18. *Назимова Д.И.* Горные темнохвойные леса Западного Саяна (опыт эколого-ценотической классификации). Л.: Наука, 1975. 119 с.
19. *Назимова Д.И., Коротков И.А., Чередникова Ю.С.* Основные высотно-поясные подразделения лесного покрова в горах Южной Сибири и их диагностические признаки // Структура и функционирование лесных биогеоценозов Сибири. Чтения памяти ак. В. Н. Сукачева, V. М.: Изд-во «Наука», 1987. С. 30–64.
20. *Назимова Д.И., Дробушевская О.В., Бугаева К.С., Кофман Г.Б.* Фитоценотическая структура лесного покрова на переходе от тайги к лесостепи: региональный и локальный уровни исследования // Материалы межд. научн. конф. «Мониторинг и оценка состояния растительного мира». Минск: Право и экономика, 2008. С. 77–79.
21. *Огуреева Г.Н., Бочарников М.В.* Оробиомы как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Том 1, № 2. С. 57–81.
22. *Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 225 с.
23. *Хомченко С.И.* Методы обработки фенологических наблюдений массовой сети добровольных корреспондентов // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1975. С. 116–138.
24. *Шульц Г.Э.* Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 187 с.
25. *Nazimova D.I., Ponomarev E.I., Konovalova M.E.* Role of an Altitudinal Zonal Basis and Remote Sensing Data in the Sustainable Management of Mountain PForests // Contemporary Problems of Ecology. 2020. Vol. 13, No. 7. P. 742–753. doi: 10.1134/S1995425520070070.

## О ЦЕНОЗОФОРМИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ОНТОГЕНЕЗА И ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЖИЗНИ МОДУЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

А.А. Нотов<sup>1</sup>, Л.А. Жукова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Тверской государственный университет, г.Тверь, Россия*

<sup>2</sup>*Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия*

## ABOUT CENOSIS-FORMING ACTIVITY OF ONTOGENESIS AND POPULATION LIFE OF MODULAR ORGANISMS

A.A. Notov<sup>1</sup>, L.A. Zhukova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Tver State University, Tver, Russia*

<sup>2</sup>*Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia*

Открытый рост модульных организмов обуславливает варианты индивидуального развития с неограниченным ростом, образованием клонов, различными формами срастания и агрегации особей. Нередко такие типы онтогенеза способствуют реализации парадоксальных форм популяционной жизни и образованию гигантских экологических каркасов, играющих существенную роль в формировании биогеоценозов [15, 39]. Этим модульный тип организации существенно отличается от унитарного [12–14, 38]. Тем не менее, необходим более детальный анализ вариантов воздействия модульных организмов на структуру и функционирование биоценозов, который позволит глубже понять общие особенности популяционной экологии и специфику их реализации у растений, грибов и колониальных животных. Его целесообразно осуществлять на основе представлений об активности организма и его онтогенеза [22–25, 34]. Рассматривая разные формы активности и подходы к ее анализу в биоценологии, используют, прежде всего, центипический подход [25]. Однако применительно к модульным организмам специального внимания заслуживает системный анализ вариантов воздействия их онтогенеза и популяционной жизни на процессы формирования и преобразования биогеоценозов. Наша цель – обратить внимание на актуальность комплексного исследования ценозоформирующей активности у модульных организмов и разработки методических основ этого подхода.

Подход ориентирован на выяснение причинной обусловленности разнообразных способов воздействия онтогенезов и популяций модульных организмов на формирование биогеоценозов особенностями модульной организации. Его развитие сопряжено с решением разноплановых задач. Среди них: 1) создание классификации типов и форм центипической активности; 2) выявление специфических черт модульных организмов и феноменов их онтогенеза и популяционной жизни, способствующих проявлению ценозоформирующей активности; 3) системный анализ вариантов ценозоформирующей активности у модульных грибов, растений и животных; 4) сопоставление разнообразия форм активного воздействия и их центипической роли у модульных и унитарных организмов, выяснение обусловленности различий спецификой сравниваемых типов организации. Каждая из этих задач сопряжена с фронтальным анализом разнообразия биосистем разных структурных уровней с позиции представлений о модульном и унитарном типах организации [14].

### 1. Основные типы центипической активности

Активность, которую проявляют организмы и ценопопуляции в биогеоценозе, весьма разнообразна [23–25]. Как структурные элементы сообщества все они играют определенную роль. С учетом особенностей биоморфологии, размера особей, численности ценопопуляций и других характеристик можно оценивать центипическое значение любого его компонента [25, 27, 32]. Очевидно, что жизнедеятельность каждого организма значима

как элементарное звено интегрального процесса функционирования биоценоза. С этой точки зрения она представляет один из типов *ценотической* активности, которая способствует поддержанию устойчивости сообщества. Такую активность можно рассматривать как «*ценозостабилизирующую*». Данный тип свойственен любому элементу биоценозов. Он универсален для унитарных и модульных организмов, для видов разного уровня ценотической значимости. Однако функциональная активность не всех компонентов сообщества способствует построению структурной основы биогеоценоза и является в этом смысле «*ценозоформирующей*».

Благодаря именно такой активности осуществляется формирование экологического каркаса, биогеоценотического ядра, ключевых звеньев популяционной структуры сообщества [29, 36, 38, 39]. Ценозоформирующая активность может играть средообразующую (средопреобразующую) роль, сопряженную с созданием соответствующего данному биоценозу экотопа [10, 29, 33, 38]. Варианты активности, направленной на формирование биогеоценоза, обеспечивают дифференциацию сети экологических ниш, которая существенно повышает экологическую емкость среды, а также интеграцию всех компонентов сообщества [9, 16–18, 29, 35]. Ценозоформирующая активность приобретает особую значимость при радикальных преобразованиях организации биогеоценоза, которые осуществляются в ходе сукцессий и филоценогенеза [6, 11, 26–28, 33, 38]. В подобных случаях активность выполняет *ценозотрансформирующую* функцию [38]. Она тоже связана с созданием структурной основы биогеоценоза, и в этом смысле является ценозоформирующей. Однако образующееся при этом сообщество по своей организации существенно отличается от прежнего. В этой связи вопрос о целесообразности рассмотрения ценозотрансформирующей активности в качестве особого типа пока остается дискуссионным. Все отмеченные типы ценотической активности объединяют многочисленные варианты и формы, которые еще предстоит проанализировать при разработке классификации, отражающей их роль по отношению к развитию и функционированию биогеоценозов.

## **2. Особенности модульной организации и ценозоформирующая активность**

Ключевое свойство модульной организации – циклический морфогенез (открытый рост) [12–14]. Оно обуславливает наиболее значимые предпосылки для проявления ценозоформирующей активности модульных организмов, их онтогенеза и популяционной жизни (см. таблицу) [7, 37, 39]. Эти особенности сопряжены с существенными чертами системной организации биогеоценоза, среди которых сложная структурность, иерархичность и динамичность. Для создания необходимой структурности важно сочетание качеств и процессов, способствующих достижению высокой упорядоченности состава и расположения элементов биосистемы, усилению взаимосвязей между ними. В биогеоценозах все это реализуется на базе экологического каркаса, который является структурно-функциональным фундаментом сообщества [12, 13, 15, 38, 39]. Он участвует в процессах формирования экотопа, обеспечивает дифференциацию сети экологических ниш, структурирование биоценоза и интеграцию его компонентов. В формировании такого каркаса ключевую роль играют модульные организмы. Особенности их организации стали основой для появления специфических феноменов онтогенеза и форм популяционной жизни, которые способствуют интенсивному освоению и расчленению пространства, продолжительному существованию на занятой территории. Четкая тенденция к потенциальной неограниченности роста и продолжительности жизни, как и другие важные черты модульной организации, различными способами реализуются не только в строении организма, но и в онтогенезе и структуре популяций [39]. К ним можно отнести и разнообразные варианты резервирования, различные формы межорганизменной и межвидовой интеграции, которые являются дополнительными с точки зрения их более редкой встречаемости у унитарных организмов и специфичности способов реализации на основе модульной организации [38–40] (см. таблицу). В числе таких особенностей и сложная структурная иерархичность модульных объектов [4, 13, 14, 29]. Она вносит определенный вклад в создание характерной для всех биогеоценозов фрактальной организации [5]. Высокая поливариантность онтогенеза и популяционной жизни модульных объектов с одной стороны обусловлена динамикой формирования и

функционирования биогеоценоза, а с другой стороны является одной из форм проявления его динамичности.

Таблица

Особенности модульной организации, обуславливающие ценозоформирующую активность онтогенеза и популяционной жизни

Особенности модульной организации	Феномены		Направленность и формы ценозоформирующей активности
	онтогенеза	популяционной жизни	
<p>Ключевое свойство – <i>циклический морфогенез (открытый) рост</i>)</p> <p>Тенденция к потенциально неограниченным - росту, -продолжительности жизни</p> <p>Способность к <i>партикуляции</i></p> <p>Предрасположенность к <i>вегетативному размножению</i></p> <p>Тенденция к формированию клонов</p> <p><i>Слабая обособленность</i> - роста и репродукции</p> <p>Распространенность <i>сложных жизненных циклов</i></p> <p>Относительно <i>невысокая детерминированность</i> онтогенеза</p>	<p>Тенденция к - потенциальной <i>бесконечности</i> онтогенеза, - <i>беспредельному</i> разрастанию организма</p> <p>Широкая распространенность <i>сложных онтогенезов (синонтогенезов)</i> с - раметизацией, - разными бионгами</p> <p>Значительная <i>поливариантность</i> онтогенеза, обеспечивающая «<i>врастание</i>» организма в среду</p> <p>Разнообразие стадий и периодов биологического <i>покоя</i></p>	<p>Склонность популяций к <i>неограниченному расселению</i> (росту), «текучести» [по: 37]</p> <p>Способность к формированию <i>клональных</i> популяций с <i>вегетативным</i> самоподдержанием, <i>гемипопуляций</i></p> <p><i>Поливариантность</i> развития популяций, способствующая их дифференциации и «<i>встраиванию</i>» в матрицу экотопов</p> <p>Значительная роль и распространенность <i>банков покоящихся диаспор, криптопопуляций</i></p>	<p><i>Формирование</i> пространственной, видовой и популяционной <i>структуры БГЦ</i>: - дифференциация <i>экологических ниш</i>, - увеличение <i>экологической емкости</i> БГЦ - повышение <i>видового разнообразия</i> БЦ</p> <p><i>Создание экологического каркаса БГЦ</i>: - участие в <i>формировании экотопа</i>, иногда возможность стать его структурным компонентом после смерти организма, - <i>структурирование синузий, парцелл, консорциев</i>, укрепление их позиций</p> <p><i>Функциональная интеграция компонентов БЦ</i>: - сопряжение <i>всех</i> элементов БЦ на основе экологического каркаса - интеграция <i>связей</i> в ценопопуляциях, синузиях, ценоячейках, консорциях - <i>симбиотическая и гибридогенная</i> активность - реализация <i>дополнительных способов</i> межорганизменной и межвидовой интеграции (образование сложных популяционных систем и комплексов, сопряженных с химеризмом, апомиксисом, симбиотическими связями), - усиление их роли</p> <p><i>Перестройка организации БГЦ в ходе сукцессий и филоценогенеза</i> - осуществление процессов <i>преобразования экотопа</i>, - активное участие в <i>сменах ключевых видов</i> - <i>ценозоопредобразующая</i> роль доминантов и эдификаторов</p>
<p>Склонность к <i>межорганизменной и межвидовой интеграции</i> путем образования: - химерных и симбиотических организмов, - гибридогенных и агамно-половых комплексов, сингамеонов</p>	<p>Разнообразие вариантов и частая встречаемость <i>синонтогенезов химерных и симбиотических</i> организмов</p>	<p>Способность к образованию сложных <i>межвидовых популяционных систем</i>: - гибридогенные и агамно-половые комплексы, - сингамеоны, - симбиотические ассоциации</p>	

Примечание. БГЦ – биогеоценоз, БЦ – биоценоз.



Отмеченные особенности и связи полно проявляются в наземных и морских биомах. В любом биогеоценозе этих типов биомов есть группы модульных организмов, которые благодаря своей высокой активности играют ценозоформирующую роль [24, 28, 30, 41, 42].

### **3. Ценозоформирующая активность модульных грибов, растений и животных**

Представители каждой из этих групп принимают участие в создании экологических каркасов в биогеоценозах. Однако структура, уровень целостности и степень автономности образуемых каркасов различаются. Наиболее сложно структурированы и наглядны каркасы, создаваемые сосудистыми растениями в лесных сообществах и рифообразующими кораллами в морских биогеоценозах [29, 38, 41]. Благодаря значительным размерам основных цензообразователей и сложной многоуровневой иерархии их тела формируемые ими сообщества очень сложно структурированы, многоярусные, с большим разнообразием экологических ниш. Они характеризуются высоким видовым богатством и большой экологической емкостью. Благодаря явному сходству организации лесных фитоценозов и сообществ коралловых рифов последние нередко называют «marine animal forests» [41]. Не менее сложно устроены сообщества, образуемые гигантскими ламинариевыми водорослями, которые также часто сопоставляют с лесными экосистемами, представляя их в качестве «giant kelp forests» [42].

Кроме структурирования и интеграции связей между разными компонентами рассматриваемых сообществ модульные организмы играют ключевую роль в формировании экотопов фитоценозов и морских биоценозов. Их средообразующая (средопреобразующая) активность может достигать значительных масштабов при участии в процессах генезиса почвенного покрова, торфяной залежи, основных структурных зон кораллового рифа [6, 10, 11, 13, 26, 33, 38, 42]. Благодаря одревесневшим и опробковевшим тканям, различным скелетным элементам модульные растения и животные могут стать структурными компонентами экотопа даже после смерти организма.

Целостность экологических каркасов биогеоценозов значительно возрастает в результате интегрирующей роли симбиотических связей и ассоциаций [8]. Среди модульных организмов широкое распространение получили симбиозы с водорослями. Весьма значимым компонентом наземных биогеоценозов являются лишайники. Данные симбиозы достигли квазиорганизменного уровня целостности и нередко рассматриваются как симбиотические организмы [38, 39]. В экстремальных условиях тундровых экотопов лишайниковые и мохово-лишайниковые сообщества стали основой биоценотического покрова. Экологические каркасы таких «миниатюрных» сообществ также могут быть достаточно сложно организованными. Очевидна ценозообразующая функция фотосимбиозов морских модульных животных и водорослей [38, 41].

Гигантские экологические каркасы могут формировать и микоризообразующие грибы. Эти каркасы не автономны, а ассоциированы с растениями, и не доступны для прямого наблюдения. Тем не менее они способны интегрировать значительную часть компонентов наземного фитоценоза в единый и целостный геосимбиоз [24]. Благодаря этому в структурировании лесного биогеоценоза принимают активное участие две различных группы модульных организмов, и реализуется ценозоформирующая функция модульных грибов.

### **4. Ценоценозическая активность унитарных организмов**

Ценозостабилизирующая активность унитарных организмов достаточно хорошо изучена. Она способствует поддержанию стабильности и устойчивости биогеоценозов, существенно увеличивает функциональное разнообразие процессов их жизнедеятельности, играет важную интегрирующую роль [37]. В ряде случаев такая активность обеспечивает нормальный оборот поколений в ценопопуляциях модульных организмов и косвенным образом поддерживает функционирование экологического каркаса биогеоценоза. Это четко проявляется, например, в степных и других травяных фитоценозах, где большое значение может иметь деятельность мелких роющих и копытных животных [6, 19, 21, 26, 30].

Ценозоформирующая активность обычно сопряжена с влиянием, которое оказывают унитарные организмы, например, позвоночные животные на формирование эдафотопы или других компонентов экотопы. Чаще оно связано с воздействием на формирование почв [1, 3, 20, 21]. В ряде случаев возможно сильное преобразование ландшафта, например, в результате жизнедеятельности бобров [2]. Существенным образом поражаются ключевые компоненты биоценозов после вспышек численности некоторых возбудителей болезней и вредителей. Например, в ельниках большая часть елей может выпасть в результате жизнедеятельности короеда-типографа (*Ips typographus* L.). Отмеченные масштабные преобразования экотопы и (или) биоценоза инициируют сукцессии. Однако процессы создания восстановленного или замещающего сообщества происходят все-таки благодаря ценозоформирующей активности модульных организмов. В рассматриваемых случаях это высшие растения.

Отсутствие у унитарных животных способности захватывать и постоянно удерживать значительные по площади территории не позволяет в полном объеме реализовать весь спектр ценозоформирующих функций. Ценотическая активность унитарных организмов в большей степени направлена на поддержание целостности сообщества, воздействие на его экотоп или инициирует процессы трансформации биогеоценоза.

Таким образом, комплексный анализ ценозоформирующей активности модульных организмов не только даст новый импульс междисциплинарному синтезу знаний в биологии и экологии, но и позволит сформировать в рамках популяционно-онтогенетического подхода оригинальное направление исследований. Оно будет способствовать осмыслению процессов онтогенеза и популяционной жизни с позиции их ценотической роли и разнообразия механизмов воздействия на биосистемы более высокого иерархического уровня.

## Литература

1. Абакумов Е.В., Парникова И.Ю., Жиянски М., Янева Р., Лупачев А.В., Андреев М.П., Власов Д.Ю., Риано Д., Харамильо Н. Орнитогенный фактор почвообразования в Антарктике (обзор) // Почвоведение. 2021. № 4. С. 451–464.
2. Алейников А.А. Влияние средообразующей деятельности бобров на динамику комплексов экосистем в долинах малых рек // Естественные и техн. науки. 2010. № 1 (45). С. 111–114.
3. Втюрина Т.П. Средообразующая деятельность врановых птиц в местах их массовых скоплений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2003. 16 с.
4. Гатцук Л.Е. Растительный организм: Опыт построения иерархической системы его структурно-биологических единиц // Современные подходы к описанию структуры растения. Киров: ВятГУ, 2008. С. 26–47.
5. Гелашвили Д.Б., Иудин Д.И., Розенберг Г.С., Якимов В.Н. Степенной характер накопления видового богатства как проявление фрактальной структуры биоценоза // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68, № 3. С. 170–179.
6. Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. М.: КМК, 2003. 542 с.
7. Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Шорина Н.И. Особенности популяционной жизни растений // Популяционные проблемы в биогеоценологии. М.: Наука, 1988. С. 24–59.
8. Каратыгин И.В. Козволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. 118 с.
9. Корляков К.А. Емкость среды: монография. Челябинск: ЧелябинГУ, 2018. 385 с.
10. Кузьминская К.С. Развитие представлений о морских организмах как экзогенном факторе рельефообразования на дне океанов (до нач. XX в.) // Жизнь Земли. 1981. Т. 16. С. 149–154.
11. Кузьминская К.С., Хаин В.Е. Развитие рифов в истории Земли // Жизнь Земли. 1964. Т. 2. С. 31–43.
12. Марфенин Н.Н. Феномен колониальности. М.: МГУ, 1993. 236 с.
13. Марфенин Н.Н. Децентрализованный организм на примере колониальных гидроидов // Биосфера. 2016. Т. 8. № 3. С. 315–337.
14. Нотов А.А. Модульная организация как модельный объект в биологических исследованиях // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2008. Вып. 9. С. 162–176.
15. Нотов А.А., Жукова Л.А. О некоторых парадоксальных вариантах онтогенеза модульных организмов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2023. Т. 128, вып. 5. С. 51–61.

16. *Одум Ю.* Экология: В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с. Т. 2. 376 с.
17. *Озерский П.В.* К формализации концепции экологической ниши Элтона-Одума. Ниши сложно организованных популяций // *Функциональная морфология, экология и жизненные циклы животных.* 2015. Т. 15, № 1. С. 4–73.
18. *Озерский П.В.* Формализация функциональной модели экологической ниши с использованием идей А.А. Уранова // *Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования.* Пенза, 2016. С. 330–332.
19. *Окулова Н.М.* Нора малого суслика как консорция // *Паразитология.* 2003. Т. 37. № 5. С. 361–380.
20. *Осипов С.В.* Значимость вида в биоценозе, классе биоценозов, районе: обзор комплексных индексов // *Известия РАН. Серия биологическая.* 2021. № 3. С. 321–336.
21. *Пилипко Е.Н., Харченко Н.Н., Вернодубенко В.С.* Почвообразующее значение выносящей (переотложной) деятельности крота европейского (*Talpa europaea*, L) в таежном биогеоценозе // *Биосфера.* 2020. Т. 12, № 4. С. 223–230.
22. *Савинов А.Б.* Активность растений как фактор их эволюции в древней и современной биосфере // *Палеоботанический временник.* 2015. № 2. С. 155–160.
23. *Савинов А.Б.* Теория активности систем и познание эволюции глобальных процессов // *Эволюция: срез, правила, прогнозы.* Волгоград, 2016. С. 138–154.
24. *Савинов А.Б.* Грибы как фактор симбиотической организации наземных экосистем // *Современная микология в России.* Т. 6, вып. 4. М., 2017. С. 252–255.
25. *Савинов А.Б., Никитин Ю.Д.* Развитие представлений об активности растений, ее экологической роли и способах оценки в экосистемах // *Принципы экологии.* 2017. № 3. С. 20–39.
26. *Сафонкин А. Ф., Триселева Т.А., Якук А.А.* Роль травяных биомов в диверсификации насекомых-фитофагов // *Успехи соврем. биологии.* 2022. Т. 142, № 6. С. 615–623.
27. *Смирнова О.В.* Популяции ключевых видов как создатели гетерогенной среды // *Жизнь популяций в гетерогенной среде.* Йошкар-Ола, 1998. Т. 1. С. 168–178.
28. *Смирнова О.В., Алейников А.А.* Сукцессионные системы бореальных лесов Европейской России // *Известия Самарского НЦ РАН.* 2012. Т. 14. № 1–5. С. 1367–1370.
29. *Смирнова О.В., Бобровский М.В.* Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова // *Экология.* 2001. № 3. С. 177–181.
30. *Смирнова О.В., Торопова Н.А., Луговая Д.Л., Алейников А.А.* Популяционная парадигма в экологии и экосистемные процессы // *Бюллетень МОИП. Отд. биол.* 2011. Т. 116, № 4. С. 41–47.
31. *Солонина О.В.* Роль млекопитающих в поддержании структурного и видового разнообразия в зоне широколиственных лесов: на примере Брянской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2022. 22 с.
32. *Федоров В.Д.* Оценка парциальной активности популяций в природных сообществах // *Биологические науки.* 1980. № 2 (194). С. 102–110.
33. *Хохряков А.П.* Эволюция биоморф растений М.: Наука, 1981. 168 с.
34. *Чайковский Ю.В.* Автопоэз. М.: КМК, 2018. 560 с.
35. *Черняева Е.В., Викторов В.П.* Аллелопатические взаимодействия: перспективы прикладных исследований // *Социально-экологические технологии.* 2022. Т. 12. № 2. С. 220–247.
36. *Шварц С.С.* Популяционная структура биогеоценоза // *Известия АН СССР. Сер. биол.* 1971. № 4. С. 485–494.
37. *Юрцев Б.А.* Популяции растений как объект геоботаники, флористики, ботанической географии // *Ботанический журнал.* 1987. Т. 72. № 5. С. 581–588.
38. *Notov A.A.* Ecological aspects of the evolution of modular organisms // *Wulfenia.* 2020. Vol. 27. P. 46–58.
39. *Notov A.A., Zhukova L.A.* Modular organisms as objects of population biology // *Wulfenia.* 2022. Vol. 29. P. 9–27.
40. *Rinkevich B.* Quo vadis chimerism? // *Chimerism.* 2011. Vol. 2. № 1. P. 1–5.
41. *Rossi S., Bramanti L., Gori A., Orejas C.* (eds.) Marine animal forests: the ecology of benthic biodiversity hotspots. Germany: Springer Int. Publ., 2017. XXXII, 1366 p.
42. *Schiel D.R., Foster M.S.* (eds.) The biology and ecology of giant kelp forests. Berkeley: Univ. California Press, 2015. 395 p.

## БИОКЛИМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АРЕАЛОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ХВОЙНЫХ ВИДОВ СИБИРИ

Е.И. Парфенова, Н.М. Чебакова

*Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия*

## BIOCLIMATIC MODELING OF CONIFER FOREST-FORMING TREE SPECIES OVER SIBERIA

E. I. Parfenova, N.M. Tchebakova

*V.N. Sukachev Institute of Forests FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

Последние десятилетия одной из актуальных проблем для научного сообщества является прогнозирование воздействий глобального и регионального потепления климата на природу и общество [6]. Для прогнозирования создаются биоклиматические модели, которые описывают закономерности между изучаемыми явлениями и климатическими факторами, влияющими на них. Биоклиматические модели подразделяются на динамические и статические; примеры биоклиматических моделей для растительности можно найти в обзорах [2, 3, 8].

Цель нашей работы – определить климатические параметры ареалов основных лесообразующих видов Сибири: сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственниц (*Larix sibirica* Ledeb., *L. gmelini* (Rupr) Rupr и *L. cajanderi* Mayr), что даст возможность определить потенциальные местообитания этих видов при любых сценариях изменения климата [3, 6].

**Объекты и методы.** Расчеты проводились для территории Сибири в окне с координатами: 48–75° с.ш.; 60–140° в.д. (рис. 1). В настоящее время наиболее распространенными методами определения климатических параметров ареала (климатических ниш) видов являются конвертная модель и программа MaxEnt [8, 12, 13, 14]. Данные для определения климатических ареалов пород по конвертной модели были получены нами из баз данных, составленных на основе лесоустроительных описаний около 3000 выделов лесничеств Сибири, дополненных расчетными климатическими параметрами их местообитаний [9, 17].

В качестве климатических слоев были использованы три климатических индекса, которые рассчитываются на основе трех ортогональных и прямодействующих климатических показателей (средних температур июля и января и годового количества осадков): суммы накопленного тепла за период с температурами выше 5°C (GDD<sub>5</sub>); суммы накопленного холода за период с отрицательными температурами (DD<sub>0</sub>); и относительное увлажнение АМІ (отношение летнего тепла к годовому количеству осадков). Климатические слои были получены посредством интерполяции данных (январской и июльской температуры и годового количества осадков) 150 метеостанций ВМО ([www.meteo.ru](http://www.meteo.ru)) в программе ANUSPLIN [16] с их дальнейшим пересчетом в упомянутые индексы (рис. 1).

Для определения потенциальных местообитаний основных лесообразующих хвойных древесных видов Сибири (эдификаторов): кедра сибирского (*Pinus sibirica*), пихты сибирской (*Abies sibirica*), ели сибирской (*P. obovata*), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и лиственниц (*Larix* spp.) кроме конвертной модели была применена программа MaxEnt [8, 12] (рис. 2). Для расчетов в программе MaxEnt мы использовали набор тех же слоев климатических показателей (январские и июльские температуры, годовое количество осадков, суммы градусо-дней теплого периода, суммы градусо-дней холодного периода и индекс увлажнения). В качестве источника координат местообитаний лесообразующих видов послужила оцифрованная карта «Леса СССР» (1990) [5].

**Результаты и обсуждение.** На рис. 1. показано распределение основных климатических показателей, использованных для создания биоклиматических моделей для территории Сибири.

Базовый климат (1961-1990)			
Метеостанции Сибири	Январская температура, °С	Июльская температура, °С	Осадки за год, мм
	1 -50 -45; 2 -45 -40; 3 -40 -35; 4 -35 -30; 5 -30 -25; 6 -25 -20; 7 -20 -15; 8 -15 -10; 9 -10 -5	1 < 5; 2 5-10; 3 10-15; 4 15-20; 5 20-25; 6 25-30	1 <200; 2 200-400; 3 400-600; 4 600-800; 5 800-1000; 6 1000-1200; 7 1200-1400; 8 1400-1600

Рис. 1. Распределение метеостанций Сибири; распределение базовых метеоэлементов.

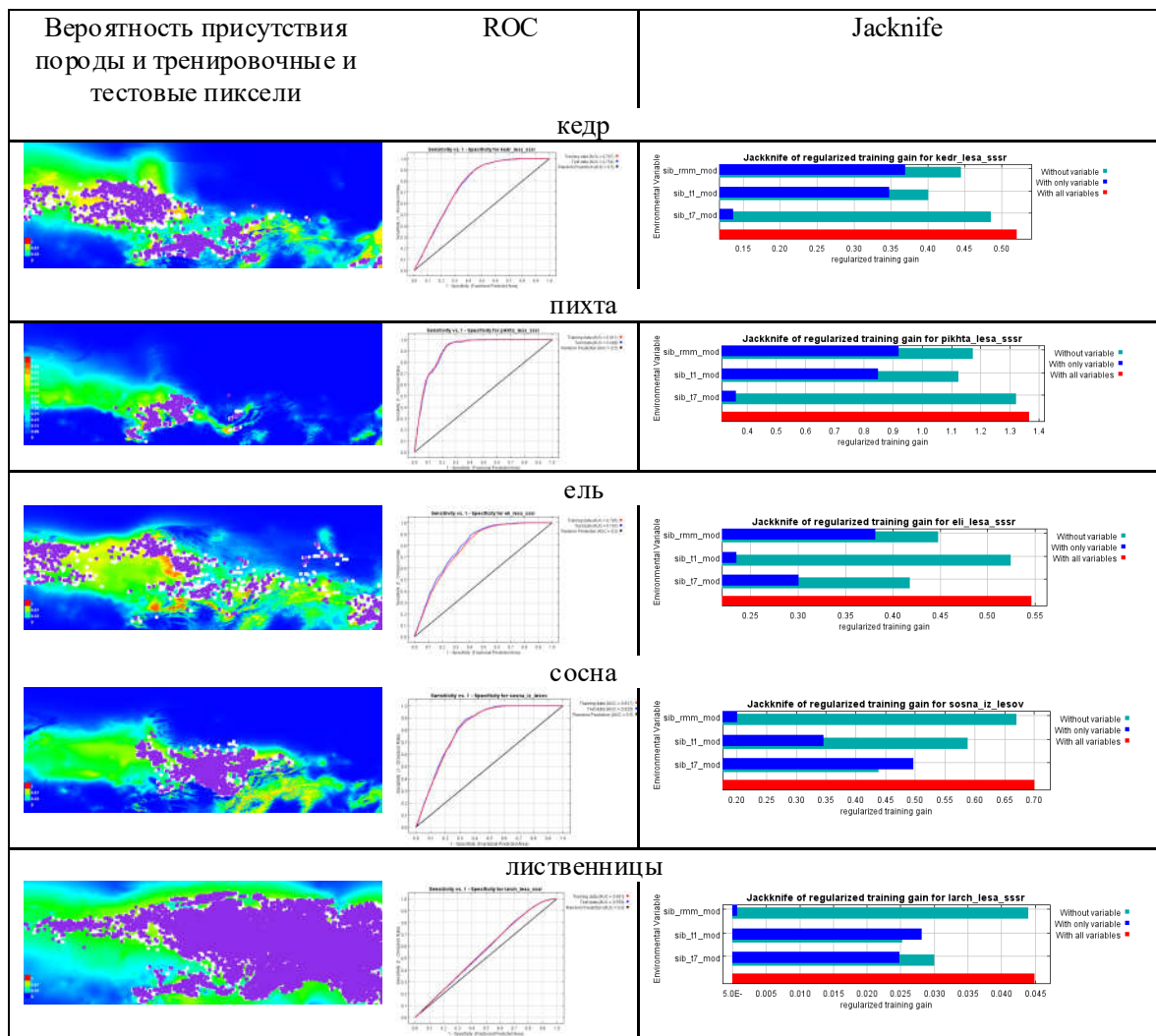


Рис. 2. Распределение основных лесообразующих пород Сибири, полученное методом MaxEnt (красный – максимальная вероятность реализации породы, зеленый – средняя, голубой – минимальная; синие точки – тренинга, белые точки – тестовые). Площадь под кривой во втором столбце ( $AUC_{ROC}$ ) характеризует степень качества полученной зависимости. В правом столбце приведены данные по значимости конкретного фактора для распределения породы.

В среднем столбце на рис. 2 показаны кривые соотношений правильного и ложного отнесения пикселя (ROC), а площадь между ними и прямой линией случайнов-вероятностного решения ( $AUC_{ROC}$ ) характеризует качество модели. Из рисунка видно, что эта площадь тем больше, чем более узкий климатический ареал имеет исследуемый вид. Для пихты  $AUC_{ROC}$  тренировочной выборки и  $AUC_{ROC}$  тестовой выборки наибольшие и составляют 0.911/0.908; для кедра – 0.767/0.764; для ели – 0.785/0.797; для сосны – 0.817/0.820; самые низкие показатели  $AUC_{ROC}$  наблюдаются для всех видов рода *Larix* spp. – 0.561/0.559, которые указывают на плохое качество модели.

В правом столбце даны результаты оценки значимости климатических индексов для моделирования присутствия вида по методу «складного ножа». Для темнохвойных видов – кедра и пихты – наиболее значимыми являются показатели влагообеспеченности и суровости климата; для ели – влаго- и теплообеспеченность. Лиственницы выдерживают суровые зимние условия; для местообитаний сосны наиболее значима теплообеспеченность. Результаты моделирования распределения хвойных лесообразующих видов Сибири даны на рис. 3.

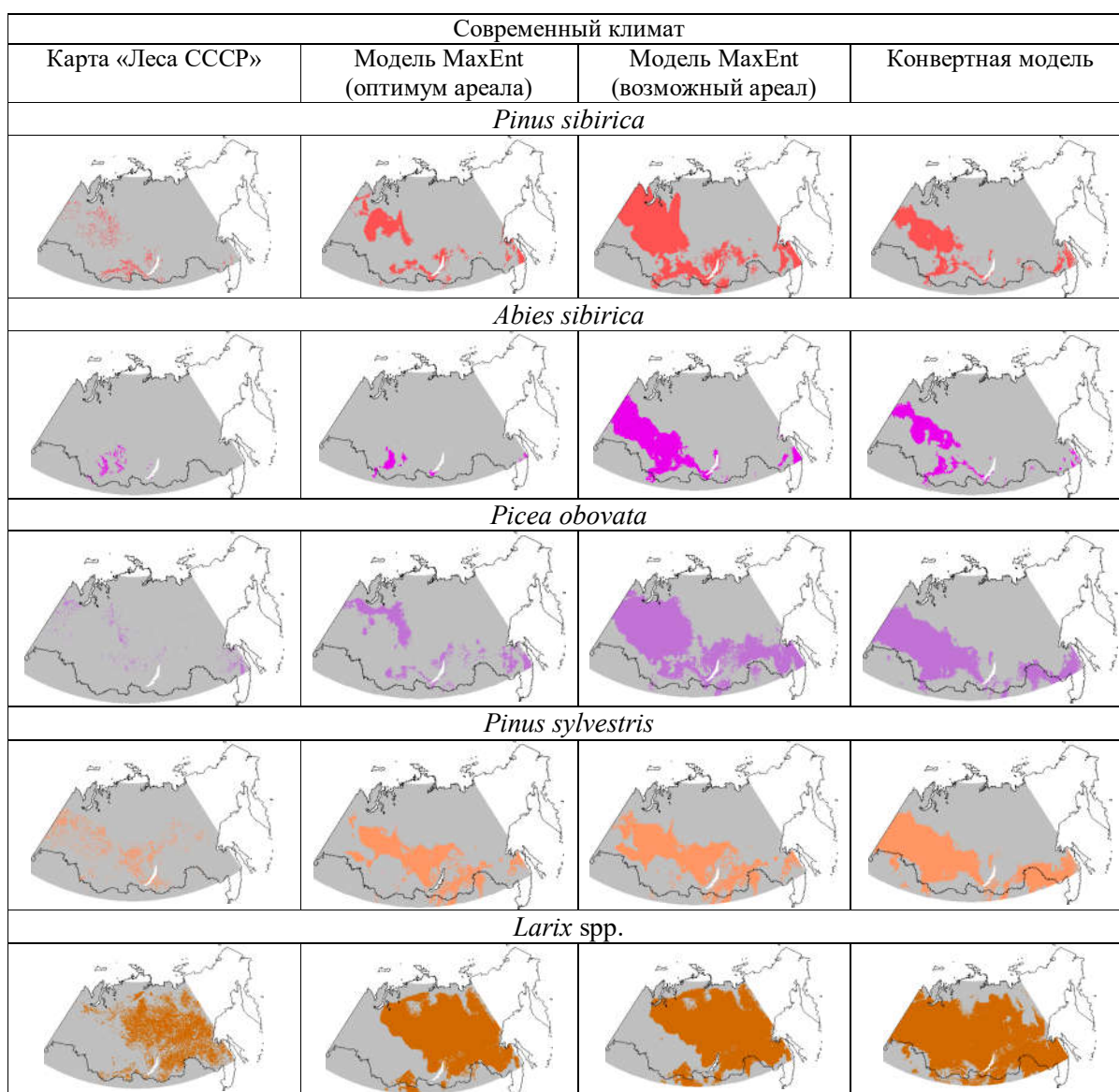


Рис. 3. Распределение ареалов ОЛП по территории Сибири: по карте «Леса СССР», смоделированное по программе MaxEnt и по конвертной модели.

Статистические показатели выходных ареалов, полученных по программе MaxEnt, демонстрируют хорошее качество полученных моделей для всех пород кроме лиственниц. Возможная причина этого кроется в том, что на карте «Леса СССР» сибирская и даурская лиственницы Сибири не подразделяются и входят в одну категорию, притом, что их экология кардинально различается: только лиственница даурская может произрастать на вечной мерзлоте.

Сравнение результатов распределения лесообразующих видов, полученных по конвертной модели и по программе MaxEnt, показывает их расхождение. Объяснение этого факта следует искать в различии источников данных о присутствии вида. Для конвертной модели мы использовали данные по породному составу выдела, что отражает ареал вида. При этом в каждом пикселе может присутствовать несколько видов, т.е., ареалы пород могут перекрываться в климатическом и географическом пространстве.

Для программы MaxEnt мы использовали карту «Леса СССР», где каждый пиксель принимает однозначное значение вида, т.е., на карте отражается оптимум для существования вида. Однако, в случае ареала лиственниц, эти местообитания следует интерпретировать как местообитания, где не могут существовать другие, из рассмотренных нами, хвойные виды.

Следует отметить, что мы при моделировании климатических ниш основных лесообразующих видов хвойных Сибири, в отличие от большинства работ этой тематики [4, 8], использовали всего три, но экологически значимых, показателя, характеризующих теплоресурсы, суровость климата и влагообеспеченность. Как правило, в качестве климатических слоев при подобном моделировании берутся данные климатической базы WorldClim [15]. При этом авторы не учитывают, что база WorldClim была создана для установления биоклиматических закономерностей именно на глобальном уровне, а применение таких биоклиматических индексов как BIO3 – isothermality, BIO4 – seasonality и т.п. не имеет смысла на региональном уровне, характеризуемом существенно меньшей вариабельностью климатических условий. Также совершенно неоправданно использование всех 19 климатических показателей из WorldClim. В работе [7] показано, что "избыток признаков климата не улучшает качества деления на классы растительности". Многие авторы считают достоинством этой базы детальное разрешение климатических слоев (от 10 минут до 30 секунд), но такое разрешение является результатом формальной интерполяции и не дает желаемой точности, если в регионе находится малое количество метеостанций, как, например, в горах или на отдаленных территориях. Для региональных исследований мы рекомендуем использовать данные всех метеостанций исследуемого региона и на их основе самостоятельно проводить интерполяцию данных для получения климатических слоев детального разрешения, используя, например, пакет ANUSPLIN [16].

Также хотелось бы отметить, что применение комплекса MaxEnt-WorldClim оправдано только для эдфикаторных видов, для которых климат является прямым фактором, например, для основных лесообразующих видов. Сомнительно, что в случаях с копробионтными грибами [1], инфекционными болезнями [11] или отдельными видами напочвенного покрова [10], фактором, определяющим распространение этих объектов, является климат приземного слоя. Все это говорит о том, что применение программ машинного обучения (MaxEnt) и готовых слоев климатических данных (WorldClim) требует критического экспертного осмысления.

## Литература

1. Власенко В.А., Турмух Д., Назын Ч.Д., Власенко А.В. Моделирование ниши и особенности распространения копробионтных грибов в Азии на примере *Cyathus stercoreus* // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 3. С. 41–46. doi: 10.17816/snv2021103105
2. Грабарник П.Я., Шанин В.Н., Чертов О.Г. и др. Моделирование динамики лесных экосистем как инструмент прогнозирования управления лесами // Лесоведение, 2019. № 6, с. 488–500

3. *Замолодчиков Д., Краев Г.* Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки // Устойчивое лесопользование. 2016. № 4 (48). С. 23–31.
4. *Исаев А.П., Борисов Б.З., Никифорова Е.Н.* Биоклиматическое моделирование ареала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Якутии // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т. 24. № 3. С. 121–133; doi: 10.31242/2618-9712-2019-24-3-11.
5. *Леса СССР* (карта, М 1:2500000). М, Федеральная служба лесного хозяйства, 1990.
6. *МГЭИК, 2021: Резюме для политиков.* Изменение климата, 2021 год: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Массон-Дельмотт, М.П. Чжай, А. Пирани, С.Л. Коннорс и др. (ред.)]. Кембридж юниверсити пресс. doi:10.1017/9781009157896.001 (доступ 12.05.2023).
7. *Назимова Д.И., Молокова Н.И., Джансеитов К.К.* Высотная поясность и климат в горах Южной Сибири // География и природные ресурсы. 1981. № 2. С. 68–78.
8. *Олонова М.В., Гудкова П.Д.* Биоклиматическое моделирование: задания для практической работы и методические указания к их выполнению. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. 50 с.
9. *Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.* Биоклиматические модели коренных лесов гор Южной Сибири // Лесоведение. 2009. № 5. С. 34–42.
10. *Санданов Д.В., Дугарова А.С., Селютин И.Ю.* Моделирование распространения видов секции *Xerobia* Bunge рода *Oxytropis* DC. на территории Центральной Азии при климатических изменениях в прошлом и будущем // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2020. № 52. С. 85–104. doi: 10.17223/19988591/52/5
11. *Солнцев Л.А., Дубянский В.М.* Опыт использования метода максимальной энтропии (MaxEnt) для зонирования территории по риску заражения ГЛПС на примере Нижегородской области // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2017. № 5. С. 39–45
12. *Booth T.H., Nix H.A., Busby J.R. and Hutchinson M.F.* BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MAXENT studies // Diversity and Distributions. 2014. № 20. P. 1–9; doi: 10.1111/ddi.12144
13. *Phillips S.J.* A Brief Tutorial on Maxent. 2021. [Электронный ресурс]. URL: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/) (дата обращения: 14.09.2023).
14. *Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y.E. & Yates, C.J.* A statistical explanation of MaxEnt for ecologists // Diversity and Distributions. 2011. № 17. P. 43–57.
15. *Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A.* Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas // International Journal of Climatology. 2005. № 25. P. 1965–1978. doi: 10.1002/joc.1276
16. *Hutchinson M.F.* 2011. ANUSPLIN version 4.3. Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University. [Электронный ресурс]. URL: <http://fennerschool.anu.edu.au/research/products/anusplin> (дата обращения: 13.05.2023)
17. *Tchebakova N.M., Parfenova E.I., Korets M.A., Conard S.G.* 2016. Potential change in forest types and stand heights in central Siberia in a warming climate/ Environmental Research Letters. 2016. № 11. P. 035016. doi:10.1088/1748-9326/11/3/035016/



## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОБИ (КАЙБАСОВО)

М.С. Пудова, Л.Ф. Шепелева, Е.Е. Чураков

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## SEASONAL CHANGES IN THE UNDERGROUND PHYTOMASS IN MEASURAGE COMMUNITIES OF THE MIDDLE OB FLOOD (KAIBASOVO)

M.S. Pudova, L.F. Shepeleva, E.E. Churakov

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Пойменные луга вносят немалый вклад в круговорот углерода и других веществ в наземных экосистемах [3, 10, 11, 12]. Изучение динамики различных компонентов луговых сообществ очень важно для понимания его механизмов. Этому посвящены многие работы отечественных и зарубежных авторов [5, 6, 9, 10], однако сезонные изменения подземной фитомассы луговых фитоценозов в Западной Сибири прежде не рассматривались.

Целью работы явился анализ закономерностей динамики запасов подземного растительного вещества луговых сообществ поймы Средней Оби в течение вегетационного сезона. Для достижения цели потребовалось выполнение следующих задач:

1. Определение запасов подземной фитомассы в начале, середине и конце вегетационного периода
2. Анализ соотношения живого и мертвого растительного вещества (В/У), а также перераспределения корневой фитомассы по глубинам в течение вегетационного периода.

Исследования проводились на научно-исследовательском стационаре Томского государственного университета Кайбасово (Кривошеинский район Томской области) летом 2022 года в четырех луговых фитоценозах, расположенных на разных элементах пойменного рельефа, на постоянных пробных площадях (ПП) размерами 10×10 м.

Геоботанические описания ПП выполнялись в первые декады мая, июля и сентября, а также производился отбор укосов (травостоя), подстилки и ветоши в пяти повторностях с учетных площадок размером 50×50 см.

Для определения подземной фитомассы в центре каждой учетной площадки отбирались почвенные монолиты объемом 10 см<sup>3</sup> на глубины 0–10 см и 10–20 см. Подземная фитомасса отмывалась от почвы с использованием сита с отверстием 0.5 мм. Полученный корневой материал был высушен до воздушно-сухого состояния и разобран при помощи пинцета и лупы на живые корни (В) и мертвые (У) по внешнему виду (Титлянова и др., 1996). Для каждой площадки определялись средние величины запасов всех компонентов растительного вещества, которые затем выражали в г/м<sup>2</sup>.

При изложении результатов проведенных исследований использовали термины и обозначения, предложенные А.А. Титляновой и др. [7]:

В – живые подземные органы (корни, корневища, клубни),

У – мертвые подземные растительные остатки;

В+У – подземное растительное вещество.

Район исследования относится к Шегарскому отрезку поймы реки Оби [4], который, согласно схеме районирования В.С. Хромых [8], находится в подзоне южной тайги.

В развитии растений, в том числе их подземных органов, большое значение играют не только погодные условия текущего года наблюдений, но и года, предшествующего ему [5]. Поэтому были проанализированы гидроклиматические показатели вегетационных сезонов 2021 и 2022 годов.

Вегетационный период 2021 года, согласно показателям температуры воздуха и суммы осадков [1], отличался прохладной и довольно сухой весной, умеренно жаркими и влажными июлем и августом и прохладным сентябрем, ГТК вегетационного сезона = 1.1.

Согласно данным Аржановой и др. [2], весна 2022 года оказалась теплее климатической нормы и была в меру влажной (101% от климатической нормы), тогда как лето и осень были в меру сухими (97% и 89% от климатической нормы соответственно), но довольно теплыми и близкими по температурному показателю к климатическим нормам.

Исследование динамики подземной фитомассы пойменных лугов проводилось на двух катенах (рис. 1):

T1 – злаково-разнотравный луг (грива);

T2 – вейниково-осоковый луг (понижение);

T3 – разнотравный девясилово-василистниковый луг (грива);

T4 – дернистоосоково-двуклосточниково-разнотравный луг (понижение).

T1 – злаково-разнотравный луг, расположенный на высокой плоской вершине гривы, не заливается паводковыми водами. Травостой сложен преимущественно злаками. В 2022 году основными доминантами в этом сообществе были *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub. и *Poa angustifolia* L.

T2 – вейниково-осоковый фитоценоз. Развита в нижней части пологого склона к пойменному понижению. В травостое в 2022 году доминировали *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin. и *Carex cespitosa* L.

T3 – разнотравный (девясилово-василистниковый) луг, занимающий высокую гриву. Имеет залежное происхождение, затапливается крайне редко. В 2022 году в сообществе доминантами выступали представители группы разнотравья, прежде всего *Inula salicina* L. и *Thalictrum simplex* L.

T4 – дернистоосоково-двуклосточниково-разнотравный фитоценоз, располагается в понижении на склоне гривы, увлажняется полыми водами и за счет подъема грунтовых вод в годы среднего по высоте половодья. В 2022 году доминировали *Carex cespitosa* и *Phalaroides arundinacea* (L.) Raush., обильно было представлено разнотравье.



Рис.1. Район проведения исследований:  
спутниковый снимок расположения пробных площадей в районе научно-исследовательского стационара ТГУ Кайбасово (Google Earth)

### Запасы подземной фитомассы

Установлено, что (рис. 2), запасы корневой фитомассы (B+V) на площадках T1 и T3 в слое почв 0–10 см снижаются от мая к сентябрю, что может свидетельствовать о более высокой скорости разложения мертвых корней чем их нарастание и отмирание. На T4 увеличение запасов корней в слое 0–10 см к сентябрю по сравнению с июлем указывает на затрудненную минерализацию растительных остатков с параллельным накоплением живого и мертвого материала без его разложения.

В слое 10–20 см наблюдается обратная динамика: на Т4 в сентябре запасы корней превышают запасы в июле, что может говорить либо о затрудненной минерализации уже отмерших корней, либо о приросте живых в результате наступления второго пика вегетации (позднелетние и раннеосенние виды). На Т1 в слое 10–20 см к сентябрю в почве находилось меньше корневого материала, чем в июле, что может быть связано также и с составом фитоценоза. Например, на Т1 в фитоценозе преобладают злаки с поверхностной корневой системой, поэтому в слое 0–10 см содержится большое количество подземных органов растений, тогда как в слое 10–20 см этот показатель заметно ниже.

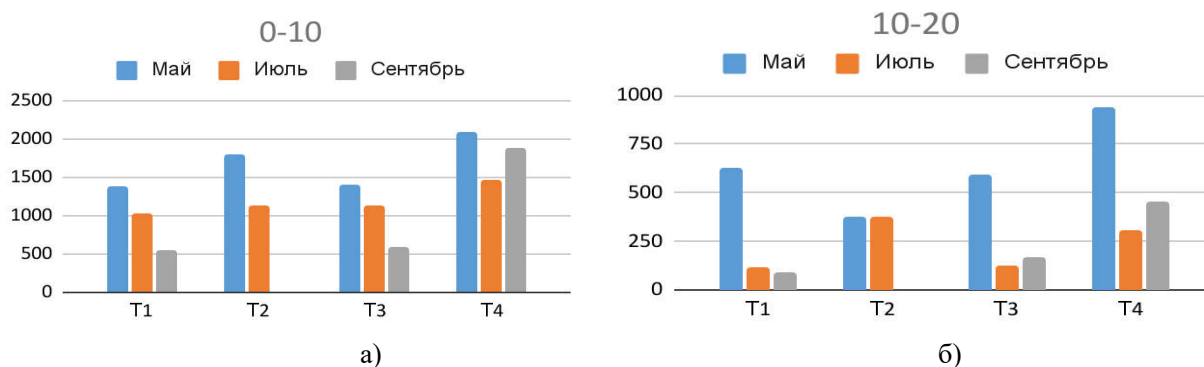


Рис.2. Запасы корневой массы в течение вегетационного сезона по глубинам: а) в слое почвы 0–10 см; б) в слое почвы 10–20 см.

### Соотношение живые/мертвые корни

Различие между максимальным и минимальным показателем соотношения живых и мертвых корней (Рис. 3) на злаково-разнотравном лугу (Т1) составляет 63%, причем максимума этот показатель достигает в сентябре. Однако на девясилово-василистниковом (Т3) и дернистоосоково-двуклосточниково-разнотравном (Т4) лугах это соотношение максимально в июле, а разница между максимальным и минимальным значениями составляет 24% и 32% соответственно. Последнее может быть следствием приуроченности фитоценозов к различным элементам пойменного рельефа, поскольку площадка Т1 располагается на прирусловой гриве и является наиболее сухой. Возможно также, что важную роль играет состав фитоценоза. Так, максимальных значений В/В достигает на лугах, богатых дерновинными и кочкообразующими растениями (злаки, осоки) (Т1, Т4), а наименьших – в сообществах, где в большом количестве присутствует луговое разнотравье (Т2, Т3).

При более детальном рассмотрении видно, что на Т1 в сентябре происходит рост соотношения В/В на обеих глубинах, тогда как на Т4 наблюдается снижение показателя (рис. 3, табл. 1).

Что касается Т3, то поскольку здесь происходит накопление мортмассы в слое 10–20 см, то соотношение живых и мертвых корней в сентябре оказывается ниже, чем в других сообществах.

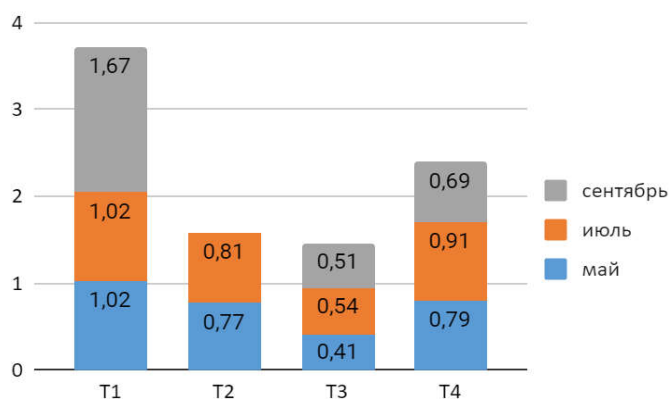


Рис.3. Соотношение живых и мертвых корней в течение вегетационного сезона на каждой площадке

Как показывает таблица 1, рост соотношения живые/мертвые в злаково-разнотравном сообществе (Т1) идет не за счет усиленного прироста живых корней к концу вегетации, а благодаря активному разложению мертвых, тогда как на Т4 происходит активное отмирание живых корней, а темпы разложения ниже скорости этого перехода, поэтому наблюдается накопление мортмассы. Кроме того, на Т4, в отличие от других исследованных лугов, наблюдается увеличение массы и живых корней, и мертвых корней в слоях 0–10 и 10–20 см в сентябре. Несомненно, в дернистоосоково-двуклосточниково-разнотравном сообществе (Т4) накоплению подземной фитомассы к концу вегетационного периода способствуют состав фитоценоза, включающий кочкообразующие виды (осока дернистая, вейник пурпурный) и условия увлажнения.

Таблица 1

Масса подземных органов растений (г/м<sup>2</sup>) в разные сроки отбора 2022 года

Площадка/ глубина	май		июль		сентябрь		
	В	V	В	V	В	V	
Т1	0-10	690.4	687	539.2	500.8	331.8	227
	10-20	319	307.4	55.8	59.6	62	26.4
Т2	0-10	782.6	1018	310.2	827	не иссл.	не иссл.
	10-20	70.2	91	74.4	302.4	не иссл.	не иссл.
Т3	0-10	310.8	1102.6	330.4	812.8	168.6	414.8
	10-20	209.8	384.2	54.2	76.2	36.4	133.8
Т4	0-10	893.4	1206.6	631.8	755.8	739.8	1146.8
	10-20	428.6	508.2	139.4	168.6	204.8	251

Что касается общих запасов подземной фитомассы на глубине 0–20 см, то наблюдается тенденция их снижения в конце вегетационного сезона по сравнению с его началом. Это может быть следствием совокупности гидроклиматических условий 2022 года, а также зависеть от видов растений, слагающих каждый конкретный фитоценоз.

Таблица 2

Масса подземных органов растений в слое 0–20 см (г/м<sup>2</sup>) в течение вегетационного периода 2022 года

	Май	Июль	Сентябрь
Т1	2003.8	1155.4	647.2
Т2	1961.8	1514.0	не иссл.
Т3	2007.4	1273.6	753.6
Т4	3036.8	1695.6	2342.4

В целом, можно выделить два этапа развития корневых систем луговых трав:

Первый этап – от мая к июлю, когда наблюдается снижение запасов корней в почвах всех изученных типов лугов, обусловленное интенсивным разложением и минерализацией. Второй этап – от июля к сентябрю, когда на настоящих лугах (Т1, Т3) происходит дальнейшее снижение запасов корней, а на осоковых лугах (Т4) в сентябре происходит увеличение количества как живой подземной фитомассы, так и мортмассы, по-видимому, за счет более благоприятных условий увлажнения (Таблица 2).

Работы выполнены на оборудовании Уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ при финансовой поддержке Минобрнауки России (RF-2296.61321X0043, 13.УНУ.21.0005, договор № 075-15-2021-672); при поддержке проекта государственного задания № 0721-2020-0019 и РНФ № 23-16-00218. Также исследования поддержаны Программой развития Томского государственного университета «Приоритет-2030».

## Литература

1. Аржанова Н.М., Давлетишин С.Г., Дементьева Т.В., Клеценко Л.К., Коришунова Н.Н., Швец Н.В. Погода на территории Российской Федерации в 2021 году // Отдел климатологии, 2022. 44 с.
2. Аржанова Н.М., Давлетишин С.Г., Дементьева Т.В., Клеценко Л.К., Коришунова Н.Н. Погода на территории Российской Федерации в 2022 году // Отдел климатологии, 2023. 41 с.
3. Базилевич Н.И., Тутлянова А.А., Смирнов В.В., Родин Л.Е., Нечаева Н.Т., Левин Ф.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах // Научный редактор профессор А.А. Роде // М.: Изд-во «Мысль», 1978. 182 с.
4. Природа поймы реки Оби и ее хозяйственное освоение // Томск. гос. ун-т им. В.В. Куйбышева [ред. Б. Г. Иоганзен]. Томск: Издательство Томского университета, 1963. [Электронный ресурс]. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000055050> (дата обращения: 02.09.2023).
5. Продуктивность луговых сообществ. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 287 с.
6. Тутлянова А.А., Базилевич Н.И., Снытко В.А. и др. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности // 2-е издание, исправленное и дополненное // Новосибирск: ИПА СО РАН, 2018. 110 с. doi: <https://doi.org/10.31251/978-5-600-02350-5>
7. Тутлянова А.А., Косых Н.П., Мироньчева-Токарева Н.П., Романова И.П. Подземные органы растений в травяных экосистемах // Новосибирск: Новосибирское отделение издательства «Наука», 1996. 128 с.
8. Хромых В.С. Природное районирование поймы средней Оби // Вопросы географии Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 1979. С. 69–86.
9. Gilmanov T.G., Parton W.J., Ojima D.S. Testing the ‘CENTURY’ ecosystem level model on data sets from eight grassland sites in the former USSR representing a wide climatic/soil gradient // Ecological Modelling. 1997. Vol. 96, № 1–3. P. 191–210. doi:10.1016/s0304-3800(96)00067-1
10. Hui D., Jackson R.B. Geographical and interannual variability in biomass partitioning in grassland ecosystems: a synthesis of field data. // New Phytologist. 2006. Vol. 169. № 1. P. 85–93. doi:10.1111/j.1469-8137.2005.01569.x
11. Parton W.J., Scurlock J.M.O., Ojima D.S., Schimel D.S., Hall D.O., SCOPEGRAM GROUP MEMBERS. Impact of climate change on grassland production and soil carbon worldwide // Global Change Biology. 1995. Vol. 1. № 1. P. 13–22. doi:10.1111/j.1365-2486.1995.tb00002.x
12. Suter D., Frehner M., Fischer B.U., Nösberger J., Lüscher A. Elevated CO<sub>2</sub> increases carbon allocation to the roots of *Lolium perenne* under free-air CO<sub>2</sub> enrichment but not in a controlled environment // New Phytologist. 2002. Vol. 154. № 1. P. 65–75. doi:10.1046/j.1469-8137.2002.00368.x

## СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПИХТОВЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Чернова<sup>1,2</sup>, Ю.Г. Райская<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

## PLANT BIOMASS STRUCTURE OF GROUND COVER OF SOUTHERN TAIGA FIR FORESTS ESTIMATED FOR TOMSK REGION (WESTERN SIBERIA)

N.A. Chernova<sup>1,2</sup>, Yu.G. Raikaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of Russian Academy of Science, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Ключевую роль в регулировании циклов углерода, как наиболее распространенные на суше экосистемы, играют леса [1]. В связи с этим большой интерес вызывает проблема оценки углеродного баланса в разных компонентах лесных экосистем, в том числе нижних ярусов лесных сообществ. Работы, посвященные данной теме, до сих пор немногочисленны, особенно по Западной Сибири [2, 3, 7].

Целью нашей работы была оценка вклада разных видов напочвенного покрова в формирование наземной фитомассы нижних ярусов южнотаежных лесных экосистем Западной Сибири на примере пихтовых лесов Томской области.

Пихтовые леса в исследуемом регионе занимают 621 тыс. га, что составляет 2.2% покрытой лесом площади и 6.4% площади хвойных лесов области [5]. В качестве объектов исследования были выбраны коренные южнотаежные пихтовые леса юга Томской области, где были заложены 5 постоянных пробных площадей и сделано 20 полных геоботанических описаний. Напочвенный покров, как неотъемлемая часть лесной экосистемы, является индикатором лесорастительных условий и одним из регуляторов почвенно-микrokлиматических условий. Для определения надземной фитомассы напочвенного покрова в подкромовых парцеллах и небольших окнах были заложены 80 учетных площадок площадью 50×50 см [6]. Надземная часть травянистых растений срезалась на уровне земли, разбиралась по видам, высушивалась и взвешивалась. В данной работе приводится вес видов в воздушно-сухом состоянии.

Пихтовые леса южной тайги в районе исследований папоротниково-разнотравные с многовидовым подлеском и густым травяным покровом (проективное покрытие около 90%), основу которого формируют щитовник широкий (*Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenk. & Jermy), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) и кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.). Постоянно, хоть и в небольшом обилии присутствуют костяника (*Rubus saxatilis* L.), звездчатка Бунге (*Stellaria bungeana* Fenzl), незабудка Крылова (*Myosotis krylovii* Serg.), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), голокучник трехраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman) и многие другие. В напочвенном покрове исследованных фитоценозов встречается 105 видов травянистых растений, видовая насыщенность папоротниково-разнотравных пихтарников в среднем составляет 57 видов (от 51 до 64 видов) на 400 м<sup>2</sup>. В этих лесных экосистемах отмечены щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), корневищник судетский (*Rhizomatopteris sudetica* (A. Brown & Milde) A.P. Khokhr) и цинна широколистная (*Cinna latifolia* (Trevir. ex Göpp.) Griseb.), входящие в Красную книгу Томской области [4]. В целом напочвенный покров отражает мезофильные условия местообитаний, занимаемых южнотаежными пихтарниками.

Надземная фитомасса травяного покрова папоротниково-разнотравных пихтарников в среднем составляет 96.52 г/м<sup>2</sup> с максимумом 270.92 г/м<sup>2</sup> и минимумом 17.64 г/м<sup>2</sup>. Такой широкий разброс значений обусловлен парцеллярной структурой пихтовых насаждений. В подкروновых парцеллах фитомасса достаточно низкая, а в небольших по площади окнах, в основном за счет увеличения освещенности, ее значения увеличиваются (в среднем до 149.88 г/м<sup>2</sup>). На большинстве учетных площадок основу фитомассы формируют щитовник широкий (38%), фитомасса которого колеблется в разных парцеллах от 2.36 г/м<sup>2</sup> до 214.56 г/м<sup>2</sup>, а также сныть обыкновенная (24%) – от 0.56 г/м<sup>2</sup> до 78.48 г/м<sup>2</sup>, на долю которых приходится в среднем 62% фитомассы укосов (таблица). В окнах, являющихся характерным структурным элементом исследуемых южнотаежных пихтарников, доля участия этих видов в формировании фитомассы возрастает до 70%. В подкروновых парцеллах повышается участие кислицы обыкновенной, доля которой в составе фитомассы в среднем составляет 10%, местами достигая 34%. На учетных площадках отмечено всего 48 видов, а видовое разнообразие укосов колеблется от 4 видов до 18 видов на площадку, в среднем составляя 10 видов.

Таблица

Надземная фитомасса основных видов травянистых растений, воздушно-сухая, г/м<sup>2</sup>

Вид	Фитомасса средняя	Фитомасса максимальная	Фитомасса минимальная	% от общей фитомассы
<i>Dryopteris expansa</i> (C. Presl) Fraser-Jenk. & Jermy	36.92	214.56	2.36	38
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	22.88	78.48	0.56	24
<i>Urtica dioica</i> L.	4.96	225.60	0.08	5
<i>Carex macroura</i> Meinsh.	4.44	112.28	2.94	5
<i>Oxalis acetosella</i> L.	4.20	12.12	0.25	4
<i>Stellaria bungeana</i> Fenzl	3.64	55.48	0.21	4
<i>Milium effusum</i> L.	3.32	51.92	0.39	3
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	3.12	23.16	0.28	3
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	1.16	15.48	1.18	1
<i>Rubus saxatilis</i> L.	0.96	18.08	0.45	1
<i>Galium boreale</i> L.	0.92	27.16	1.10	1
<i>Urtica galeopsifolia</i> Wierzb. ex Opiz	0.88	55.88	0.13	1
<i>Cruciata krylovii</i> (Iljin) Pobed.	0.88	33.20	0.08	1
<i>Myosotis krylovii</i> Serg.	0.84	11.84	0.10	1

Таким образом, фитомасса напочвенного покрова папоротниково-разнотравных пихтарников в среднем составляет 96.52 г/м<sup>2</sup>. Прослеживается явная зависимость фитомассы напочвенного покрова и горизонтальной структуры древостоя, когда смена освещения приводит к существенному увеличению массы травянистых растений. Выявление этих взаимосвязей особенно важно, поскольку в регулировании содержания углерода принимают участие все компоненты фитоценоза и лишь учитывая внутриценотическую структуру лесных экосистем можно подойти к решению вопросов об особенностях круговорота веществ.

Сбор и подготовка данных осуществлялись при поддержке важнейшего инновационного проекта государственного значения “Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах” (регистрационный номер: № 123030300031-6).

## Литература

1. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов / Под ред. чл.-корр. РАН Лукиной Н.В. М.: КМК, 2018. 232 с.
2. Волков К.А., Громов А.М., Константинов А.А., Госьков Е.А. Фитомасса живого напочвенного покрова в верхней части горнолесного пояса в районе озера Малый Вудъявр (Хибины) // Наукосфера. 2022. №3 (1). С. 126–129.
3. Грозовская И.С., Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В., Романов М.С., Глухова Е.М. Биомасса напочвенного покрова в еловых лесах Костромской области // Лесоведение. 2015. № 1. С. 63–76.
4. Красная книга Томской области, 2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://tomsk.gov.ru/files/front/download?id=375245> (дата обращения: 03.09.2023).
5. Кривец С.А. и др. Современное распространение и прогноз расширения инвазионного ареала уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford., 1894 в Томской области (Западная Сибирь) // Евразийский энтомологический журнал. 2018. № 17 (1). С. 53–60.
6. Методы изучения лесных сообществ / Под ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
7. Тужилкина В.В. Структура фитомассы и запасы углерода в растениях напочвенного покрова еловых лесов на северо-востоке европейской России // Растительные ресурсы. 2012. Вып. 1. С. 44–50.



**ОТ КЛАССИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА К МЕТАБАРКОДИНГУ:  
НА ПРИМЕРЕ СООБЩЕСТВА ГРИБОВ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ**

**Н.В. Филиппова, Е.А. Звягина, Е.А. Рудыкина, А.С. Добрынина, С.В. Большаков,  
И.В. Филиппов, Т.Ф. Ишманов**

*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия*

**FROM DIRECT OBSERVATION TO METABARCODING APPROACH: FUNGAL  
COMMUNITY OF RAISED BOGS**

**N.V. Filippova, E.A. Zvyagina, E.A. Rudykina, A.S. Dobrynina, S.V. Bolshakov,  
I.V. Filippov, T.F. Ishmanov**

*Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia*

Торфяные болота широко распространены по всему миру и играют важную роль в глобальных циклах, сохраняя значительный запас почвенного углерода планеты. В мире существует несколько сильно заболоченных регионов, одним из которых является Западно-Сибирская равнина. На севере этой территории торфяные болота сохраняются в первозданном виде, что является важной предпосылкой их изучения. Грибы являются важной частью сообщества деструкторов торфяных болот, играя решающую роль в аэробном разложении верхнего слоя торфа. Исследование грибного разнообразия торфяников во всем мире началось более века назад с микробиологического подхода (выделение бактерий и грибов в культуру), позднее было дополнено классическим морфологическим подходом (наблюдение плодовых тел макромицетов), и в настоящее время усилено молекулярно-генетическим подходом, включая метабаркодинг тотальной ДНК микроорганизмов, присутствующих в разных субстратах [1].

Сообщество макромицетов верхового болота «Мухрино» в Западной Сибири учитывалось нами методом постоянного мониторинга на стандартных площадках на протяжении 10-летнего периода. Морфологический подход позволил выявить 79 таксонов макромицетов. На основе регулярных всесезонных наблюдений описана фенология плодоношения сообщества. Анализ количественной структуры сообщества выявил разницу в обилии видов на 4 порядка, причем редкие виды составляют около половины списка сообщества. Межгодовое обилие плодоношения варьирует в несколько раз и вероятно зависит от погодных условий (влияние погодных условий на межгодовую динамику еще будет анализироваться).

В ходе классического периода изучения сообщества была собрана коллекция репрезентативных таксонов, в общей сложности около 500 экземпляров. Отобранные образцы были использованы для получения сиквенсов региона ITS ядерной рибосомальной ДНК. В результате верификации морфологического разнообразия с помощью секвенирования, выявлено в общей сложности 95 видов из 33 родов и трех классов [2]. Секвенирование и последующее сравнение сиквенсов с базами данных типовых и референсных образцов подтвердили морфологическую идентификацию большинства образцов. Однако, часть таксонов имели существенные различия по сиквенсам с ближайшими последовательностями и, вероятно, представляют собой недоописанные таксоны. Работа с ними будет продолжаться в будущем.

Классический подход к описанию сообщества грибов путем наблюдения плодовых тел был дополнен секвенированием тотальной ДНК четырех основных субстратов на площадках мониторинга: торф, опад шести болотных растений, древесина и микоризные окончания деревьев. В течение полевого сезона 2022 года было отобрано 192 образца с целью выявления пространственной и временной изменчивости сообщества, влияния субстрата на сообщество и решения методических вопросов. Тотальная ДНК

секвенировалась на платформе Illumina MiSeq (длина ридов – 300 п.н. с двух сторон прочтения). Последовательности анализировались с помощью пайплайна QIIME2. В результате анализов выявлено около 1200 операционных таксономических единиц (OTU) грибов. Около 1/3 OTU было определено до видового уровня, еще 1/3 до родового, остальные до более высшего уровня. Анализ сообществ на основе тотальной ДНК показал существенные различия между всеми четырьмя субстратами, существенное влияние типа местообитания (сосново-кустарничково-сфагновые болота или топи), а также высокую дифференциацию сообщества по типам опада разных болотных растений.

Сравнение результатов классического подхода и анализа тотальной ДНК показало высокое сходство в рамках сообщества макромицетов. Однако, метабаркодинг позволил выявить существенное скрытое разнообразие других групп грибов, обитающих в разных типах субстрата. Общее таксономическое разнообразие грибов верхового болота, полученное с помощью метабаркодинга, возросло на порядок по сравнению с классическим морфологическим подходом.

В результате комплексного подхода к изучению сообщества грибов, накоплены данные разного формата. Мы использовали разные типы наборов данных GBIF, чтобы разместить эти данные в открытом доступе и сделать их доступными для последующих анализов и сравнений разными исследователями. Литературные данные о находках грибов по всему миру, опубликованные ранее в печати разными исследователями, были интегрированы в набор литературных находок (material citation) [3]. Результаты учетов на постоянных площадках опубликованы в виде набора данных формата Sampling Event Dataset [4]. Коллекция образцов макромицетов вместе с результатами секвенирования этих образцов представлена в виде набора данных Occurrence с расширением DNA-derived-data. Каждый образец этого набора данных имеет привязанную к нему таблицу с сиквенсом и его метаданными, а также стандартную информацию этикетки и привязанные изображения макро- и микро-признаков [5]. Полученные сиквенсы образцов были также размещены на порталах молекулярных данных GenBank, PlutoF и BOLD. Данные метабаркодинга сообществ опубликованы в виде исходного архива ридов в Sequencing Reads Archive (NCBI) и будут размещены в виде соответствующего типа набора данных в GBIF.

В результате комплексного подхода к изучению сообщества грибов верховых болот (длительный мониторинг на площадках + секвенирование образцов + анализ тотальной ДНК разных субстратов), получено более точное представление о таксономической и количественной структуре сообщества грибов этих экосистем.

## Литература

1. *Juan-Ovejero R., Briones M. J. I., Öpik M.* Fungal diversity in peatlands and its contribution to carbon cycling // *Applied Soil Ecology*. 2020. V. 146, P. 103393. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103393>
2. *Filippova N.V., Zvyagina E.A., Rudykina E.A., Dobrynina A.S., Bolshakov S.V.* The diversity of macromycetes in peatlands: nine years of plot-based monitoring and barcoding in the raised bog "Mukhrino", West Siberia // *Biodiversity Data Journal*. 2023. P. e105111.
3. *Filippova N., Rudykina E.* Literature occurrence database of global fungal diversity in peatlands. Version 1.7. Yugra State University Biological Collection (YSU BC) // Occurrence dataset. 2023. doi: <https://doi.org/10.15468/p8q8q4>
4. *Filippova N., Rudykina E., Zvyagina E.* The checklist of macrofungi of raised bogs: barcoding of accumulated collection following the 9-year plot-based monitoring in Northwestern Siberia. Version 1.2. Yugra State University Biological Collection (YSU BC) // Occurrence dataset. 2023. doi: <https://doi.org/10.15468/dl.gebkc9>
5. *Filippova N., Rudykina E., Dobrynina A.* Plot-based observations of macrofungi in raised bogs in Western Siberia (2014–2022). Version 1.37. Yugra State University Biological Collection (YSU BC) // Sampling event dataset. 2023. doi: <https://doi.org/10.15468/e9g5ri>

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ БОЛОТНОГО МАССИВА ИШТАН**

**Д.С. Щуряков**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

**THE RESULTS OF STUDY OF BOTANICAL COMPOSITION  
OF PEAT DEPOSIT OF THE ISHTAN SWAMP MASSIF**

**D.S. Schuryakov**

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Торф – органическая горная порода, содержащая не более 50% минеральных веществ (от абсолютно сухого вещества торфа), образовавшаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода [1]. Исследование торфяной залежи болота позволяет дать более полную его характеристику, узнать об истории его развития.

В качестве объекта исследования нами выбрано Болото Иштан (57°56'12.61 N, 84°13'59.8211 E) располагающееся в левобережной пойме р. Обь, в непосредственной близости от с. Иштан и с. Подоба (расположенных на первой надпойменной террасе, к северо-западу и западу от болотного массива соответственно), в южной части Кривошеинского и северной части Шегарского районов Томской области. Вытянуто с севера на юг на 32 км при максимальной ширине 8 км. Относится к типу низинных пойменных (притеррасных) болот. Площадь, по предварительным оценкам – 124 км<sup>2</sup>. Средняя высота над уровнем моря ~70 м.

Для характеристики торфяной залежи в 2022–23 гг. нами выполнена пробоподготовка и проведён анализ ботанического состава торфа, степени разложения растительных остатков, уровня минерального загрязнения всех 3 скважин: «И1» – 45 образцов, «И2» – 40, «И3» – 35. Пробоотбор проходил с шагом в 10 см. Определение ботанического состава торфа из скважины «И1» проводилось на базе группы биогеоценологии и болотоведения НИИ биологии и биофизики НИ ТГУ. Образцы из скважин «И2» и «И3» исследованы на базе Лаборатории болотных экосистем Карельского научного центра РАН.

Бурение торфяной залежи проведено в различных по экологическим условиям и растительному покрову частях болота, в его северной части, в 3–4 км к юго-востоку от с. Иштан. На каждой из площадок, дополнительно проведено геоботаническое описание по традиционным методам, дана ландшафтно-экологическая характеристика (более подробна она представлена в соответствующей публикации) [6]. Далее мы будем обозначать данные скважины как «И1», «И2» и «И3».

Образцы промывались от гумифицированной части под водой через сито с диаметром отверстий 0.25 мм. В дальнейшем подготовленный образец рассматривался под микроскопом. Определение остатков происходило по специализированным атласам [3, 4]. Оценка степени разложения торфа проводилась макроскопическим (таблица признаков определения степени разложения И.Ф. Ларгина) и микроскопическим методом.

Стратиграфические диаграммы состава торфа построены с помощью компьютерной программы «Cohri» [5]. Для репрезентативности стратиграфической диаграммы отдельно для каждой скважины группировались экологически близкие растения-торфообразователи.

Статья продолжает серию исследований, посвященных комплексному изучению болота Иштан, результаты которого лягут в основу магистерской диссертации по профилю «Ботаника».

И1. Скважина расположена в притеррасной части болота и отличается наибольшей глубиной – 450 см. Растительный покров здесь представлен группировками с преобладанием кустарниковой березы и волосистоплодной осоки, с участием гипновых мхов. Наименьшая степень разложения торфа отмечается для верхних образцов и составляет 45% (не считая поверхностного слоя 0-10 см). Постепенно показатель повышается, наибольшая степень разложения – 60% – закономерно зафиксирована для глубины 450 см. Ещё одной особенностью является периодически встречаемые раковины пресноводных моллюсков.

Для построения диаграммы некоторые растительные остатки данной скважины были объединены в следующие группы: «Bryidae» (в которую вошли все встреченные нами мхи), «Древесина хвойных» (остатки *Pinus sylvestris* и *Picea obovata*), «Betula sp. + Salix sp.», а также группа «Carex sp.», в которую были отнесены все осоки с малой встречаемостью и/или небольшой долей в залежи (рис.1).

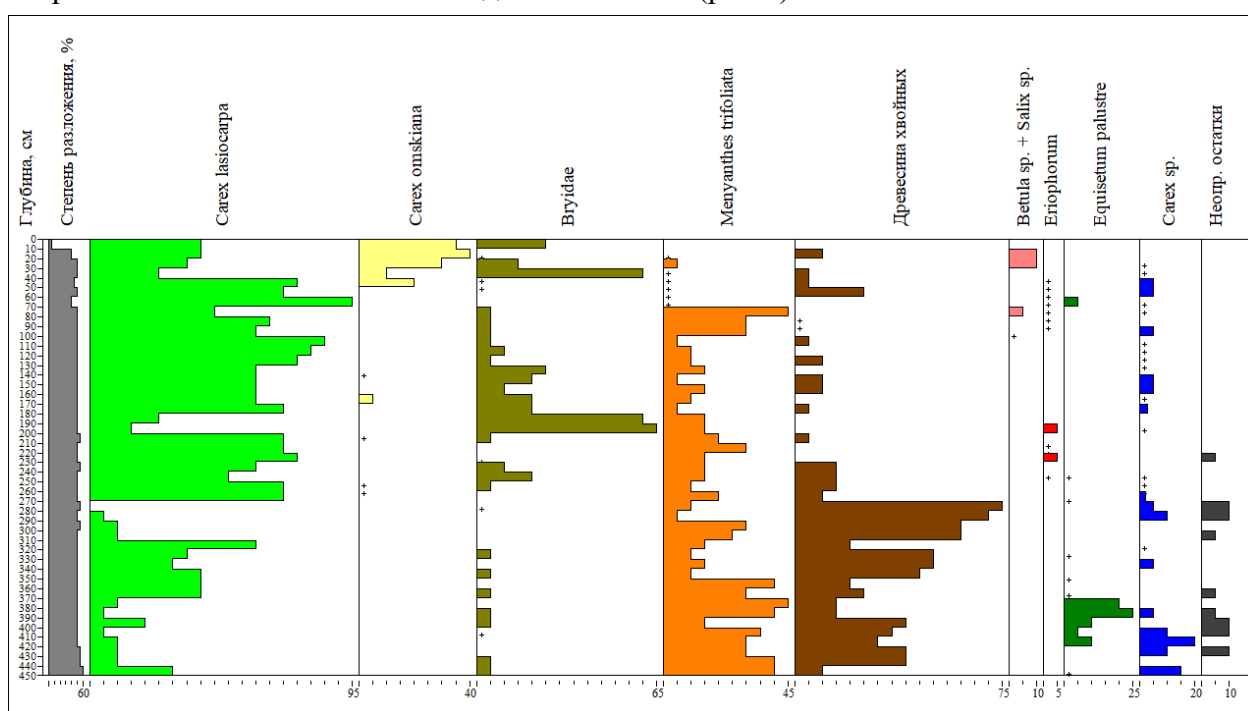


Рис.1. Стратиграфическая диаграмма скважины «И1»

Приводим подробное описание растительных остатков, встречающихся в скважине «И1». Практически на всей глубине встречается осоковый торф, сложенный *Carex lasiocarpa* Ehrh., содержание которой доходит до 95%. До глубины 50 см отмечается *Carex omskiana* Meinsh. (до 40%), далее спорадично и в малом количестве (до 5%) на глубине 140, 170, 210 и 260 см. Другие осоки встречаются редко и с более незначительной долей, среди них отмечены: *Carex cespitosa* L., *C. rostrata* Stokes, *C. dioica* L., *C. vesicaria* L., *C. globularis* L. и др.

В торфе встречаются не только осоки, но и другие представители травяного яруса. Так, остатки *Menyanthes trifoliata* L. можно увидеть на любой глубине, за исключением поверхностного слоя. Её роль изменяется с незначительных включений (1–5% на глубине до 70 см), до одного из основных растений-торфообразователей (25–45%) в дальнейшем. Помимо вахты, в образцах можно отметить незначительную роль пушицы, спорадично появляющейся на участках 50–90 (<1%) и 200–250 см (до 5%).

Единично отмечались *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., и *Thelypteris palustris* Schott. Роль последнего в формировании современного растительного покрова болота значительно выше. Участок 370–420 см характеризуется заметной ролью *Equisetum*

*palustre* L. (до 25%), однако на других глубинах он встречается редко и с малозначительной долей.

Заметную роль в сложении торфяной залежи на участке играет древесная растительность. Сложно определимые древесные остатки непрерывно начинают появляться на глубине 240 см, достигая максимальной доли в 75% на глубине 3 м. На основании менее разложившихся образцов, спорадически попадающихся на меньшей глубине установлено, что древесный торф складывается как хвойными (ель), так и лиственными растениями (кустарниковая береза, ива).

Значительное разнообразие в картину ботанического состава торфа вносят мохообразные. Достоверно известно об участии 10 видов мхов, повсеместно встречающихся на различной глубине скважины. На поверхности (0–10 см) отмечено 5 видов: *Rhizomnium pseudopunctatum* (Bruch & Schimp.) T.J.Kop., *Tomentypnum nitens* (Hedw.) Loeske, *Helodium blandowii* (F. Weber & D. Mohr) Warnst., *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp., *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb. (по 5% каждый). В отдельных случаях доля некоторых групп мхов резко возрастает до 60–65%, что можно увидеть на глубине 40, 190 и 200 см для гипновых.

На участке от 80 до 190 см отмечается постоянное участие представителей рода *Drepanocladus* (до 10%), затем периодически встречающихся до глубины 370 см. На участке 110–170 см заметна роль *Tomentypnum nitens* (до 15%), однако далее он пропадает.

Из наиболее редких встреч среди мохообразных в образцах: *Meesia triquetra* (Jolycl.) Ångstr. (8 проб), *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. (2), единожды встречены *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Bryum sp.* – очевидно, что роль вышеописанных видов в залежи незначительна.

На основе анализа стратиграфии торфа скважины «И1» можно выделить следующие сукцессионные особенности:

1. Постепенное вытеснение осоки омской осокой волосистоплодной (0–50 см).

2. Два пика преобладания гипновых мхов – 40 и 190 см.

3. Появление значимой доли вахтовых в остатках (с 80 см.).

4. Полное исчезновение лиственных пород (с глубины 1 м).

5. Начало доминирования хвойных на 280 см при постепенном снижении роли *Carex lasiocarpa*.

**И2.** Скважина расположена в центре согры (заболоченный лес с развитой ярусностью), на территории которой в ходе геоботанического исследования отмечено наибольшее видовое разнообразие из всех площадок (рис. 3). В сложении современного растительного покрова здесь участвует не менее 42 вида сосудистых и мохообразных). Высота древесного яруса (a1) достигает 15 м. (4Б+5С+Е+Лц), сомкнутость – 0.1. Для яруса a2 (6С+3Е+1Б) сомкнутость составляет 0.4, высота достигает 7 м.

Произрастают кустарники: *Viburnum opulus*, *Swida alba*, *Salix jenisseensis*, *S. taraiensis*, *Ribes nigrum*, *Rosa majalis*, *Vaccinium uliginosum*, *Chamaedaphne calyculata* и др. Разнообразен травяной ярус, в котором наибольшая доля у *Carex cespitosa*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*, *Thelypteris palustris*, *Comarum palustre*, *Rubus arcticus* и др. Моховой ярус сложен гипновыми: *Helodium blandowii*, *Tomentypnum nitens*, отмечены *Climacium dendroides*, *Pleurozium schreberi* и некоторые другие типичные для данного местообитания виды.

В составе торфа участвуют схожие с «И1» растительные остатки, однако имеются и отличительные особенности (рис. 2). Показательна ситуация с древесиной, её остатки встречаются на всем протяжении залежи, за исключением небольшого окна на уровне 230–250 см, где её заменяет вахта.

Остатки лиственных и хвойных пород часто сменяют друг друга. Помимо этого, они также часто встречаются и вместе. В целом, преобладают хвойные породы, при этом на небольших глубинах доля сосны и ели невелика, меньше, чем у березы. На участке 170–230 см установлено участие березы при отсутствии хвойных. Начиная с 290 см. и до минерального дна (400 см), хвойные преобладают и составляют основу торфа. На данном участке их доля достигает 95% при средней в 75%. Помимо вышеописанных древесных видов нами периодически (глубины 50, 60, 270, 290, 310, 360 см) отмечалась ива, роль которой, впрочем, невысока, и лишь дважды, на отметке 100 и 350 см её доля становилась выше 1% (10 и 5% соответственно).

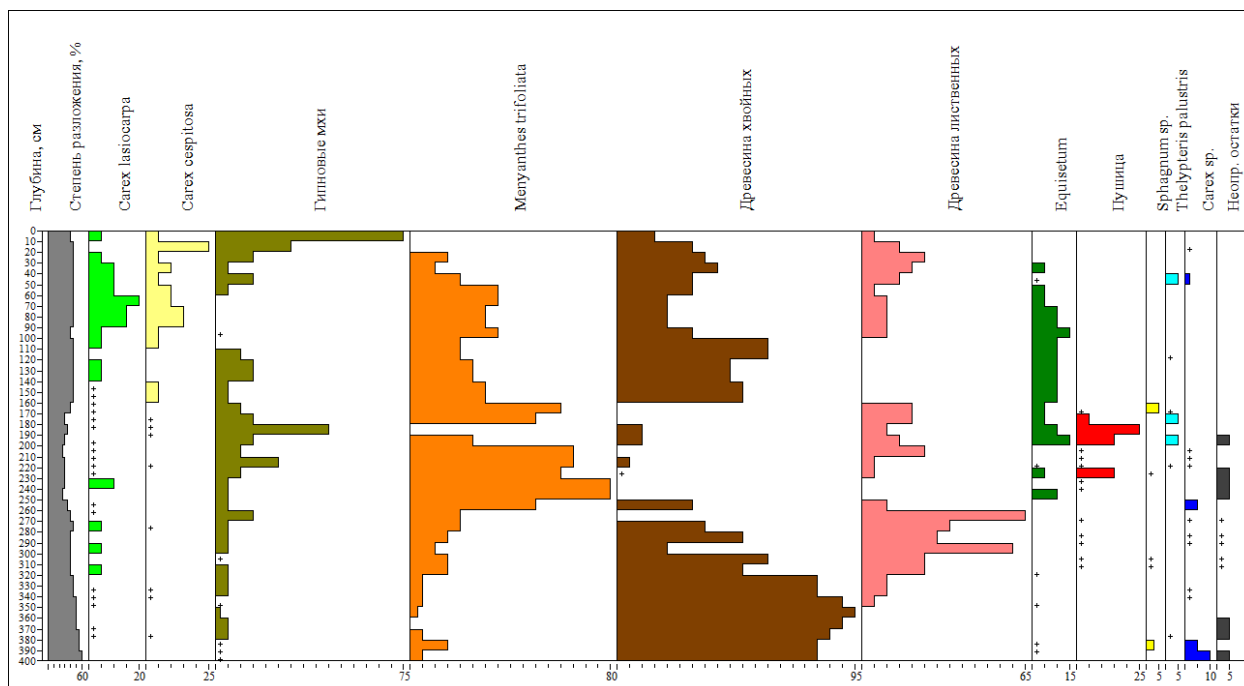


Рис. 2. Стратиграфическая диаграмма скважины «И2»

Практически на всей глубине велика роль вахты. Среднее содержание её в остатках – около 30%, при максимальных 80% на глубине 240–250 м. И лишь редко она не отмечается вовсе (0–20, 190, 370). Часто, преимущественно в первой половине колонки, встречается хвощ. Его роль достигает 15%, при средней доле в остатках около 7%.

Гораздо менее значимыми в сложении торфа скважины выступают осоки. Из наиболее часто отмеченных *Carex lasiocarpa* и *C. cespitosa*. Их роль наиболее высока до глубины 1 м, далее идет уменьшение встречаемости до 5 и 1% вплоть до практически полного исчезновения (для осоки дернистой) или крайне малого и непостоянного участия (для осоки волосистоплодной). Роль других осок ещё менее значительна. Так, *C. rostrata* отмечалась лишь 5 раз (до 5% на глубине 390 см). Единично встречена *C. cinerea*.

На участке 170–240 отмечается пушица, роль которой достигает 25%, уже глубже она встречается редко и единично. Заметим, что это хорошо коррелируется с присутствием березы и отсутствием хвойных. К тому же, торфа здесь характеризуются меньшей степенью разложения, что позволяет говорить о мезотрофной стадии развития и соответствующих сукцессионных процессах. Из других травяных остатков можно отметить Телиптерис болотный (7 встреч), чья роль, впрочем, невысока (до 5%). На мезотрофном участке единожды отмечен сабельник (190 см, 1%). На глубине 250 см обнаружены остатки рогоза (1%).

Мхи скважины «И2» еще разнообразнее. В первую очередь, это связано с небольшим наличием сфагновых остатков в торфе. Так, для мезотрофной части нами отмечен *Sphagnum papillosum* (5%, 170 см) и *Sph. centrale* (1%, 230 см). На глубине 390 см. нами было отмечено единичное участие представителей сразу нескольких секций: *Cuspidata*, *Acutifolia*, *Sphagnum*. Конечно, наибольшая роль в сложении торфов мхами принадлежит гипновым. Зачастую они трудноопределимы в силу наличия лишь стеблей и обрывков листьев. На поверхностном образце (0–10) их роль наиболее велика – 75%. В дальнейшем их роль в целом варьируется от 5 до 15%. Не отмечались они лишь на глубинах 70–90, 110, 160 см. Бриофлора растительных сообществ участка на разных этапах его развития состояла из представителей родов *Calliergon*, *Drepanocladus*, *Bryum*, *Warnstorfia* и семейства *Mniaceae*

С глубины 370 см отмечается песок, дно подстилается глинами. Средняя степень разложения торфа – 42%. На основе анализа особенностей стратиграфии торфа скважины «И2» можно выделить следующие крупные сукцессии:

1. Мезотрофность участка 170–240 см. с присутствием пушицы и сфагновых мхов, снижением роли хвойных и участием березы.

2. Заселение березы с 340 см и далее.

3. Повышение участия осоковых в сложении торфа (с 1 м и по н.в.).

**ИЗ.** Скважина «ИЗ» расположена в центральной части болота и по ландшафтно-экологическим условиям является переходной и своеобразной полосой между двумя описанными ранее территориями бурения. В ходе зондировки глубины минерального ложа болотного массива по поперечному профилю здесь отмечены наименьшие максимальные глубины торфяной залежи – до 3.5 м. На распространенных здесь грядках, занятых соснами, мощность еще меньше – до 3 м (рис. 3).

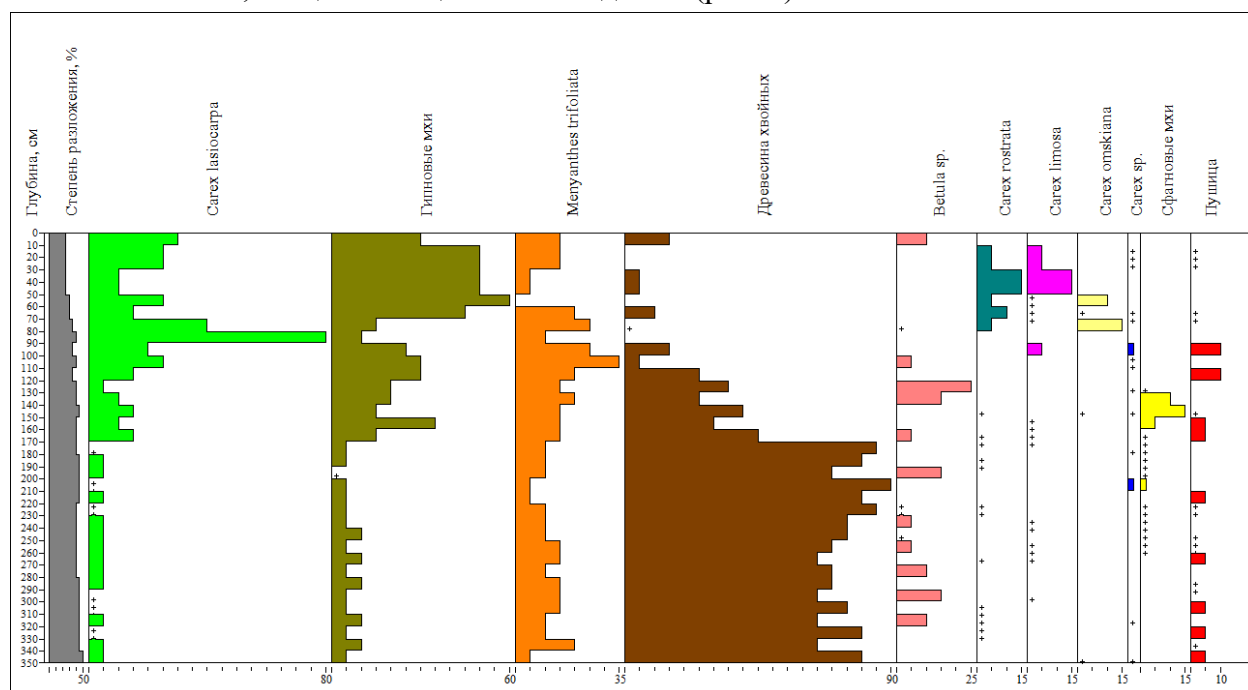


Рис. 3. Стратиграфическая диаграмма скважины «ИЗ»

Скважина «ИЗ» расположена на площадке, занятой рослым рямом (болото, поросшее кустарниками). В древесном ярусе преобладает сосна, березы меньше. В кустарниковом ярусе отмечена кустарниковая береза с ивами лопарской, пятитычинковой и грушанколистной. В травяном ярусе доминирует *Carex lasiocarpa*, затем в равнозначном большом обилии представлены *Thelypteris palustris*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*. Точечно встречается *Galium palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Parnassia palustris*, *Calamagrostis langsdorffi*, *Oxycoccus palustris* и др. В моховом ярусе с большим обилием преобладают *Tomentypnum nitens*, *Helodium blandowii*. Менее распространены *Aulacomnium palustre* и *Straminergon stramineum*.

Важную роль в сложении торфяной залежи «ИЗ» играет древесина. Преобладают остатки хвойных (сосна, ель), наиболее выраженное их доминирование происходит во второй половине скважины, начиная с глубины 170 см. Средняя доля хвойных в торфе – около 55%. Роль лиственных, в числе которых превалирует береза, менее значительна. Встречаясь непостоянно, они могут совсем выпадать из залежи на различных глубинах. Их средняя доля – около 10% при максимальных 30%. Также как и на предыдущих скважинах отмечается участие ивы, которое, впрочем, здесь носит случайный и единичный характер.

На всем протяжении скважины отмечалась *Carex lasiocarpa*. Её роль особо заметна в первой половине, до глубины 170 см, где в своем пике она занимает до 80% в общей доле остатков и среднем показателе 20–25%. Ниже обозначенной глубины её участие также постоянно, но доля значительно меньше – 1–5%. Среди других осок отмечались: *C. rostrata* с максимальными 15% и средним участием в 8% на участке 30–80 см, *C. limosa* с меньшей долей на примерно тех же участках, а также *C. omskiana*, встреченная на глубинах 60 и 80 см с долей в 10 и 15% соответственно. Вышеописанные осоки с ничтожной долей спорадично отмечались и в дальнейшем, на больших глубинах.

Вахта встречается постоянно, за исключением слоя 50–60 см. Её роль в залежи не является главенствующей, среднее значение – около 14%. Нередко (но непостоянно) на различных глубинах отмечается пушица, обычно достигая доли около 5, а в отдельных случаях до 10%. Доля остальных остатков растений (*Carex chordorrhiza*, *C. cinerea*, *Equisetum sp.*, *Trichophorum sp.*, *Thelypteris palustris* и др.), их встречаемость, хоть и повышает видовое разнообразие, однако носит случайный характер и слабо влияет на общую характеристику торфяной залежи.

Не менее разнообразна бриофлора участка. Значимую роль здесь играют встречающиеся постоянно представители гипновых: *Drepanocladus sp.*, *Bryum sp.*, *Warnstorfia sp.*, *Mniaceae sp.*, *Calliergon sp.* Их роль наиболее ощутима в первой половине скважины, до глубины 170 см, где их средняя доля составляет 30%. Далее их участие уже не такое высокое и в среднем составляет около 6%. На глубине 130–260 отмечено участие сфагновых мхов: *Sphagnum warnstorffii* (его доля доходит до 10% на глубине 150 см.), *Sph. fuscum*, *Sphagnum sect. Acutifolia*.

Средняя степень разложения торфа – ок. 40%, минеральное загрязнение отсутствует. Главной сукцессионной особенностью здесь является высокая роль *Carex lasiocarpa* и гипновых мхов до глубины 170 см и последующее заметное снижение их роли с одновременным началом доминирования хвойных. Данный переход можно обозначить так: смена сообществ *Pinus sylvestris* + *Picea obovata* с небольшим участием вахты на *Carex lasiocarpa* – *Hypnaceae sp.* Ещё одна закономерность – снижение роли осок начиная с глубины 1 м. Данная тенденция отмечена и для предыдущей скважины.

Рассмотрим обобщенную схему строения торфяной залежи исследованных скважин (рис. 4). Классификация видов торфа приводится по работам М.С. Боч, 1959 [2].

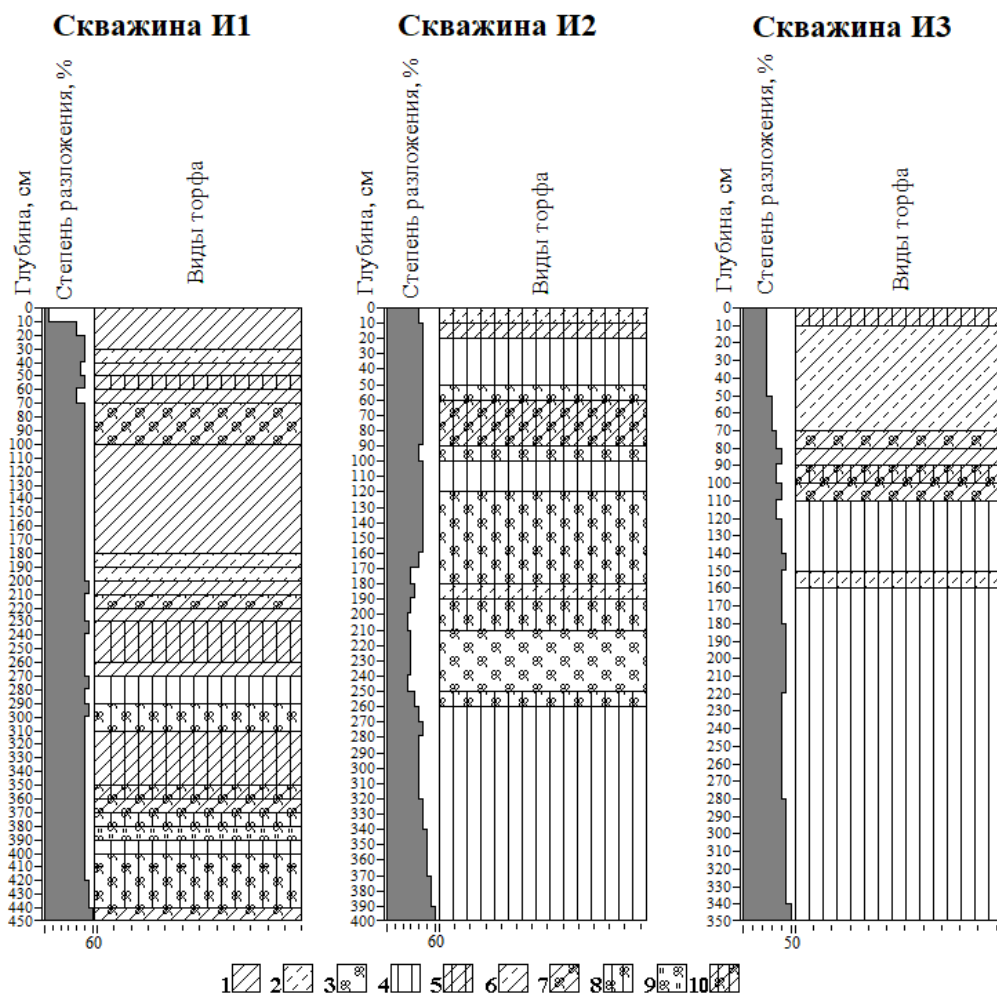


Рис. 4. Виды торфа исследованных скважин. Цифрами обозначены виды: 1. Осоковый. 2. Гипновый. 3. Вахтовый. 4. Древесный. 5. Осоково-древесный. 6. Гипново-осоковый. 7. Вахтово-осоковый. 8. Вахтово-древесный. 9. Хвоцево-вахтовый. 10. Вахтово-осоково-древесный.



Таким образом, торфяная залежь болота Иштан принадлежит к низинному типу. Многообразие растительных компонентов в торфе позволяет отнести его к комплексным многослойным торфам лесного, лесо-топяного и топяного подтипа, где на различных глубинах отмечается преобладание осоковых, вахтовых, древесных, гипновых торфов и их комбинаций. Всего в рамках настоящего исследования нами выделено 10 видов торфа.

В сложении торфяной залежи притеррасной части на скважине «И1» участвует как минимум 32 вида растений, для центральной части («И2») и пойменной («И3») – не менее 25. Постоянная смена видового состава остатков в торфе позволяет заключить о непрерывном развитии растительных сообществ на исследованной территории.

Древесные остатки играют важнейшую роль в сложении торфов низинных пойменных болот. Здесь нами отмечено преобладание хвойных пород (Сосна, ель), участие березы невелико. Наиболее показательна скважина «И3», в которой более половины колонки занято чистыми древесными торфами. Широко распространены, также, древесно-вахтовые и древесно-осоковые торфа.

Наиболее важна роль осок в сложении торфов притеррасной части, где встречаются целые пласты чистого осокового торфа, состоящего преимущественно из *Carex lasiocarpa*. В остальных скважинах её роль не так велика, в «И2» и «И3» она входит в состав комплексных торфов: осоково-вахтовых, древесно-осоковых, гипново-осоковых и др.

Отмечается большое участие мохообразных. Тотальную доминацию в данной группе растений имеют гипновые мхи, образующие целые пласты гипно-осокового (например, 10–70 см для «И3») и древесно-гипнового торфа (180–190 для «И2»). Роль отмеченных сфагновых мхов малозначительна.

Большое значение имеет вахта. В отдельных случаях (210–250 см, «И2») она является основным торфообразователем, однако наиболее часто представлена в виде содоминанта в осоково-вахтовых, древесно-вахтовых и др. видах торфа. Совместно с хвощем создает уникальный для исследованных скважин слой хвощево-вахтового торфа (380–390 см, «И1»).

Благодарности Е.Л. Талбонен за помощь в проведении лабораторных исследований, И.В. Волкову за помощь в проведении геоботанических исследований, С.А. Кутенкову за возможность работы с программой Корри, И.И. Волковой за научное руководство.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Томского государственного университета («Приоритет-2030»), с использованием исследовательского оборудования Уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль широтного градиента» ТГУ при финансовой поддержке Минобрнауки России (РФ-2296.61321X0043, договор № 075-722 15-2021-672).

## Литература

1. *Большой практикум: физикохимия, биология и комплексная переработка торфа* / Л.И. Инишева, М.С. Гостищева, Е.В. Порохина [и др.]. Томск: Томский государственный педагогический университет, 2007. 120 с.
2. Боч М.С. К вопросу о строении торфяных залежей болот Средней Карелии // Труды Карельского Филиала Академии наук СССР. Торфяные болота Карелии. 1959. № 15. С. 94–107.
3. Домбровская А.В., Коренева М.М., Тюрменов С.Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. М.–Л.: Госэнергоиздат, 1959. 137 с.
4. Кац Н.Я., Кац С.В., Скобеева Е.И. Атлас растительных остатков в торфах. М.: Недра, 1977. 371 с.
5. Кутенков С.А. Компьютерная программа для построения страти графических диаграмм состава торфа «Корри» // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2013. № 6. С. 171–176.
6. Щуряков Д.С. Волкова И.И. Болото Иштан: ландшафтно-экологическая характеристика и рациональное природопользование. Материалы конференции «XII Галкинские Чтения - Типы болот регионов России» (Санкт-Петербург, 3 февраля 2023 г.). СПб.: БИН РАН, 2023. С. 50–52.

# Исследование растительных ресурсов для мобилизации их на благо человечества

---

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2/76

## ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ *ACONOGONON DIVARICATUM* (L.) NAKAI EX MORI (POLYGONACEAE) ИЗ БУРЯТИИ

Т.П. Анцупова<sup>1</sup>, Э.Б. Битуева<sup>1</sup>, Т.Г. Басхаева<sup>2</sup>, Б.С. Киселева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup>Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова г. Улан-Удэ, Россия

## PHYTOCHEMICAL STUDY OF *ACONOGONON DIVARICATUM* (L.) NAKAI EX MORI (POLYGONACEAE) FROM BURYATIA

T.P. Antsupova<sup>1</sup>, E.B. Bitueva<sup>1</sup>, T.G. Baskhaeva<sup>2</sup>, B.S. Kiseleva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

<sup>2</sup>Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Увеличение ассортимента растительного лекарственного сырья, а также расширение регионов культивирования лекарственных растений в России сегодня является актуальной проблемой [4].

*Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori может использоваться как дешевый источник дубильных веществ (получение дубильных веществ из горца обходится в 4–10 раз дешевле, чем из дуба или ели) [8], большая концентрация их обнаружена в подземной части, цветках и плодах данного растения [6].

Род *Aconogonon* (Meissn.) Reichenb. представлен в Бурятии 10 видами. Одним из наиболее распространенных является *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori – таран растопыренный, который произрастает в зарослях кустарников, на остепненных лугах и как сорное в посевах и на залежах [11, 15]. Он известен как кормовое и дубильное растение, в народной медицине используется при болезнях кишечника, толченый корень прикладывают при простудных опухлях [14]. В тибетской медицине трава и корни тарана растопыренного используются при «болезнях полых органов с жаром» [1].

В корнях растения обнаружены флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, катехины, сапонины, антоцианы, витамин С, каротин, в листьях присутствуют дубильные вещества и флавоноиды [13]. Количественное содержание дубильных веществ в надземной и подземной части *Aconogonon divaricatum* определялось в образцах растения, выращенного в культуре в Омской области [7]. Суммарное содержание дубильных веществ составляло от  $2.42 \pm 0,10\%$  в стеблях до  $18.62 \pm 0.31\%$  в корнях. В тех же образцах, собранных в фазу вегетации, определяли содержание катехинов и антоцианов [5]. В *Aconogonon divaricatum* из Бурятии обнаружено 17 соединений фенольной природы [10].

Целью данной работы было определение наличия некоторых биологически активных веществ (БАВ), а также количественного содержания дубильных веществ в отдельных органах *Aconogonon divaricatum* в разные фазы вегетации.

Растения для анализа собирали в Иволгинском районе Бурятии в разные фазы вегетации (бутонизации, цветения, плодоношения и увядания надземной части). В с. Иволгинск популяция *A. divaricatum* расположена на территории недалеко от дороги; это залежная растительность на месте ковыльных степей, зарастающая молодым сосняком. Насчитывается 2 яруса: ярус высоких трав (50–65 см) и ярус низких трав (15–25 см). Флористический список включает 26 видов. По шкале обилия Браун-Бланке преобладают виды *Aconogonon divaricatum* – 3, *Melilotus albus* – 2, *Achnatherum sibiricum* – 2, *Artemisia scoparia* – 2, *Potentilla tanacetifolia* – 2, *Elytrigia repens* – 2. Поверхность достаточно ровная, местами слабобугристая из-за распашки. Почва супесчаная каштановая, влажноватая, ореховатой структуры, пронизана корнями в глубину до 5 см. Задернение составляет примерно 45–50%, общее травянистое покрытие около 45%, оголенный грунт – около 30%, опад сложен ветошью – 5% (толщиной около 0.3 см). Присутствуют зеленые мхи (10%) Имеет место антропогенная нарушенность (выпас скота, мусор). Увлажнение атмосферное. *A. divaricatum* сомкнутый ярус не образует, высота самого крупного экземпляра 1.2 м.

В данной популяции *A. divaricatum* представлен особями разных возрастов: виргинильного, раннегенеративного, зрелого генеративного и субсенильного. По соотношению возрастных групп данная ценопопуляция тарана растопыренного является стабильной в данном фитоценозе. Три учетные площадки в размере 100 м<sup>2</sup> закладывались в шахматном порядке. На всех площадках насчитано 18 особей.

На момент 30 мая все особи генеративного возраста находятся в стадии распускания бутонов – начала цветения, на 7 августа 92% особей находятся в стадии созревания плодов, к концу августа начинается увядание надземной части.

Для фитохимического анализа собранные образцы растения высушивались до воздушно-сухого состояния и измельчались до размера частиц 0.5 мм (12). Наличие БАВ определяли по общепринятым методикам [2, 9]. Определение количественного содержания дубильных веществ проводили методом перманганатометрического титрования, содержание суммы дубильных веществ в % рассчитывали по отношению к массе абсолютно сухого сырья (3).

В результате в надземных органах во все фазы вегетации обнаружены дубильные вещества, флавоноиды, сапонины, в фазу бутонизации в листьях и стеблях присутствовали также кумарины. В корнях растения содержатся дубильные вещества, сапонины, следы алкалоидов и в фазу бутонизации – антоцианы. Флавоноиды в корнях не были обнаружены.

Содержание дубильных веществ представлено в таблице.

Таблица

Содержание дубильных веществ в горце растопыренном (% к массе абсолютно сухого сырья)

Фаза вегетации/ орган растения	листья	черешки	соцветия	корни
Бутонизация	24.94 ± 0.34%	16.94 ± 0.29%	27.98 ± 0.49%	29.63 ± 0.58%
Цветение	18.22 ± 0.31%	12.93 ± 0.42%	16.40 ± 0.50%	14.21 ± 0.49%
Плодоношение	12.11 ± 0.29%	9.59 ± 0.37%	13.83 ± 0.37%.	16.44 ± 0.25%

Исходя из данных таблицы следует, что содержание дубильных веществ варьировало от 9.59 ± 0.37% в стеблях до 29.63 ± 0.58% в корнях. В листьях содержание дубильных веществ находилось в пределах от 24.94 ± 0.34% в фазу бутонизации до 12.11 ± 0.29% в фазу плодоношения. В черешках – от 16.94 ± 0.29% в фазу бутонизации до 9.59 ± 0.37% при плодоношении. В соцветиях содержание дубильных веществ составило от 27.98 ± 0.49% до 13.83 ± 0.37%. В корневой системе минимальное содержание дубильных веществ отмечено в период цветения (14.21 ± 0.49%), максимальное – в фазу бутонизации (29.63 ± 0.58%).

По сравнению с литературными данными (Иванова, Лукша, 2015), *Aconogonon divaricatum* из Бурятии отличается большим содержанием дубильных веществ во все периоды вегетации, в связи с чем может быть рекомендован для более углубленного изучения с целью использования в медицинской практике.

## Литература

1. Базарон Э.Г., Баторова С.М. Тибетская рецептура в традиционной монгольской медицине (по материалам трактата «Онцар гадон»). Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2002. 164 с.
2. Георгиевский В.П., Комисаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е.. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск: Наука, 1990. 333 с.
3. Государственная Фармакопея РФ, 2018. М. Изд-е XIV. Т. IV. С. 5879. [Электронный ресурс]. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (дата обращения: 12.09.2023).
4. Демиденко Г.А. Фитолекарственные ресурсы: учеб. пособие. Красноярск: 2020. 224 с. (для бакалавриата). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.krau.ru> (дата обращения 26.10.2021).
5. Иванова Е.В., Лукаша Е.А., Калинин Г.И., Погодин И.С., Корнеева И.Н., Савченко И.А., Степанов А.Ф. Количественная оценка катехинов и антоцианов в растении *Aconogonon divaricatum* L. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2017. Т. 20, № 3. С. 3–6.
6. Иванова Е.В., Лукаша Е.А., Калинин Г.И., Погодин И.С. Определение катехинов и лейкоантоцианов в надземной и подземной частях *Aconogonon divaricatum* // Вестник волгоградского государственного медицинского университета. 2016. № 4 (60). С. 118–120.
7. Иванова Е.В., Лукаша Е.А. Содержание дубильных веществ в надземной и подземной частях *Aconogonon divaricatum* // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 86.
8. Кузнецова Е.Н. Эколого-биологические основы интродукции горца Забайкальского (растопыренного) *Polygonum divaricatum* L. в Иркутской области: Дис. ... канд. пед. наук : 03.00.16ю ИрГСХА. Иркутск, 1999. 237 с.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
10. Николаева Г.Г., Бальхаева М.В., Николаева И.Г., Маняк В.А. Изучение фенольного состава растений: горца растопыренного, г. узколистного, г. земноводного, г. птичьего методом ВЭЖХ // Вестник Бурятского гос. ун-та. 2012. Спецвыпуск. С. 127–131.
11. Определитель растений Бурятии / под ред. О.А. Аненхонова. Улан-Удэ, 2001. 672 с.
12. Правила сбора лекарственных растений. М.: Медицина, 1989. 406 с.
13. Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 1. Семейства Magnoliaceae – Juglandaceae, Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae, Urticaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 421 с.
14. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Magnoliaceae – Limoniaceae / Отв. ред. А.А. Федоров. Л., 1985. 460 с.
15. Флора Сибири. Salicaceae – Amaranthaceae: определитель / Сост. М.Н. Ломоносова, Н.М. Большаков, И.М. Красноборов и др. В 14 т. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. Т. 5. 312 с.

## МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ *IN VITRO* НА ГОРМОНАЛЬНЫХ СРЕДАХ

С.А. Астамирова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

## MICRONAL STRAWWBERRY REPRODUCTION *IN VITRO* USING HORMONAL MEDIA

S.A. Astamirova

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

В современном мире важно выращивание экономически значимых сельскохозяйственных культур, пользующихся высоким спросом на международном рынке. Одной из наиболее распространённых ягодных культур считается земляника садовая. Используя высокотехнологичные методы и оборудование, мы способны получить здоровый посадочный материал и производить круглогодичную поставку продукции. Выращивание растений *in vitro* обеспечивает защищенность от патогенов генетически однородного материала. Снабжение гомогенным материалом достигается путем микрклонального размножения.

Для получения оздоровленной культуры пяти сортов земляники садовой семена высаживались на питательные среды в ламинарном боксе, позволяющий произвести посев семян в стерильных условиях. Прежде чем посадить, семена обрабатывали стерилизующим раствором: дистиллированная вода, спирт, перекись водорода в соотношении 40:3:3. Посев производился на питательные среды MS0и QL для определения наиболее оптимальной. Было высажено по 200 семян сорта Александрина на каждую среду. Растения росли при температуре +23°C и интенсивностью освещения равной 9000 lux, под светодиодными светильниками с цветовой температурой 2700 К. Процент всхожести семян на MS в 2 раза превзошел всхожесть на QL, что определило пригодную среду для культивирования земляники.

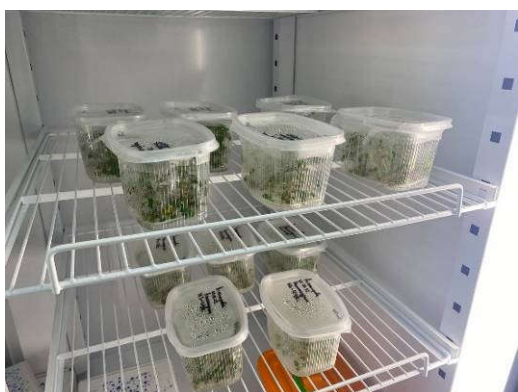


Рис. 1. Земляника в условиях *in vitro*

Гистограмма 1. Количество посаженных и взошедших семян

Далее было высажено 5 сортов ремонтантной земляники, росших при вышесказанных условиях. Оздоровленный материал земляники садовой получили в количестве 1021 семени, 422 из которых приходилось на Александрину, 218 – на Барона

Солемахера, 200 – на Золушку, 124 – на Руяну и 57 – на Золотинку. Сорт Золушка показал себя как наиболее продуктивный сорт, давший всхожесть 59%.

По истечению трех месяцев растения достигли размеров, пригодных для микроклонирования (стебель  $\approx$  6.5см). Перед размножением они подверглись обработке стерилизующим раствором. Далее образовавшиеся почки отделяли от материнского растения и высаживались в среду. В качестве улучшения ростовых показателей растений используются фитогормоны. Концентрация используемых гормонов зависит от видовых и сортовых особенностей растения. Фитогормоны и другие стимулирующие вещества должны подбираться в зависимости от потребностей растения.

Для установления наиболее оптимальных гормонов и их концентрации было приготовлено 5 сред: MS0, MS + ИУК 0.5мг/мл., MS + ИУК 1мг/мл., MS + БАП 0.5мг/мл., MS + БАП 1мг/мл. произведение микроразмножение происходило в следующем порядке:

Этапы микроклонального размножения:

1. Выбор растения-донора, изолирование эксплантов и получение хорошо растущей стерильной культуры;
2. Микроразмножение;
3. Укоренение размноженных побегов с последующей адаптацией их к почвенным условиям.

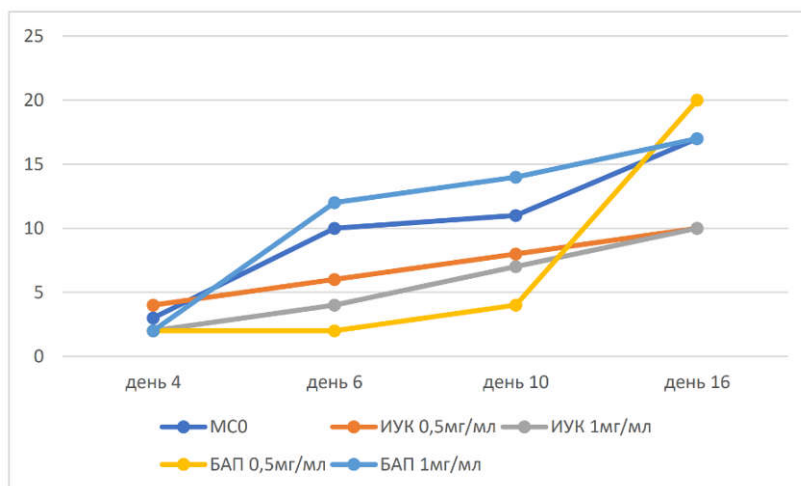


Рис. 2. Микроклоны земляники

Гистограмма 2. Количество новообразовавшихся листьев шт./день

На одну среду пришлось по 6 пробирок объемом 50 мл. Всего из 30 микроклонов прижилось 16. По прошествии шести дней растения укоренились, стали образовываться новые экспланты. Наибольшую продуктивность в образовании вегетативных побегов показали клоны на среде БАП 0.5 мг/мл., что также подтверждается в статье Т.В. Плаксиной «Микроразмножение земляники садовой сорта Московский деликатес». Характерной чертой относительно образовавшихся листьев для растений, высаженных на ИУК 0.5 мг/мл. стало образование ростков в корнях. По данным из таблицы, MS0 и MS + БАП 1 мг/мл одинаково стимулируют развитие листьев, что показывает, что данная концентрация не оказывает положительного эффекта на растение. Неподходящим для образования вегетативных побегов оказался гормон ИУК в концентрациях 0.5 мг/мл и 1мг/мл. Положительный эффект на ризогенез оказал ИУК в концентрации 1мг/мл.

Одним из активно используемых на гидропонике субстратом является минеральная вата. Однако минеральная вата неустойчива к засолению и содержит компоненты, способные взаимодействовать с питательным раствором, что усложняет контроль минерального питания. В связи с этим используется кокосовый субстрат, который абсолютно инертен. Субстрат для выращивания земляники на сити-ферме готовился

из смеси кокосовых чипсов и кокосового торфа в отношении 1/3 частям. Смесь промывается раствором кальциевой селитры (1600 ppm) для удаления ионов натрия из кокоса, затем вымачивали 2 суток в растворе «YaraLiva Calcinit» при ЕС=1600 ppm и 1 сутки в растворе этого же удобрения при ЕС=700 ppm. Растения в количестве 80 шт были перенесены на сити-ферму в кокосовый субстрат. Саженьцы росли при условиях повышенной интенсивности освещения – 17000 lux. Минеральное питание обеспечили подачей экспериментальной питательной среды 350 мл/сут на растение.

При переносе растений на сити-ферму устьичный аппарат растений продолжает работать также активно, как в пробирочной культуре, где поддерживается высокая влажность. Для недопущения гибели саженцев используется метод адаптации растений к условиям *ex vitro* путем ограничения транспирации. Экспериментальная группа, состоящая из 70 растений, подверглась адаптации путем ограниченной транспирации, которая прошла успешно для 61. В контрольной группе, где метод не применялся, коэффициент приживаемости составил 0. В общей сложности приживаемость составила 86.7%.

### Литература

1. *Бородаева Ж.А., Муратова С.А., Кулько С.В., Тохтарь Л.А.* Влияние различных источников углеводного питания на ризогенез микрочеренков ягодных культур в условиях *in vitro* // Биологические науки. Белгород, Мичуринск, 2017. С. 21–35.
2. *Князева И.В.* Изучение особенностей ризогенеза у нового сорта земляники садовой *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство, 2016. Том XXXXVI. С. 139–142.
3. *Маркова М.Г., Сомова Е.Н.* Влияние регулятора роста НВ-101 и экспериментальных светодиодных фитооблучателей на ризогенез земляники садовой (*Fragaria Ananassa Duch*) в условиях *in vitro* // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4 (60). С. 28–33.
4. *Маркова М.Г., Сомова Е.Н.* Приемы повышения укореняемости микропобегов земляники садовой в культуре *in vitro* // Вестник Марийского государственного университета серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». Ижевск, 2017. Т. 3, № 2 (10). С. 34–38.
5. *Катаева Н.В., Бутенко Р.Г.* Клональное микроразмножение растений. М.: Наука, 1983. 97 с.
6. *Манжелесова Н., Волюнец А.* Фитогормоны и фенольные соединения в борьбе с болезнями растений // Наука и инновации. 2015. С. 62–65.

**ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА *SAPOSHNIKOVIA DIVARICATA* (TURCZ.) SCHISCHK.) В БОРЗИНСКОМ РАЙОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ**

**М.В. Гилёва, О.А. Попова, Т.Е. Ткачук, Н.А. Чашчина, А.П. Лесков,  
Ю.В. Никифорова, М.В. Лаевская**

*Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия*

**ESTIMATION OF *SAPOSHNIKOVIA DIVARICATA* (TURCZ.) SCHISCHK.)  
RESOURCE POTENTIAL IN BORZINSKY DISTRICT OF ZABAİKALSKY KRAI**

**M.V. Gilyova, O.A. Popova, T.E. Tkachuk, N.A. Chashchina, A.P. Leskov,  
Yu.V. Nikiforova, M.V. Layevskaya**

*Transbaikal State University, Chita, Russia*

Сапожниковия растопыренная (ледебуриелла растопыренная) – *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk – многолетнее монокарпическое стержнекорневое растение семейства *Apiaceae*, основной ареал которого в Российской Федерации сосредоточен в Забайкальском крае [1, 4]. В природных условиях произрастает в степях в небольшом обилии. На залежах в степных и лесостепных районах Забайкалья часто бывает очень обильна. В последние годы вид подвержен хищническому истреблению в связи с незаконным экспортом корневого сырья в Китай и Монголию, где оно активно применяется в практике традиционной медицины. В связи с невозможностью вегетативного размножения и изъятием при заготовках корневого сырья, численность популяций вида неуклонно сокращается, некоторые из них полностью уничтожаются. Несмотря на то, что в 2019 году вид внесен в Перечень объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Забайкальского края, с категорией редкости 4 [5], объемы заготовок *S. divaricata* на территории Забайкальского края не снижаются. В российской медицинской практике лекарственное сырье *S. divaricata* не используется, вид находится на стадии изучения. Основная масса исследовательских работ направлена на детализацию химического состава растения и фармакологической активности его компонентов [2, 6, 7], при этом достоверные данные о ресурсной базе вида отсутствуют.

Борзинский район находится на юге Забайкальского края и граничит с Монголией; на его территории абсолютно преобладают степные ландшафты. На протяжении нескольких лет на территории этого района велась интенсивная заготовка корневого сырья сапожниковии на залежах. Оценка ресурсного потенциала *S. divaricata* производилась по результатам экспедиционных исследований 2022 г. по стандартной методике определения ресурсов лекарственного сырья [3] методом модельных экземпляров на конкретных зарослях в пределах залежных земель, на которых отмечено относительно высокое обилие вида.

В Борзинском районе исследование ресурсного потенциала *S. divaricata* проводили в пределах трех залежей: первая – 19 км на северо-восток от с. Соловьевск, вторая – 24 км на северо-восток от с. Соловьевск, третья – 7 км на восток от ст. Шерловая Гора (координаты исследованных залежей приведены в таблице 1).

Вес товарного экземпляра *S. divaricata* в состоянии естественной влажности колеблется от  $0.3 \pm 0.32$  г до  $2.0 \pm 0.28$  г, в воздушно-сухом состоянии – от  $0.09 \pm 0.01$  до  $0.64 \pm 0.09$  г, вес товарного экземпляра максимален на второй залежи и минимален – на первой; на третьей залежи вес товарного экземпляра составляет  $0.3 \pm 0.32$  г ( $0.09 \pm 0.01$  г в воздушно-сухом состоянии); коэффициент усушки достигает 31–34%.



Таблица 1

Коэффициент усушки сырья *Saposhnikovia divaricata* в Борзинском районе

№	Расположение залежи		Вес товарного экземпляра естественной влажности, г	Вес товарного экземпляра воздушно-сухого состояния, г	Коэффициент усушки, %
	град. с.ш.	град в.д.			
1	50.003232	115.915531	0.73±0.10	0.25±0.04	34
2	50.017189	115.96948	2.0±0.28	0.64±0.09	34
3	50.538985	116.505089	0.3±0.32	0.09±0.01	31

Ресурсный потенциал *S. divaricata* на исследованных территориях представлен в таблице 2.

Таблица 2

Ресурсный потенциал *Saposhnikovia divaricata* в Борзинском районе

№	Кол-во модельных экземпляров на 1 м <sup>2</sup> (шт.)	Урожайность сырья естественной влажности, на 1 м <sup>2</sup> (г)	Эксплуатационный запас (кг)*	Биологический запас (кг)	Доля эксплуатационного запаса в биологическом, %
1	0.10±0.01	0.07±0.001	5.78	14.95	39
2	0.26±0.04	0.51±0.03	38.25	239.39	16
3	0.08±0.009	0.02±0.0001	1.53	105.53	1
Итого			45.56	359.88	

Примечание: \*в таблице указан расчетный эксплуатационный запас во всех популяциях *S. divaricata* без учета наличия зарослей вида

На исследованных территориях отмечено малое количество модельных экземпляров *S. divaricata* на 1 м<sup>2</sup>: минимальное количество экземпляров зафиксировано на залежи 3 – 0.08±0.009 шт, максимальное – на залежи 2 – 0.26±0.04 шт., на первой залежи получено промежуточное значение между выше описанными – 0.10±0.01 шт. Урожайность сырья на исследованных залежах варьирует в достаточно больших пределах, она минимальна на залежах № 1 и 3 (0.07±0.001 и 0.02±0.0001 г/м<sup>2</sup>) и достигает 0.51±0.03 г/м<sup>2</sup> на залежи №2. Урожайность в равной мере зависит как от количества модельных экземпляров, так и от их массы (рис.).

Выявлена прямая положительная зависимость урожайности от количества модельных экземпляров на 1 м<sup>2</sup> от очень сильной на залежах № 1 и № 3 (коэффициент корреляции равен 1) до высокой на залежи № 2 (коэффициент корреляции равен 0.8). Также проявляется очень сильная прямая положительная зависимость урожайности от массы модельного экземпляра: на залежах № 1 и № 2 коэффициент корреляции равен 0.9, на залежи № 3 данный коэффициент равен 1. Связь между массой надземной части и массой сырьевой части растения определена как очень сильная (коэффициент корреляции равен 0.9).

Биологический запас *S. divaricata* в Борзинском районе составляет 359.88 кг в пересчете на воздушно-сухое сырье. Максимальный биологический запас соответствует второй залежи (239.39 кг), более чем в два раза меньшее количество – третьей залежи (105.53 кг), минимальное количество – первой (14.95 кг).

Доля эксплуатационного запаса в биологическом запасе зависит от возрастного спектра исследованных популяций *S. divaricata*, минимальная доля (1%) соответствует залежи 1; 16% и 39% соответственно залежам два и три (таблица 2).

Запас сырья товарных экземпляров в популяциях невелик, максимум (38.25 кг) соответствует второй залежи, на первой и третьей залежах запас сырья составляет 1.53 и 5.78 кг соответственно.

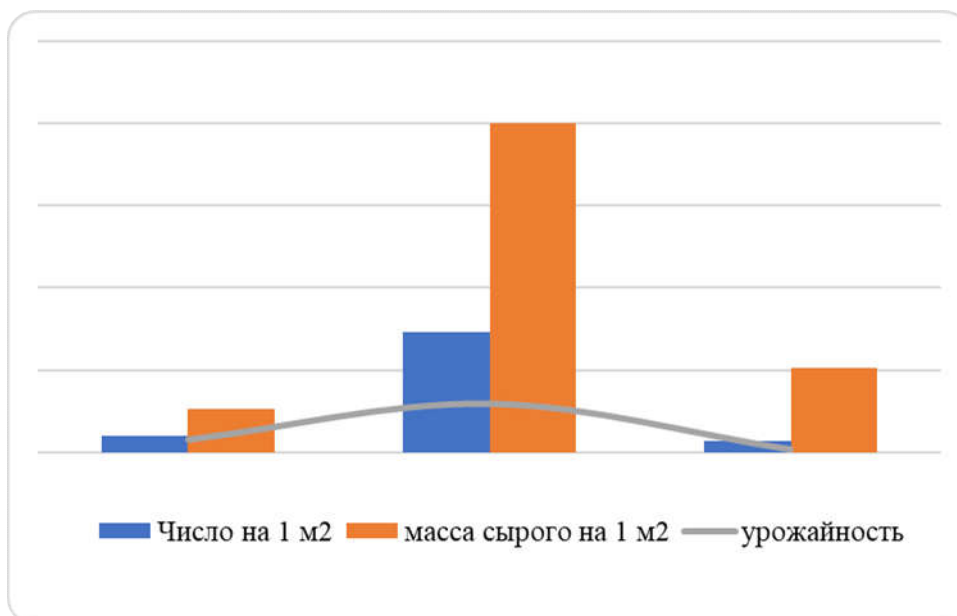


Рисунок. Взаимосвязь числа, массы товарных экземпляров и урожайности *S. divaricata*

В целом, в Борзинском районе при наличии ресурсного потенциала, расчетный эксплуатационный запас сырья *S. divaricata* воздушно сухого состояния составляет 45.56 кг, что говорит об отсутствии на исследованной территории зарослей изучаемого вида и эксплуатационного запаса, как такового, в результате существенного перепромысла предшествующих лет. Поэтому заготовка корневого сырья на сегодняшний день без ущерба для популяции невозможна. Необходимы дальнейшие исследования по биологии и ресурсам сырья исследуемого вида.

Работа выполнена на средства гранта РНФ по проекту № 22-24-20080 от 25.03.2022 «Инвентаризация лекарственных растений Забайкальского края и оценка ресурсного потенциала лекарственных растений на примере сапожниковии растопыренной (*Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk)».

### Литература

1. Бусик В.В., Водопьянова Н.С., Иванова М.М. и др. Флора Центральной Сибири в 2 Т., Т.2. Новосибирск, Наука, 1979. 677 с.
2. Макаров В.П., Солодухина М.А., Малых О.Ф. и др. Содержание химических элементов в корнях *Saposhnikovia divaricata* (Ариáceae) в Забайкальском крае / Растительные ресурсы. 2022. Т. 58, № 4. С. 402–416.
3. Методика определения запасов лекарственных растений [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9032337> (дата обращения: 07.09.2023).
4. Пименов М.Г., Власова Н.В., Зувев В.В. и др. Флора Сибири Т.10. *Geraniaceae–Cornaceae*. Новосибирск, Наука, 1996. 252 с.
5. Постановление Правительства Забайкальского края от 28 августа 2019 года № 350 «О внесении изменения в раздел 1 «Отдел Покрытосеменные – *Angiosperma*» Перечня объектов растительного мира, занесенных в Красную книгу Забайкальского края, утвержденного постановлением Правительства Забайкальского края от 16 февраля 2010 года № 52 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550188977?marker> (дата обращения: 07.09.2023).
6. Рабданова Н.П. Исследование суммы кумаринов *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk / Санкт-Петербургские научные чтения – 2019. Тезисы VIII международного молодежного медицинского конгресса. Санкт-Петербург, 2019. С. 267–268.
7. Урбагарова Б.М., Тараскин В.В., Раднаева Л.Д. Применение в медицине *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk // Вестник Бурятского государственного университета. Медицина и фармация. 2021. № 1. С. 31–39.

## БИОТЕХНОЛОГИЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ – ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ

**А.О. Игнатъева, Е.В. Плотников**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## BIOTECHNOLOGY OF MEDICINAL PLANT – LEUCEA CARTHAMOIDES

**A.O. Ignateva, E.V. Plotnikov**

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

На территории России находится большое количество видов растений, занесенных в Красную Книгу, что юридически определяет охранный статус и требует мер по их сохранению. Одним из особо охраняемых видов растений является левзея сафлоровидная (*Rhaponticum carthamoides* Willd). Левзея, или маралий корень – это многолетнее травянистым лекарственным растением, является эндемическим видом Сибири.

В левзее содержатся дубильные вещества, смолы, каротин, аскорбиновая и другие органические кислоты. Таким образом, левзея обладает адаптогенными, психостимулирующими, антикоагулянтными свойствами, а также антиоксидантной активностью. Основными веществами данного растения являются фитостероиды, в частности 20-гидроксиэкдизон («экдистен»), который обладает анаболическим действием. Экдистен показал высокие фармакологические свойства, но оказался недоступным для широких масс препаратом из-за высокой стоимости.

На сегодняшний день настойка левзеи используется в производстве напитка «Саяны», бальзамов «Горно-Алтайск», «Сибирь», «Русский бальзам»[1].



Рис.1. Распространение левзеи сафлоровидной на территории России.

На территории Сибири культивирование некоторых лекарственных растений в открытом грунте затруднено из-за специфических климатических и эдафических условий, например, короткого лета, ранних заморозков. Поэтому необходимо подобрать условия, которые имитировали естественную среду ареала, где произрастает данное растение. В связи с этим необходимо разработать методы культивирования лекарственных растений в искусственных условиях.

Один из методов культивирования – размножение *in vitro*, который позволяет независимо от условий окружающей среды выращивать растения, при этом минимизирует потери материала за счет контролируемых условий и поддержания культур в стерильной среде.

Целью работы стало создание технологии получения оздоровленного материала левзеи сафлоровидной из семян, полученных с естественных сред обитания, с использованием культуры *in vitro*.

Задачи:

- получить культуру левзеи сафлоровидной *in vitro*;
- адаптировать левзею к условиям сити-фермы;
- изучить вегетацию растений на сити-ферме;
- провести интродукцию в условиях *ex vitro*.

Для введения левзеи в культуру *in vitro* выбрана агаризованная питательная среда Мурасиге-Скуга (MS) модифицированная гибберелиновой кислотой в концентрации 1 мг/л. Для получения здорового материала осуществляли этап стерилизации. Семена выкладывались в воронку со стерильным фильтром и обрабатывали тремя повторами стерилизующим раствором: 96% этанол, 40% перекись водорода, стерильная дистиллированная вода в соотношении 13:1:1 соответственно. Семена после каждого повтора оставляли на 10 минут под УФ-излучением [7].

На застывшую в пробирках среду MS высаживали семена левзеи. Пробирки закрывали фольгой и парафином для сохранения стерильности. Штативы с пробирками помещались на стеллаж на белый свет под люминесцентные лампы (ЛЮКС). Семена левзеи высаживали тремя партиями по 25 штук. Из 75 посаженных семян получено в культуре *in vitro* 45 стерильных растений, общая всхожесть на агаризованной питательной среде MS составила 76%.



Рис. 1–3. Проростки левзеи на питательной среде MS

Полученные проростки левзеи высаживались на специальную установку – сити-ферму компании iFarm. Сити-ферма представляет собой вертикальную систему капельного полива, которая позволяет экономить место, питательный раствор и дает больше места для выращивания сельскохозяйственных культур. В качестве субстрата использовали кокосовые чипсы, которые смешивались с кокосовым торфом в соотношении 1:3, заливали, водой с добавлением соляной кислоты и доводились селитрой до 1600 ppm.

Для перехода к условиям *ex vitro* проводили этап адаптации. Проростки левзеи высаживали в горшки с кокосовым субстратом, накрывали пластиковыми колпачками и открывали раз в сутки, увеличивая каждый день продолжительность проветривания (табл.) [6]. Левзею поливали экспериментальной средой, содержащей макро- и микроэлементы.

Таблица

Адаптация к условиям *ex vitro*

Сутки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Время проветривания, мин	5	15	20	25	30	35	40	60	90	120	150	180

Из каждой группы проростков взяли по 10 штук и пересаживали на подготовленный кокосовый субстрат. На момент посадки каждое растение имело по 2(±1) настоящих листа. Получено 26 адаптированных растений, приживаемость на сити-ферме составила 87%.

Адаптация длилась 12 суток, после убрали пластиковые колпачки. На 30 сутки среднее количество листовых пластинок на 1 растение составило 6 штук, выброс цветоноса наблюдали на 42 сутки. Всего на сити-ферме зацвело 2 растения. Завязи с семенами не наблюдали.



Рис. 4. Адаптация к условиям *ex vitro*



Рис. 5. Адаптированные растения левзеи

В мае, через 60 суток, растения интродуцировали на экспериментальную площадку МАОУ Школы «Перспектива». На настоящий момент все растения успешно прошли акклиматизацию к летним условиям.

## Литература

1. Абдувохидов А.Т., Кароматов И.Д. Левзея сафроловидная, большеголовник, маралий корень – растение адаптоген // Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». 2017. № 2. С. 180–186.
2. Авксентьева О.А., Петренко В.А. Биотехнология высших растений: культура *in vitro* // Учебно-методическое пособие. 2011. 60 с.
3. Алешкин В.А., Афанасьев С.С., Борисова О.Ю., Каргальцева Н.М., Кочеровец В.И. Роль питательной среды в получении гемокультуры // Материалы II Национального конгресса бактериологов, 2016. № 3. С. 37.
4. Каренов Р.С., Бекишев К.Б. Биотехнология: ее роль и место в научно-техническом прогрессе // Вестник Карагандинского университета. 2018. №3 (93). С. 53–56
5. Каренов Р.С. Биотехнология как приоритетное направление индустриально-инновационного развития Казахстана // Серия «Биология. Медицина. География». 2015. № 1 (77). С. 50–61.
6. Каретников А.И., Плотников Е.В. Оценка пригодности различных сортов садовой земляники для гидропонного культивирования // XXIV Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета. 2022. Часть 1. С. 68–69.
7. Карначук Р.А., Дорофеев В.Ю., Гвоздева Е.С., Медведева Ю.В., Ефимова М.В., Чурин А.А., Глухова Л.Б. Создание клеточной культуры трансгенного табака с геном интерлейкина-18 человека как продуцента белков медицинского назначения // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 1. С.75–86.
8. Конинская Н.Г., Малярковская В.И., Рахмангулов Р.С. Введение в культуру *in vitro* *osmunda regalis* l. introducing *osmunda regalis* l. *in vitro* // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. С. 86–91.
9. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassay with Tobacco Tissue Culture // *Physiologia Plantarum*. 1962. Vol. 15, № 13. P. 473–497.

## ИЗУЧЕНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ В ГИДРОПОННОЙ КУЛЬТУРЕ

А.И. Каретников, Е.В. Плотников

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*

## RESEARCH ON WATER CONSUMPTION OF STRAWBERRY ON HYDROPONICS

A.I. Karetnikov, E.V. Plotnikov

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Продуктивность вегетации и урожайность плодово-ягодных культур зависит от множества факторов, таких как минеральное питание, освещение, используемые субстраты и ирригационный режим.

Одним из важных используемых при планировании ирригации культур показателей является водопотребление, приравниваемое обычно к эвапотранспирации – количеству влаги, испаряющейся со всей поверхности растения [1]. Обычно данный параметр определяют биоклиматическими методами, в силу низкой точности и непригодности для статичного климата защищенного грунта и городских ферм (гидропоника, аэропоника) применимыми только для открытого грунта [2]. В условиях гидропоники, подобно измерению транспирации, возможно применение весового метода в первую очередь системе капельного полива. Однако упомянутый способ не позволяет оперативно оценивать эвапотранспирацию. Отсюда возникает необходимость разработки простых в применении и точных комплексных методов, специфичных условиям гидропонии.

Максимально простым решением сочли сопоставление текущих значений водопотребления и ростовых параметров растений. Для исследуемых культур (земляника садовая сорта Сан Андреас, земляника лесная сортов Александрина и Барон Солемахер), вегетирующих в системе капельного полива при  $t = 23\text{--}25^\circ\text{C}$ , освещенности 15000–17000 лк и влажности воздуха 55–60%, выбрали следующие показатели: диаметр, высота растения и количество розеток.

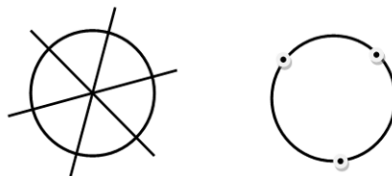


Рис. 1. Схема измерения диаметра (слева) и высоты (справа) растения. Прямыми обозначено положение линейки при осуществлении измерений в горизонтальной плоскости, точками – в вертикальной. Для получения каждого параметра проводят три измерения и берут медиану.

Водопотребление определяли следующим образом: ежедневно с 12:00 до 13:00 после полива измеряли массу емкости с растением. Суммарное водопотребление рассчитывали по формуле:

$$E = \Delta m \div \Delta t, \text{ где}$$

$\Delta m$  – изменение массы емкости с растением между измерениями;

$\Delta t$  – время между измерениями

$E$  – водопотребление.

Садовую землянику сорта Сан Андреас (38 растений) получили из саженцев типа «трей». Трей пикировали в минеральную вату на систему капельного полива и культивировали при описанных выше условиях 60 сут с орошением по 180 мл/сут на растение, затем одновременно измерили ростовые показатели и водопотребление [3].

Лесную землянику сортов Александрина и Барон Солемахер (по 10 растений каждого сорта) получили *in vitro* из семян на среде Мурасиге-Скуга (0), затем пикировали в систему капельного полива с использованием кокосового субстрата и адаптировали по алгоритму из таблицы 1. С 11 по 23 сут гидропонного выращивания измеряли водопотребление и ростовые показатели. Питательный раствор подавали ежедневно в объеме, соответствующем последнему полученному среднему значению водопотребления сорта.

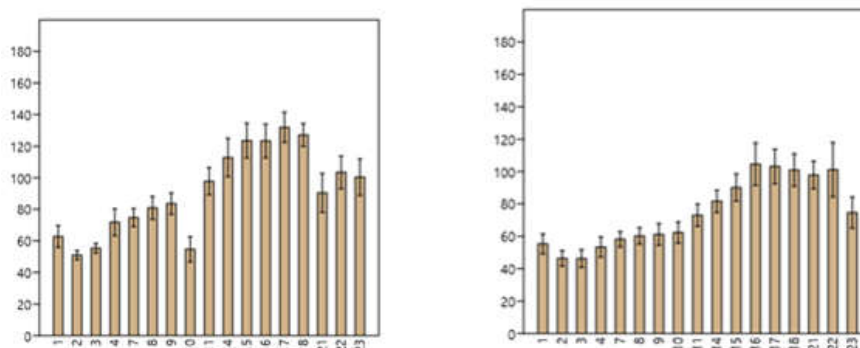


Рис. 2. Сравнение водопотребления лесной земляники сортов Александрина и Барон Солемахер в динамике. По оси X – время, сут; по оси Y – эвапотранспирация, г/сут.

Для лесной земляники установили, что сорт Александрина потребляет в среднем на 21.5% больше влаги, чем Барон Солемахер.

Гипотезу об отсутствии или наличии взаимосвязи между ростовыми показателями и суммарным водопотреблением проверили посредством корреляционного анализа (Результаты показаны в табл. 1).

Таблица 3.

Корреляция водопотребления и ростовых показателей земляники ( $r_{кр} = 0.17$ ;  $\alpha = 0.05$ ;  $n = 114$  для лесной земляники;  $r_{кр} = 0.36$ ;  $\alpha = 0.05$ ;  $n = 38$ ).

Сорт	Высота растения	Диаметр растения	Кол-во розеток
Александрина	0.609	0.614	0.612
Барон Солемахер	0.606	0.63	0.69
Сан Андреас	0.64	0.64	0.55

Так как зависимость для всех исследуемых пар параметров статистически значима, имеет смысл применение регрессионного анализа для определения приблизительных значений водопотребления для каждого значения изучаемых морфометрических показателей в исследованных диапазонах (табл. 3) [4]. Уравнения регрессии рассчитали для функции Y (эвапотранспирация) и ростовых параметров (переменная X). Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Уравнения регрессии водопотребления и ростовых параметров растений.

Сорт	Высота растения	Диаметр растения	Кол-во розеток
Александрина	$Y = 0.68286X - 29.116$	$Y = 0.35549X + 0.24807$	$Y = 4.3042X + 51.727$
Барон Солемахер	$Y = 0.57929X - 10.926$	$Y = 0.31178X + 8.6091$	$Y = 4.2307X + 39.34$
Сан Андреас	$Y = -3.0826X + 537.64$	$Y = 0.54357X - 34.286$	$Y = 29.463X + 111.08$

Таблица 3.

Изученные диапазоны значений ростовых параметров.

Сорт	Высота растения, мм	Диаметр растения, мм	Кол-во розеток
Александрина	[60; 290]	[60; 360]	[1; 20]
Барон Солемахер	[60; 210]	[60; 330]	
Сан Андреас	[150; 300]	[280; 540]	[1; 5]

Полученные в ходе вышеописанных экспериментов данные могут быть полезны при планировании ирригационного режима растений земляники изученных сортов.

## Литература

1. Черемисинов А.Ю., Черемисинов А.А. Выбор метода расчета водопотребления сельскохозяйственными культурами при орошении // Вестник Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2015. №. 4–2. С. 48–55.
2. Романов И.А., Лихацевич А.П., Латушкина Г.В. Влияние способа определения биотермических коэффициентов водопотребления растений на точность расчета водного баланса почвы. // Мелиорация. 2021. №. 1. С. 49–60.
3. Каретников А.И., Плотников Е.В. Изучение зависимости водопотребления вегетирующей на гидропонике садовой земляники сорта «Сан Андреас» от размеров растения // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 27 февраля 2023 года. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. С. 91–93.
4. Мельник Э.В., А.В. Козловский, В.А. Переверзев Интеллектуальная система бесконтактного биологического мониторинга и прогнозирования для водных экосистем // Известия Тульского гос. ун-та. Техн. науки. 2022. №. 2. С. 103–110.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПИЛОК ДЕРЕВЬЕВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *PLEUROTUS DJAMOR*

В.А. Кноль<sup>1</sup>, Е.В. Плотников<sup>2</sup> А.В. Функ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АОУ Школа «Перспектива», г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

## USE OF SAWDUST OF TREES OF TOMSK REGION AS RAW MATERIALS FOR CULTIVATION OF *PLEUROTUS DJAMOR*

V.A. Knol<sup>1</sup>, E.V. Plotnikov<sup>2</sup> A.V. Funk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Municipal Autonomous Educational Institution «Perspektiva» School, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Леса – один из наиболее значимых активов территории Сибири, при этом около 20% (более 28.8 млн га) лесных ресурсов Западной Сибири находятся в Томской области [12]. Хвойные породы деревьев представляют большой интерес для промышленности. Кедровые леса активно вырубаются. После рубки на их месте формируются вейниковые вырубки. Возобновительный процесс протекает через смену кедра на березу и осину [9]. Древесину этих деревьев используют для постройки домов, как кровельный и пиломатериал, а также при производстве фанеры, целлюлозы, спичек и токарном деле. В процессе деревообработки производится значительное количество отходов – опилок.

На сегодняшний день в России культивируют шампиньоны, вешенки и прочие грибы. При этом 79% объема культивирования грибов принадлежит шампиньонам (*Agaricus bisporus*), 20% – вешенке (*Pleurotus ostreatus*) и 1% – другим грибам. [10] *Pleurotus djamor* Voedijn (1959) является пищевым аналогом *P. ostreatus* при более быстром росте в условиях повышенных температур и высоких пищевых ценностей.

Целью работы стало создание технологии получения плодовых тел *P. djamor* на субстрате, основанном на опилках деревьев Томской области. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи: подтвердить молекулярными методами принадлежность штамма к *P. djamor*; получить маточный и зерновой мицелий; изучить влияние исследуемых экстрактов опилок деревьев на рост мицелия; оценить продуктивность на экспериментальном субстрате.

*P. djamor* – ксилотроф, поселяющийся как на мертвой, так и на живой древесине и обычно образующий плодовые тела группами. Ареал распространения охватывает Южную и Юго-Восточную Азию, другие тропические регионы (Гавайи, Австралия, Новая Зеландия, Мексика). В России встречается на Дальнем Востоке [1, 2, 8]. В природных условиях

*P. djamor* плодоносит с мая по октябрь на влажной древесине осины, березы, дуба, тополя и других лиственных пород.

В состав *P. djamor* входит множество важных элементов и соединений для человека: витамины РР, Е, А, D и группы В; биотин, биофлавоноиды; различные ферменты и кислоты; минералы [11]. Таким образом, *P. djamor* проявляет гематологические, противовирусные, противоопухолевые, антибиотиковые, антибактериальные, гипохолестериновые и иммуномодулирующие свойства. [5] Калорийность свежих плодовых тел гриба колеблется в диапазоне от 38 до 43 килокалорий на 100 г. Из них: 0.28 г – жиры; 3.05 г – белки; 4.56 г – углеводы [7].

Все работы проводились в лабораториях МАОУ Школы «Перспектива». Лабораторную посуду и инструменты стерилизовались в сухожаровом шкафу в режиме 150 мин при температуре 160°C. Питательные среды, субстраты и экстракты

автоклавировали при 1 атм, 121°C в течение 60 мин. ДНК выделяли с помощью набора реагентов «ДНК-экстран» для выделения геномной ДНК из чистой культуры изолята. ПЦР проводили с праймерами ITS1-F и ITS4-B. Подтверждали методом электрофореза в 1% агарозном геле, визуализацию фрагментов ДНК осуществляли красителем ДНК dsGreen. Идентификацию штамма проводили в программе UGENE 44. Установили видовую принадлежность штамма по анализу последовательности участка ITS в базе данных NCBI. Филогенетическое дерево строили в MEGA 11 методом ближайшего соседа с бутстрап-поддержкой (Bootstrapped Neighbour-Joining Tree) (рис. 1). Посевные работы производились в асептических условиях ламинарного бокса. Мицелий до выгонки плодовых тел находился в термостате при температуре 28°C. Для размножения маточного мицелия *P. djamor* использовали агаризованные питательные среды «MCM» (mushroom complete media, [4]) и «Сабуро» [6], табл.). Мицелий пересеивали в 4 повторностях на каждый тип среды. По мере роста мицелия ежедневно, начиная с третьих суток, оценивали скорость радиального роста (рис. 2). Зерновой мицелий получали на отваренных зернах пшеницы с добавлением гипса (0.5%) и мела (1%), масса одного пакета составляла 100 г, всего подготовили 6 пакетов с субстратом (рис. 3). Для оценки эффективности выбранных типов субстрата использовали экстракты опилок осины и сосны. Также оценивали продуктивность альтернативных субстратов с использованием экстрактов опилок березы, ячменного солода, соломы и подсолнечного жмыха. Для приготовления питательных сред с добавлением экстрактов сырье замачивали в воде, затем экстракт фильтровали. Фильтрат добавляли в питательную среду в соответствии с нужной концентрацией (5%, 10%). Инокулировали по 6 проб на каждый тип питательной среды, контаминации не наблюдали (рис. 4). Для получения плодовых тел заготавливали блоки с опилочным субстратом в термостойких полипропиленовых пакетах. Опилки перемешивали с водой, отжимали лишнюю влагу, добавляли гипс (0.5%) и мел (1%) на сухую массу опилок, масса одного блока составила 500 г. Было посеяно 6 блоков, контаминация не отмечалась (рис. 5). После появления примордиев для выгонки плодовых тел блоки помещали в помещение с повышенной влажностью при температуре 25±1°C. Биологическую эффективность рассчитывали по формуле [3]:

$$\text{БЭ (\%)} = \frac{\text{Сырая масса плодовых тел}}{\text{Сухая масса субстрата}} \times 100\%$$

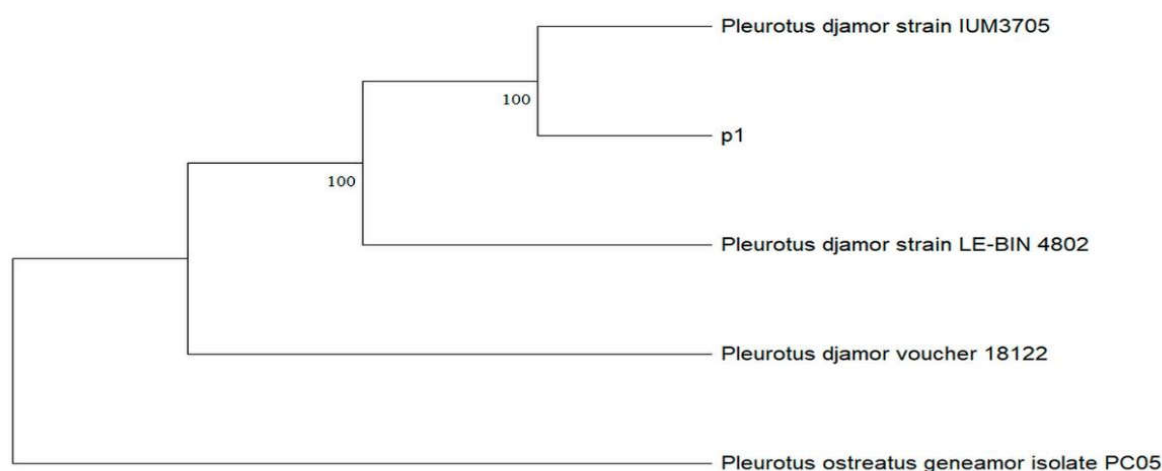


Рис. 1. Филогенетическое дерево штамма *P. Djamor*

Состав питательных сред для выращивания *P. djamor*.

Название среды	МСМ	Сабуро
Компонент	На 1 литр, г	
Пептон	2.0	10.0
Глюкоза	20.0	40.0
Агар	20.0	15.0
Дрожжевой экстракт	2.0	–
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	0.5	–
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.0	–
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.46	–

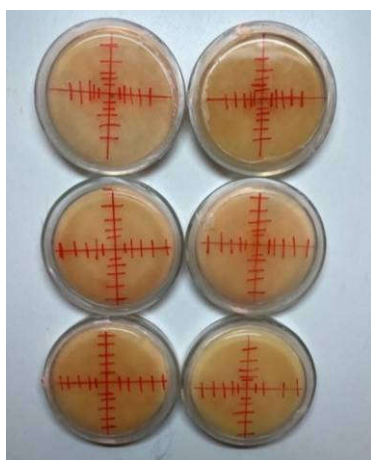


Рис. 2. Измерение радиального роста мицелия на питательных средах на чашках Петри

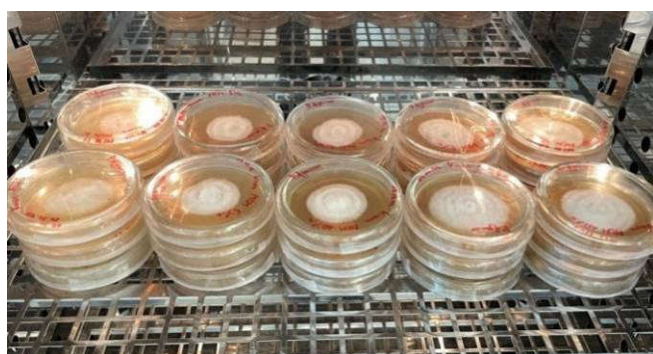
Рис. 3. Зараженные пакеты с мицелием *P. djamor*

Рис. 4. Мицелий на питательных средах с добавлением экстрактов древесины (на 5 сутки роста)



Рис. 5. Заросший мицелием опилочный блок (на 13 сутки роста)

На 10 сутки радиальный рост мицелия на питательной среде «МСМ» превышал рост на среде «Сабуро» на  $15 \pm 7$  мм. Средняя скорость роста на среде «МСМ» составила  $4.8 \pm 0.9$  мм/сут, что выше, чем на среде «Сабуро» в 2 раза. В связи с этим в дальнейших экспериментах использовали питательную среду «МСМ» (рис. 6).

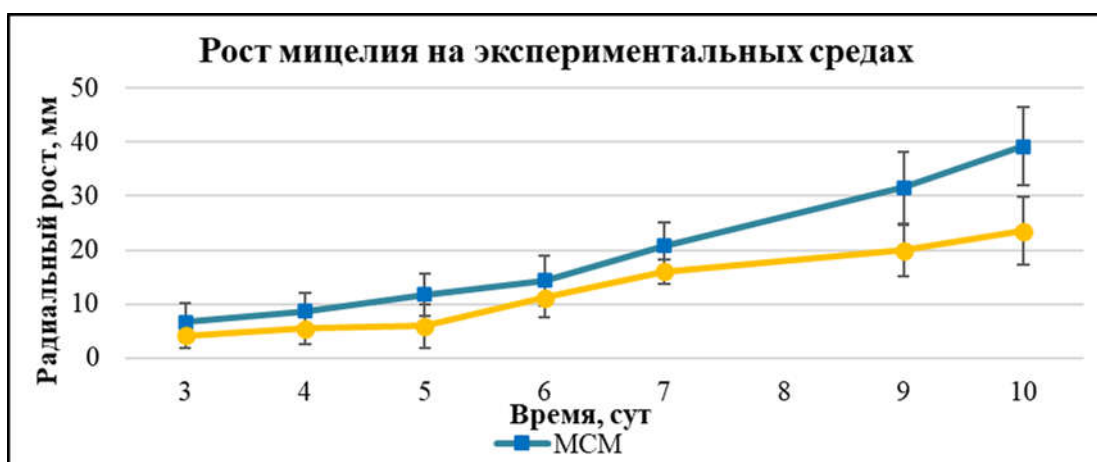


Рис. 6. График радиального роста мицелия *P. djator* на питательных средах «МСМ» и «Сабуро»

Все пакеты с зерновым мицелием прошли успешное заражение без контаминации. Спустя 11 суток зерновой мицелий был готов к инокуляции в экспериментальный субстрат. Получено 600 г зернового мицелия.

Параллельно ставили эксперимент по влиянию экстрактов опилок. На 7 сутки радиальный рост мицелия *P. djator* на питательных средах с добавлением экстрактов опилок осины превышал на контрольной среде и на средах с добавлением экстрактов опилок сосны на 17% и 34% соответственно. Мицелий на питательной среде с добавлением 10% экстракта осины показал более быстрый рост ( $6 \pm 0.3$  мм/сут), чем мицелий на среде с 5% экстрактом ( $5.7 \pm 0.4$  мм/сут) на 5% (рис. 7). Из-за этого в последующих экспериментах использовались экстракт с 10% концентрацией.

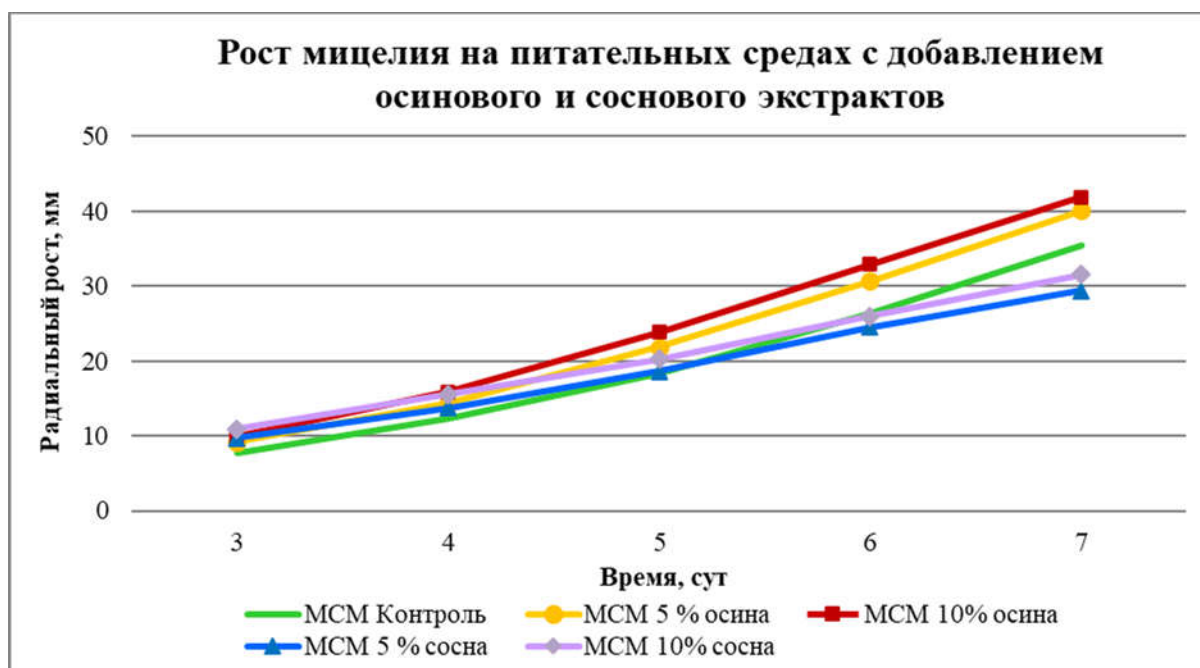


Рис. 7. График радиального роста мицелия *P. djator* на питательных средах с добавлением экстрактов осины и сосны

Спустя 21 сутки после посева в опилочных блоках наблюдали образование первых плодовых тел (рис. 8, 9). Урожайность составила 150 г сырых плодовых тел на 1 кг сырого субстрата (рис. 10), биологическая эффективность – 75%.



Рис. 8. Блок № 2, плодовые тела



Рис. 9. Блок № 5, плодовые тела

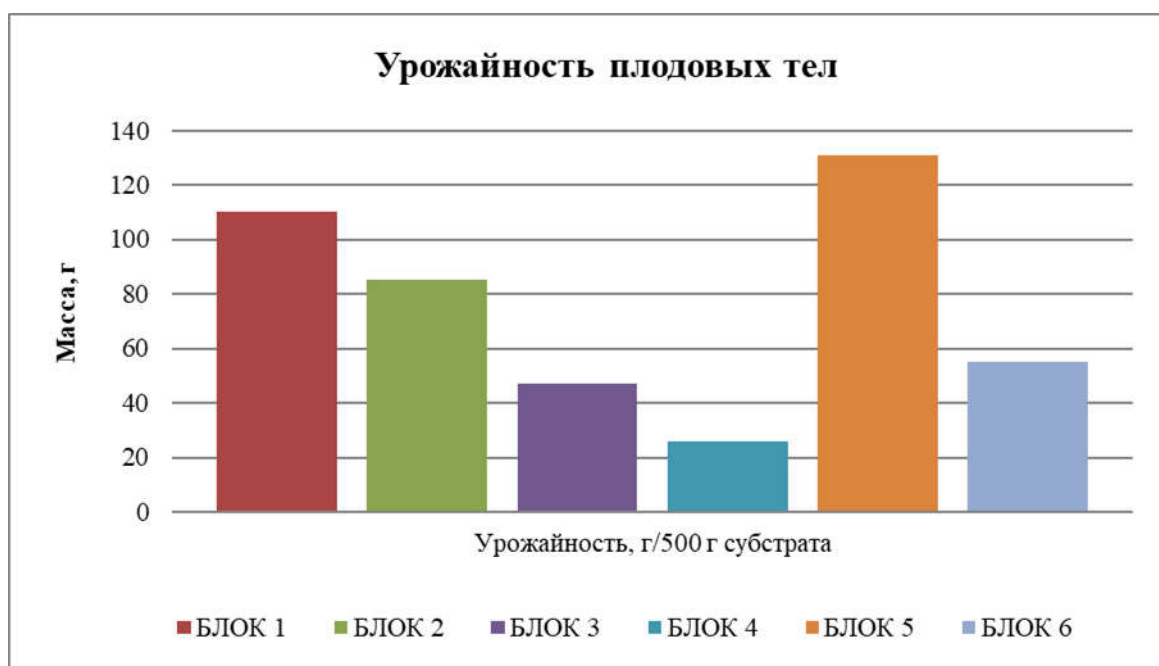


Рис. 10. Гистограмма урожайности плодовых тел *P. djamor* на опилочном субстрате

На 5 сутки радиальный рост мицелия *P. djamor* на питательных средах с добавлением экстрактов опилок осины и березы соответствовал росту мицелия на контрольной среде, тогда как на среде с добавлением экстракта соломы рост был больше роста на контрольной среде на 17%, а на среде с экстрактом подсолнечного жмыха на 83% (рис. 11).

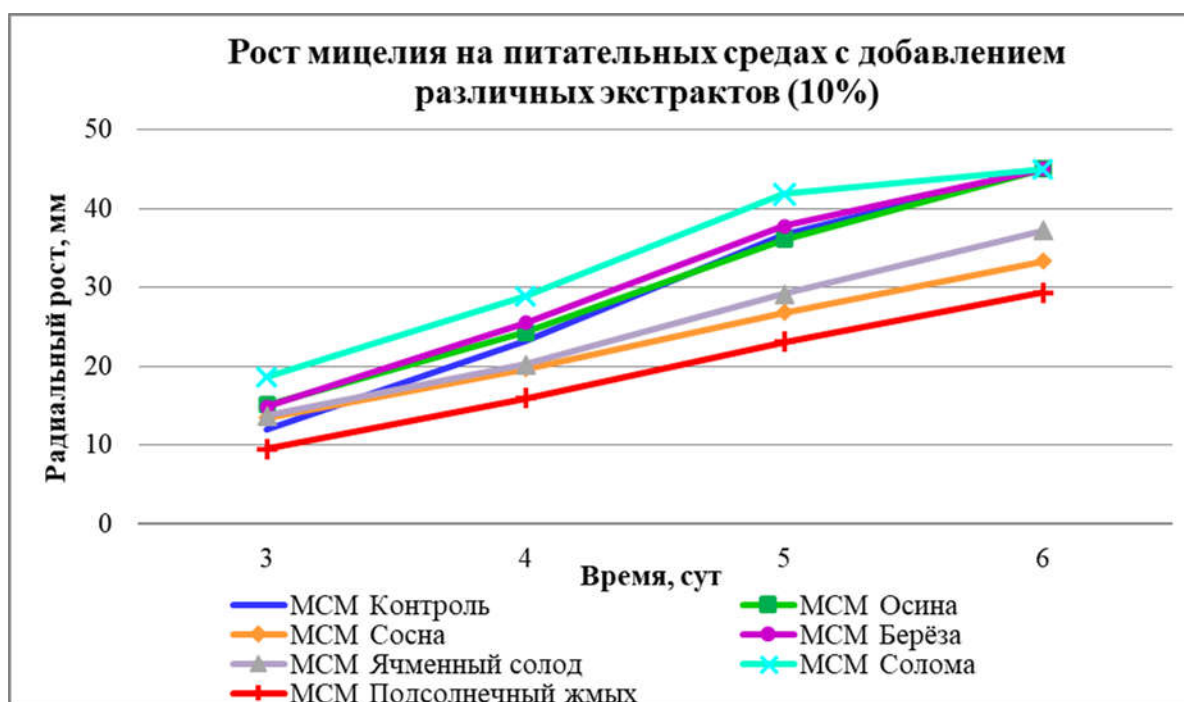


Рис. 11. График радиального роста мицелия *P. djamor* на питательных средах с добавлением экстрактов осины, сосны, березы, ячменного солода, соломы и подсолнечного жмыха

В ходе проведенного нами исследования было установлено, что созданная технология культивации и получения плодовых тел *Pleurotus djamor* на субстрате, основанном на опилках осины, возможна и требует дальнейшего изучения. На сегодняшний момент изучено влияние экстрактов опилок древесины, ячменного солода, соломы и подсолнечного жмыха на скорость роста мицелия и выявлен стимулирующий эффект осины, березы и соломы. Мы изучаем продуктивность мицелия в глубинной культуре, тестируем альтернативные субстраты в выгонке плодовых тел и в дальнейшем планируем создать на основе отходов деревообрабатывающей и аграрной промышленности субстрат для промышленного культивирования *Pleurotus djamor*.

### Литература

1. Haro-Luna M.X., Ruan-Soto F., Blancas J., Guzmán-Dávalos L. The cultural role played by the ethnomycological knowledge of wild mushrooms for the peoples of highlands and lowlands in Tlaltenango, Zacatecas, Mexico // *Mycologia*. 2022. 114 (4). P. 645–660.
2. Hasan M.T., Khatun M.H.A., Sajib M.A.M., Rahman M.M., Rahman M.S., Roy M., Miah M.N., Ahmed K.U. Effect of Wheat Bran Supplement with Sugarcane Bagasse on Growth, Yield and Proximate Composition of Pink Oyster Mushroom (*Pleurotus djamor*) // *American Journal of Food Science and Technology*. 2015. №3 (6). P. 150–157.
3. Jegadeesh R., Lakshmanan H., Kab-Yeul J., Sabaratnam V., Raaman N. Cultivation of Pink Oyster mushroom *Pleurotus djamor* var. *roseus* on various agro-residues by low cost technique // *Journal of Mycopathological Research*. 2018. 56 (3). P. 213–220.
4. Kang M.-S., Kang T.-S., Kang A.-S., Shon H.-R., Sung J.-M. Studies on Mycelial Growth and Artificial Cultivation of *Pleurotus eryngii* // *The Korean Journal of Mycology*. 2000. № 28 (2). P. 73–80.
5. Ragasa C., Tan M.C., Ting J., Reyes R.G., Brkljača R., Urban S. Chemical constituents of *Pleurotus djamor* // *Der Pharma Chemica*. 2016. 8 (2). P. 343–346.
6. ResearchGate: Becton Dickinson GmbH. BD™ Sabouraud Glucose Agar, BD Sabouraud Agar with Chloramphenicol, BD Sabouraud Agar with Gentamicin and Chloramphenicol, BD Sabouraud Agar with Penicillin and Streptomycin. Режим доступа URL (загрузка файла формата PDF): <https://goo.su/bUusKE3> (дата обращения: 03.02.2022).
7. Sharma A., Jandaik S., Thakur N. Comparison of Yield, Nutrient Content and Antibacterial Activities of Wild and Cultivated Isolates of *Pleurotus djamor* // *Agricultural Science Digest*. 2020. № 40 P. 280–284.

8. Širić I., Kumar P., Adelodun B., Fayssal S.A., Bachheti R.K., Bachheti A., Ajibade F.O., Kumar V., Taher M.A., Eid E.M. Risk Assessment of Heavy Metals Occurrence in Two Wild Edible Oyster Mushrooms (*Pleurotus* spp.) Collected from Rajaji National Park // Journal of Fungi. 2022. № 8 (10). P. 1007.
9. Дебков Н.М., Паневин В.С. Кедровые леса средней тайги Томской области и их лесоводственная характеристика // Леса России и хозяйство в них. 2018. Вып. 2 (65). С. 4–12.
10. Лазарева Т.Г., Александрова Е.Г. Анализ производства и рынка грибов в России // Вестник Евразийской науки. 2019. №1. С. 4.
11. Тарнопольская В.В., Алаудинова Е.В., Саволайнен А.С., Роптонуло С.И. Химический состав глубинной культуры ксилотрофных базидиомицетов рода *Pleurotus* // Хвойные бореальной зоны, XXXII. 2014. №1–2. С. 78–80.
12. Томская область. Законодательная Дума Томской области. [Электронный ресурс]. URL: [https://duma.tomsk.ru/content/tomsk\\_region](https://duma.tomsk.ru/content/tomsk_region) (дата обращения: 10.01.2023).

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОТИВОГЕРПЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ  
ЛИШАЙНИКА *CETRARIA ISLANDICA* (L.) Ach. *IN VITRO***

**Е.В. Макаревич, О.Ю. Мазурков, М.А. Проценко, Н.А. Мазуркова**

*Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр  
вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, р.п. Кольцово, Россия*

**STUDYING OF ANTIHERPETIC ACTIVITY OF *CETRARIA ISLANDICA* (L.) Ach.  
LICHEN EXTRACTS *IN VITRO***

**E.V. Makarevich, O.Yu. Mazurkov, M.A. Protsenko, N.A. Mazurkova**

*Federal Budgetary Research Institution – State Research Center of Virology and Biotechnology  
VECTOR, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being,  
Koltsovo, Russia.*

На сегодняшний день инфекции, вызванные вирусом простого герпеса 1 и 2 типа (ВПГ-1 и ВПГ-2), располагаются в лидирующем списке вирусных заболеваний человека [5]. По данным сайта Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), несколько миллиардов людей во всем мире страдают оральной герпетической инфекцией (ВПГ-1), а около полумиллиарда – генитальным герпесом (ВПГ-2) [9]. Инфекции, вызванные вирусом герпеса, относятся к числу наиболее распространенных и плохо контролируемых вирусных заболеваний [3], поэтому данные заболевания являются социально значимыми, что обуславливает острую необходимость в их профилактике и лечении.

В соответствии с международными стандартами лечения приоритетными противогерпетическими средствами являются химиопрепараты, которые блокирует синтез в ДНК (ацикловир, зовиракс, валтрекс, виролекс и др.) [5, 4]. Несмотря на свою эффективность химиопрепараты имеют ряд признаков, ограничивающих их клиническое применение: умеренная активность против некоторых ВПГ и плохое всасывание при пероральном применении [4]. Это обуславливает острую необходимость создания более эффективных препаратов, обладающих низкой токсичностью и высокой противогерпетической активностью.

В последнее время наблюдается повышенный интерес к противовирусным препаратам природного происхождения, что обусловлено низкой токсичностью таких лекарственных средств. Известны препараты, обладающие противовирусной активностью против герпеса, на основе растительных экстрактов, например, гипорамин и панавир. Гипорамин – сухой очищенный экстракт из листьев облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.). В состав экстракта входит полифенольный комплекс галлоэллаготанинов, биологически активными компонентами которого являются гидролизуемые танины, имеющие общие структурные элементы в виде глюкозогаллоильного и гесагидроксифеноильного остатков. Ингибирующий эффект гипорамина на репродукцию вирусов проявляется на ранних этапах их развития [6]. Другой растительный противовирусный препарат панавир – это очищенный экстракт побегов паслёна клубневидного (*Solanum tuberosum*), основным действующим веществом которого является гексозный гликозид, состоящий из глюкозы, рамнозы, арабинозы, маннозы, ксилозы, галактозы и уроновых кислот [1]. Препарат имеет цитопротективное действие, ингибирует синтез вирусных белков, способствует торможению репликации вирусов в инфицированных клетках, снижает инфекционную активность вирусов [8].

Ещё одним из перспективных видов растительного сырья для разработки новых лекарственных препаратов являются лишайники. Лишайники содержат вещества, которые не встречаются в других растениях: лишайниковые кислоты, лишайнин, изолишайнин, эвернин и другие, которые обладают выраженной антимикробной активностью. Среди огромного разнообразия лишайников особый интерес представляет *Cetraria islandica*, как наиболее сложный в химическом отношении вид.



Целью данного исследования стало изучение противовирусной активности экстрактов лишайника *Cetraria islandica* в экспериментах *in vitro* в отношении вируса простого герпеса 1 типа.

В данном исследовании использовали водный (W2) и этанольные (E2, 4EtOH(1), 5EtOH(2)) экстракты лишайника *Cetraria islandica*. Получение водного (W2) и этанольного экстрактов (E2) осуществлялось, как описано нами ранее [7]. Получение образцов 4EtOH(1) и 5EtOH(2) осуществлялось следующим образом. В колбу вместимостью 250 мл помещали 20 г сырья, прибавляли 200 мл этилового спирта 95%, закрывали обратным холодильником и нагревали на водяной бане при температуре 74°C. Экстракцию проводили в течение 1 часа. По окончании процесса экстракции смесь охлаждали и фильтровали через двойной бумажный фильтр. К жому прибавляли 200 мл 95%, закрывали обратным холодильником и нагревали на водяной бане при температуре 74°C в течение 1 часа. Жидкий экстракт оставляли в холодильнике на 1–3 суток. Выпавший осадок отделяли от супернатанта центрифугированием при 5–8 тыс. об/мин в течение 15–30 минут. Супернатант 4EtOH(1) и осадок 5EtOH(2) выпаривали и досушивали в сушильном шкафу при температуре 60°C.

Токсичность и противовирусную активность образцов лишайника определяли на перевиваемой линии клеток Vero, полученной из коллекции культур клеток ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Клетки выращивали в среде DMEM («БиолоТ») в присутствии 5% инактивированной сыворотки крови плодов коровы («БиолоТ») и антибиотиков (пенициллин 100 МЕ/мл, стрептомицин 100 мкг/мл). Клеточную суспензию вносили в 96-луночные планшеты (100 мкл в лунку) с концентрацией  $10^5$  клеток/мл. Планшеты помещали в термостат при 37°C, 5% CO<sub>2</sub> и 100% влажности на 2–3 суток до образования клеточного монослоя. При определении максимально переносимых концентраций (МПК) экстрактов лишайника исходные концентрации образцов разводили в несколько раз, с определённым шагом, средой DMEM. Вносили 100 мкл разведений образцов в лунки 96-луночного планшета с клеточным монослоем. Через 2 суток с помощью инвертированного микроскопа оценивали деструктивные изменения монослоя, инкубированного с разными концентрациями исследуемых образцов. В качестве клеточного контроля использовали монослой культуры без внесения препаратов. За МПК принимали ту концентрацию, при которой не было выявлено цитотоксического действия.

В работе использовали вирус простого герпеса (ВПГ) 1-го (ВПГ-1, штамм VR-3) типа, полученного из Государственной коллекции возбудителей вирусных инфекций и риккетсиозов ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Вирусы нарабатывали в культуре клеток Vero в среде DMEM. Концентрацию вируса в культуральной жидкости определяли путем титрования в той же культуре клеток, рассчитывали по методу Спирмена – Кербера, выражали в десятичных логарифмах 50%-х тканевых цитопатических доз в 1 мл ( $\lg$  ТЦД<sub>50</sub>/мл) и представляли в виде среднего значения  $\pm$  95% доверительного интервала ( $M \pm I_{95}$ ) [2]. Используемый в работе штамм вируса простого герпеса первого типа был с инфекционным титром  $7.05 \pm 0.49 \lg$  ТЦД<sub>50</sub>/мл.

В опытах по определению противовирусной активности полученных образцов в отношении ВПГ-1 в каждую лунку вносили по 50 мкл исследуемых экстрактов, в концентрации равной МПК. Затем готовили десятикратные разведения (с 1-го по 8-е) вирусосодержащей жидкости (ВСЖ) с использованием поддерживающей среды DMEM и вносили в лунки с монослоем клеток Vero по 50 мкл разведений вируса (по 4 лунки на каждое разведение вируса). В контрольные лунки вносили по 50 мкл поддерживающей питательной среды DMEM затем вносили ВСЖ в том же объёме. Через 3 суток инкубации, при температуре 37°C в атмосфере 5% CO<sub>2</sub>, с помощью инвертированного микроскопа регистрировали наличие вируса по цитопатическому действию на монослой клеток. Титры вируса выражали в  $\lg$  ТЦД<sub>50</sub>/мл в контроле и в опыте, и сравнивали по t-критерию Стьюдента при  $p \leq 0,05$ . Вирусингибирующее действие исследуемых экстрактов оценивали по снижению титра вируса в опыте по сравнению с титром вируса в контроле, для этого высчитывали индекс нейтрализации (ИН) вирусов под влиянием экстракта:  $ИН = \text{Титр}_{\text{контроль}} - \text{Титр}_{\text{опыт}}$  ( $\lg$ ).

Первым этапом исследования было получение экстрактов. Образцы были получены методом водного и этанольного извлечения [7], а также, как описано выше, из сухого сырья лишайника *Cetraria islandica*. Результаты конечного выхода продукта, полученного из 20 г сырья, используемого для каждого метода извлечения, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выход экстрактивных веществ, полученный из сухого сырья лишайника *Cetraria islandica*

Шифр образца	Масса сухого сырья, г	Масса образца, г	Выход продукта, %
E2	20	1.9064	9.5320
W2	20	6.0823	30.4115
4EtOH(1)	20	1.9455	9.7275
5EtOH(2)	20	0.0045	0.0225

Затем производили оценку токсических свойств полученных образцов, при которой были определены максимально переносимые концентрации (МПК) экстрактов лишайника для культуры клеток Vero. Как видно из таблицы 2, МПК составили от 0.25 до 2.5 мг/мл для разных экстрактов.

Таблица 2

Определение максимально переносимых концентраций экстрактов *Cetraria islandica* для культуры клеток Vero

№, п/п	Шифр образца	Максимально переносимые концентрации экстрактов для культуры клеток Vero, мг/мл
1	E2	0.25
2	W2	2.5
3	4EtOH(1)	0.25
4	5EtOH(2)	0.3125

Как видно из таблиц 1 и 2, наибольший выход биологически активных экстрактивных веществ, а также наименьшая токсичность наблюдалась у водного экстракта (W2) *Cetraria islandica*.

Следующим шагом было определение противовирусной активности экстрактов *Cetraria islandica*. В ходе исследования нами было выявлено, что наибольший вирусингибирующий эффект проявили этанольные экстракты E2 и 4EtOH(1), индексы нейтрализации которых составили 2.0 и 2.5 lg соответственно. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Противовирусная активность экстрактов *Cetraria islandica* в культуре клеток Vero в отношении вируса простого герпеса 1 типа

(профилактическая схема) Шифр образца	Максимально переносимые концентрации экстрактов для культуры клеток Vero, мг/мл	Инфекционный титр ВПГ-1, lgТЦД <sub>50</sub> /мл, M ± I <sub>95</sub> , n=4	Индекс нейтрализации, lg
E2	0.25	5.05±0.49*	2.00
W2	2.5	6.55±0.49	0.50
4EtOH(1)	0.25	4.55±0.49*	2.50
5EtOH(2)	0.3125	7.05±0.75	0
Контроль	–	7.05±0.49	

Примечание: \* – отличие от соответствующего контроля по t-критерию Стьюдента при p≤0,05; M – среднее значение; I<sub>95</sub> – доверительный интервал; n – число лунок для каждого разведения вируса.

В данной серии экспериментов путем водного и этанольного извлечения были получены экстракты лишайника *Cetraria islandica*, определены их МПК. Установлено, что наибольшей противовирусной активностью обладали этанольные экстракты E2 и 4EtOH(1), МПК которых составили 0.25 мг/мл. Индексы нейтрализации при этом были 2.0 и 2.5 lg соответственно.

Таким образом, было показано, что этанольные экстракты лишайника *Cetraria islandica* обладают вирусингибирующим действием в отношении вируса простого герпеса 1 типа и могут быть использованы в качестве основы для новых противовирусных препаратов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

### Литература

1. Егорова О.Н., Балабанова Р.М., Лопатина Н.Е., Каптаева А.К., Федина Т.П., Сажина Е.Г., Насонов Е.Л., Чувиров Г.Н. Сравнительная эффективность препаратов Панавир и Ацикловир в комплексной терапии ревматоидного артрита, осложнённого герпетической инфекцией // Современная ревматология. 2009. № 2. С. 42–47.
2. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. 598 с.
3. Ивановский В.А., Антонова И.Н., Молокова В.А. Роль вируса простого герпеса первого типа в заболеваниях полости рта у детей // Стоматология детского возраста и профилактика. 2022. Том 22, № 2 (82). С. 143–151.
4. Исаков В.А., Архипова Е.И., Исаков Д.В. Герпесвирусные инфекции человека: руководство для врачей. 2-ое изд. СПб.: СпецЛит, 2013. 670 с.
5. Мазуркова Н.А., Кукушкина Т.А., Высочина Г.И., Ибрагимова Ж.Б., Лобанова И.Е., Филиппова Е.И., Мазурков О.Ю., Макаревич Е.В., Шишкина Л.Н., Агафонов А.П. Изучение противовирусной активности экстрактов Манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2016. № 1 (14). С. 118–127.
6. Новые лекарственные средства // Рецепт. 2007. № 1(51). С.11–16.
7. Проценко М.А., Костина Н.Е., Теплякова Т.В. Подбор питательных сред для глубинного культивирования дереворазрушающего гриба *Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev et Singer // Биотехнология. 2018. Т. 34, №1. С. 45–51. doi: 10.21519/0234-2758-2018-34-1-45-51.
8. Судакова А.Н., Ахмедов В.А., Губанова А.В., Николаев Н.А. Клинико–иммунологическая эффективность панавира в комплексном лечении пациентов с ревматоидным артритом в сочетании с герпесвирусной инфекцией // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2013. № 4 (147). С. 109–112.
9. Миллиарды людей во всем мире живут с герпесом. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news/item/01-05-2020-billions-worldwide-living-with-herpes> (дата обращения: 03.09.2023)

## ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ НА КЛУБНЕОБРАЗОВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ IN VITRO SOPA RED SCARLETT

А.А. Малиновская, Е.В. Плотников, А.И. Каретников

*Муниципальное Автономное Образовательное Учреждение «Перспектива», г. Томск, Россия*

## INFLUENCE OF PHYTOHORMONES ON TUBE FORMATION OF IN VITRO POTATO RED SCARLETT VARIETIES

A.A. Malinovskaya, E.V. Plotnikov, A.I. Karetnikov

*Municipal autonomous educational institution «Perspektiva», Tomsk, Russia*

В современном мире важно выращивание экономически выгодных культур, имеющих большой спрос на рынке в большом объеме [4]. В настоящее время становится популярным выращивание значимых сельскохозяйственных культур на ситифермах.

Современное сельскохозяйственное производство требует использования высокотехнологических приёмов, особенно в садоводстве, происходит повышение требований к качеству посадочного материала. Это ставит задачу отработать надежный способ получения здорового посадочного материала.

Картофель является одной из самых распространённых паслёновых в мире и является четвертой по значимости основной продовольственной культурой в мире после риса, пшеницы и кукурузы. Однако многие сорта картофеля подвержены заболеваниям. Вирусные и бактериальные инфекции снижают продуктивность и, как следствие, урожайность картофеля. На сегодняшний день остается популярным вегетативное размножение клубнями, но при использовании таких побегов в тканях сохраняются возбудители заболеваний. Современные биотехнологические решения позволяют оздоровить посадочный материал, таким решением может являться технология регенерантов *in vitro*. Укоренение эксплантов картофеля *in vitro* позволяет получить посадочный материал, освобождённый от вирусных, бактериальных и грибных инфекций. [6].

Мы решили получить с помощью технологий *in vitro* микроклубни картофеля с использованием фитогормонов, что позволит создать достаточное количество оздоровленного посадочного материала, за короткий срок, не зависимо от внешних погодных условий.

Цель работы: Создание эффективной технологии получения микроклубней картофеля на гормональной среде.

Микроклональным микроразмножением называется массовое бесполое размножение растений в культуре тканей и клеток. При таком размножении полученные микроклоны генетически идентичны клонируемому растению. Эффективность микроклонального размножения зависит от физиологического состояния растения, типа стерилизующего агента, состава среды, добавления различных стимуляторов роста (гормонов, витаминов) и др.

Существует несколько способов размножения растений *in vitro*:

1. Получение растений из дифференцированных тканей.
2. Регенерация побегов из каллуса.
3. Превращение каллуса в суспензию клеток.
4. Получение растений укоренением боковых почек.

Чаще всего используется способ № 4.

Для введения сорта в культуру *in vitro* используется гормон 6-бензиламинопуридин (6-БАП) в концентрации 1 мг/л, *pH* среды 5.6–5.8, что является комфортной для роста картофеля. Введение эксплантов в культуру – начальный этап микроклонального

размножения. На этапе ризогенеза используются фитогормоны: 6-БАП и гиббереллины (ГК). Для укоренения, как и для клонального микроразмножения используется среда Мурасиге-Скуга (MS) [1]. Длительность процесса укоренения составляет в среднем 25–30 суток [4]; укоренение проводится при освещении и температуре 18–20°C. При добавлении в питательную среду 6-БАП полная укореняемость побегов за 32 дня и меньше, а при добавлении ГК за 28 дней.

Таблица 1

Состав питательной среды Мурасиге-Скуга (MS)

Компоненты	г/л маточного р-ра	г/100 мл маточного р-ра
Макроэлементы 1:20		
KNO <sub>3</sub>	30.4	3.04
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	16.5	1.65
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3.4	0.34
MgSO <sub>4</sub>	3.6	0.36
CaCl <sub>2</sub> 1:200		
CaCl <sub>2</sub>	66.4	6.64
Микроэлементы 1:1000		
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2	0.62
MnSO <sub>4</sub>	24.1	2.41
ZnSO <sub>4</sub>	8.6	0.86
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	0.25	0.025
KI	0.83	0.083
CuSO <sub>4</sub>	0.025	0.0025
CoCl <sub>2</sub>	0.025	0.0025
Хелат 1:200		
FeSO <sub>4</sub>	5.57	0.557
Трилон В	7.45	0.745

Таблица 2

Использованные фитогормоны [7]

Группа гормонов	Действие	Пример
Гиббереллины	Контроль прорастания семян и роста стебля в длину. У высших растений наиболее богаты гиббереллинами быстрорастущие ткани	Гиббереллиновая кислота
Цитокинины	Регуляция деление клеток, образование почек и ветвление побегов. Созревание хлоропластов и старение	Зеатин, изопентинил, 6-БАП

В ходе микроразмножения растений любой из факторов: генетические особенности, недостаток питательной среды и т.д. может вызвать гибель экспланта, либо интересные случаи выживаемости. Укоренение и приживаемость тесно связаны между собой.

Для проведения эксперимента в условиях *in vitro* используется среда MS с добавлением 6-БАП в концентрации 1.5 мг/л, а также ГК 1 мг/л. В твердые питательные среды добавляли 7 г/л бактериологического агара-агара.



Рис. 1, 2. Вариативные образцы с MS+ГК; MS; MS+ГК+6-БАП; MS+6-БАП

Было посажено 60 эксплантов (4 группы): 15 с добавлением 6-БАП 1 мг/л, 15 с добавлением ГК, 15 с добавлением обоих гормонов и ещё 15 – контроль. Замеры развития растений производились 2 раза в неделю. Однако в группе с добавлением обоих гормонов (MS+6-БАП+ГК) были подвергнуты контаминации 2 растения, а также 1 растение на среде с добавлением 6-БАП было заражено пенициллом (со 2 недели наблюдения). Таким образом дальнейшие наблюдения и расчёты производили на оставшихся культурах.

При помощи автоклава стерилизовали питательную среду при 121 °С в течении 30 минут. Чашки Петри, биологические пробирки, скальпель, пинцет оборачивались бумагой (пробирки ещё и фольгой) и стерилизовались сухим жаром при 160 °С в течении 120 минут.

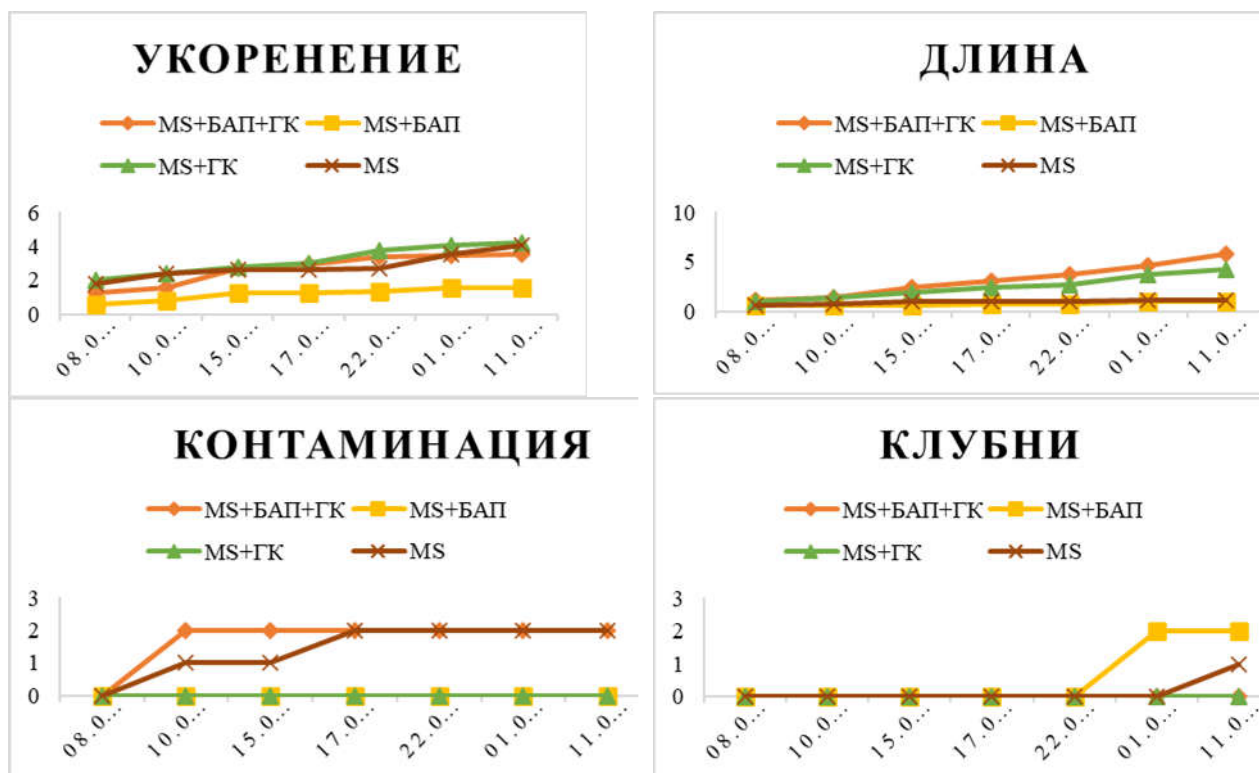


Рис. 3–5. Укоренение, длина и контаминация растений, средние значения на всю группу

Рис. 6. Полученные клубни

По прошествии 3.5 недель наблюдали образование первых микроклубней. Показатели клубнеобразования снимали на 39 сутки из расчёта количества микроклубней на одно растение. В экспериментальной группе (MS+6-БАП) количество микроклубней составило 2 шт. В контрольной группе клубни были образованы на 4 неделю в количестве 1 шт. ГК показал положительное влияние на рост растения, но самой лучшей группой (по росту растения) оказалась среда с добавлением обоих гормонов.

После клубнебора, растения вводились в культуру *ex vitro*, для этого мы накрывали уже высаженные в почву растения пластиковыми стаканчиками, на протяжении 10 дней с развитием времени нахождения растения без стаканчика, от 10 минут до 3 часов. Растения необходимо адаптировать, т.к. растения в пробирочных условиях теряют функцию транспирации и её необходимо восстанавливать.

Табл. 3

Адаптация растений

1 сут	2 сут	3 сут	4 сут	5 сут	6 сут	7 сут	8 сут	9 сут	10 сут
10 мин	15 мин	20 мин	25 мин	30 мин	35 мин	40 мин	1 час	2 часа	3 часа

Как субстрат мы использовали коксовые опилки, что абсолютно инертен. Сами растения, которые находились в питательной среде, мы пересаживаем на этот субстрат и в дальнейшем поливали питательной средой, стимулирующей развитие побега. Уже после 10 дней растения адаптировались.



Рис. 7, 8. Развитие растений с 1 дня начала адаптации к её концу – 10 дню



Рис. 9, 10. Растение, получившее первый клубень на ситиферме

При помощи данной методики возможно получение клубней в течении первого месяца от высадки в условиях ситифермы.

## Литература

1. *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // *Physiologia Plantarum*. 1962. Т. 15, Iss. 3. P. 473–497.
2. *Zorb C., Ludewig U., Hawkesford M.J.* Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply // *Trends in Plant Science*. 2018. Vol. 23, №11. P. 1029–1037.
3. *Бородулина И.Д., Плаксина Т.В.* Адаптация растений-регенерантов земляники садовой сорта Московский Деликатес к условиям *ex vitro* // *Acta Biologica Sibirica*. 2015. № 1–2. С. 74–84.
4. *Князева И.В.* Изучение особенностей ризогенеза у нового сорта земляники садовой *in vitro* // *Плодоводство и ягодоводство*. 2016. Т. XXXXVI. С. 139–142.
5. *Коломейчук Л.В.* Влияние brassinosteroidов на формирование защитных механизмов растений при солевом стрессе: автореф. дис. ... кандидата биологических наук. Томск, 2022. 31 с.
6. *Маркова М.Г., Сомова Е.Н.* Оптимизация приемов введения садовых растений в стерильную культуру *in vitro* // *Известия ТСХА*. 2022. №4. С. 71–81.
7. *Черенкова А.П.* Выпускная квалификационная работа бакалавра. Показатели урожайности картофеля сорта «дочка», выращенного из ростков на водной свето-культуре. 2021.
8. *Шноль С.Э.* Гормоны растений. «Биохимия». Цикл лекций профессора Шноля С.Э.



## ВЛИЯНИЕ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ЭКСТРАКТОВ НА РАЗВИТИЕ МИЦЕЛИЯ *HERICENUM ERINACEUS*

Е.И. Матульская, Т.Д. Зорина, Е.В. Плотников

*Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

## INFLUENCE OF LIGNOCELLULOSE EXTRACTS ON THE DEVELOPMENT OF MYCELIUM *HERICIUM ERINACEUS*

E.I. Matulskaya, T.D. Zorina, E.V. Plotnikov

*Siberian State Medical University, Tomsk, Russia*

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

К настоящему времени накопились сведения о том, что высшие грибы являются источниками различных лекарственных средств, в том числе с противоопухолевой и противовирусной активностью [6]. К числу лекарственных грибов относится базидиальный ксилотрофный гриб *Hericeum erinaceus* (Bull.) Pers.

Биотехнология грибов является достаточно востребованным направлением в промышленности. *H. erinaceus*, служит ценным источником биологически активных



Рис. 1. Пример плодового тела *Hericeum erinaceus* (Bull.) Pers.

веществ. В нем содержатся такие вещества, как стерины – высокомолекулярные циклические спирты, которые могут превращаться в витамин D под действием ультрафиолетового света, гериценоны и производные циатана – веществ, которые могут восстанавливать работу нейронов, а также различные полисахариды, например, бета-глюканы, за счет которых гриб обладает противоопухолевой и противовоспалительной активностью.

*H. erinaceus* произрастает в Северном полушарии в основном в Азиатских странах; в России встречается в Хабаровском край и Амурская области. Ежовик используется не только в медицине, но и в пищевой промышленности: он является деликатесным грибом, его вкус схож со вкусом мяса креветок. Несмотря на ценность данного гриба, в большинстве регионов России отсутствует его промышленное производство.

Целью данной работы стал подбор оптимальной технологии культивирования и получения плодовых тел гриба *H. erinaceus*. Для достижения цели мы поставили следующие задачи: найти оптимальные составы питательных сред для культивирования маточного мицелия; оценить ростовые показатели на подобранных питательных средах; получить посадочный материал для выгонки плодовых тел на зерновом субстрате; проанализировать продукцию плодовых тел на опилочном субстрате.

Работу с мицелием проводили в стерильных условиях ламинарного бокса – специализированного лабораторного оборудования, которое используют для создания чистой зоны для работ с биологическими, химическими и прочими видами препаратов. Предварительно питательные среды стерилизовали в автоклаве ВК-70 при температуре

121°C, 1 атм. в течение 30 минут. Металлические и стеклянные изделия стерилизовали в сухожаровом шкафу при температуре 160°C в течение 2 часов 30 минут.

Для культивирования мицелия гриба использовали твердые питательные среды «Tsujiama», «Сусло-агар» и «Чапек-Докса». Составы сред приведены в таблице 1.

Таблица 1

Состав питательных сред

Компонент	Среда «Тсудзияма»	Среда «Сусло-агар»	Среда «Чапек-Докса»
Глюкоза	7.5 г	–	–
Пептон	1.5 г	0.195 г	–
Агар	5 г	3.75 г	5 г
Дрожжевой экстракт	–	–	–
Сахароза	–	–	7.5 г
Дрожжи	–	–	3 г
Солодовый экстракт	–	3.75 г	–
Мальтоза	–	3.19 г	–
Декстрин	–	0.69 г	–
Глицерол	–	0.59 г	–
NH <sub>4</sub> Cl	–	0.25 г	–
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.125 г	0.25 г	–
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	–	–	0.25г
NaNO <sub>3</sub>	–	–	0.5г
MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	0.125 г	–	0.125г
CaCl <sub>2</sub>	0.025 г	–	–
KCl	–	–	0.125г
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> * 2H <sub>2</sub> O	1.025 мг	–	–
MnCl <sub>2</sub>	0.75 мг	–	–
ZnCl <sub>2</sub>	0.75 мг	–	–
CuSO <sub>4</sub> * 5H <sub>2</sub> O	0.25 мг	–	–
EDTA	13.4 мг	–	–
FeSO <sub>4</sub>	0.335 мг	–	0.0025г

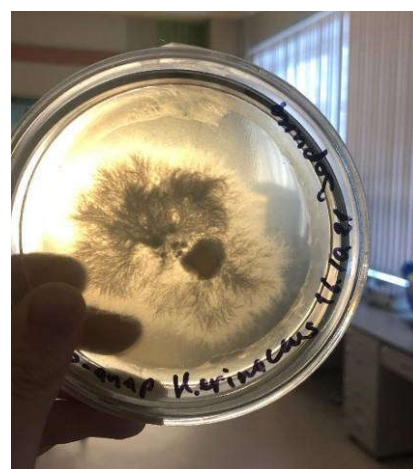
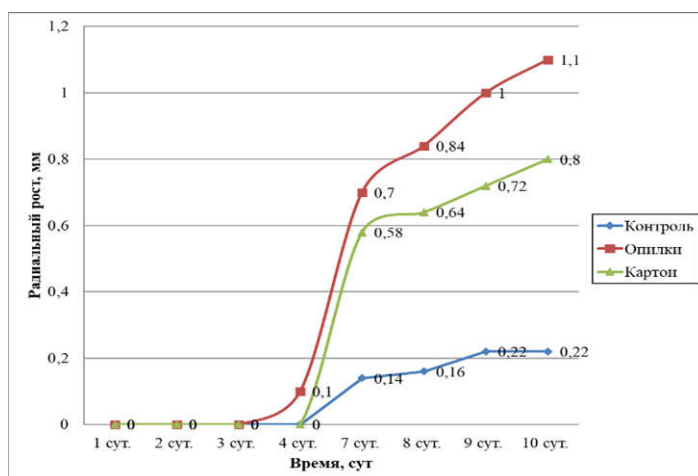


Рис.2. Рост мицелия *N. eginaceus* на питательных средах

Для получения экспериментальных субстратов использовали опилки сосны и промышленный картон. 5% и 10% смеси с дистиллированной водой стерилизовали в автоклаве (121°C, 1 атм.), полученные вытяжки пропускали через фильтр. Фильтраты смешивали с питательной средой «Сусло-агар» в соотношении 1:2 и повторно автоклавировали. Получившиеся экспериментальные субстраты разливали в стерильные чашки Петри в условиях ламинарного бокса и заражали маточным мицелием ежевика в 5 повторностях. Контрольным субстратом была питательная среда «Сусло-агар», смешанная с водой в тех же пропорциях.

Заращивание экспериментального и контрольного субстратов происходило в термостате при оптимальной температуре 25°C. Плотность обрастания субстратов мицелием *H. erinaceus* оценивали ежедневно на протяжении 10 дней.

Скорость освоения субстрата мицелием *H. erinaceus* на основе питательной среды «Сусло-агар» значительно выше после обогащения питательной среды целлюлозосодержащими компонентами: экстрактом картона и экстрактом опилок сосны. Культивирование и последующее освоение модифицированной экстрактами питательной среды «Сусло-агар» в чашках Петри превосходит время освоения контрольного субстрата на основе воды в 4 раза (0.22 – для контроля, 0.8 – для фильтрата картона, 1.1 – для фильтрата сосновых опилок).

## Литература

1. Анненков Б.Г., Азарова В.А., Ищенко Е.А. Интенсивное культивирование целебно-пищевого гриба *Hericium erinaceum* // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 5. С. 42–45.
2. Лобанок А. Г., Бабицкая В.Г., Богдановская Ж.Н. Микробный синтез на основе целлюлозы: белок и другие ценные продукты. Минск: Наука и техника, 1988. 260 с.
3. Основы биотехнологии высших грибов: учебное пособие / Н. А. Заикина [и др.]. СПб.: Проспект науки, 2007. 336 с.
4. Автономова А.В., Баканов А.В., Шуктуева М.И., Винокуров В.А., Попова О.В., Усов А.И., Краснопольская Л.М. Погруженное культивирование и химический состав мицелия *Hericium erinaceus* // Антибиотики и химиотерапия. 2012. Т. 57, № 7–8. С. 7–11.
5. Трухоновец В.В., Бисько Н.А., Поединок Н.Л., Михайлова О.Б., Митропольская Н.Ю., Колодий Т.А., Булавкина И.А., Плащинская Д.В. Рост и плодоношение базидиального гриба *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) на растительных субстратах // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. 2012. № 1. С. 277–281.
6. Kretschmer B., Smith C., Watkins E., Allen B., Buckwell A., Desbarats J., Kieve D. Recycling agricultural, forestry & food wastes & residues for sustainable bioenergy & biomaterials. London, United Kingdom: Institute for European Environmental Policy, 2013. 151 p.
7. Stamets P. Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. N.Y.: Ten Speed Press, 2011. 614 p.

**ПОЛУЧЕНИЕ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ *PLEUROTUS ERYNGII*  
НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СУБСТРАТЕ ИЗ ОПИЛОК ОСИНЫ**

**Е.В. Павлюченко, Е.В. Плотников**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

**OBTAINING FRUIT BODIES OF *PLEUROTUS ERYNGII*  
ON EXPERIMENTAL ASPEN SAWDUST SUBSTRATE**

**E.V. Pavlyuchenko, E.V. Plotnikov**

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

Грибы издавна славились не только своими кулинарными достоинствами, но и активно использовались в медицине [1]. Одним из таких является *Pleurotus eryngii* (королевская вешенка, степная вешенка). *P. eryngii* относится к отделу *Basidiomycota*, классу *Agaricomycetes* и семейству *Pleurotaceae*. Этот гриб обычно растет на древесных отходах семейства *Ariaceae*. *Pleurotus eryngii* встречается на пастбищах, лугах, в садах и редко на травянистых лесных полянах и холмистых местностях. Этот вид в основном встречается в субтропических регионах Средиземноморья, Центральной Европы, Центральной Азии и Ирана [2]. Выращивание грибов представляет собой оптимальный экономически биотехнологический процесс переработки растительных отходов лесного и сельского хозяйства. *P. eryngii* демонстрирует большое разнообразие в своей адаптации к различным агроклиматическим условиям, что является достоинством среди других культивируемых макромицетов [3]. Особая способность семейства *Pleurotus* заключается в выращивании на лигноцеллюлозных растениях или сельскохозяйственных отходах без необходимости в приготовленном компосте и покровной почве. Степная вешенка активно разлагает лигнин и может хорошо расти и давать урожай на различных типах лигноцеллюлозных материалов [4]. Тип субстратов для выращивания грибов зависит от имеющихся растительных или сельскохозяйственных отходов. В Европе для выращивания грибов используется пшеничная солома, в то время как в странах Юго-Востока Азии более популярны опилки [5]. В разных регионах мира были предложены различные материалы для культивирования *P. eryngii*; но было проведено несколько исследований пригодности различных доступных лигноцеллюлозных отходов для производства *P. Eryngii* в России. Таким образом, целью настоящего исследования является оценка влияния осиновых опилок на характеристики роста королевской вешенки.

Процесс культивирования поделили на три этапа: размножение маточного мицелия, получение зернового мицелия, выгонка плодовых тел на опилочном субстрате. Для размножения маточного мицелия вешенки использовали следующие питательные среды: «Тсуджияма» [6], «Mushroomcompletedia» [7], «Чапека-Докса» [8], составы которых представлены в таблице.

Таблица

Составы питательных сред

Компонент	Тсуджияма	МСМ	Среда Чапека-Докса
Глюкоза	7.5 г	5 г	–
Пептон	1.5 г	0.5 г	–
Агар	5 г	3.75 г	5г
Дрожжевой экстракт	–	0.5 г	–
Сахароза	–	–	7.5 г
Дрожжи	–	–	3 г

$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.125 г	0.115 г	–
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	–	0.25 г	0.25г
$\text{NaNO}_3$	–	–	0.5г
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.125 г	0.125 г	0.125г
$\text{CaCl}_2$	0.025 г	–	–
$\text{KCl}$	–	–	0.125г
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1.025 мг	–	–
$\text{MnCl}_2$	0.75 мг	–	–
$\text{ZnCl}_2$	0.75 мг	–	–
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.25 мг	–	–
EDTA	13.4 мг	–	–
$\text{FeSO}_4$	0.335 мг	–	0.0025г

В ходе эксперимента, было выяснено, что наиболее подходящей средой для *P. eryngii* является МСМ, что отображено на рисунке 1.

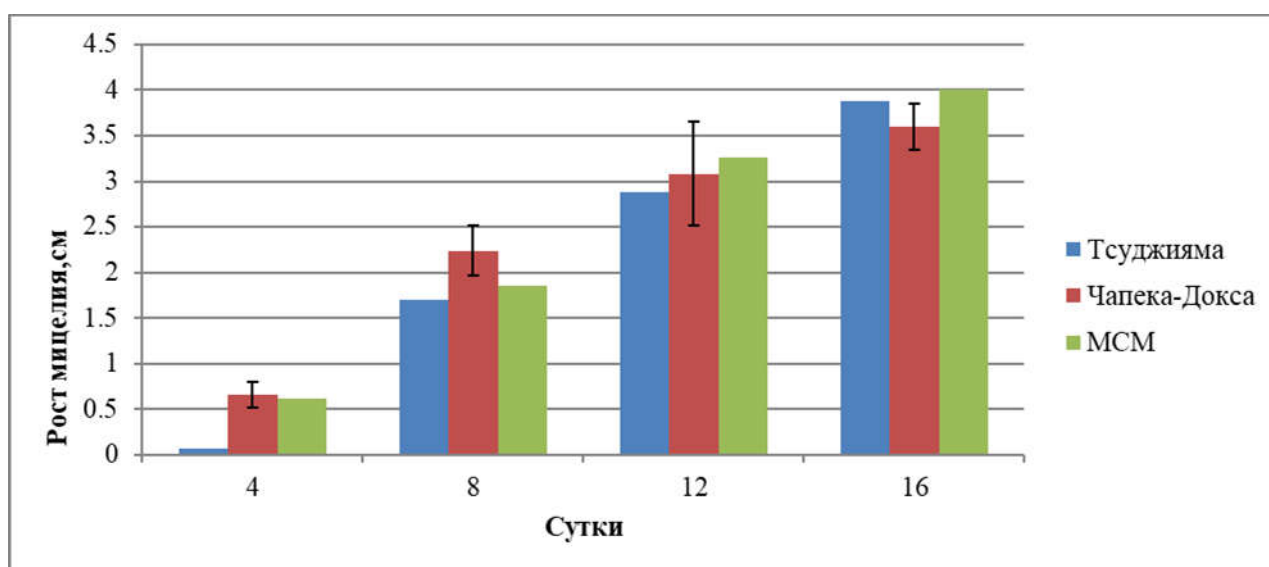


Рис. 1. показатели роста мицелия на разных средах

Следующим этапом стало заражение зернового субстрата. Это необходимо для того, чтобы на последнем этапе выгонки плодовых тел, мицелию было проще распространиться, так как будет заражено каждое отдельное зерно в субстрате. Также благодаря этому шагу, если на последнем этапе произойдет попадание контаминирующих агентов, гриб с большей вероятностью сможет ингибировать их рост. Зерновой субстрат состоял из 200 г. пшеницы, как основного компонента, мела и гипса. В вареное пшено добавили 1% мела и 0.5% гипса от массы сырого зерна. Мел необходим для регуляции кислотности среды, а гипс создает на поверхности зерен структуру, способствующую эффективному механическому закреплению нитей мицелия. Зерновой субстрат поместили в термостойкие полиэтиленовые пакеты и стерилизовали, горловины пакетов для вентиляции закрыли ватными пробками, пропускающими исключительно воздух. Маточный мицелий разрезали на небольшие кусочки и поместили в блоки с зерновым субстратом. После этого зараженные блоки с зерном помещались в термостат при температуре 26°C. Спустя 15 суток, когда произошло полное освоение грибом субстрата, начали третий этап. Жаростойкие мешки заполнили 400 г. осиновых опилок, сверху, так же, как и в предыдущем этапе, установили ватную пробку, и после чего стерилизовали и заразили зерновым мицелием.

В ходе выгонки плодовых тел выявили, что первый примордий *P. eryngii* появился на 24 сутки с момента заражения субстрата, после чего период плодоношения составил 13 суток. Средняя продуктивность блока составила  $76 \pm 3.5$  г./блок, общая масса собранных плодовых тел – 403 г. при средней массе одного плодового тела  $21.27 \pm 1.3$ .

### Литература

1. *Stamets P.* Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms. Oxford, 1993. 552 p.
2. *Zervakis G.I., Venturella G., Papadopoulou K.* Genetic polymorphism and taxonomic infrastructure of the *Pleurotus eryngii* species-complex as determined by RAPD analysis, isozyme profiles and ecomorphological characters // *Microbiology*. 2001. Т. 147, № 11. P. 3183–3194.
3. *Anton S.M., Sonnenberg Patrick M., Hendrickx, Sumiati E.* Evaluation of *Pleurotuseryngii* strains. *Applid Plant Resaarch. Mushroom Research Unit*. 2006. № 30. P. 140–149.
4. *Janpoor J., Farsi M., Gholizadeh F., Pourianfar H.R., Rezaian Sh.* Optimization of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) Substrate Using Lignocellulosic Affordable Wastes // *Journal of Horticultural Science*. 2018. Т. 31, №. 4. P. 778–788.
5. *Thomas G.V., Prabhu S.R., Reeny M.Z., Bopaiah B.M.* Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 1998. № 14. P. 879–882.
6. *Tsujiyama S., Muraoka T., Takada N.* Biodegradation of 2, 4-dichlorophenol by shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) using vanillin as an activator // *Biotechnology letters*. 2013. Т. 35. P. 1079–1083.
7. *Lee D.J., Kim K.P., Lee B.E.* Studies on Artificial Cultivation of *Pleurotus eryngii* (De Canolle ex Fries) Quel // *The Korean Journal of Mycology*. 2003. Т. 31, №. 3. P. 192–199.
8. *Culture Collection*. Peoria, IL: ARS Culture Collection National Center for Agricultural Utilization Research. Czapek's Solution Agar (CZA). [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.org/details/CAT93501473/mode/2up> (дата обращения: 05.09.2023).

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ГУБОЦВЕТНЫЕ (LAMIACEAE)

М.А. Проценко<sup>1</sup>, Е.И. Филиппова<sup>1</sup>, Е.В. Макаревич<sup>1</sup>, Т.А. Кукушкина<sup>2</sup>,  
И.Е. Лобанова<sup>2</sup>, Е.П. Храмова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, р.п. Кольцово, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

## RESEARCHING THE CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF PLANTS OF THE FAMILY LAMIACEAE

M.A. Protsenko<sup>1</sup>, E.I. Filippova<sup>1</sup>, E.V. Makarevich<sup>1</sup>, T.A. Kukushkina<sup>2</sup>,  
I.E. Lobanova<sup>2</sup>, E.P. Khramova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Research Center of Virology and Biotechnology Vector, Koltsovo, Russia

<sup>2</sup>Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

С древнейших времен до сегодняшних дней высшие растения, а также препараты на их основе используются человечеством для лечения различных заболеваний. Это связано с тем, что препараты растительного происхождения обладают низкой токсичностью, широким спектром биологического действия на организм и минимумом побочных эффектов по сравнению с синтетическими препаратами.

Растения семейства губоцветных (яснотковых) Lamiaceae являются перспективными источниками для создания новых лекарств для терапии заболеваний, вызываемых вирусами. Например, этанольный экстракт *Mentha piperita* проявляет активность против вируса гриппа субтипов H5N1 и H3N2 и против респираторно-синцитиального вируса [0]. А водные экстракты *Prunella vulgaris* и *Melissa officinalis* показывают активность в отношении вируса простого герпеса 1-го и 2-го типов [0, 0]. Экстракты *Scutellaria baicalensis* активны в отношении вирусов гепатита, ВИЧ-1, респираторно-синцитиального вируса и вируса Эпштейн-Барра [0]. Флавоноид байкалин, выделенный из *Scutellaria baicalensis*, способен ингибировать вирус гриппа А (субтипов H1N1 и H3N2) [0].

Активация свободно-радикальных процессов в организме человека способствует деструкции протеинов, липидов и провоцирует мутации в генах и хромосомах, что приводит к возникновению опасных патологических состояний, таких как онкологические заболевания, болезни легких, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца и др. Известно, что эфирные масла *Satureja montana*, *Monarda fistulos*, *Agastache rugos*, *Mentha piperita*, *Melissa officinalis*, *Hyssopus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Salvia sclarea*, *Origanum vulgare*, *Ocimum basilicum* [0] и экстракты *Prunella vulgaris*, *Ocimum basilicum*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* проявляют антирадикальную активность [0, 0]

Целью работы явилось исследования химического состава, а также противовирусной антирадикальной активности растений семейства Lamiaceae.

Объектами исследования служили высушенные надземные части 7 видов растений семейства Lamiaceae. Надземные органы змеголовника молдавского *Dracosephalum moldavica* L., иссопа лекарственного *Hyssopus officinalis* L., и буквицы лекарственной *Betonica officinalis* L. были заготовлены с экспериментального участка ЦСБС СО РАН. Травы будры плющевидной *Glechoma hederacea* L. и Melissa лекарственной *Melissa officinalis* L. собраны в окрестностях с. Березовка в Тогучинском районе. Надземная часть черноголовки обыкновенной *Prunella vulgaris* L. собрана в окрестностях Академгородка г. Новосибирска на опушке смешанного леса.

Растительное сырье анализировали на количественное содержание фенольных соединений (флавоноидов, танинов и катехинов) с применением физико-химических методов [0, 0, 0].

Из высушенного и измельченного растительного сырья получали сухие экстракты методами этанольного и водного извлечения по разработанной нами ранее технологии [0].

Тестирование токсичности и противовирусной активности этанольных и водных экстрактов растений проводили на перевиваемой культуре клеток почки собаки кокер-спаниеля (MDCK), полученной из коллекции культур клеток ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. В экспериментах по анализу противовирусной активности экстрактов в культурах клеток использовали предварительно определенные их максимально переносимые концентрации для данной культуры клеток [0]. В работе использовали штаммы вируса гриппа А: штамм вируса гриппа птиц A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) и штамм вируса гриппа человека A/Aichi/2/68 (H3N2), полученные из Государственной коллекции возбудителей вирусных инфекций и риккетсиозов ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. В качестве критерия оценки противовирусного эффекта растительных образцов был выбран индекс нейтрализации вируса под влиянием препарата [0].

Антирадикальную активность этанольных экстрактов растений семейства Lamiaceae определяли спектрофотометрическим методом по способности экстрактов восстанавливать стабильный радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ). Антирадикальную активность исследуемых образцов оценивали по концентрации испытуемого вещества (мкг/мл), при которой происходит 50%-е восстановление ДФПГ [0].

Результаты исследования химического состава растительного сырья, представленные в таблице 1 показали, что наивысшее содержание флавоноидов наблюдалось у *Glechoma hederacea* (1.92±0,05%), наименьшее – у *Hyssopus officinalis* (0.34±0,01%). В то же время наибольшее содержание танинов обнаружено в *Prunella vulgaris* (16.89±0.81%), а наименьшее – в *Hyssopus officinalis* (3.49±0.15%). Самое высокое содержание катехинов выявлено в *Betonica officinalis* (0.41±0.004%), а самое низкое содержание катехинов обнаружено в *Glechoma hederacea*, *Prunella vulgaris* и *Hyssopus officinalis* (0.08±0.002%).

Таблица 1

Содержание групп биологически активных веществ в пересчете на воздушно-сухую массу растительного сырья

Наименование растения	Флавонолы, %	Танины, %	Катехины, %
<i>Dracocephalum moldavica</i>	1.85±0.07	13.51±0.57	0.22±0.009
<i>Glechoma hederacea</i>	<b>1.92±0.05</b>	15.57±0.11	0.08±0.001
<i>Prunella vulgaris</i>	0.37±0.01	<b>16.89±0.81</b>	0.08±0.002
<i>Melissa officinalis</i>	1.04±0.03	8.05±0.33	0.11±0.004
<i>Hyssopus officinalis</i>	0.34±0.01	3.49±0.15	0.08±0.002
<i>Betonica officinalis</i>	0.96±0.01	6.51±0.11	<b>0.41±0.004</b>

Результаты анализа противовирусной активности водных и этанольных экстрактов растений в отношении вируса гриппа А приведены в таблицах 2 и 3. Водный экстракт *Dracocephalum moldavica* проявил активность в отношении обоих штаммов вируса гриппа. В то время как в отношении штамма A/chicken/ Kurgan/05/2005 (H5N1) активность показали водные экстракты *Glechoma hederacea*, *Prunella vulgaris*, *Melissa officinalis*, *Hyssopus officinalis* и *Betonica officinalis*. Показано, что этанольные экстракты *Hyssopus officinalis* и *Betonica officinalis* проявляли активность в отношении обоих исследуемых штаммов вируса гриппа. Этанольные экстракты *Glechoma hederacea* и *Prunella vulgaris* были эффективны только в отношении штамма A/Aichi/2/68 (H3N2).



Таблица 2

Противовирусная активность **водных** экстрактов растений семейства Lamiaceae в отношении вируса гриппа

Наименование растения	МПК, мг/мл	A/chicken/ Kurgan/05/2005 (H5N1)		A/Aichi/2/68 (H3N2)	
		Титр вируса, lgТЦД <sub>50</sub> /мл (M±Sm)	ИН, lg	Титр вируса, lgТЦД <sub>50</sub> /мл (M±Sm)	ИН, lg
<i>Dracocephalum moldavica</i>	2.50	3.00±0.29*	<b>3.25</b>	2.50±0.00*	<b>3.75</b>
<i>Glechoma hederacea</i>	3.33	2.05±0.00*	<b>3.75</b>	6.00±0.29	0.25
<i>Prunella vulgaris</i>	1.00	3.00±0.29*	<b>3.25</b>	5.00±0.29*	1.25
<i>Melissa officinalis</i>	5.00	3.00±0.29*	<b>3.25</b>	5.00±0.29*	1.25
<i>Hyssopus officinalis</i>	2.50	4.00±0.29*	<b>2.25</b>	4.50±0.00*	1.75
<i>Betonica officinalis</i>	2.50	3.00±0.29*	<b>3.25</b>	6.00±0.29	0.25
Контроль	–	6.25±0.38	–	6.25±0.25	–

Примечание: МПК – максимально переносимая концентрация; lgТЦД<sub>50</sub>/мл – десятичный логарифм 50% тканевой цитопатической дозы; М – среднее значение, Sm – стандартное отклонение и \* – отличия от соответствующего контроля при p≤0.05, вычисленные по методу Спирмена-Кербера; ИН – индекс нейтрализации.

Таблица 3

Противовирусная активность **этанольных** экстрактов растений семейства Lamiaceae в отношении вируса гриппа

Наименование растения	МПК, мг/мл	A/chicken/ Kurgan/05/2005 (H5N1)		A/Aichi/2/68 (H3N2)	
		Титр вируса, lgТЦД <sub>50</sub> /мл (M±Sm)	ИН, lg	Титр вируса, lgТЦД <sub>50</sub> /мл (M±Sm)	ИН, lg
<i>Dracocephalum moldavica</i>	1.00	4.50±0.00*	1.75	5.50±0.00	0.75
<i>Glechoma hederacea</i>	3.33	4.50±0.29*	1.75	3.00±0.29*	<b>3.25</b>
<i>Prunella vulgaris</i>	1.00	4.50±0.29*	1.75	4.00±0.29*	<b>2.25</b>
<i>Melissa officinalis</i>	3.33	4.50±0.00*	1.75	5.50±0.00	0.75
<i>Hyssopus officinalis</i>	2.50	4.00±0.00*	<b>2.25</b>	3.50±0.00*	<b>2.75</b>
<i>Betonica officinalis</i>	2.50	4.00±0.00*	<b>2.25</b>	2.00±0.29*	<b>4.25</b>
Контроль	–	6.25±0.38	–	6.25±0.25	–

Примечание: МПК – максимально переносимая концентрация; lgТЦД<sub>50</sub>/мл – десятичный логарифм 50% тканевой цитопатической дозы; М – среднее значение, Sm – стандартное отклонение и \* – отличия от соответствующего контроля при p≤0.05, вычисленные по методу Спирмена-Кербера; ИН – индекс нейтрализации.

Анализ экспериментальных данных показал, что все исследуемые этанольные экстракты в процессе восстановления стабильного радикала ДФПГ обладают различной антирадикальной активностью (табл. 4). Следует отметить, что наивысшую активность показали этанольные экстракты *Hyssopus officinalis* (IC<sub>50</sub> = 21.0±1.0 мкг/мл) и *Prunella vulgaris* (IC<sub>50</sub> = 19.5±0.1 мкг/мл). Взаимосвязи между антирадикальной активностью и противовирусной активностью экстрактов обнаружено не было.

## Антирадикальная активность этанольных экстрактов растений семейства Lamiaceae

Наименование растения	IC <sub>50</sub> , мкг/мл (M±Sm)
<i>Dracosephalum moldavica</i>	37.9±4.4
<i>Glechóma hederacea</i>	48.9±2.6
<i>Prunella vulgaris</i>	<b>19.5±0.1</b>
<i>Melissa officinalis</i>	52.6±0.8
<i>Hyssopus officinalis</i>	<b>21.0±1.0</b>
<i>Betonica officinalis</i>	52.3±5.3

Примечание: IC<sub>50</sub> – концентрации, при которой происходит 50%-е восстановление ДФПГ; M – среднее значение; Sm – стандартное отклонение.

Результаты исследований противовирусной и антирадикальной активности сухих экстрактов растений семейства Lamiaceae, подтверждают возможность разработки и создания на их основе новых лекарственных препаратов. При этом, наиболее перспективными экспериментальными образцами препаратов следует считать водный экстракт *Dracosephalum moldavica* и этанольные экстракты *Hyssopus officinalis* и *Betonica officinalis*.

## Литература

1. Агафонова С.В., Байдалинова Л.С. Антиоксидантная активность CO<sub>2</sub>-экстрактов некоторых растений и перспективы их использования в технологии пищевых рыбных жиров // Вестник Международной академии холода. 2015. № 2. С. 13–17.
2. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. №1. С. 66–72.
3. Казарян Ш.А., Рштуни Л.Р., Геворкян М.Л., Оганян А.Ж., Вардапетян Г.Р. Антирадикальные свойства этанольных экстрактов листьев *Prunella vulgaris* L. и *Ocimum basilicum* L. // Вестник Российско-Армянского университета. 2016. № 2. С. 86–93.
4. Каминский И.П., Ермилова Е.В., Кадырова Т.В., Ларькина М.С., Дьяконов А.А., Белоусов М.В. Антирадикальная активность экстрактов из растений рода *Centaurea* флоры сибиря // Химия растительного сырья. 2019. № 4. С. 173–179.
5. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы УП Международного Съезда. СПб, 2003. С. 64–69.
6. Мазуркова Н.А., Филиппова Е.И., Макаревич Е.В., Лобанова И.Е., Высочина Г.И. Высшие растения как основа для разработки противогриппозных препаратов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2014. № 4. С. 55–56.
7. Проценко М.А., Костина Н.Е., Теплякова Т.В. Подбор питательных сред для глубинного культивирования дереворазрушающего гриба *Daedaleopsis tricolor* (Bull.) Bondartsev et Singer // Биотехнология. 2018. Т. 34. № 1. С. 45–51.
8. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 4. Семейства Caprifoliaceae – Lobeliaceae. СПб.; М., 2011. 630 с.
9. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных органов бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. Барнаул. 2005. № 2. С. 45–50.
10. Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 2005. 832 с.
11. ШUTOва А.Г. Антирадикальная активность эфирных масел пряноароматических растений семейства Lamiaceae // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: Материалы

Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси / НАН Беларуси, ЦБС. Минск: Эдит ВВ, 2007. Т. 2. С. 179–181.

12. *Astani A., Reichling J., Schnitzler P.* *Melissa officinalis* extract inhibits attachment of herpes simplex virus in vitro // *Chemotherapy*. 2012. Vol. 58, No. 1. P. 70–77.
13. *Li R., Wang L.* Baicalin inhibits influenza virus A replication via activation of type I IFN signaling by reducing miR-146a. // *Molecular Medicine Reports*. 2019. Vol. 20, No. 6. P. 5041–5049.
14. *Li Y., Liu Y., Ma A., Bao Y., Wang M., Sun Z.* In vitro antiviral, anti-inflammatory, and antioxidant activities of the ethanol extract of *Mentha piperita* L. // *Food Science and Biotechnology*. 2017. Vol. 26, No. 6. P. 1675–1683.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОВИРУСНОГО ДЕЙСТВИЯ ФЕНОЛЬНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ МАНЖЕТКИ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ЭТАПЫ РЕПРОДУКЦИИ  
ВИРУСА ГРИППА ПТИЦ А/Н5N1**

**Е.И. Филиппова, С.В. Святченко, О.Ю. Мазурков, В.А. Терновой, Н.А. Мазуркова**

*Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр  
вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, р.п. Кольцово, Россия*

**THE STUDY OF ANTIVIRAL EFFECT OF *ALCHEMILLA VULGARIS* PHENOLIC  
COMPOUNDS ON THE STAGES OF REPRODUCTION OF AVIAN INFLUENZA  
VIRUS A/H5N1**

**E.I. Filippova, S.V. Svyatchenko, O.Yu. Mazurkov, V.A. Ternovoi, N.A. Mazurkova**

*State Research Center of Virology and Biotechnology «VECTOR», Koltsovo, Russia*

Вирусные инфекции являются причиной многих, часто трудноизлечимых заболеваний человека и животных. Некоторые природные соединения, в том числе полисахариды, терпены, алкалоиды, аминокислоты, флавоноиды и другие фенольные соединения, показавшие противовирусную активность, были выделены из растений, используемых в народной медицине [2, 14, 9]. Интерес к противовирусным препаратам растительного происхождения обусловлен в первую очередь их доступностью, меньшей токсичностью и широким спектром действия по сравнению с синтетическими препаратами [3, 12]. *Alchemilla vulgaris* L. (манжетка обыкновенная) является кормовым и лекарственным растением с чрезвычайно широким спектром биологической активности. Экспериментально доказано, что основным действующим началом *A. vulgaris* является полифенольный комплекс и, в первую очередь, флавоноиды [5, 6].

Целью исследования является изучение механизма действия катехинов и лейкоантоцианов, полученных из манжетки обыкновенной, на вирус гриппа птиц А/Н5N1 в экспериментах *in vitro*.

Для проведения экспериментов использовали штамм вируса гриппа птиц А/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1), полученный из коллекции ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

В работе использовали перевиваемую культуру клеток MDCK, полученную из коллекции культур клеток ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора. Клетки выращивали в среде RPMI-1640 («Биолот», Санкт-Петербург) в присутствии 10% инактивированной эмбриональной телячьей сыворотки («HyClone», США).

В работе был использован образец на основе суммы флавоноидов из подземных частей манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.), собранной на территории Горного Алтая. Препарат был получен в лаборатории фитохимии ЦСБС СО РАН и представлял собой сухой экстракт, состоящий из 70 % катехинов и лейкоантоцианов, полученный путем извлечения 50-кратным объемом этилацетата, как описано в [1]. В качестве референс-препаратов служили коммерческий противовирусный препарат Тамифлю (Ф. Хоффманн – Ля Рош Лтд., Швейцария) и субстанция озельтамивир карбоксилат (Sequoia Research Products Ltd., США).

Влияние образца *A. vulgaris* на продукцию новых инфекционных вирионов вируса гриппа оценивали по титрам вирусосодержащей жидкости (ВСЖ), собранной через 8, 24 и 36 ч после инфицирования монослоя клеток MDCK вирусом гриппа при множественности инфицирования, составляющей 0.1 ТЦД<sub>50</sub>/кл. В качестве контроля служили инфицированные клетки, инкубированные в среде без растительного образца. При обработке результатов титры ВСЖ, выраженные в десятичных логарифмах 50%-х тканевых цитопатических доз вируса (lg ТЦД<sub>50</sub>/мл), рассчитывали и сравнивали по методу Спирмена-Кербера [7].

Вирулицидную активность образцов оценивали после их экспозиции с вирусом гриппа (100 ТЦД<sub>50</sub>) в течение 30 минут. Через 2–3 сут в каждой лунке определяли наличие вируса в среде культивирования по реакции гемагглютинации и высчитывали титры вируса в опыте и контроле по методу Спирмена–Кербера [4]. Образец обладал вирулицидным действием в случае снижения титра вируса в его присутствии в 100 и более раз по сравнению с титром вируса в контроле [7].

Влияние образца на активность нейраминидазы вируса гриппа было изучено флуоресцентным методом, основанным на измерении интенсивности флуоресценции конечного продукта 4-метилумбеллиферона, освобожденного из субстрата 2'-(4-метилумбеллиферил)-ADN-ацетилнейраминовой кислоты (MUNANA) благодаря ферментативной активности нейраминидазы вируса гриппа как описано в [11]. Анализ результатов осуществляли на флуориметре Infinite F200 (Tecan, Швейцария). 50%-я ингибирующая нейраминидазу концентрация (IC<sub>50</sub> в мкг/мл) образцов высчитывалась с помощью функции линейной регрессии в программе Microsoft Excel для Windows.

Для оценки влияния препарата манжетки обыкновенной на адсорбцию вируса гриппа на клетках MDCK исследовали возможность ингибирования гемагглютинации вирусов гриппа под действием этих образцов по методу, описанному в работах [10, 13].

Действие образца *A. vulgaris* на синтез РНК вируса гриппа А/Н5N1 в инфицированных клетках MDCK было изучено методом полуколичественной RT-PCR специфической (геномной и матричной) РНК [8].

На первом этапе исследований было проанализировано влияние препарата *A. vulgaris* в концентрациях 31.25; 62.5; 125.0 и 250 мкг/мл на продукцию вируса гриппа в разное время после инфицирования клеток MDCK (рис. 1).

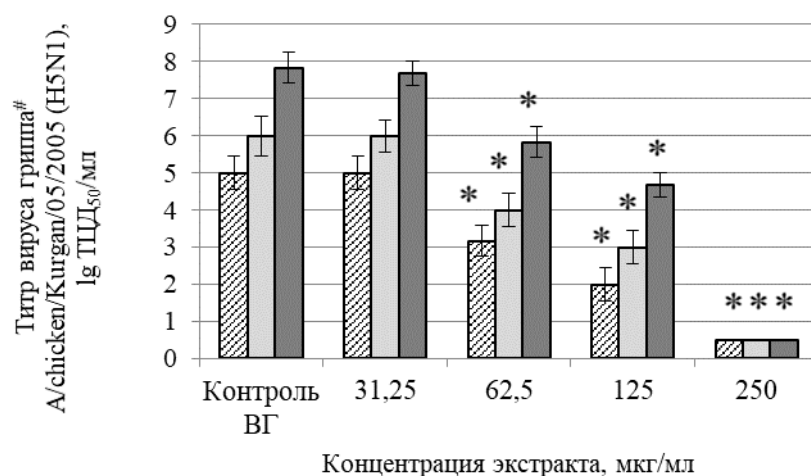


Рис. 1. Продукция вируса гриппа (титр по оси ординат) в контроле (без препарата) и в присутствии различных концентраций препарата. ▨ – через 8 часов; ▩ – через 24 часа; ■ – через 36 часов; # – средние значения (M) с 95%-м доверительным интервалом (I<sub>95</sub>) рассчитаны по методу Спирмена-Кербера; \* – отличие от контроля по методу Спирмена-Кербера при p ≤ 0.05.

Установлено, что инфекционный титр вируса под действием исследуемых соединений снижался на 1,8–7,3 lg в зависимости от концентрации образцов, а также от времени оценки продукции вируса после инфицирования монослоя клеток. Практически полное ингибирование продукции вируса наблюдалось при самой высокой тестируемой концентрации образцов, составляющей 250 мкг/мл. Таким образом, ингибирование продукции вируса под влиянием экспериментального препарата наблюдалось не только после первичного инфицирования клеток – через 8 ч, но и в последующие сроки заражения (24 и 36 ч).

При исследовании вирулицидного действия образца наблюдалось снижение инфекционной активности вируса гриппа всего на 1.17 lg. В соответствии с руководством по проведению доклинических исследований лекарственных средств [7] образец обладает вирулицидной активностью в случае снижения активности вируса в 100 и более раз по сравнению с титром вируса в контроле (без образца), поэтому полученный результат нельзя учитывать, как проявление вирулицидной активности.

Нейраминидаза, как известно, играет ключевую роль в высвобождении вновь созданной вирусной частицы из инфицированной клетки. Нами установлено, что концентрация образца манжетки, необходимая для проявления антинейраминидазной активности вируса гриппа, составляла 256.4 мкг/мл и превышала значение IC<sub>50</sub> субстанции озельтамивира (0.0007 мкг/мл) в 330000 раз. Таким образом, исследуемый препарат не способен оказывать существенное ингибирующее действие на нейраминидазную активность.

Далее нами были проведены исследования по способности препарата *A. vulgaris* препятствовать адсорбции вируса на эритроцитах петуха. Было установлено, что препарат проявлял активность торможения гемагглютинации вируса гриппа с эритроцитами при высоких концентрациях (250–2000 мкг/мл). При этом полного ингибирования гемагглютинации вируса не наблюдалось ни при каких используемых концентрациях, что позволяет предположить, что данный образец при высоких концентрациях препятствует адсорбции вируса гриппа птиц на клетках.

Затем мы проверили действие препарата *A. vulgaris* на синтез РНК вируса гриппа А/Н5N1 методом полуколичественного RT-PCR-анализа. Было установлено, что данный растительный образец при концентрациях 62.5, 125, 250 и 500 мкг/мл уменьшал количество вирусной РНК не менее чем в 2 раза относительно контроля вируса. При этом для препарата сравнения Тамифлю снижение продукции вирусной РНК наблюдалось только при его концентрациях 250 и 500 мкг/мл.

Таким образом в экспериментах *in vitro* установлено, что инфекционный титр вируса под действием экспериментального образца, полученного из манжетки обыкновенной, снижался на 1.8–7.3 lg в зависимости от концентрации образцов, а также от времени оценки продукции вируса после инфицирования монослоя клеток. Показано, что экспериментальный препарат на основе катехинов и лейкоантоцианов проявлял активность в реакции торможения гемагглютинации вируса гриппа с эритроцитами петуха и уменьшал синтез вирусной РНК, но не влиял на вирулицидную и антинейраминидазную активность.

## Литература

1. Азовцев Г.Р., Изюмов Е.Г., Зыков А.А. Способ получения Р-витаминного препарата / А. с. 1073966 (СССР). 1983.
2. Берёзин В.Э., Богоявленский А.П., Толмачёва В.П., Корулькин Д.Ю., Худякова С.С., Левандовская С.В. Противовирусная активность препаратов из растений семейства Crassulaceae // Химико-фармацевтический журнал. 2002. Т. 36, № 10. С. 29–30.
3. Галегов Г.А., Андропова В.Л., Колобухина Л.В., Львов Н.Д. Специфическая лекарственная терапия распространенных и социально-значимых вирусных инфекций человека // Вопросы вирусологии. 2012. № 1. С. 180–189.
4. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. 598 с.
5. Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А. Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Материалы VII Международного съезда Фитофарм 2003 «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения», Санкт-Петербург, 03–05 июля 2003 г. С. 64–69.
6. Лесовая Ж.С., Писарев Д.М., Новиков О.О., Романова Т.А. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве манжетки обыкновенной *Alchemilla vulgaris* L. // Научные ведомости Белгородского университета. Сер. Медицина. Фармация. 2010. Т. 22, № 93. Вып. 12. № 2. С. 145–149.

7. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая / под ред. А.Н. Миронова. М.: Гриф и К, 2012. 944 с.
8. Филиппова Е.И. Противовирусные свойства экстрактов и фенольных соединений культивируемых и дикорастущих растений Юго-Западной Сибири : дис. ... канд. биол. наук. Кольцово, 2022. 186 с.
9. Cecilio A.B., de Faria D.B., Oliveira P. de C., Caldas S., de Oliveira D.A., Sobral M.E., Duarte M.G., Moreira C.P., Silva C.G., de Almeida V.L. Screening of Brazilian medicinal plants for antiviral activity against rotavirus // *Journal of Ethnopharmacology*. 2012. No. 141. P. 975–981.
10. Kim M., Kim S.-Y., Lee H.W., Shin J.S., Kim P., Jung Y.-S., Jeong H.-S., Hyun J.-K., Lee C.-K. Inhibition of influenza virus internalization by epigallocatechin-3-gallate // *Antiviral Research*. 2013. Vol. 100. P. 460–472. doi: 10.1016/j.antiviral.2013.08.002.
11. Leang S.K., Hurt A.C. Fluorescence-based neuraminidase inhibition assay to assess the susceptibility of Influenza viruses to the neuraminidase inhibitor class of antivirals // *Journal of Visualized Experiments*. 2017. Vol. 122, No. 15. P. e55570. doi: 10.3791/55570.
12. Liu G., Xiong S., Xiang Y., Guo C., Chong-Ren F., Zhang Y.Y., Wang Y., Kitazato K. Antiviral activity and possible mechanisms of action of pentagalloylglucose (PGG) against influenza A virus // *Archives of Virology*. 2011. Vol. 156. P. 1359–1369.
13. Song J.-M., Lee K.-H., Seong B.-L. Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus // *Antiviral Research*. 2005. Vol. 68. P. 66–74. doi: 10.1016/j.antiviral.2005.06.010
14. Vlietinck A.J., Vanden Berghe D.A. Can ethnopharmacology contribute to the development of antiviral drugs // *Journal of Ethnopharmacology*. 1991. No. 32. P. 141–153.

# Ботаники и ботаника в образовании и воспитании современников

---

doi: 10.17223/978-5-7511-2661-2/88

## К 30-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ БОТАНИЧЕСКОГО МУЗЕЯ СИБИРИ ЦСБС СО РАН

**В.М. Доронькин, Е.А. Королюк**

*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

## TO THE 30TH ANNIVERSARY OF THE BOTANICAL MUSEUM OF SIBERIA CSBS SB RAS

**V.M. Doronkin, E.A. Korolyuk**

*Central Siberian Botanical Garden SB RAS*

В 1992 г. в переломное для страны время Президиумом Российской академии наук было принято решение о создании музеев, как структурных подразделений научно-исследовательских институтов и о сохранении коллекций и фондов этих музеев [7]. Менее чем за 20 лет, в Сибирском отделении РАН в институтах различного профиля уже существовало около 40 научных музеев и мемориальных комнат.

В Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) в феврале 1993 г. Ученым советом было принято решение о создании в стенах института «Ботанического музея Сибири ЦСБС СО РАН» с целью популяризации ботанических знаний и сохранения архивных документов по истории института, персоналиям. Для музея в здании института под экспозиции были выделены модули, общей площадью 93 кв.м. Спустя три месяца была определены финансовые средства на организацию музея и создана творческая музейная группа из 12 человек под руководством д.с.х.н. И.В. Тарана. В состав первой группы входили сотрудники института: д.б.н. Е.В. Тюрина, к.б.н. А.Г. Валуцкая, к.б.н. В.Н. Спиридонов, к.б.н. В.М. Доронькин, к.с.х.н. В.С. Иванов, А.А. Красников, Р.Д. Ерохова, Н.Д. Беликова, Н.В. Михайлова, И.В. Сорокина, С.В. Лукьянчиков. В апреле 1998 г. «Ботанический музей Сибири ЦСБС СО РАН» был открыт для первых экскурсий.

Только два музея ботанического профиля существовало в стране к этому моменту. Это старейший «Ботанический музей», созданный в 1823 г. в Санкт-Петербурге, а ныне отдел Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской Академии наук. И второй – Музей Ботанического сада Уральского отделения РАН, историческое наследие сада с 30-х годов прошлого столетия. Таким образом, «Ботанический музей Сибири» в Новосибирске стал третьим в стране музеем академического научного ботанического профиля, и эта ситуация сохраняется до настоящего времени.

Первыми сотрудниками «Ботанического музея Сибири» была проделана огромная работа по разработке концепции оформления залов, заложены первые каталогизированные архивы, созданы постоянные экспозиции со стендами, картами, фотослайдами, портретами ботаников. Большая часть этих стендов до сих пор в основной экспозиции. При проведении экскурсий они открывают экспозиции первого зала, рассказывающие о становлении ботанической науки в Сибири: первопроходцах-натуралистах, первых научных публикациях и ботанических школах. Здесь же представлены карты маршрутов первых ботанических экспедиций и галерея портретов крупнейших учёных ботаников Сибири.



К 50-летию юбилею института (1995–96 гг.) были оформлены стенды, словно срез полувекового существования института, как и 13 фотоальбомов, по количеству структурных подразделений и различных исследовательских направлений. Лаборатории подготовили тематические стенды о направлении научных исследований лабораторий. Деятельность лабораторий распределили по трем направлениям – общая ботаника (лаб. Геоботаники, лаб. Гербарий, лаб. Систематики растений, лаб. Фитоценологии, лаб. Низших растений, лаб. Рекреационных лесов), экспериментальная ботаника (лаб. Микробиологии (биотехнологии), лаб. Физиологии растений, лаб. Фитохимии), интродукция растений (лаб. Дендрологии, лаб. Декоративных растений, лаб. Интродукции пищевых растений, лаб. Лекарственных растений, лаб. Кормовых растений, лаб. (группа) Тропических растений). Были подготовлены и созданы стенды об этапах создания ботанического сада («Начало. 1946–1950», «Развитие ботанического сада, хроника лет. 1951–1963», «Строительство сада в Академгородке», «Формирование экспозиций и коллекций»). А также стенды по флоре и растительности Сибири, охраняемых природных территориях Сибири и ряд других стендов об удивительном разнообразии растительного мира. В пространстве Музея появляется своя атмосфера, которая поддерживается все последующие годы. Словно завершая этап, когда музей был структурной единицей института с поддержкой в финансировании в 2006 г. был издан буклет о музее [1]. На следующий год музейная группа под руководством И.В. Тарана была выведена из штата ЦСБС и сокращена. С этого момента и последующие 14 лет музей перестал входить в структуру института и существовал как бы на общественных началах. Такая ситуация сложилась практически со всеми музеями Сибирского отделения, за редким исключением. Они не имели регулярной государственной и административной поддержки и держались только на энтузиазме людей, осознающих какую большую роль, могут играть музеи при научно-исследовательских институтах и как архивно-мемориальная структура института, и как площадка для популяризации науки. Легко было потерять все эти музеи разом, но гораздо труднее их заново восстанавливать. Постановлением Президиума СО РАН (№ 316 от 29 апреля 2008 г.) было «констатировано, что музеи РАН являются национальным достоянием, выдающимся собранием ценностей, которые имеют огромное культурное значение». Поэтому в 2008 г. по решению Ученого совета и руководства ЦСБС была создана действующая на общественных началах творческая группа из 5 человек, в которую вошли: В.М. Доронькин, А.Г. Валуцкая, к.б.н. Л.Н. Чиндяева, к.б.н. Е.А. Королук, к.б.н. Ю.В. Шинкаренко. Этим энтузиастам и был предоставлен «Ботанический музей Сибири» для сохранения и развития. Новой музейной группе повезло хотя бы в том, что с 2008 по 2012 гг. осуществлялась конкурсная Программа Президиума по поддержке научных музеев СО РАН. Благодаря этой конкурсной поддержке мы смогли сформировать иной, более современный облик пространства музея и продолжать полноценно работать. В течение 5 лет «Ботанический музей Сибири» получил пять ежегодных грантов СО РАН (от 50 до 100 тысяч руб. в год), поэтому нам удалось реорганизовать выставочное пространство и добавить новые экспонаты. Были смонтированы 32 стеклянные витрины, приобретено техническое оборудование для музея, отреставрированы стенды в постоянной экспозиции без финансовой помощи института. В настоящий момент в витринах постоянной экспозиции представлено более 300 атрибутированных экспонатов. Появилась традиция оформлять к ежегодному празднованию февральских «Дней науки» новую временную экспозицию и замещать ее очередной на следующий год. С первыми такими опытами можно ознакомиться в наших публикациях о деятельности музея [4, 5, 6].

Кураторам «Ботанического музея Сибири» приходится по роду своей деятельности и крайне малого людского ресурса, одновременно быть и специалистами по архивам, заниматься пополнением фондов, вести научную работу, курировать залы, организовывать выставки, публиковать новую информацию, проводить экскурсии,

взаимодействовать с другими музейными площадками и т.д. Подводя итоги второго этапа существования музея (последние 15 лет) в этой статье, мы постарались привести примеры всей этой деятельности.

С 2007 по 2023 гг. музейной группой было подготовлено 24 временных выставки, материалы которых, могут быть использованы, как для расширения постоянных экспозиций, так и для публикаций. К 65-летию «Победы в Великой отечественной войне» была подготовлена выставка «Всё для фронта, всё для победы!» об участии учёных-ботаников Томского государственного университета в помощи фронту – копии документов, газет о поиске лекарственных растений в Сибири, государственных наградах были любезно присланы из архивов Гербария им. П.Н. Крылова, ТГУ. На выставке демонстрировалась книга («Флора СССР», т. 2, 1934) из осажденного Ленинграда пробитая осколком. Подготовлен фотоальбом о сотрудниках ботанического сада, участников войны. Большой интерес вызвала выставка, посвященная новым для науки видам растений, которые были при описании названы в честь наших коллег и сотрудников. Собранные данные послужили основой для соответствующей публикации [2]. Материалы выставки о подготовке и начала издания первой (1747) и последней «Флор Сибири» (1987), уникальных ботанических трудов, теперь включены в обязательный рассказ при проведении экскурсии по основным экспозициям музея и, кроме того, были оформлены как научная публикация [3]. В настоящее время проходит временная выставка «Масло, маслице... Масличные растения мира», которая, мы надеемся, оставит свой след в основной экспозиции.

Популяризация ботанических научных направлений в музее может быть представлена в виде ботанических художественных выставок. Нами были подготовлены выставки об акварелях Марии Сибиллы Мериан (при содействии библиотеки ЦСБС), об иллюстрациях региональных «Красных книг» Сибири (художников С.Г. Казановского (Иркутск, СИФИБР), Н.В. Прийдак (Новосибирск, ЦСБС)). Экспонировались в рамках «Дней науки» уникальные рукотворные артефакты «Систематика растений в бисероплетении» (Е.В. Романова, ЦСБС). Ботаники, как творческие личности, пишут стихи, рассказы, научно-популярные книги. В музее можно познакомиться со сборниками стихов ботаников и лесоводов о растениях и их взгляд, на растения, как части жизни человека, различные книги о экспедициях ботаников, о «тайной жизни» растений и о взаимоотношениях в растительных сообществах.

За тридцатилетнее существование музея в его архивных и экспонируемых фондах собрано около 450 каталогизированных единиц хранения (и в несколько раз больше неучтенных). Уникальные архивные коллекции: связанные с историей ботанического сада (архив фотографии, фильмы, аудиозаписи, документы о деятельности института, становлении научных школ и лабораторий, вкладе сотрудников в исследования растительного мира Сибири) и коллекции, связанные с методами изучения растений (объекты техники для изучения растительных микрообъектов, коллекции шишек голосемянных растений, афиллофоровых грибов, карпологическая коллекция бобовых растений, монет разного географического происхождения с изображением растений, растительные остатки из погребений Сибири и Монголии и др.).

Мемориальные выставки – это отдельная большая работа. Юбилей или «круглые даты» становятся поводом собрать материал и представить его в виде выставки. Кураторами музея используя архивы, записывая личные воспоминания старейших сотрудников института, уже представлен и отправлен в фонды материал о 60-летней истории Библиотеки сада (в 2021–22 гг.), о деятельности крупных ученых ботаников и интродукторов (А.В. Куминовой, К.А. Соболевской, А.Р. Вернере, И.М. Красноборове, Л.И. Малышеве, Е.В. Тюриной, И.В. Таране), о вкладе ЦСБС СО РАН в озеленение города Новосибирска и Академгородка (материалы оцифрованы и доступны для заинтересованных специалистов), о начале развертывания научного направления в изучении лекарственных растений Сибири. Востребованы архивы музея, связанные с историей ботанического сада

как внутри института, так и за его стенами. На основе фондов музея подготовлены статьи и документальный фильм о музее студентами факультета журналистики НГУ.

По инициативе Совета по музеям Президиума СО РАН было проведено несколько конференций по музееведению, в которых сотрудники ботанического музея принимали участие. Коллекции и стенды музея демонстрировались на тематических выставках, проводимых в Выставочном центре СО РАН, на площадках ГПНТБ СО РАН, в Музее истории Сибирского отделения РАН. «Ботанический музей Сибири» был отмечен дипломом за участие в выставке «Музеи СО РАН – юбилею Отделения», а кураторы награждены грамотами за лекционное, экскурсионное и выставочное участие на площадках ГПНТБ и Выставочного центра СО РАН.

Музей не является коммерческим и посещение его бесплатно. В основном экскурсии проводятся в «Дни науки» (февраль), в остальное время музей открыт для посетителей только в определенные часы во время конференций или других крупных событий. Тем не менее за год, его ежегодно посещает от 200 до 800 человек. Музей посетили коллеги из Германии, Монголии, Кореи, Китая.

Главное, что к 30-летию своему Дню рождения музей сохранился, развивается и готов принимать посетителей. В 2022 г. по решению Ученого совета и, в соответствии с приказом руководства ЦСБС, принято новое «Положение о статусе музея», а в штатное расписание ЦСБС введена ставка «специалиста по экспозиционной и выставочной деятельности», что следует оценивать как возвращение музея в структуру института и что гарантирует дальнейшее существование «Ботанического музея Сибири». Музейная группа вот уже несколько лет и на настоящий момент состоит из двух человек (Доронькин В.М. и Королюк Е.А.), мы стараемся, чтобы музей был живым организмом, а возвращение музея в структуру института расцениваем как отличный подарок музею к его 30-летию.

## Литература

1. *Ботанический музей Сибири* Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Сост. Таран И.В., Спиридонов В.Н., Беликова Н.Д., Ерохова Р.Д., Иванов В.С., Доронькин В.М., Сорокина И.В., Лукьянчиков С.В. Отв. ред. Е.В. Банаев. Новосибирск: изд-во «АРТА», 2006. 32 с.
2. *Королюк Е.А., Доронькин В.М.* «Имена собственные отдельных сибирских растений»: выставка Ботанического музея Сибири // Исторический курьер. 2021. № 2 (16). С. 112–117.
3. *Доронькин В.М., Королюк Е.А.* J.G. Gmelin «Flora Sibirica» (1747) – «Флора Сибири» (1987): переключки времен // Современные тенденции в развитии музеев и музееведения: Мат-лы III Всероссийской научно-практической конференции (Новосибирск, 9–12 октября 2017 г.) Новосибирск: Институт истории Сибирского отделения Российской академии наук, 2017. С. 180–183.
4. *Доронькин В.М., Валуцкая А.Г., Королюк Е.А., Чиндяева Л.Н.* Ботанический музей Сибири Центрального сибирского ботанического сада Сибирского отделения РАН: история, современность, перспективы // Научно-исторический и культурно-образовательный потенциал сибирских музеев: Сб. научн. тр. / Отв. ред. Н.М. Щербина. Новосибирск, 2010. С. 70–76.
5. *Доронькин В.М., Королюк Е.А., Валуцкая А.Г., Чиндяева Л.Н.* Ботанический музей Сибири // Материалы Всероссийской конференции «Проблемы сохранения растительного мира Северной Азии и его генофонда», посвященная 65-летию ЦСБС СО РАН и 100-летию со дня рождения профессоров К.А. Соболевской и А.В. Куминовой. Новосибирск, 2011. С. 62–65.
6. *Доронькин В.М., Королюк Е.А.* Как мы популяризируем науку: ботанический музей – архив и источник вдохновения // История ботаники в России. Сборник статей участников Международной научной конференции. Тольятти, 2015. Т. 3. С. 57–61.
7. *Постановление Президиума РАН* от 10 ноября 1992 г. № 271 и приложение к нему «Типовое положение о музее РАН».

## НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ БЛОГ – СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА

К.В. Качкин

*Новосибирский государственный медицинский университет, г. Новосибирск, Россия*

## SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL BLOG IS A MODERN TOOL FOR INCREASING COGNITIVE INTEREST

K.V. Kachkin

*Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia*

Знания, которые человек получает без интереса, быстро теряются в памяти. Особенно это актуально в наши дни, когда поток информации, обрушивающийся на человека, растет с каждым днем. В такой ситуации проблема сохранности знаний встает очень остро. Особенно это значимо в школьной и вузовской системе образования, основанной на преемственности знаний. Да и после окончания обучения в учебных заведениях взрослый человек, освоив новые знания, может быстро их потерять.

Для повышения сохранности знаний необходимо стремиться к повышению познавательного интереса у обучающихся любого возраста. В педагогической литературе существует немало определений «познавательного интереса». Одним из наиболее полных является определение Г.И. Щукиной «избирательной направленности личности, обращенной к области познания, к ее предметной стороне и самому процессу овладения знаниями» [2].

Обучение идёт более эффективно, если этот процесс, с одной стороны, подкреплён яркими образами, которых часто не хватает в традиционной учебной литературе, с другой стороны, активными методами включения в образовательный процесс. С обеими этими задачами может успешно справиться научно-просветительский блог. Это приобретает особую актуальность в наш век проникновения телекоммуникационных средств во все сферы жизни человека, в том числе активное проникновение в сферу образования [1].

В 2022 году в социальной сети «ВКонтакте» нами был создан научно-просветительский блог «Растения вокруг нас» [https://vk.com/plants\\_around\\_us](https://vk.com/plants_around_us) Целью создания блога стало донесение научной и просветительской информации по ботанике доступным и привычным молодому поколению способом, а также способствование повышению познавательного интереса обучающихся ботаническим дисциплинам (рис. 1).

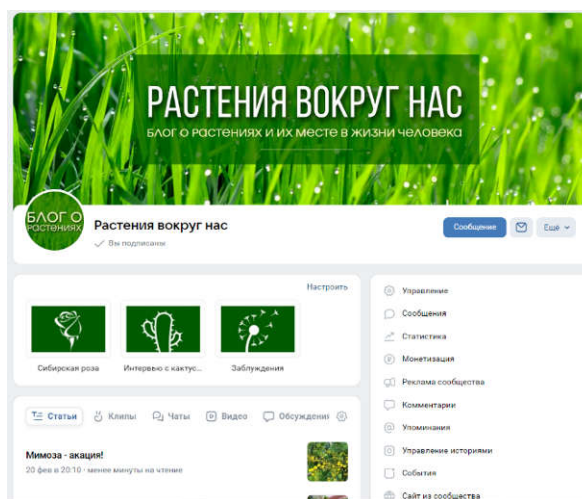


Рис. 1. Внешний вид титульной страницы блога

За прошедшие полтора года на блог подписалось более 2.5 тысяч пользователей всех возрастных групп, что свидетельствует о наличии интереса к ботаническим знаниям у населения. Нами было опубликовано более 250 материалов на разные темы, так или иначе касающиеся вопросов ботаники.

Часть материалов блога представляет собой повествование о растениях, истории ботаники, аспектах применения растений в повседневной жизни, снабженные авторскими иллюстрациями (рис. 2, 3). Наличие ярких иллюстрация привлекает внимание читателя и заставляет невольно сконцентрироваться на новой информации, примечая её в информационном потоке.

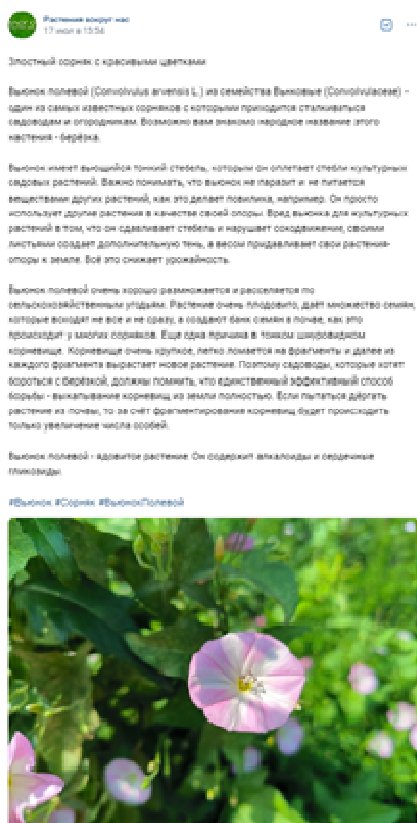


Рис. 2. Пример публикации про растение



Рис. 3. Пример публикации по истории ботаники

Наиболее эффективным способом повышения познавательного интереса является активное участие субъекта в образовательном процессе. В рамках блога это легко достигается привлечением читателей к созданию контента. К примеру, во время изучения модуля «Анатомия растений» студенты выполняют задания по изготовлению микропрепаратов растений. По желанию ими выполняются фотографии препаратов на личные телефоны, и наиболее удачные фотографии размещаются в блоге с указанием авторства (рис. 4). Также в блоге эффективно используются элементы геймификации. Это достигается проведением викторин, которые регулярно появляются на страницах блога. Основная тематика викторин – узнавание растений и выделение определенных растений среди внешне сходных. Это позволяет развить навык узнавания растений у посетителей блога. После завершения викторины публикуется правильный ответ и материал о растении – герое викторины.

Совместно с проектом «Другое дело», проводимом АНО «Россия – страна возможностей», блог «Растения вокруг нас» организовал несколько заданий ботанической направленности. По правилам «Другого дела» успешно справившиеся с заданиями разной тематики получают зачетные очки, которые далее могут обменивать на призы и подарки. Среди заданий от нашего блога: «Особо охраняемая природная территория (ООПТ)»,

в котором участнику необходимо посетить одну из ООПТ, сделать несколько фотографий и написать отчёт о посещении; «Цветущее комнатное растение», в котором участник должен сфотографировать цветущее комнатное растение, определить его видовую принадлежность и написать отчёт о проделанной работе. Особым вниманием участников «Другого дела» пользуется задание «Ботанические знания». В этом задании участник должен перейти по ссылке и выполнить небольшой тест, а в случае успеха – поделиться скриншотом.

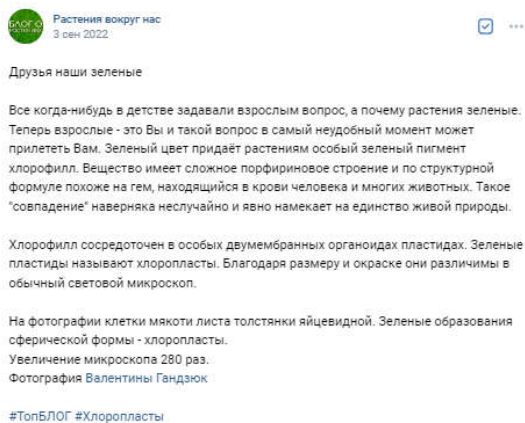


Рис. 4. Пример публикации с использованием фотографии студента

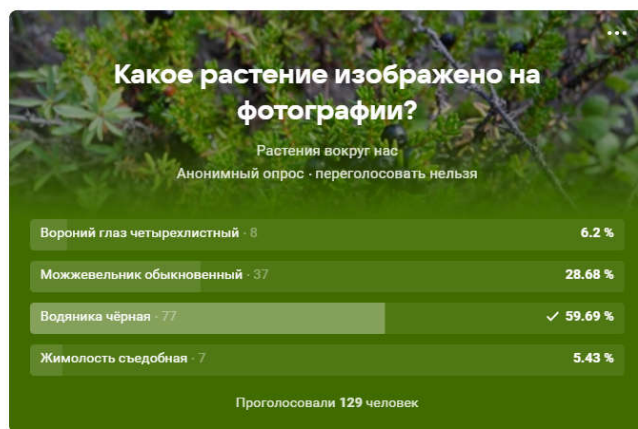
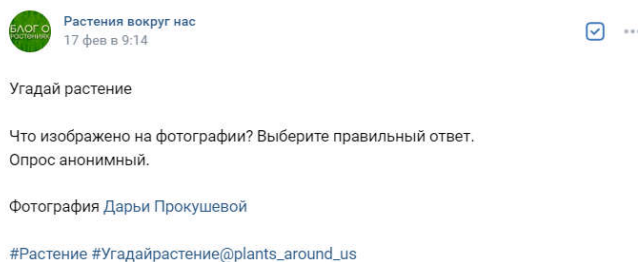


Рис. 5. Пример публикации вопроса викторины «Угадай растение»

В последнее десятилетие каналы получения информации заметно изменились. Это произошло благодаря появлению и развитию компьютерной техники и сети Интернет. Особенно изменения коснулись молодое поколение, которое привыкло получать новую информацию в виде ярких динамичных образов. В связи с этим создание и продвижение научно-просветительского блога позволяет доносить научную и просветительскую информацию доступным и привычным молодому поколению образом. Блог «Растения вокруг нас» в социальной сети «ВКонтакте» призвано с помощью мультимедийных приемов привлекать интерес потребителей информации к различным разделам ботаники.

## Литература

1. Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Информатизация образования. Фундаментальные основы и практические приложения. Воронеж: Издательство «Научная книга», 2014. 232 с.
2. Щукина Г.И. Пути формирования познавательных интересов учащихся на уроке в процессе сообщения новых знаний // Ученые записки. Т.106. Л.: ЛГПИ им. А.И. Герцена, 1955. С. 51–77.

## ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ В ПОДГОТОВКЕ БОТАНИКОВ В ТОМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

А.С. Ревушкин<sup>1</sup>, А.В. Пименов<sup>2</sup>, М.В. Щербаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук,  
г. Красноярск, Россия

## FIELD PRACTICES IN TRAINING BOTANISTS AT TOMSK UNIVERSITY

A.S. Revushkin<sup>1</sup>, A.V. Pimenov<sup>2</sup>, M.V. Shcherbakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>V.N. Sukachev Institute of Forest Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Krasnoyarsk, Russia

При всем разнообразии современных исследователей ботаников и специфики их профессиональной научной работы подготовка их на этапе обучения в студенческие годы содержит ряд важных и обязательных элементов. Среди теоретических дисциплин специализации по ботанике базовыми нужно считать экологию растений, фитоценологию, фитогеографию, популяционную биологию растений, местную флору. Большую роль в подготовке ботаников играет полевая практика, которая проводится во время специализации по ботанике. За продолжительную историю кафедры ботаники изменялись сроки, содержание практики, ее место в учебных планах и связь с другими дисциплинами. Ниже приводится краткий обзор организации и проведения полевых практик в Томском университете.

История проведения полевых экскурсий насчитывает несколько столетий. Известно, что выдающийся ботаник и естествоиспытатель Карл Линней, обучая своих многочисленных учеников, широко использовал экскурсии в природу. По воспоминаниям современников, Линней давал каждому студенту индивидуальные задания, консультировал во время выполнения задания и оценивал полученные результаты. Студенты с большим удовольствием работали в поле, возвращались организованно, строем и, прощаясь с учителем, дружно кричали «Vivat Linnaeus!» [1].

Линней проводил экскурсии со студентами в середине XVIII века, а 150 лет спустя такие экскурсии проводили со студентами преподаватели Императорского Томского университета. Об одной из них имеются письменные свидетельства в виде опубликованного отчета, составленного студентами [2].

В 1909 году по инициативе членов Студенческого Общества Любителей Естествознания состоялась многодневная экскурсия в Барабинские степи под руководством ботаника приват-доцента П.Н. Крылова и зоолога консерватора зоологического музея Г.Э. Иоганзена. Перед поездкой лекцию о геологическом строении местности прочитал приват-доцент П.П. Пелипенко. П.Н. Крылов составил программу, в которой ставились задачи изучения флоры, растительности и почв, а также сборы гербарных и почвенных образцов, составление геоботанических описаний. Г.Э. Иоганзен кроме знакомства с животным населением поставил задачу поиска редкого вида журавля и проведение метеорологических наблюдений. Во время экскурсии П.Н. Крылов прочитал студентам 2 лекции о растительных областях и характеристиках растительных формаций. За три недели студенты собрали разнообразный научный материал по зоологии и ботанике, а впечатления от знакомства с растительным и животным населением Барабы были отражены в 6 очерках, опубликованных в отчете о научно-образовательной экскурсии в Барабинскую степь. Такие полевые экскурсии проводились для студентов медиков

и слушательниц высших женских курсов. Студентов ботаников и зоологов в университете не было. Но увлеченность профессоров наукой передавалась студентам, из которых потом выросли известные ученые ботаники.

П.Н. Крылов для студентов организовал научный кружок «маленьких ботаников». Он учил их не только определению растений, но и пристраивал самых увлеченных студентов в научные экспедиции для самостоятельной работы по изучению растительного покрова и публикации результатов. Студент медик Б. Шишкин изучал флору Уранхайского края, химик В.В. Ревердатто исследовал растительность в нижнем течении Енисея. После завершения обучения они стали профессиональными ботаниками, профессорами Томского университета.

В 1917 году в Томском университете открылся физико-математический факультет, в составе которого было отделение ботаники с профильными кафедрами (кафедрой геоботаники, кафедрой низших растений, кафедрой морфологии и систематики высших растений, кафедрой физиологии растений). Появились свои студенты, будущие профессиональные ботаники, для которых полевые практики были предусмотрены учебным планом. Во время таких практик студенты не только знакомились с растительным покровом различных областей, но и фактически выполняли ответственные производственные задания, приобретая профессиональные знания, умения и навыки. География научных и научно-производственных учреждений, где проходили практику студенты, была очень обширной. По архивным материалам выявлены следующие места практик: Алтай, Хакасия, Забайкалье, Барабинские степи, Саяны, Южный Урал, Кавказ, Крым, Дальний Восток, Якутия, Средняя Азия. Широкие возможности для проведения полевых практик объясняются развитием в стране сети научно-производственных и проектно-изыскательских учреждений, селекционных станций и ботанических садов. Студенты проходили практику индивидуально, по направлениям кафедры и под руководством работников этих учреждений. Нередко после окончания университета они возвращались в эти учреждения и работали уже в качестве сотрудников.

В военные и послевоенные годы возможности для проведения дальних производственных практик немного уменьшились.

В 50-е годы прошлого столетия ботанические кафедры постепенно объединяются в одну кафедру ботаники [3]. В 1968 году в Томском университете был создан научно-исследовательский институт биологии и биофизики, в котором работали лаборатория флоры и растительных ресурсов и лаборатория геоботаники. Финансирование научных исследований осуществлялось из разных источников, его объемы позволяли этим лабораториям ежегодно проводить разнообразные экспедиционные исследования. Большинство студентов ботаников проходило полевую практику на базе этих лабораторий под руководством опытных исследователей полевилов Ю.П. Сурова, Ю.А. Львова, Е.П. Прокопьева, В.Б. Куваева. В дальнейшем из студентов, прошедших через школу экспедиционных работ, выросли профессиональные высококвалифицированные ботаники (А.С. Ревушкин, Б.Ф. Свириденко, М.В. Олонова, И.И. Гуреева, Н.А. Некратова, Е.Е. Тимошок, Л.Ф. Шепелева, Е.Д. Лапшина). Полевые учебные практики по ботанике после первого и второго курса были трехнедельные и проводились сначала на временных площадках, в 70-е годы на специально выстроенной для этих целей Биостанции недалеко от поселка Киреевский на берегу Оби в Кожевниковском районе. Местность не отличалась большим разнообразием ландшафтов, но новые корпуса для учебных занятий и проживания студентов и преподавателей вполне компенсировали этот недостаток.

Студентам ботаникам не хватало знакомства с разнообразной флорой и растительностью других регионов Сибири. В конце 80-х годов их стали вывозить для полевых исследований в Юго-Восточный Алтай. В это же время возникают идеи организовать дальнюю ботаническую практику. В начале 90-х годов студенты кафедры ботаники выезжали на практику в Приморье в заповедник «Кедровая падь» (директор



заповедника – выпускница кафедры Е.И. Коркишко), на следующий год была поездка на Заилийский Алатау. Наступившие в стране изменения в общественно-политической жизни («перестройка») прекратили эту практику, но экспедиции со студентами на Алтай еще продолжались долго.

В 1989 году по инициативе декана биолого-почвенного факультета А.С. Ревушкина в учебный план по специальности «биология» вносятся следующие изменения. После первого курса практика по ботанике и зоологии беспозвоночных сокращается на неделю и вводится полевая практика по почвоведению. После второго курса практики по геоботанике и зоологии позвоночных также сокращаются на неделю и вводится учебная практика по специализации. Таким образом, специализация студентов по кафедрам стала начинаться в конце второго курса, а не в начале третьего курса, как было до этого.

В первые годы спецпрактика была привязана к научным экспедициям в Горном Алтае с целью изучения флоры и трудных в систематическом плане таксонов. Но в 2012 году более четко определились цели и задачи спецпрактики, разработана подробная программа, определены основные районы работы и маршруты. Содержание программы практики было связано с пройденной в конце второго курса дисциплиной «Биогеография» и предстоящим освоением на третьем курсе дисциплин «Экология растений» и «Фитоценология». Для сбора материала были выбраны ряд мест в Онгудайском, Кош-Агачском и Улаганском районах Республики Алтай. Студенты также имели возможность собрать материал для своей первой курсовой работы. В проведении практики участвовали также аспиранты, для которых это было также своеобразной педагогической практикой. Три аспиранта смогли собрать материал для своих кандидатских диссертаций и освоить вместе со студентами ряд новых методов изучения растений (изучение онтогенеза и возрастной структуры популяций, сбор материала для фитохимического анализа, изучение адаптации растений к экстремальным условиям существования).

В 2017 году исполнилось 100 лет со дня рождения профессора А.В. Положий, проработавшей на кафедре более 60 лет, в том числе в качестве заведующего в течение 25 лет. А.В. Положий очень много внимания уделяла молодежи, выращивая из нее будущих докторов и кандидатов наук. Поэтому возникла идея провести полевую спецпрактику в виде молодежной научной школы, посвященной изучению растительного покрова Приенисейской Сибири. Тема была выбрана не случайно, А.В. Положий посвятила себя изучению флоры Красноярского края и считала, что эта пограничная территория между Западной и Восточной Сибирью, протянувшаяся от Арктики до границы с Центральной Азией, может послужить хорошей моделью для выявления состава и познания генезиса всей флоры Сибири.

В качестве места проведения летней практики были выбраны довольно удачно стационары Института леса им. В.Н. Сукачева в Хакасии и на Западном Саяне. Программа школы была разработана зав.кафедрой ботаники ТГУ А.С. Ревушкиным и заместителем директора по научной работе Института леса им. В.Н. Сукачева А.В. Пименовым. Она включала полевые экскурсии, лекции и встречи с ведущими учеными академического института. В Хакасии перед студентами выступали заведующие лабораториями. Экскурсии в разнообразных ландшафтах провели доктора биологических наук А.В. Пименов и С.П. Ефремов. Во время встреч с учеными нередко возникали вопросы и обсуждения проблем. На Западном Саяне в экскурсиях принял участие известный ботанико-географ и систематик Н.В. Степанов, а на стационаре состоялось знакомство студентов с выдающимся исследователем горных лесов Сибири Д.И. Назимовой. Студенты остались очень довольны результатами летней школы, свои впечатления они выразили в докладе на юбилейной конференции и публикации в материалах конференции.

Полученный опыт проведения полевой практики ботаников на стационарах Института леса оказался очень полезным. В последующие годы полевая практика ботаников стала проводиться также на базе этих стационаров. Большое разнообразие флоры и растительности, поясno-зональное деление растительного покрова,

экологические группы и жизненные формы растений, результаты интродукционного эксперимента и многое другое стало доступным для демонстрации студентам. Для знакомства с ландшафтами семиаридных и других климатических зон проводится двухдневная экскурсия в Центрально-Тувинскую котловину.

Вспоминая экскурсию студентов в 1909 году в Барабинские степи, нужно заметить, что в полевых практиках ботаников в наше время принимают участие студенты энтомологи под руководством доцента М.В. Щербакова. Считаем, что в последующем необходимо чаще организовывать в рамках научно-образовательных практик совместную работу студентов разных естественно-научных специальностей.

В последние годы пересмотрена программа производственной практики студентов ботаников. Традиционно эта практика проходила в разных научных и научно-производственных учреждениях под руководством сотрудников этих учреждений. В связи с финансовыми и организационными сложностями учреждения часто не проявляют желания принимать студентов на весь срок практики. Поэтому программа состоит из трех частей. В течение первой недели студенты знакомятся с организацией и направлениями научной работы в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН. Последующие 2 недели они проводят в полевых условиях в Горном Алтае, собирая материал по индивидуальным заданиям, и оставшиеся 3 недели студенты работают в разных учреждениях, собирая материалы для будущей выпускной квалификационной работы. Программа производственной практики также связана с изучением фундаментальных дисциплин «Фитогеография» и «Растительность Сибири».

Накопленный опыт проведения полевых практик ботаников способствует выработке у студентов компетенций, сформулированных в паспорте специальности, и ориентации их на выбор дальнейшей образовательной траектории или построения будущей карьеры.

## Литература

1. *Бобров Е.Г.* Карл Линней. Л.: Наука, 1970. 286 с.
2. Отчет о научно-образовательной экскурсии в Барабинскую степь. Томск: 1912. 76 с.
3. *Положий А.В.* История кафедры ботаники Томского университета // Ботаника и ботаники в Томске. К 100-летию со дня рождения Антонины Васильевны Положий. Томск: 2017. С. 65–72.
4. *Карачурина С.Е., Клецкина Т.Ю., Матюшин А.Е., Павловец Е.О.* Летняя школа «Исследование растительного покрова Приенисейской Сибири», посвященная 100-летию со дня рождения А.В. Положий // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: материалы VI Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию проф. Антонины Васильевны Положий (Томск, 24–26 окт. 2017 г.). Томск: Издательский Дом ТГУ, 2017. С. 15–17.

**ОПЫТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ПОИСКОВОМУ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ПРОЕКТУ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ДРЕВОГУБЦЕВ (*CELASTRUS* L., *CELASTRACEAE*)**

**Е.В. Соломонова<sup>1</sup>, И.А. Савинов<sup>1</sup>, Н.А. Трусов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва, Россия*

**THE EXPERIENCE OF INVOLVING STUDENTS IN AN EXPLORATORY  
RESEARCH PROJECT TO STUDY THE MEDICINAL POTENTIAL OF *CELASTRUS*  
(*CELASTRACEAE*)**

**E.V. Solomonova<sup>1</sup>, I.A. Savinov<sup>1</sup>, N.A. Trusov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Science, Moscow, Russia*

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева» является аграрным вузом России, в котором студенты вначале изучают общий курс ботаники, а после – вопросы заготовки, производства и переработки лекарственных и эфиромасличных культур, в том числе рациональной заготовки дикорастущих видов лекарственных растений, интродукции новых видов, технологии выращивания, сушки и доработки сырья. В рамках учебных программ студенты получают навыки контроля качества и определения подлинности, доброкачественности сырья и содержания целевых соединений в нём. Многие работы по лекарственному растениеводству выполняются научными коллаборациями с аналитическими и медицинскими организациями. Поэтому тема «Поиск и апробация новых биологически активных веществ растительного происхождения как возможных компонентов лекарственных препаратов, ингибирующих рост раковых клеток» является актуальной для нашего университета, причем для ее выполнения удастся привлечь молодые научные кадры – студентов дневного отделения Института садоводства и ландшафтной архитектуры, которые делают первые шаги в науке. Они осваивают методы сбора и обработки исходного материала, проводят фенологические наблюдения над растениями, выступают на научных конференциях с докладами, становятся соавторами статей.

Природные биологически активные вещества из растений являются перспективными стимуляторами или ингибиторами различных физиологических состояний животных и человека. При этом представители семейства *Celastraceae* (Бандюкова, Сергеева, 1977; Растительные ресурсы..., 2010), обладающие высокой антиоксидантной активностью, могут стать новыми компонентами разрабатываемых лекарств и БАДов для животноводства. Из обширного семейства были выбраны древогубцы – крупные лианы, образующие значительный объем листьев, быстрорастущий возобновляемый источник сырья. По мнению специалистов, они гораздо перспективнее более известных видов рода *Euonymus* (Шретер, 1975). Вместе с тем, в отечественной литературе можно найти совсем немного работ, специально посвященным широкому использованию этих растений. Назовем лишь обработку В.В. Шульгиной (1958) для «Деревьев и кустарников СССР», известную сводку А.Г. Головач (1973) по биологии лиан; а также работу по деревянистым лианам российского Дальнего Востока Н.И. Денисова (2007). В наших исследованиях основной акцент сделан не столько на использование древогубцев для вертикального озеленения, сколько на оценку их потенциальной продуктивности и, соответственно, лекарственного потенциала.

Преимущества древогубцев, определившие их выбор из огромного количества применяемых для создания препаратов лекарственных растений, состоят в комплексе

необходимых для промышленного применения свойств: возможность создавать многолетние питомники, экономичные по площади и продуктивные по выходу сырья из листьев, наличие уникальных химических соединений из класса флавоноидных гликозидов, медицинский эффект которых подтверждается традиционным использованием древогубцев в народной медицине Азиатских стран.

Лекарственные свойства древогубцев в настоящее время недостаточно изучены (Савинов и др., 2022). Имеются разрозненные сведения о применении древогубцев в животноводстве. Они применяются для создания ветеринарных препаратов, но недостаточно широко. Такие исследования необходимы, чтобы раскрыть потенциал использования сырья из листьев для новых ветеринарных препаратов или кормовых добавок. Были проведены сравнительные исследования листовой продуктивности (здесь учитывалось: среднее число листьев на побеге, их длина и ширина, далее их взвешивали на технических весах и рассчитывали среднюю листовую продуктивность побегов = среднее число листьев на побеге × средняя масса листа; полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики) и биохимический состав стеблей и листьев у шести видов древогубцев, интродуцированных в Московском регионе в ГБС РАН: *C. rugosus*, *C. orbiculatus*, *C. scandens*, *C. flagellaris*, *C. strigillosus*, *C. orbiculatus* var. *punctatus*. Установлено, что стебли *Celastrus* не накапливают физиологически активные вещества. Флавоноидные гликозиды были обнаружены в листьях всех изученных таксонов *Celastrus*. Катехины – в листьях *C. orbiculatus*, *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus*. При этом в листьях *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus* флавоноидные гликозиды и катехины найдены впервые. Показано, что основными классами соединений в листьях изученных таксонов являются флавоноидные гликозиды (производные кверцетина и кемпферола) и конденсированные танины (производные катехина и афзелехина). Последние из которых обладают антиоксидантной и антиканцерогенной активностью. Высокую среднюю листовую продуктивность показали побеги *C. rugosus*, однако именно листья *C. flagellaris*, *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus* содержат вещества, обладающие высокой антиоксидантной и антиканцерогенной активностью (содержат афлезехин и его производные), и поэтому наиболее перспективны для дальнейших исследований в качестве источников БАВ.

Особенностью лиан является то, что они потенциально удобные для вертикального промышленного культивирования и как источник сырья могут возделываться на небольшой площади. Надземная масса быстро отрастает и возобновляется, по сравнению с корневой системой. Еще одной особенностью древогубцев является то, что они не поражаются вредителями и грибными заболеваниями.

Таким образом, проводимая работа лежит на стыке классической ботаники, экспериментальной биохимии и практического растениеводства (дополнительно – медицины и ветеринарии) и реализуется в аграрном ВУЗе России с привлечением студентов. Наши исследования обогащают образовательный процесс ценным научным материалом и методическими подходами, давая импульс к соединению науки, образования и выходу в практическую плоскость эффективного разведения сельскохозяйственных животных.

В 2023 г. запланированы и ведутся исследования по выделению и тестированию компонентов биологически активных веществ на основе лекарственного сырья древогубцев; полученные вещества будут протестированы на цитотоксичность и цитостатику совместно с Волгоградским госмедуниверситетом.

Работа выполнена в рамках тематического плана-задания по заказу Министерства сельского хозяйства РФ за счет средств федерального бюджета. Работа частично выполнена в рамках государственного задания ГБС РАН по теме: «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002-6.

## Литература

1. Бандюкова В.А., Сергеева Н.В. Состояние химического изучения растений порядка Celastrales // Растительные ресурсы. 1977. Т.13, вып. 3. С. 560–569.
2. Головач А.Г. Лианы, их биология и использование. Л.: Наука, 1973. 256 с.
3. Денисов Н.И. К систематическому обзору деревянистых лиан российского Дальнего Востока // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2007. № 1. С. 44–50.
4. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность Т. 3. Семейства Fabaceae – Ариáceae // Семейство Celastraceae: сост. Л.И. Шагова, А.Л. Буданцев, Т.А. Орлова / Отв. ред. А.Л. Буданцев. М.-СПб: Тов-во научн. изд. КМК, 2010. 601 с.
5. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Симаков Г.А. Ботаническая оценка лекарственного потенциала древогубцев (*Celastrus* L.) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 6. С. 13–30. doi: 10.26897/0021-342X-2022-6-13-30.
6. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. М.: Медицина, 1975. 328 с.
7. Шульгина В.В. Род Древогубец, или Краснопузырник – *Celastrus* L. // Соколов С.Я. (ред.). Деревья и кустарники СССР. 1958. Т. 4. С. 391–397.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Краткое предисловие</b> .....	3
<b>Ревушкин А.С.</b> История в лицах: 135 лет первой кафедре первого сибирского университета .....	5

### Выявление и сохранение фиторазнообразия

<b>Алламуротов А.Л., Абдураимов О.С.</b> Эколого-фитоценотическая характеристика ценопопуляции <i>Hordeum spontaneum</i> L. во флоре Узбекистана .....	15
<b>Андреев Б.Г., Зверев А.А.</b> Проверка полноты флористической выборки в урбанизированной среде .....	20
<b>Антипова Е.М., Антипова С.В.</b> Высшие споровые растения флоры г. Дивногорска (Красноярский край) .....	25
<b>Бешко Н.Ю.</b> Использование онлайн-платформ Plantarium, iNaturalist и GBIF в современных флористических исследованиях в Узбекистане .....	29
<b>Васина А.Л.</b> Обзор итогов исследований флористического разнообразия заповедника «Малая сосва» (Северное Зауралье) .....	34
<b>Веревкина Е.Л., Лапшина Е.Д.</b> Леса и лесные болота природного парка «Нумто» .....	38
<b>Веселова П.В., Кудабаяева Г.М., Ситпаева Г.Т., Абдилданов Д.Ш., Маслова О.М.</b> Особенности распространения редкого вида <i>Iris orchioides</i> CARRIERE ( <i>Juno orchioides</i> (CARRIERE) VVED.) в Казахстане .....	41
<b>Власенко А. В., Энхтайван Э., Очирбат Э., Балжинням Г., Турмунх Д., Будсурэн Д.</b> Ксилобионтные миксомицеты хребта Хангай (Хангайн Нуруу, Монголия) .....	47
<b>Власова Н.В., Доронькин В.М.</b> Географические находки редких видов для флоры Северной Монголии .....	49
<b>Волков И.В., Гуляев Д.И., Волкова И.И.</b> Оригинальный тип высотной поясности на хребте Сайлюгем (Республика Алтай) .....	51
<b>Воржева В.В., Власенко В.А.</b> Род чешуйчатка ( <i>Pholiota</i> , Agaricales) в России .....	56
<b>Глазунов В.А.</b> Изменения в разделе Плауновидные (Lycopodiophyta) Красной книги Ханты-Мансийского автономного округа – Югры при подготовке нового издания .....	60
<b>Горошкевич С.Н.</b> Совокупность репродуктивно совместимых видов как базовая единица фиторазнообразия .....	63
<b>Гуреева И.И.</b> Число и состав таксонов, описанных П.Н. Крыловым .....	68
<b>Дубынин А.В.</b> Петрофитные кустарниковые сообщества с участием <i>Tulipa regelii</i> Krasn. и их охрана .....	71
<b>Ермаков Н.Б., Лейба В.Д.</b> Эколого-флористические особенности субальпийских буковых ( <i>Fagus orientalis</i> ) лесов Колхиды (Западный Кавказ) .....	77
<b>Железная Е.Л., Караван И.Я.</b> Экологические ниши орхидных в поясе дубовых ксеромезофильных лесов Сихотэ-Алинского заповедника .....	81
<b>Истомина Е.Ю.</b> Флористические материалы для ведения Красной книги Ульяновской области .....	85
<b>Канев В.А., Дёгтева С.В.</b> Роль особо охраняемых природных территорий республиканского значения Республики Коми в сохранении растительного мира ...	89
<b>Капитонова О.А., Мавродиев Е.В.</b> Секция <i>Ebracteolatae</i> Graebn. рода рогоз ( <i>Typha</i> L., Typhaceae) в азиатской части России и периферический гибридогенез ...	93
<b>Климова Н.В., Чернова Н.А.</b> Растительные сообщества лесоболотного экотона на юго-востоке Васюганской равнины в рамках эколого-флористической классификации .....	96

<b>Конева В.В.</b> Роль лишайников рода <i>Cladonia</i> в растительных сообществах Западно-Сибирской равнины .....	102
<b>Кузьмин И.В., Хапугин А.А.</b> Распространение инвазионных растений в Тюменской области и его картирование .....	107
<b>Кучеров И.Б., Зверев А.А., Чиненко С.В.</b> Распад свит растительности на климатически обусловленных границах ареалов .....	112
<b>Лацинский Н.Н.</b> Использование БПЛА для геоботанических исследований в тундре .....	116
<b>Локтева В.В., Казанцева Д.И.</b> Род <i>Veronica</i> L. (Scrophulariaceae Juss.) в коллекциях Западной Сибири гербария им. П.Н. Крылова: картирование мест сбора и актуальное состояние коллекции .....	121
<b>Мельник Д.С., Плотников Е.В.</b> Размножение спиреи методом зеленого черенкования и микроклонирования <i>in vitro</i> .....	125
<b>Митусова Е.В.</b> <i>Cardiocrinum cordatum</i> var. <i>glehnii</i> (F. Schmidt) H. Nara: особенности морфологии, распространение и вопросы охраны .....	130
<b>Пименов А.В., Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Седельникова Т.С.</b> Фитоценотическая индикация болотных сосняков междуречья Оби и Томи .....	134
<b>Путилин И.Р., Рябова К.К., Ямских И.Е.</b> Сравнение методов классической и геометрической морфометрии на примере анализа листовых пластинок видов рода <i>Trollius</i> L. ....	137
<b>Рожкова-Тимина И.О.</b> Биоразнообразие луговой растительности полуострова Крильон (о. Сахалин) .....	142
<b>Рябова К.К., Ямских И.Е.</b> Сравнительный генетический анализ популяций клубневых хохлаток с использованием ISSR маркеров .....	146
<b>Саитжанова У.Ш.</b> Сравнительная характеристика люцерновых сообществ гор Нуратау и Варзоба .....	150
<b>Самойлова Г.В.</b> Фиторазнообразие и экологические особенности древесных растений «Студенческого сквера ОМГПУ» .....	154
<b>Соколова Т.А.</b> Породный состав искусственных лесонасаждений Ростовской области .....	157
<b>Тажетдинова Д.М.</b> Сеточное картирование распространение видов <i>Artemisia</i> Кугитангского ботанико-географического района .....	159
<b>Тажетдинова Д.М., Рахимова Т., Алланов С.А.</b> Виды рода <i>Atriplex</i> L. осушенного дна Аральского моря .....	162
<b>Ткачук Т.Е., Казанов</b> Состояние степных сообществ Южной Даурии под влиянием выпаса скота (на примере охранной зоны Даурского заповедника) .....	165
<b>Усен С., Веселова П.В., Кудабаяева Г.М., Осмонали Б.Б.</b> Особенности сложения видового состава фитоценозов Северотуранских пустынь с участием представителей <i>Suaeda</i> Forssk. ....	168
<b>Чупина И.С.</b> Эколого-фитоценотический анализ высокоактивных видов солончаковатых лугов юга Западной Сибири .....	175
<b>Шабалина О.М., Безкоровайная И.Н., Белякова Д.С., Гетте И.Г.</b> Растительность поймы р. Амбарная (Норильский промышленный район) и особенности ее восстановления после аварийного разлива дизельного топлива .....	177
<b>Шепелева Л.Ф.</b> Биоразнообразие растительного покрова Першинского заказника .....	182
<b>Шереметова С.А., Хрусталева И.А.</b> Результаты изучения флоры Кузбасса .....	189
<b>Шомуродов Х.Ф., Рахимова Н.К.</b> Оценка природоохранных растительных сообществ Каракалпакского устюрта (Узбекистан) .....	195
<b>Щеголева Н. В., Тожибаев К. Ш.</b> Ревизия семейства лютиковых во флоре Узбекистана .....	199
<b>Эбель А.Л., Эбель Т.В., Михайлова С.И.</b> Паникоидные злаки (Poaceae: Paniceae) во флоре Азиатской России: таксономический состав, распространение, фитосанитарные риски .....	201

## Интродукция растений для сохранения разнообразия и рационального использования растений

<b>Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н.</b> Интродукционная оценка некоторых редких видов травянистых растений, распространенных на территории Северной Евразии, при выращивании в сибирском ботаническом саду Томского государственного университета (Томск) .....	206
<b>Борзилова Э.А., Ивасенко М.Д.</b> Корнеобразование эксплантов земляники садовой сортов <i>Delissimo</i> , <i>Elan</i> и <i>Milan</i> на гормональных средах .....	212
<b>Вертикова Т.У., Функ А.В., Боянгина К.Е., Плотников Е.В.</b> Влияние сосновых опилок и их экстрактов на развитие мицелия <i>Lentinula edodes</i> (Berk.) Pegler, 1976 ..	215
<b>Грудзинская Л.М., Рамазанова М.С., Арысбаева Р.Б.</b> Особенности семенного размножения дикорастущих видов ирисов в ботаническом саду г. Алматы .....	220
<b>Елисафенко Т.В., Кулакова Н.В., Казановский С.Г.</b> Интродукционные эксперименты с видом рода <i>Megadenia</i> (Brassicaceae) из Тункинской долины .....	224
<b>Исабаев С.О., Арысбаева Р.Б., Сембинов Б.Р.</b> Коллекция лекарственных растений в Илийском ботаническом саду .....	229
<b>Иванова А.Ю.</b> Коллекция многолетних декоративных злаков Амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН (г. Благовещенск) .....	234
<b>Иванова Л.А., Третьякова А.С., Савицкий Е.В., Юдина П.К.</b> Структура мезофилла вай двух видов тропических папоротников, выращиваемых в оранжерее ботанического сада УРО РАН .....	239
<b>Кормилицына Т.А., Матюхин Д.Л.</b> Интродукция <i>Platanus occidentalis</i> в условиях умеренного климата .....	243
<b>Кузьмин С.Р., Карпюк Т.В., Кузьмина Н.А.</b> Динамика массы хвои у сосны обыкновенной ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) разного происхождения при высушивании .....	245
<b>Новикова И.И., Чуенко Н.Ф., Савченко О.А., Новиков Е.А.</b> Влияние фитонцидных растений на микрофлору закрытых помещений .....	248
<b>Пашина М.В.</b> Интродукция можжевельника обыкновенного – <i>Juniperus communis</i> L. в озеленении г. Омска .....	251
<b>Полякова О.И., Жук Е.А.</b> Влияние возраста материнского дерева на рост и развитие клонов мутационных ведьминых метел у <i>Pinus sibirica</i> Du Tour .....	255
<b>Саттаров Д.С., Саидов Н.С.</b> Годичный цикл роста и развития розы дамасской – <i>Rosa damascena</i> Mill. в условиях города Душанбе .....	259
<b>Шмакова Г.А.</b> Сравнительная оценка сортов <i>Calendula officinalis</i> L. при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири .....	261

## Комплексный подход к изучению структуры, динамики и функционирования экосистем

<b>Герасимович Л.В.</b> Среднеазиатские тюльпаны в условиях континентального климата Приобья .....	265
<b>Каирова М.Ж.</b> Виды <i>Populus</i> L., играющие важную роль в экосистеме и их генотипирование .....	270
<b>Киприянова Л.М., Ситяева Д.В., Гоголева Д.Н., Осокина Е.Г.</b> Особенности функциональной экологии видов-ценозообразователей водной и прибрежно-водной растительности Телецкого озера .....	276
<b>Конева В.В., Шаврина У.Ю., Колесниченко Ю.Я., Колесниченко Л.Г.</b> Изменения лишайникового покрова плоскобугристых торфяников криолитозоны Западной Сибири под воздействием торфяных пожаров .....	278
<b>Кошкарров А.Д., Кошкарлова В.Л.</b> Многовековая динамика структуры лесных экосистем Эвенкии в контексте глобальных изменений климата .....	284



<b>Ларионов А.В.</b> Экологические особенности и пространственная организация степных сообществ кластерного участка ГПЗ «Хакасский» «Камызякская степь и озеро Улуг-коль» .....	290
<b>Молокова Н.И., Назимова Д.И.</b> Фенологические критерии как индикаторы функционирования сообществ и экосистем .....	295
<b>Нотов А.А., Жукова Л.А.</b> О ценозоформирующей активности онтогенеза и популяционной жизни модульных организмов .....	302
<b>Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.</b> Биоклиматическое моделирование ареалов основных лесообразующих хвойных видов Сибири .....	308
<b>Пудова М.С., Шепелева Л.Ф., Чураков Е.Е.</b> Сезонные изменения подземной фитомассы луговых сообществ поймы Средней Оби (Кайбасово) .....	315
<b>Чернова Н.А., Райская Ю.Г.</b> Структура фитомассы напочвенного покрова пихтовых лесов южной тайги Западной Сибири на примере Томской области .....	318
<b>Филиппова Н.В., Звягина Е.А., Рудыкина Е.А., Добрынина А.С., Большаков С.В., Филиппов И.В., Ишманов Т.Ф.</b> От классического мониторинга к метабаркодингу: на примере сообщества грибов верховых болот ...	321
<b>Щуряков Д.С.</b> Результаты исследования ботанического состава торфа болотного массива Иштан .....	323

### **Исследование растительных ресурсов для мобилизации их на благо человечества**

<b>Анцупова Т.П., Битуева Э.Б., Басхаева Т.Г., Киселева Б.С.</b> Фитохимическое изучение <i>Aconogonon divaricatum</i> (L.) Nakai Ex Mori (Polygonaceae) из Бурятии .....	330
<b>Астамирова С.А.</b> Микроклональное размножение земляники садовой <i>in vitro</i> на гормональных средах .....	333
<b>Гилёва М.В., Попова О.А., Ткачук Т.Е., Чашина Н.А., Лесков А.П., Никифорова Ю.В., Лаевская М.В.</b> Оценка ресурсного потенциала <i>Saposhnikovia divaricata</i> (Turcz.) Schischk)» в Борзинском районе Забайкальского края .....	336
<b>Игнатьева А.О., Плотников Е.В.</b> Биотехнология лекарственного растения – левзеи сафлоровидной .....	339
<b>Каретников А.И., Плотников Е.В.</b> Изучение водопотребления земляники в гидропонной культуре .....	342
<b>Кноль В.А., Плотников Е.В., Функ А.В.</b> Использование опилок деревьев Томской области как сырья для культивирования <i>Pleurotus djamor</i> .....	345
<b>Макаревич Е.В., Мазурков О.Ю., Проценко М.А., Мазуркова Н.А.</b> Изучение противогерпетической активности экстрактов лишайника <i>Cetraria islandica</i> (L.) Ach. <i>in vitro</i> .....	352
<b>Малиновская А.А., Плотников Е.В., Каретников А.И.</b> Влияние фитогормонов на клубнеобразование картофеля <i>in vitro</i> сорта <i>Red Scarlett</i> .....	356
<b>Матульская Е.И., Зорина Т.Д., Плотников Е.В.</b> Влияние лигноцеллюлозных экстрактов на развитие мицелия <i>Hericeum erinaceus</i> .....	361
<b>Павлюченко Е.В., Плотников Е.В.</b> Получение плодовых тел <i>Pleurotus eryngii</i> на экспериментальном субстрате из опилок осины .....	364
<b>Проценко М.А., Филиппова Е.И., Макаревич Е.В., Кукушкина Т.А., Лобанова И.Е., Храмова Е.П.</b> Изучение химического состава и биологической активности растений семейства губоцветные (Lamiaceae) .....	367
<b>Филиппова Е.И., Святченко С.В., Мазурков О.Ю., Терновой В.А., Мазуркова Н.А.</b> Исследование противовирусного действия фенольных соединений манжетки обыкновенной на этапы репродукции вируса гриппа птиц А/Н5N1 .....	372

## Ботаники и ботаника в образовании и воспитании современников

<b>Доронькин В.М., Королюк Е.А.</b> К 30-летию юбилею Ботанического музея Сибири ЦСБС СО РАН .....	376
<b>Качкин К.В.</b> Научно-просветительский блог – современный инструмент повышения познавательного интереса .....	380
<b>Ревушкин А.С., Пименов А.В., Щербаков М.В.</b> Полевые практики в подготовке ботаников в Томском университете .....	383
<b>Соломонова Е.В., Савинов И.А., Трусов Н.А.</b> Опыт привлечения студентов к поисковому исследовательскому проекту по изучению лекарственного потенциала древогубцев ( <i>Celastrus</i> L., Celastraceae) .....	387

Научное издание

## Ботаника и ботаники в меняющемся мире

Труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета (г. Томск, 14–16 ноября 2023 г.)

Подготовка оригинал-макета *Д.С. Щуряков, А.А. Зверев*  
Дизайн *С.А. Зверев, Д.М. Чирова*

Статьи публикуются в авторской редакции

---

Электронный издание. Подписано в печать 10.11.2023

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$

Печ. л. 49.75; усл.-печ. л. 46.35; уч.-изд. л. 47.65

---

Издательство Томского университета.  
634029, г. Томск, Никитина, 4