

РУССКОЕ БОТАНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАН
КРАСНОЯРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ЛЕСА ИМ. В. Н. СУКАЧЕВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК –
ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КНЦ СО РАН

**БОТАНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
В СИБИРИ**

ВЫПУСК 26

КРАСНОЯРСК 2018

ББК 28.5

Б 86

УДК 58

Б 86 Ботанические исследования в Сибири / Красноярское отделение Русского ботанического общества РАН; Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН. – Красноярск: ИП Дворянкина И. Д., 2018. – Вып. 26. – 132 с.

ISBN 978-5-94876-104-6

Редакционная коллегия:

д. б. н. Е. М. Антипова, д. б. н. К. С. Ашимов, О. П. Втюрина, д. б. н., акад. Ч. Дугаржав, д. б. н. С. П. Ефремов, д. б. н. Г. К. Зверева, д. с.-х. н. Р. А. Зиганшин, к. б. н. Е. В. Зубарева, к. б. н. А. И. Лобанов (отв. секретарь), д. б. н. Д. И. Назимова, д. б. н. А. А. Онучин, д. б. н. А. В. Пименов (отв. редактор), д. б. н. А. Н. Полежаев, д. б. н. Н. Н. Тупицына, д. б. н. П. А. Цветков.

Рецензируемый научный сборник трудов Красноярского отделения Русского ботанического общества РАН содержит материалы исследований некоторых известных ученых России и Молдовы по некоторым областям знаний биологических и сельскохозяйственных наук, связанных с миром растений и средой их обитания.

Сборник предназначен для научных и педагогических работников, практиков лесного и сельского хозяйства, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной и практической работе и учебной деятельности. За содержание статей ответственность несут авторы.

Материалы научного сборника «Ботанические исследования в Сибири» размещаются на платформе научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru) (договор с ООО «Научная электронная библиотека» № 489-03/2018К) и включаются в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Все статьи научного сборника выпуска 26 прорецензированы некоторыми членами редакционной коллегии и ведущими учеными биологического и сельскохозяйственного профилей.

ISBN 979-5-94876-104-6

© Авторы статей, Красноярск, 2018

© Красноярское отделение Русского ботанического общества РАН, Красноярск, 2018

© Институт леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Красноярское отделение Русского ботанического общества Российской академии наук представляет очередной 26 выпуск рецензируемого научного сборника «Ботанические исследования в Сибири», который выходит в свет один раз в год под эгидой Красноярского отделения РБО РАН и Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН. Он объединяет исследования, связанные с таинственным и удивительным миром растений и средой их обитания на огромной территории Российской Федерации и Республики Молдова.

В данном сборнике публикуются статьи на русском языке, отражающие основные результаты фундаментальных и прикладных исследований по таким важным областям знаний, как ботаника, геоботаника, флора Российской Федерации, Монголии, Молдовы, Беларуси, Армении, Казахстана, Таджикистана, Узбекистана, Кыргызстана и сопредельных государств, палеоботаника, фитоценология, фенология, экология и физиология растений, фитоиндикация, систематика отдельных таксонов, почвоведение, лесоведение, лесоводство, лесные культуры, селекция, семеноводство, генетика, лесная таксация, лесоустройство, лесные и степные пожары и борьба с ними, природообустройство, ресурсоведение, плодоводство, интродукция древесных растений, растениеводство, земледелие, агролесомелиорация, защитное лесоразведение, болотоведение, фитопатология, энтомология, микология и других.

Научный сборник включается в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается в открытом доступе на платформе научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru) (договор с ООО «Научная электронная библиотека» № 489-03/2018К). Сборнику присваивается код международного индекса ISBN, что является свидетельством рассылки материалов по специализированным учреждениям, а также УДК и ББК. Выпус-

ки сборника рассылаются также в библиотеки всех крупных научных и учебных учреждений Российской Федерации и сопредельных государств.

Объем статей в сборнике не ограничен. Издание сборника оплачивают сами авторы. Стоимость одной страницы, напечатанной размером 12 пт. через 1,5 интервала, с выравниванием по ширине, составляет на сегодняшний день 200 рублей.

По выходу сборника в свет один экземпляр автору, в том числе соавторам, высылается по почте бесплатно.

Очередной 27-й выпуск «Ботанических исследований в Сибири» планируется издать в июне–июле 2019 года. Сборник будет предназначен для научных и педагогических работников, практиков лесного и сельского хозяйства, геоботаников, интродукторов, агролесомелиораторов, почвоведов и других специалистов, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной, практической работе и учебной деятельности.

Приглашаем всех заинтересованных лиц к опубликованию своих научных и практических результатов исследований в следующем 27 выпуске. Рукописи статей просим высылать электронной почтой на один из адресов: anatoly-lobanov@ksc.krasn.ru (*предпочтительно ответственному секретарю редколлегии Лобанову Анатолию Ивановичу*); pimenov@ksc.krasn.ru (*ответственному редактору Пименову Александру Владимировичу*).

От имени редколлегии 26 выпуска поздравляем всех авторов с опубликованием очередных научных работ и желаем им новых творческих успехов.

Ответственный редактор 26-го выпуска А. В. Пименов

УДК 58.006

В. А. Гагарин, В. А. Кутилин

V. A. Gagarin, V. A. Kutilin

**ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУТЕВОДИТЕЛЯ
ДЛЯ ПОСЕТИТЕЛЕЙ ДЕНДРАРИЯ
ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА им. Н. В. ЦИЦИНА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
EXPERIENCE IN DEVELOPING AN ELECTRONIC GUIDE
FOR VISITORS TO THE ARBORETUM
OF THE N. V. TSITSIN'S BOTANICAL GARDEN
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина Российской академии наук

N. V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences

127276, Россия, Москва, ул. Ботаническая, д. 4

E-mail: V.A.Gagarin@yandex.ru, Lordtron@bk.ru

Резюме. В работе описывается опыт применения электронного путеводителя по дендрарию ГБС РАН. Изложены методы информирования посетителей на территории дендрария и в сети Интернет. Оцениваются результаты применения и перспективы развития предложенной методики.

Summary: In this work describes the experience of using the electronic guidebook in the arboretum of the N. V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences. Methods of informing the visitors to the arboretum and on the Internet. Evaluates the results of application and perspectives of development of the proposed method.

Ключевые слова: дендрарий, путеводитель.

Key words: arboretum, guidebook.

Дендрарий Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (ГБС РАН) располагает уникальной коллекцией древесных растений, которую ежегодно осматривают сотни тысяч посетителей, большинство из которых не обладают специальными знаниями. В связи с этим на первый план выходит задача обеспечения территории дендрария комплексом информационных материалов. Также необходимо организовать экскурсионные маршруты, которые позволят сделать прогулку по саду познавательной и интересной.

К настоящему времени накоплен значительный опыт создания систем информационного обеспечения посетителей музеев, парков, ООПТ. Как правило, там устанавливаются указатели, карты и схемы, облегчающие ориентирование на местности. Справочная информация размещается на стендах, табличках, буклетах, путеводителях. С развитием информационных технологий все большую популярность завоевывают электронные путеводители, выполненные в виде приложений для смартфона. Такие приложения разрабатывают индивидуально под конкретные задачи и экскурсионный объект, или используют возможности существующих сервисов с открытым доступом; для условий ГБС РАН предпочтительным оказался второй вариант. Главным преимуществом такого подхода является отсутствие необходимости разрабатывать дорогостоящее приложение и удобство его использования в сети Интернет.

Для разработки электронного путеводителя по дендрарию ГБС РАН выбран сервис *izi.travel* (URL: <http://www.izi.travel>), ориентированный на предоставление информации о культурных объектах и создание аудиогидов по выставкам и достопримечательностям. Выбранный сервис позволяет размещать аудиогиды, фотографии и планировать экскурсионные маршруты. Для работы сервиса посетителю достаточно просто зарегистрироваться на сайте.

На территории дендрария спланировано четыре экскурсионных маршрута, соответствующих временам года. В качестве методической основы использован путеводитель, написанный сотрудниками отдела дендрологии (Дендрарий..., 2006). Маршруты проложены по экспозициям дендрария, наиболее декоративным в конкретный сезон. При следовании по маршруту экскурсант перемещается между обзорными точками, с которых открываются наиболее эффектные виды. В сервисе *izi.travel* обзорные точки «привязаны» к географическим координатам; приложение отслеживает перемещение посетителя между точками по местоположению смартфона. На территории дендрария в местах нахождения обзорных точек устанавливаются таблички, содержащие QR-код и информацию о номере точки на маршруте. При распознавании смартфоном QR-кода посетитель получает ссылку на web-сайт, где размещены фотографии открывающегося вида, текстовое описание экспозиции, историческая справка, а также виртуальная кнопка для воспроизведения аудиофайла с коротким рассказом. Описания экспозиций были заимствованы из монографии «Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции» (2005).

Дополнительную информацию посетители смогут получить при помощи табличек, устанавливаемых в непосредственной близости от коллекционных древесных растений. На этих табличках указаны русское и латинское название таксона, а также QR-код, при распознавании которого пользователь попадает на web-сайт, где размещена фотография представленного растения, его ботаническое описание, а также информация об экологических особенностях и ресурсном потенциале вида.

Электронный путеводитель будет дополнен интерактивной картой, отображающей коллекции и растения, которые находятся в фазе «цветения» в выбранный месяц года. Такая карта позволит посетителю выбрать

экспозиции для осмотра, спланировать маршрут своей прогулки, а система сопровождения по GPS поможет сориентироваться на местности.

После завершения работы над электронным гидом посетители ГБС РАН смогут круглогодично совершать прогулки по дендрарию (в том числе и виртуальные), во время которых они осмотрят наиболее интересные экспозиции и, при желании, получат более подробную информацию о растениях, представленных в коллекции. Результаты проделанной работы свидетельствуют о перспективности выбранного метода информационного наполнения, а также возможности дополнения ее новыми компонентами.

ЛИТЕРАТУРА

Дендрарий Главного ботанического сада: путеводитель по экспозициям древесных растений / отв. ред. А. С. Демидов; Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина РАН. М.: Наука, 2006. 135 с.

Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А. С. Демидов; Гл. ботан. сад им. Н. В. Цицина РАН. – М.: Наука, 2005. 586 с.

URL: <http://www.izi.travel/> [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://izi.travel/> (дата обращения: 02.04.2018).

УДК 630.273

П. С. Гнаткович

P. S. Gnatkovich

**ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО АССОРТИМЕНТА
ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ Г. БРАТСКА
SELECTION OF THE OPTIMAL ASSORTMENT OF WOODY PLANTS
FOR INCREASING THE EFFICIENCY
OF GREEN PLANTINGS IN BRATSK**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Братский государственный университет»*

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

«Bratsk State University»

665709, Россия, Братск, ул. Макаренко, д. 40

E-mail: gnatkovich_pavel_88@mail.ru

Резюме. Рассматриваются проблемы однообразия ассортимента древесной растительности в урбоэкосистеме г. Братска. Представлены результаты многолетних испытаний перспективности дендроинтродуцентов для расширения ассортимента и повышения эффективности зеленых насаждений.

Summary. The problems of uniformity of the assortment of woody vegetation in the urban environment of Bratsk are considered. The results of long-term tests of the prospects of introduced woody plants for expanding plant assortment and increasing the efficiency of green plantations are presented.

Ключевые слова: *зеленые насаждения, озеленение, ассортимент растений, интродуценты, деревья, кустарники.*

Key words: *green plantations, gardening, assortment of plants, introductions, trees, bushes.*

Город Братск является крупным промышленным центром Восточной Сибири с крайне неблагоприятной экологической обстановкой, связанной с большим поступлением загрязняющих веществ в окружающую среду от металлургического и целлюлозно-бумажного производств. Кроме этого, г. Братск отличается суровым резко континентальным климатом с продолжительной морозной зимой, неравномерным годовым распределением осадков и большими колебаниями годовой и суточной температуры. В связи с этим, городская древесная растительность находится в существенно ослабленном состоянии, а зеленые насаждения выполняют свои функции неэффективно.

Решающим значением при создании эффективной системы озеленения является оптимальный подбор древесных растений, т. к. устойчивость, долговечность и декоративность древесных насаждений в городской среде в первую очередь определяется их ассортиментом. Чем более разнообразен ассортимент древесных растений, используемых в зеленом строительстве, тем более эффективно зеленые насаждения выполняют свои экологические, санитарно-гигиенические и эстетические функции. Поэтому разработанный на научной основе ассортимент древесных растений не только позволяет эффективно решать экологические и архитектурно-планировочные проблемы населенных пунктов, но и существенно снижает материальные затраты в сфере зеленого строительства.

В настоящее время в Братске нет действующего ассортимента древесных растений, которым можно было бы руководствоваться при создании и реконструкции зеленых насаждений. Поэтому формирование научно обоснованного ассортимента древесных растений – важная задача для зеленого строительства и повышения эффективности зеленых насаждений в условиях города Братска.

При подборе ассортимента зеленых насаждений в условиях г. Братска главными критериями являются высокая зимостойкость, газоустойчивость

и устойчивость к загрязнению почвенного горизонта древесных пород (Рунова и др., 2015).

Для формирования научно обоснованного ассортимента древесных растений в 2008–2017 гг. было проведено комплексное обследование зеленых насаждений общего пользования маршрутно-визуальным методом на основных объектах зеленого строительства, в том числе на улицах и бульварах. Нами изучен видовой состав, степень устойчивости к городским условиям, жизненное и фитопатологическое состояние, доля участия каждого вида в составе насаждений, естественное распространение растений. Кроме этого, были проведены интродукционные исследования на базе частных садов. В условиях города Братска, где нет специализированных учреждений, занимающихся интродукционными испытаниями, частные сады жителей города могут служить базой для расширения ассортимента древесных и кустарниковых растений проверенными устойчивыми видами, разновидностями и формами. Для оценки жизнеспособности древесных интродуцентов и их перспективности выращивания использовались следующие критерии: степень вызревания побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразование, регулярность прироста побегов, способность к генеративному развитию и способы размножения, характеризующие состояние и перспективы выращивания растений в городских посадках. На основе анализа показателей подсчитывалась интегральная оценка успешности интродукции по методике Главного ботанического сада (Куприянов, 2004), несколько модифицированной для условий Сибири А. В. Гусевым с соавторами (Гусев и др., 2009).

Дендрофлора зеленых насаждений г. Братска, по данным нашего исследования, насчитывает 109 видов, 1 подвид и 3 декоративные формы, относящихся к 57 родам и 24 семействам. Однако доля большинства из них не превышает 1 % от общего количества насаждений, а широкое распро-

странение в зеленых насаждениях города имеют всего 7 видов древесных растений (рис. 1).

В связи с суровыми природно-климатическими условиями видовой состав местной дендрофлоры является крайне ограниченным. Поэтому основным путем формирования ассортимента древесных растений для г. Братска остается их интродукция. Интродукция древесных растений для северных территорий Иркутской области изучена очень слабо, а научных работ по данной тематике практически нет. Поэтому интродукционные испытания являются важным фактором формирования ассортимента городской древесной растительности.

Результаты многолетних исследований перспективности использования древесных интродуцентов в озеленении северных территорий Иркутской области на примере г. Братска приведены на рисунке 2.

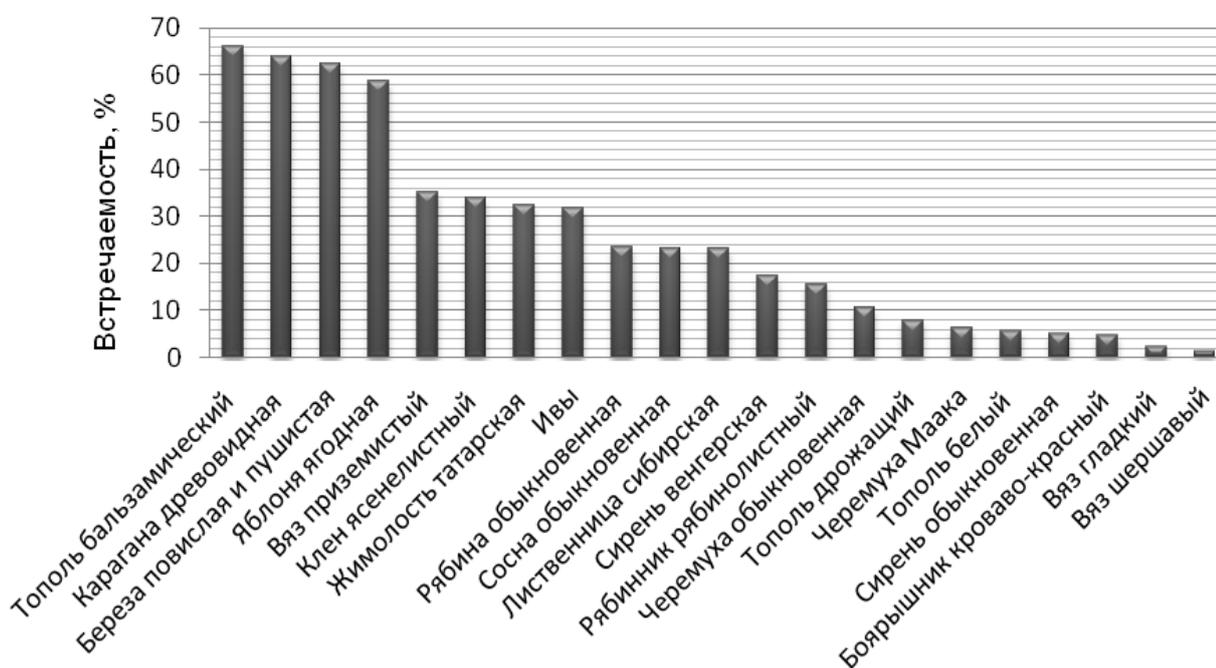


Рис. 1. Встречаемость древесных растений в зеленых насаждениях.

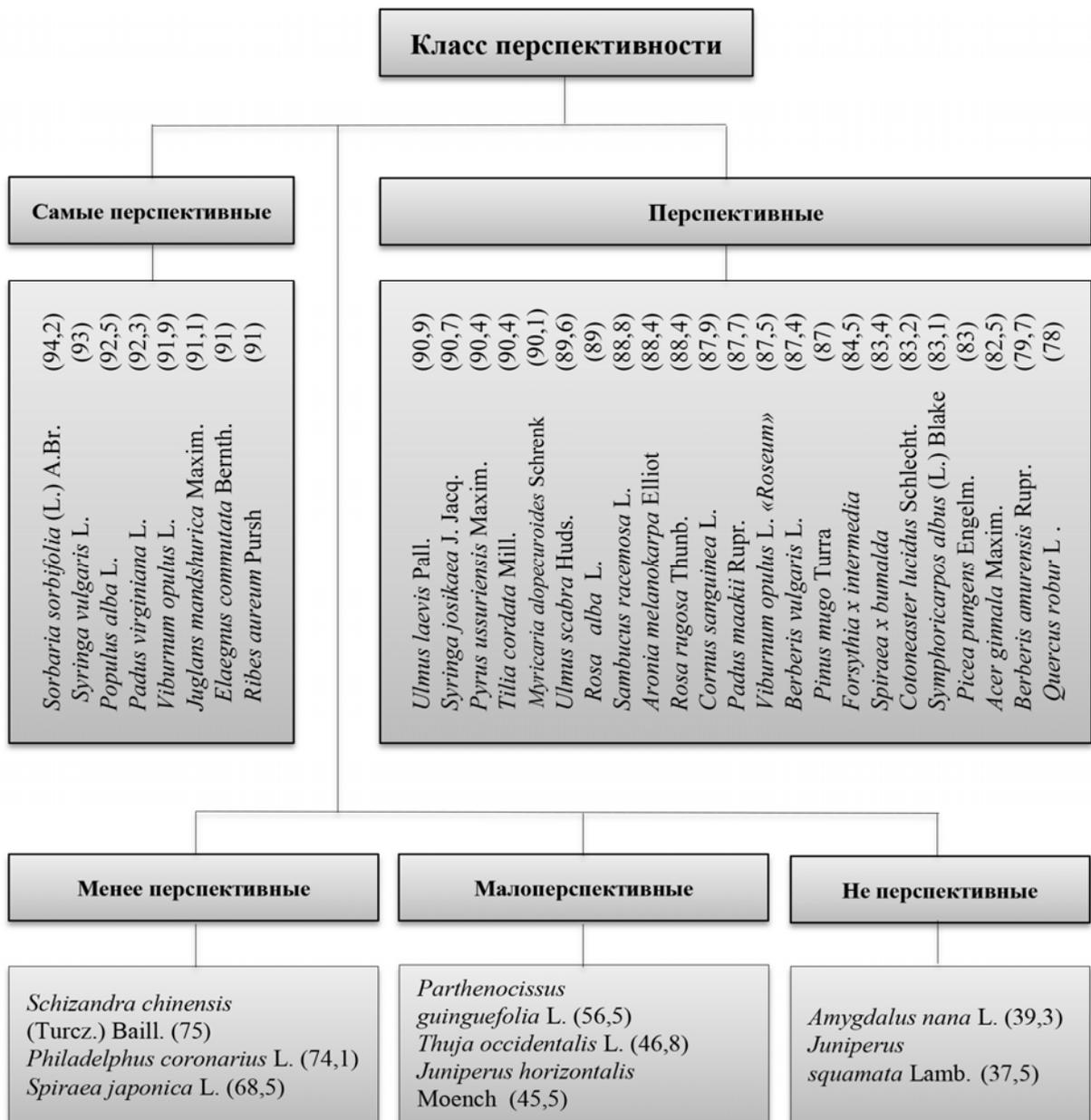


Рис. 2. Распределение испытанных растений по классам перспективности (в скобках показан интегральный показатель успешности интродукции).

Из рисунка 2 видно, что большинство обследованных интродуцентов отнесены нами к классам «самые перспективные» и «перспективные» (74,2 %). Поэтому данные виды можно рекомендовать для использования в городском зеленом строительстве.

Анализ естественного распространения интродуцированных растений и их жизненного состояния показывает, что в условиях г. Братска наиболее перспективно введение в культуру видов флоры Дальнего Востока и Се-

верной Америки. Растения данных географических групп показывают в условиях г. Братска высокие адаптационные способности и устойчивость к городскому загрязнению, обладают высокой декоративностью и санитарно-гигиеническими свойствами. При этом зачастую интродуценты данных групп не только проявляют достаточную устойчивость в условиях г. Братска, но и опережают аборигенные виды по способности переносить комплекс неблагоприятных условий городской среды (Рунова и др., 2014).

Материалы исследования подтверждают возможность расширения высокодекоративного ассортимента интродуцированных древесных растений для городского зеленого строительства в сложных природно-климатических условиях г. Братска и других городов северных территорий Иркутской области. На основании полученных данных можно сформировать основной и дополнительный ассортимент древесных растений для зеленого строительства. В основной ассортимент должны быть включены наиболее устойчивые в местных экологических условиях деревья и крупные кустарники, способные обеспечить выполнение зелеными насаждениями их экологической и архитектурно-планировочной функций. Дополнительный ассортимент значительно разнообразнее по видовому и биоморфологическому составу и объединяет высоко декоративные виды, способные повысить эстетическую ценность насаждений.

Таким образом, использование научно обоснованного ассортимента древесных растений в зеленом строительстве Братска будет способствовать повышению художественной выразительности и экологической устойчивости зеленых насаждений в сложных природно-климатических и экологических условиях. На это указывали и другие исследователи (Седаева, Лобанов, 2005).

ЛИТЕРАТУРА

Гусев А. В., Залесов С. В., Сарсекова Д. Н. Методика определения перспективности интродукции древесных растений // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса в рамках концепции 2020: мат-лы VII Междунар. научно-техн. конф. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. С. 272–275.

Куприянов А. Н. Интродукция растений: учебное пособие. Кемерово: Кузбасвузиздат, 2004. 96 с.

Седаева М. И., Лобанов А. И. Перспективные древесные растения для озеленения городов юга Сибири // Проблемы озеленения крупных городов: альманах / под ред. К. Т. Якубова, В. А. Чердановой. М.: «Прима-М», 2005. Вып. 11. С. 118–121.

Рунова Е. М., Гнаткович П. С. Перспективы внедрения интродуцентов частных садов в ассортимент зеленых насаждений города Братска // Лесотехнический журнал. 2014. Т. 4. № 2(14). С. 68–78.

Рунова Е. М., Гнаткович П. С., Золотухина Г. И. Оценка видового разнообразия древесных интродуцентов г. Братска // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 3(27). С. 149–156.

Г. К. Зверева^{1,2}

G. K. Zvereva^{1,2}

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА МЕЗОФИЛЛА ХВОИ
У НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *JUNIPERUS* L. (CUPRESSACEAE)
THE SPATIAL STRUCTURE OF NEEDLE MESOPHYLL
IN SOME SPECIES OF THE GENUS *JUNIPERUS* L. (CUPRESSACEAE)**

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный
педагогический университет»,

²ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН

¹*Novosibirsk State Pedagogical University*

²*Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian
Academy of Sciences*

¹630126, Россия, Новосибирск, ул. Вилюйская, 28

²630501, Россия, Новосибирская область, р.п. Краснообск

E-mail: labsp@ngs.ru

Резюме. Изучено строение мезофилла хвои у *Juniperus sibirica*, *J. pseudosabina* и *J. sargentii*. Описаны основные трехмерные формы ассимиляционных клеток и их расположение в пространстве листьев. Показано, что хлоренхима хвои у рассмотренных видов растений в подавляющем большинстве состоит из клеток простых форм, среди которых можно выделить палисадные и губчатые. Ввиду того, что губчатая ткань формируется у верхней стороны листа, обращенной к стеблю, подобное строение мезофилла можно охарактеризовать как вентродорсальное.

Summary. The structure of needle mesophyll in *Juniperus sibirica*, *J. pseudosabina* and *J. sargentii* was studied. The main three-dimensional forms of assimilation cells and their location in leaf space are described. It is shown that the chlorenchyma of the needles in the considered plant species in the vast majority consists of cells of simple forms, among which palisades and spongy ones

can be distinguished. Spongy tissue is formed at the upper side of the leaf, facing the culms, so the similar structure of the mesophyll can be characterized as ventrodorsal.

Ключевые слова: *Cupressaceae, Juniperus, анатомия, хвоя, мезофилл, пространственная форма клеток.*

Key words: *Cupressaceae, Juniperus, anatomy, needle, mesophyll, spatial cell form.*

Виды рода *Juniperus* L. отличаются мелкой одножилковой игольчатой или чешуевидной хвоей, собранной по три в мутовки. Для листьев можжевельника характерны довольно толстый слой кутикулы, развитие подстилающей гиподермы в один–два ряда, размещение погруженных устьиц только на верхней поверхности, отсутствие отчетливо выраженной эндодермы и наличие одного смоляного канала под жилкой с нижней стороны (Эзау, 1980; Нестерович и др., 1986; и др.).

Значительную часть листьев занимает ассимиляционная ткань. Так, у *Juniperus communis* L. площадь мезофилла составляет 67–72 % от общей площади поперечного сечения хвои, 63 % парциального объема листьев приходится на ассимиляционную ткань у *J. sibirica* Burgsd. (Михеева, 2005; Герлинг, 2010). У этих видов растений отмечают хорошее развитие палисадной и губчатой ткани (Vasić et al., 2008; Герлинг, 2010), при этом уточняют, что палисадные клетки располагаются под эпидермой и более короткие они у верхней поверхности, в центре листа имеется губчатая паренхима (Lakušić et al., 2011). В целом, разное сочетание столбчатой и губчатой тканей наблюдали в листьях многих видов рода *Juniperus* (Güvenç et al., 2011; Namidipour et al., 2011; Vasic, Dubak, 2012; и др.). Строение мезофилла описывают также как слабо дифференцированное (Нестерович и др., 1986), обратное дорсивентральное (reversed dorsiventral structure) (Fodorpatki et al., 1997–1998) или центрическое (Князева, 2012). В некоторых рабо-

тах обращалось внимание на небольшую складчатость клеточных оболочек мезофилла (Rotondi et al., 2003; Загирова, 2004).

Задачей нашего исследования было более подробное описание хлоренхимы и пространственных конфигураций ассимиляционных клеток в хвое некоторых видов рода *Juniperus*.

Объекты и методы исследования. Структура мезофилла и разнообразие форм ассимиляционных клеток изучались у хвои 2–3-летнего возраста стелющихся кустарников *Juniperus sibirica* Burgsd., *J. pseudosabina* Fisch. et C. A. Mey. и *J. sargentii* (A. Henry) Takeda ex Koidz. У *Juniperus sibirica* хвоя игольчатая, жесткая и колючая, длиной 4–8 мм, мелкие чешуевидные листья характерны для взрослых особей *J. pseudosabina* и *J. sargentii* (Деревья и кустарники..., 1949; и др.).

Хвоя отбиралась в июле–августе из средней части кроны у двудомных растений *Juniperus sibirica* и *J. sargentii* и у женских особей однодомного кустарника *J. pseudosabina*. Хвоя *J. sargentii* была отобрана в Ботаническом саду Поволжского государственного технологического университета, у *J. sibirica* и *J. pseudosabina* изучались листья растений, произрастающих в Горно-Алтайском ботаническом саду (АЛТФ ЦСБС СО РАН).

Исследования мезофилла проводились в средней части хвои с помощью мацерированных препаратов (Possingham, Saurer, 1969), а также на поперечных и тангентальных срезах, фиксированных в смеси Гаммалунда листьев (Гродзинский, Гродзинский, 1973). При описании клеточных проекций использовали классификацию формы клеток мезофилла, предложенную нами ранее для листьев злаков (Зверева, 2009), в которой по особенностям клеточных конфигураций выделялись клетки простой (вытянутой или округлой формы без выраженных выростов или складок) и сложной формы (отличающиеся разветвленностью оболочек). Клетки простой формы имеют прямые или слегка волнистые стенки, для них характерны изодиаметрические, округлые или овальные проекции. Клетки сложной

формы подразделялись на ячеистые (состоящие из секций, напоминающих палисадные клетки) и лопастные (имеющие многочисленные выросты округлых или овальных очертаний). При выделении типов анатомического строения листьев использовались подходы, предложенные для двудольных растений (Василевская, Бутник, 1981).

Результаты исследования и обсуждение. Рассматриваемые виды рода *Juniperus* светолюбивы, отличаются засухоустойчивостью, морозостойкостью и нетребовательностью к почвенным условиям, небольшое затенение может испытывать *J. sargentii*, произрастая под редким древесным пологом (Пчелин, 2007; и др.). У этих видов растений, как и у всех можжевельников, устьица погруженные и размещены на верхней стороне листьев, обращенных к стеблю. По своей длине на парадермальных срезах они близки у *J. sibirica* и *J. sargentii*, чуть меньше их размеры у *J. pseudosabina* (табл. 1). Эпидерма толстостенная, у *J. sibirica* и *J. pseudosabina* степень утолщения наружных стенок по отношению к ее высоте на поперечных сечениях примерно одинакова на обеих листовых поверхностях, у *J. sargentii* эпидермальные клетки на нижней стороне листа отличаются более толстыми наружными стенками.

Под эпидермой протягивается один ряд гиподермы, при этом под адаксиальными эпидермальными клетками в области проводящего пучка она отсутствует у *J. sargentii* и часто прерывается у *J. sibirica* и *J. Pseudosabina*. В углах хвоинок имеются островки из двух–трех слоев склерофицированных клеток. В центре хвои находится проводящий пучок и его трансфузионная паренхима (рис. 1). Отчетливо выраженной эндодермы нет. С нижней стороны листа расположен один смоляной канал.

Внутреннюю часть хвоинки занимает многослойная фотосинтетическая ткань, состоящая из 5–9 рядов в центральной части. В игольчатых и чешуевидных листьях рассматриваемых видов растений палисадная парен-

Таблица 1. Размеры клеток эпидермы и длина устьиц хвои у видов рода *Juniperus*, мкм

Вид	Толщина на поперечном срезе				Длина устьиц на парадермальном срезе
	эпидермы		наружной стенки эпидермы		
	адаксиальной	абаксиальной	адаксиальной	абаксиальной	
<i>J. sibirica</i>	20,9 ± 1,12	18,2 ± 0,45	9,4 ± 0,57	7,3 ± 0,55	45,8 ± 0,76
<i>J. pseudosabina</i>	16,4 ± 0,33	15,7 ± 0,23	5,6 ± 0,40	6,0 ± 0,25	41,4 ± 0,67
<i>J. sargentii</i>	20,5 ± 0,47	23,5 ± 0,52	4,8 ± 0,17	11,4 ± 0,23	44,1 ± 0,57

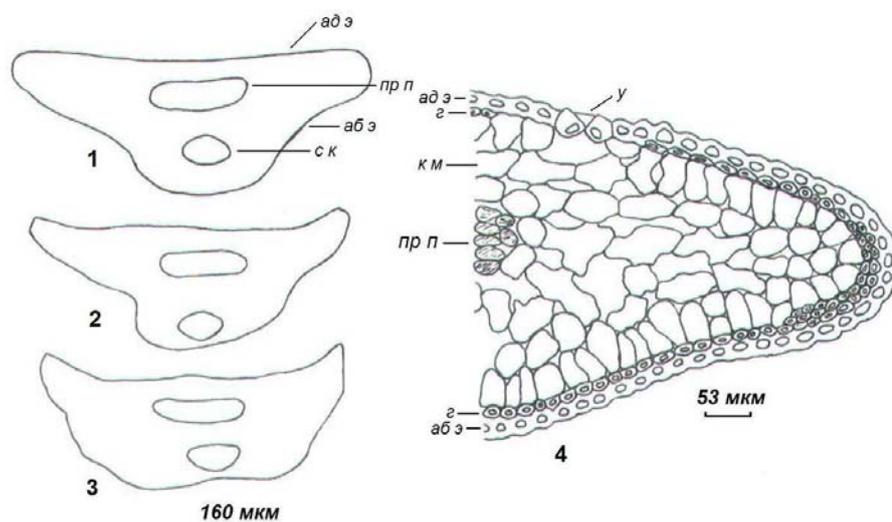


Рис. 1. Схемы поперечного сечения листьев *Juniperus sibirica* (1), *J. pseudosabina* (2) и *J. sargentii* (3) и расположение клеток мезофилла на поперечном срезе хвои *J. sibirica* (4).

ад э – адаксиальная эпидерма; аб э – абаксиальная эпидерма; г – гиподерма; км – клетки мезофилла; пр п – проводящий пучок; с к – смоляной канал.

хима более отчетливо проявляется под абаксиальной эпидермой, обращенной к свету. Так, у *J. sibirica* и *J. pseudosabina* можно выделить 1–2, а у *J. sargentii* – 2–3 слоя столбчатых клеток, имеющих в основном округлые, но нередко и расширенные овальные основания (рис. 2). При этом на поперечных сечениях часто в отдельном ряду возможно сочетание удлиненных и более коротких проекций. Высота палисадных клеток первого ряда превышает их ширину и толщину в 1,6–2,0 раза (табл. 2).

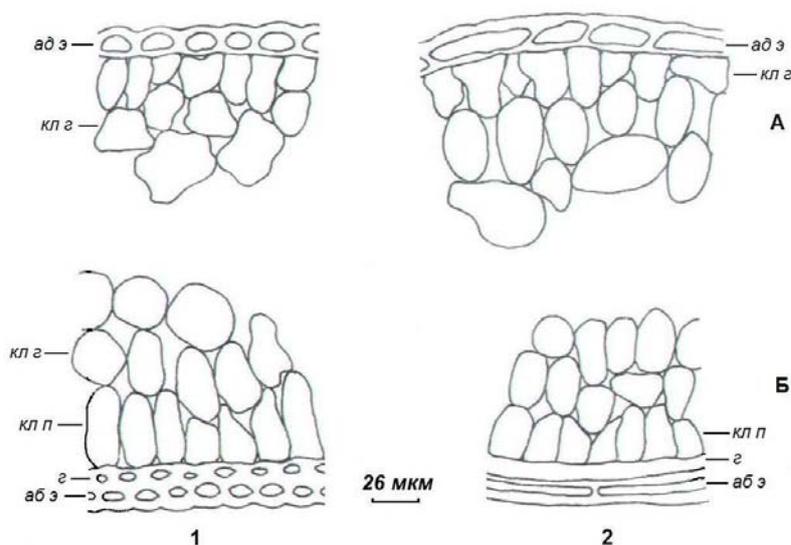


Рис. 2. Расположение клеток мезофилла в хвое *Juniperus pseudosabina* у адаксиальной (А) и абаксиальной (Б) эпидермы.

Срез: 1 – поперечный; 2 – продольный боковой. *кл п* – клетки палисадной паренхимы; *кл г* – клетки губчатой паренхимы. Остальные обозн. см. рис. 1.

Таблица 2. Размеры клеток хлоренхимы хвои у видов рода *Juniperus*

Вид	Размеры ассимиляционных клеток первого ряда, мкм					
	у адаксиальной эпидермы			у абаксиальной эпидермы		
	высота	ширина	толщина	высота	ширина	толщина
<i>J. sibirica</i>	33,2±2,04	27,4±1,75	27,3±0,85	41,1±3,27	25,1±1,02	22,5±0,63
<i>J. pseudosabina</i>	26,2±1,15	21,2±1,07	23,5±0,68	37,7±0,84	18,5±0,67	22,4±0,78
<i>J. sargentii</i>	24,6±1,82	26,2±1,95	28,9±0,97	36,7±1,20	21,0±0,95	23,6±0,68

Примечание. Высота и ширина измерялась на поперечных срезах, толщина – на продольных боковых срезах.

У адаксиальной эпидермы ассимиляционные клетки расположены более рыхло и отличаются разнообразными очертаниями – от палисадообразных и изодиаметрических до эллипсовидных, обращенных своей основной осью к листовой поверхности. Все проекции имеют простые или чуть волнистые формы.

Внутренние слои мезофилла представляют преимущественно совокупность рыхло расположенных губчатых клеток округлых или овальных конфигураций. Из-за наличия одной жилки и небольшой уплощенности листьев у рассматриваемых видов по обе стороны от проводящего пучка в сторону углов хвоинок выделяются удлиненные клетки. Они имеют пря-

мые или немного извилистые стенки на поперечных срезах и округлые или овальные проекции на продольных сечениях. Более крупные эти клетки у *J. sibirica*, а наиболее мелкие и часто слабо выраженные – у *J. sargentii* (табл. 3).

На продольных боковых срезах хвоинок у рассматриваемых видов растений подавляющее большинство ассимиляционных клеток имеют простые проекции, вместе с тем встречаются единичные сложные слабоячеистые формы с двумя секциями (рис. 3). От абаксиальной эпидермы до проводящего пучка клетки часто протягиваются отдельными параллельными рядами, их сетчатое расположение наблюдается в основном под верхней листовой поверхностью.

Таблица 3. Размеры ассимиляционных клеток, расположенных у проводящих пучков, в хвое видов рода *Juniperus*

Вид	Размеры ассимиляционных клеток, мкм					
	в сторону угла хвоинки			в сторону абаксиальной эпидермы		
	Высота	Ширина	Толщина	Высота	Ширина	Толщина
<i>J. sibirica</i>	61,8±4,79	31,2±1,69	31,6±1,25	45,2±1,86	34,7±2,07	32,7±1,35
<i>J. pseudosabina</i>	46,4±3,07	30,2±2,67	20,0±0,53	39,6±3,05	29,7±2,18	31,7±1,70
<i>J. sargentii</i>	42,6±1,52	26,2±1,19	28,1±1,45	33,6±2,60	29,6±2,14	37,7±2,27

Примечание. Длина и ширина измерялась на поперечных срезах, толщина – на продольных боковых срезах.

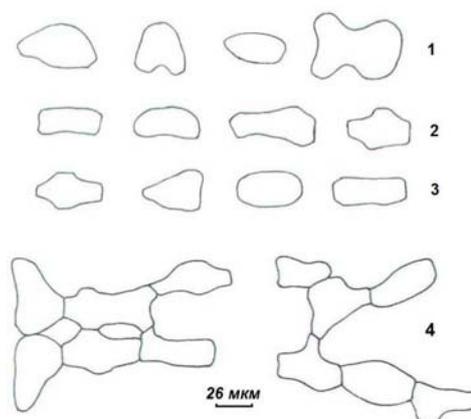


Рис. 3. Основные проекции ассимиляционных клеток хвои у *Juniperus sibirica* (1), *J. pseudosabina* (2) и *J. sargentii* (3) и их расположение у проводящего пучка в сторону угла хвоинки у *Juniperus sibirica* (4) на продольных боковых сечениях.

Таким образом, мезофилл хвой видов рода *Juniperus* состоит главным образом из клеток простых форм, среди которых можно выделить палисадные и губчатые. При этом наблюдается сочетание сетчатого расположения клеток у адаксиальной эпидермы и параллельности их размещения у нижней листовой поверхности. Ввиду того, что губчатая ткань формируется у верхней стороны листа, обращенной к стеблю, подобное строение мезофилла можно охарактеризовать как вентродорсальное. При этом дифференциация тканей более выражена в чешуевидных листьях *J. pseudosabina* и особенно *J. sargentii* по сравнению с игловидными *J. sibirica*.

ЛИТЕРАТУРА

Василевская В. К. Типы анатомического строения листьев двудольных (к методике анатомического описания) / В. К. Василевская, А. А. Бутник // Бот. журн. 1981. Т. 66. № 7. С. 992–1001.

Герлинг Н. В. Структура и фотосинтез хвой видов р. *Juniperus* на Северо-Востоке европейской части России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. В. Герлинг. Сыктывкар, 2010. 20 с.

Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. Киев: Наукова думка, 1973. 591 с.

Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. I. Голосеменные / С. Я. Соколов, В. К. Шишкин. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 463 с.

Загирова С. В. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата хвойных растений елового фитоценоза / С. В. Загирова // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 11. С. 1795–1804.

Зверева Г. К. Пространственная организация мезофилла листовых пластинок фестукоидных злаков (Poaceae) и ее экологическое значение / Г. К. Зверева // Бот. журн. 2009. Т. 94. № 8. С. 1204–1215.

Князева С. Г. Морфолого-анатомические особенности хвои можжевельника обыкновенного / С. Г. Князева // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. 30. № 1–2. С. 92–96.

Михеева Н. А. Морфолого-анатомические и кариологические особенности можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в гидроморфных и суходольных условиях произрастания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. А. Михеева. Красноярск, 2005. 18 с.

Нестерович Н. Д. Структурные особенности листьев хвойных / Н. Д. Нестерович, Т. Ф. Дерюгина, А. И. Лучков. Минск: Наука и техника, 1986. 143 с.

Пчелин В. И. Дендрология / В. И. Пчелин. Йошкар-Ола: Марийский гос. техн. ун-т, 2007. 520 с.

Эзау К. Анатомия семенных растений / К. Эзау. Кн. 2. М.: Мир, 1980. 558 с.

Fodorpataki L. Histo-anatomical organization of the leaf blade of different Gymnosperm species / L. Fodorpataki, C. Munteanu-deliu, E. Gyorgy // Contributii Botanice. 1997–1998. Vol. 34. N. 2. P. 104–112.

Güvenç A. The leaf anatomy of naturally distributed *Juniperus* L. (Cupressaceae) species in Turkey / A. Güvenç, M. M. Hürku, A. Erdem // Turkish J. Bot. 2011. Vol. 35. P. 251–260.

Hamidipour A. Leaf anatomical investigation of Cupressaceae and Taxaceae in Iran / A. Hamidipour, T. Radjabian, D. A. Charlet, M. Zarrei // Wulfenia. 2011. Vol. 18. P. 95–111.

Lakušić B. Anatomy of the genus *Juniperus* sect. *Juniperus* (Cupressaceae) / B. Lakušić, D. Lakušić // Botanica Serbica. 2011. Vol. 35. N. 2. P. 145–156.

Possingham J. V. Changes in chloroplast number per cell during leaf development in spinach / J. V. Possingham, W. Saurer // Planta. 1969. Vol. 86. N. 2. P. 186–194.

Rotondi A. Leaf xeromorphic adaptations of some plants of a coastal Mediterranean macchia ecosystem / A. Rotondi, F. Rossi, C. Asunis, C. Cesaraccio // *J. Mediterranean Ecology*. 2003. Vol. 4. N. 3–4. P. 25–35.

Vasic P. S. Anatomical analysis of red Juniper leaf (*Juniperus oxycedrus*) taken from Kopaonik Mountain, Serbia / P. S. Vasic, D. V. Dubak // *Turkish J. Bot.* 2012. Vol. 36. P. 473–479.

Vasić P., Topuzović M., Labus N., Dubak D. Morphological-anatomical characteristics of common juniper (*Juniperus communis*) from the area of mountain Kopaonik / P. Vasić, M. Topuzović, N. Labus, D. Dubak // *Natura Montenegro*. 2008. Vol. 7. N. 3. P. 97–107.

Р. А. Зиганшин

R. A. Ziganshin

**К ВОПРОСУ О СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЕ
НАСАЖДЕНИЙ ТИПОВ ЛЕСА**

**THE QUESTION OF COMPLEX FOREST STAND STRUCTURE
OF FOREST TYPES**

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН –

обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of
Sciences, Siberian Branch – Solitary Unit V. N. Sukachev Institute of Forest,*

Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

660036, Россия, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: kedr@ksc.krasn.ru

Резюме. Изучалась динамика состава насаждений по типам леса в Прибайкалье с целью выявления возрастных трендов. Анализируется таксация на ландшафтной основе территории целого лесничества. Выявлено, что в зависимости от экологических условий местопроизрастания и преобладающей древесной породы характер динамики состава различен.

Summary. To identify age trends, the dynamics of forest stand composition by forest types in the Baikal region has been studied. Forest inventory of the forest district territory based on landscape is analyzed. It has shown up, that the dynamics pattern of the forest composition is varied based on habitat conditions and dominant tree species.

Ключевые слова: *инвентаризация лесов, ландшафтный метод, технология таксации, форма бланка таксации.*

Keywords: *forest inventory, landscape method, technology of forest inventory, the form of forest inventory.*

Динамику состава насаждений выдела типа леса и типа леса в целом (роста и развития насаждения в целом и строения по отдельным таксационным показателям) для устранения искажающего «шума», т. е. в чистом виде, можно изучать только в пределах одного природного лесного массива с обусловленными в нем данными ландшафтными условиями (геологические породы, рельеф, почвы, климат, гидрологические параметры и временные флуктуации разного рода). Косвенно об этом условии, как необходимости, писал в свое время академик В. Н. Сукачев (Сукачев и др., 1957), указывая, что один (одноименный, т. е. одинаковый) тип леса может существовать только в условиях одинакового климата. В горах это дополнительно осложняется высотной дифференциацией местоположений (биотопов) вследствие изменения климатических и почвенных условий с изменением высоты местности над уровнем моря, но важно то, что один тип мезоклимата по общему характеру увлажненности (сухой тип, оптимальный или влажный) в пределах природного лесного массива все же сохраняется. Это ведет, в свою очередь, к определенному набору древесных формаций в катене и через это к конкретно очерченному кругу типов леса – зонально-провинциальному комплексу типов леса (Типы..., 1980).

Для изучения структуры насаждений даже по одному типу леса требуется протаксировать 30–50 насаждений и более. Минимально достаточное число их будет диктоваться длиной возрастного ряда древостоев этого типа леса. Для соблюдения всех необходимых биогеоценотических условий лучше всего подходит территория природного лесного массива. Природный лесной массив (Зиганшин, 2014) – это большая совокупность лесонасаждений и не покрытых лесом площадей в пределах одного географического ландшафта или его части, но обязательно с однотипным мезоклиматом и соответствующим ему определенным комплексом зонально-провинциальных типов леса. Тип леса в его статике и динамике является основной структурной единицей лесного массива, поэтому, в частности,

возрастная динамика состава древостоев в совокупности насаждений одного типа леса, т. е. в пределах одного эдафического и климатического типа условий местопроизрастания, является ответом на фундаментальный вопрос биогеоценологии – является ли тип леса мономорфной биологической структурой или же он полиморфен как совокупность близких, но достаточно различающихся растительных ассоциаций.

Сторонником первого взгляда на эту проблему был выдающийся лесотиполог профессор В. Н. Смагин (Смагин, 1973). Другого мнения придерживались многие биогеоценологи – В. Н. Сукачев (Сукачев, 1931, 1947), Л. Б. Махатадзе (Махатадзе, 1973), Л. П. Рысин (Рысин, 1973) и др. Рассмотрение этого вопроса в онтогенезе древостоев, т. е. на протяжении достаточно длительного по человеческим меркам промежутка времени, позволяет учесть целый ряд процессов, влияющих на структуру и продуктивность биогеоценозов. Здесь и краткосрочные (вегетационный сезон), и среднесрочные (5–10 лет), и долгосрочные (100–200 лет и более) флуктуации почвенно-климатических условий, и биогенные особенности насаждений (генетические предпосылки), повторяемость семенных лет и особенности разлета семян, распространяемость семян птицами и млекопитающими, биопатогенные влияния – микроорганизмов, грибов, насекомых, таксационная структура древостоев в стадии их начального формирования (густота и состав, размещение деревьев по площади), а также пространственный фактор (эдафические нюансы, влияние окружающих насаждений и безлесных территорий) и определяющий характер высотной ярусности рельефа в пределах одного ландшафта с геоморфами отдельных местоположений в рельефе. Все эти факторы, причудливо сочетающиеся в пространстве и времени, не позволяют древостоям насаждений того или иного типа быть мономорфными структурами. Это все еще даже без учета антропогенного влияния на растительность, которое мы здесь почти не рассматриваем, поскольку нас интересует естественный ход растительных сукцессий.

Анализируемый нами лесоинвентаризационный материал собран в процессе лесоустройства (с участием автора) в условиях влажного Прибайкальского темнохвойного типа поясности (Тюлина, 1976) и характеризует всю территорию Танхойского участкового лесничества в высокогорной части горной системы Хамар-Дабан (юго-восточное Прибайкалье).

Поскольку выделы типов леса формировались нами (при контурном дешифрировании аэрофотоснимков) на ландшафтной основе, то, следовательно, все вышеперечисленные процессы должны быть естественным фоном насаждений каждого типа леса в его пространственно-временном динамическом развитии, тем более, что выделы типов леса были максимально объективно опознаны в натуре при лесоинвентаризации. Устраивалась достаточно значительная горно-таежная территория – свыше 43 тыс. га, в том числе лесопокрытая – 32191 га, при том, что в условиях высокогорья была велика площадь гольцов и присутствовало немало других нелесных площадей (болота, озера, реки, пески, усадьбы и пр.).

Рассматриваются достаточно полно представленные в данном ландшафте типы леса. Среди кедровников и пихтачей это по три типа леса. Кедрач бадановый представлен, в основном, в верхнем поясе лесной растительности, поэтому слабо подвергался антропогенным воздействиям, насаждения его великовозрастны. Поражает его природная стабильность состава. Это пихтово-кедровые насаждения с елью (14–15 % по запасу) и с небольшой примесью березы (от единичных деревьев до 4–6 % запаса). Доля эдификатора кедра в небольшой степени увеличивается с возрастом (от 46 до 53 %), а доля пихты держится абсолютно на одном уровне: со 160–180 до 280 лет, фактически на протяжении столетия (33–35 % запаса насаждения). Остальные два типа кедрачей представлены в разных высотных поясах, но преимущественно в среднегорье. В них ощущается влияние антропогенного фактора (пожары и рубки). В зеленомошно-брусничниковом кедраче возрастной ряд представлен со II по XIII классы возраста.

Древостой здесь тоже полидоминантные (четыре лесообразующие породы), но второй по представленности после кедра является уже береза – пионер лесовозобновления после рубок и пожаров, к тому же этот тип леса достаточно представлен в нижнем высотном ярусе рельефа. Доля кедра, как главного эдификатора условий среды, коренной породы этих влажных лесов с каменистыми почвами, как и ожидаемо в производных насаждениях, растет до 240 лет от 48 % во втором классе возраста до 56 % – в VIII классе и, наконец, 70–76 % в XII–XIII классах (220–260 лет). Вначале большая примесь березы (42 % во II классе возраста) со временем снижается до 33–28 % в VI–VII классах (100–140 лет) и наконец к X–XI классам возраста (180–220 лет) береза практически выпадает из полога древостоя, замещаясь повышением доли кедра и ели. Эволюция доли ели, возникающей в насаждении в III классе возраста (5 %), демонстрирует плавное и неуклонное повышение ее присутствия в пологе – до 12–14 % запаса в VIII–IX классах и до 18–24 % в XI–XIII классах возраста (200–260 лет). Примесь пихты в этом типе леса невелика, она монотонно растет с III класса возраста до XI класса – с 3 до 14 %, падая до 9 % в XII классе и исчезая из полога в XIII классе возраста. А доля березы в запасе древостоя за время онтогенеза породы-эдификатора кедра снижается от 40–42 % в молодых древостоях до полного исчезновения в XI–XII классах в спелых кедрочах. Участие ели и пихты, как сопутствующих кедру лесообразующих пород, меняется от 3–7 % в молодняках до 9–14 % (пихта) и 18–24 % (ель) в спелых кедровниках.

Следующий, хорошо представленный тип леса кедровников – кедроч мелкотравно-кустарничковый, больше всего приурочен к среднегорью. Также полидоминантный тип леса. Те же лесообразующие древесные породы. Представлен в интервале II–XVI классов возраста (самый длинный ряд). До 40 лет присутствуют в верхнем пологе только две породы – кедр (60 %) и береза (40 %). Доля кедра в насаждении в его онтогенезе имеет

волнообразный характер, т. е. запас кедров идет по синусоиде. Во II классе его доля 60 %, затем с возрастом происходит плавное снижение до 30 % (VI класс возраста), далее плавный подъем до конца онтогенеза (с 31 % в VII классе до 41 в XI и до 56 % в XVI классе (300–320 лет)). Вторая преобладающая порода – береза набирает запас и свое участие в пологе до VII–VIII классов (49 %), замещая снижение запаса кедров. Позже, с IX класса возраста начинается снижение доли ее участия (IX класс – 45 %, XII – 25 %, XIV–XVI – 19–18 %). Ель и пихта возникают в пологе древостоя в III классе возраста (40–60 лет), затем доля их участия приобретает волнообразный вид. Ель варьирует от 5 % в III классе, до 13 % в V, а затем до VII класса происходит снижение до 10–11 %, далее новый подъем до 20 % в XI классе возраста и медленное снижение запаса до 16–15 % в XIII–XVI классах возраста. Доля пихты с возрастом имеет такой же волнообразный характер. Начиная с 4 % в III классе, она достигает 12 % в VI, затем снижается до 5 % в IX, снова поднимается до XIII–XIV классов возраста (16 %) и несколько снижается к XV–XVI классам (12–13 %). То есть, в этом типе леса главным дестабилизатором постоянства состава является береза и отчасти сам кедр.

Что касается пихтачей, то протяженный возрастной ряд имеет только пихтач бадановый – с V по XIII классы возраста. Пихта остается доминантом на протяжении всего онтогенеза (50–75 %), а доля кедров возрастает в то же время с 5 % в V классе до 32–34 % в VIII–XIII классах. Ель в целом имеет заметное участие (9–14 %), снижение доли ее участия наблюдается в VI–VIII классах (9 %). Участие березы постоянное и незначительное (5–6 %) с V до XI классов возраста. В целом древостой в типе леса, как видим, полидоминантен. В остальных двух типах леса пихтачей преобладание породы-эдификатора (пихты) более устойчивое и значительное. В злаково-разнотравном пихтовнике ее доля участия плавно снижается с возрастом с 84–100 % в IV–III классах возраста до 73–67 % в VI–VII классах, т. е. к

началу возраста перестойности пихты. Остальные породы по запасу имеют подчиненное значение. Доля кедра возрастает в IV–VII классах с 5 до 17 %, доля ели возрастает в этот же период с 6 до 11 %, а участие березы остается на стабильном уровне (5 %). В более высокогорном горно-каменистом пихтаче береза совсем выпадает из состава, а главная порода пихта на протяжении всего своего онтогенеза имеет значительное преобладание в древостое: от 95–100 % в III–V классах возраста до 82–70 % в VI–VIII классах. Участие кедра растет с 6 % в VI классе, до 30 % в VIII. Ель имеет небольшое участие (5–7 %).

Ельник широколиственный приурочен к долинам рек вплоть до первой надпойменной террасы и высокой поймы. Здесь главная порода ель сибирская с примесью своей вариации елью голубой имеют архистойчивое незыблемое участие в пологе (56 % с VI до IX классов возраста, причем более молодых ельников не отмечено). В целом состав древостоя крайне полидоминантен – пять древесных пород. Любопытно, что доля кедра постоянно снижается. С VI по IX классы возраста – с 25 до 5 %. Стабильны по участию в пологе береза (8–10 %) и пихта (6–9 %). В связи с приречным местоположением в составе насаждения появляется тополь бальзамический, который заметно увеличивает долю своего участия с возрастом (с 5–7 % в VI–VII классах до 20 % в IX).

Что касается пионера подгольцовья и гольцов кедрового стланика, то в жестких почвенно-климатических условиях у него нет конкурентов в составе в обоих его типах леса, не считая одиночных деревьев кедра в отдельных насаждениях.

Чтобы не быть многословным, автор предоставляет читателям право самостоятельно оценить возрастную динамику березняков по данным представленной таблицы. Отметим только, что наиболее динамично смена березы на коренные хвойные породы – кедр, пихту и ель, происходит в березняках брусничниковых, злаково-разнотравных и мелкотравно-кустар-

Таблица. Динамика состава наследенной основных типов леса

Типы леса	Состав древостоев в процентах по заласу по классам возраста (двадцатилетним для хвойных и десятилетним для лиственных)																
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	
КЕДРАЧИ																	
Бадановый									46К 33Пх 15Е 6Б	47К 34Пх 15Е 4Б	49К 35Пх 15Е 1Б	50К 35Пх 14,5Е 0,5Б	52К 34Пх 14Е	53К 33Пх 14Е			
Зеленомош- но- брусничико- вый		48К 42Б 7Е 3Пх	48К 40Б 8Е 4Пх	48К 39Б 8Е 5Пх	49К 37Б 8Е 6Пх	52К 33Б 9Е 6Пх	54К 28Б 10Е 8Пх	56К 23Б 12Е 9Пх	58К 19Б 14Е 9Пх	60К 12Б 16Е 12Пх	63К 5Б 18Е 14Пх	70К 21Е 9Пх	76К 24Е				
Мелкотравно- кустарничико- вый		60К 40Б	51К 40Б 5Е 4Пх	43К 40Б 10Е 7Пх	34К 43Б 13Е 10Пх	30К 47Б 11Е 12Пх	31К 49Б 10Е 10Пх	33К 49Б 11Е 7Пх	35К 45Б 15Е 5Пх	38К 38Б 18Е 6Пх	41К 29Б 20Е 10Пх	44К 25Б 18Е 13Пх	46К 22Б 16Е 16Пх	49К 19Б 16Е 16Пх	52К 19Б 16Е 13Пх	55К 18Б 15Е 12Пх	
ПИХТАЧИ																	
Бадановый					75Пх 5К 14Е 6Б	73Пх 13К 9Е 5Б	64Пх 22К 9Е 5Б	53Пх 33К 9Е 5Б	52Пх 32К 11Е 5Б	50Пх 33К 12Е 5Б	51Пх 32К 12Е 5Б	54Пх 33К 13Е	53Пх 34К 13Е				
Злаково- разнотравный			100П х	84Пх 5К 6Е 5Б	77Пх 11К 7Е 5Б	73Пх 14К 8Е 5Б	67Пх 17К 11Е 5Б										
Горно- каменный			100П х	100П х	95Пх 5Е	89Пх 5Е 6К	82Пх 7Е 11К	70Пх 30К									
Е.ЛЬВНИКИ																	
Широкогра- вный						56Е 25К 8Б 6Пх 5Т	56Е 21К 9Б 7Пх 7Т	56Е 11К 10Б 8Пх 15Т	56Е 5К 10Б 9Пх 20Т								

Окончание таблицы

Типы леса	Состав древостоев в процентах по запасу по классам возраста (двадцатипятилетним для хвойных и десятилетним для лиственных)																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI		
КЕДРОВЫЙ СЛАВНИК																		
Горно-замешистый	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	95Кст 5К		
Кустарничко-ый					100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст	100 Кст								
БЕРЕЗНЯКИ																		
Бугулыничко-ый	100Б	97Б 3К	94Б 6К	91Б 9К	88Б 11К 1Е	85Б 13К 2Е	82Б 15К 3Е	79,5Б 16,5К 4Е	77Б 18К 5Е	74Б 20К 6Е	71Б 22К 7Е	68Б 24К 8Е						
Брусничничко-ый	95Б 5К	94Б 6К	93Б 7К	92Б 8К	91Б 9К	88Б 10К 2Е	86Б 11К 3Е	83Б 12К 5Е	79Б 13Б 8Е	76Б 14К 10Е	72Б 15К 13Е	69Б 16К 15Е	66Б 17К 17Е	63Б 18К 19Е	60Б 20К 20Е	56Б 22К 22Е		
Злаково-разнотравный	100Б	97Б 3К	95Б 5К	94Б 6К	92Б 8К	90Б 9К 1Е	87Б 10К 3Е	80Б 11К 4Е	75Б 12К 6Е	68Б 13К 8Е	60Б 15К 10Е	51Б 16К 13Е						
Зеленомош-но-чернич-никовый			95Б 5К	94Б 6К	94Б 6К	93Б 7К	92Б 8К	85Б 10К 5Е										
Мелкотравно-кустарничко-ый	93Б 7К	93Б 7К	92Б 8К	91Б 9К	90Б 10К	90Б 10К	90Б 10К	83Б 12К 5Пх	66Б 22К 12Пх	55Б 31К 14Пх								
ТОПОЛЬНИК																		
Долгино-разнотравный	100Т	97Т 3Б	96Т 4Б	95Т 5Б	94Т 6Б	93Т 1К	90Т 4К	87Т 7К	83Т 5Б 7К	81Т 6Б 6К	80Т 6Б 6К	80Т 6Б 5К	80Т 6Б 9Е	80Т 6Б 4К	79Т 6Б 10Е	79Т 6Б 4К	79Т 6Б 11Е	

ничковых. До 80 лет устойчивое преобладание березы в насаждениях (80–85 %) наблюдается во всех типах леса березняков, затем происходит заметное снижение доли ее участия в перестойных березняках (до 51–56 % в более дренированных местоположениях и до 68 % в переувлажненных условиях – в багульниковых березняках 110–120-летнего возраста). Для топольников характерно исключительно высокое преобладание тополя, осваивающего бедные аллювиальные местоположения (87 % запаса насаждения в 80-летнем возрасте). Затем, с появлением травостоя и началом формирования пойменно-луговых почв, к составу древесного полога подключаются ель, кедр и береза, пихты еще нет. Состав самых старовозрастных топольников 140–160 лет таков: 79 % тополя бальзамического, 11 % ели сибирской и голубой в сумме, 6 % берез повислой и плосколистной и 4 % сосны кедровой сибирской.

Общий вывод: структура состава древостоев и подлесной флоры в значительной степени зависит от характера условий местопроизрастания. Наиболее устойчив состав с возрастом на бедных каменистых высокогорных почвах (кедровостланики, горно-каменистые пихтачи, бадановые кедровники) и в условиях переувлажненных заболоченных суглинистых почв, а также бедных песчаных почв молодых пойм (березняки багульниковые и топольники долинно-разнотравные). В целом же в большинстве типов леса наблюдается заметная возрастная динамика состава древостоев, особенно в производных типах леса.

ЛИТЕРАТУРА

Зиганин Р. А. Лесной массив. Географические и лесотаксационные признаки и критерии // Сибирский лесной журнал. 2014. № 1. С. 50–68.

Махатадзе Л. Б. Особенности типологии горных лесов // Второе Всесоюзное совещание по лесной типологии: Тез. докл., Красноярск, сентябрь 1973 г. Красноярск: ИЛиД им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1973. С. 59–61.

Рысин Л. П. Унификация основных лесотипологических понятий как первый этап в разработке единой лесной типологии // Второе Всесоюзное совещание по лесной типологии: Тез. докл., Красноярск, сентябрь 1973 г. Тезисы докладов. Красноярск: ИЛИД им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1973. С. 23–25.

Смагин В. Н. Современное состояние и перспективы развития биогеоценотического направления в лесной типологии // Второе Всесоюзное совещание по лесной типологии: Тез. докл., Красноярск, сентябрь 1973 г. Красноярск: ИЛИД им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, 1973. С. 3–5.

Сукачев В. Н. Руководство к исследованию типов леса. 3-е изд. М.–Л.: Сельхозгиз. 1931. 328 с.

Сукачев В. Н. Основы теории биогеоценологии // Юбилейный сб., посвящ. 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1947. Ч. 2. С. 283–305.

Сукачев В. Н., Зонн С. В., Мотовилов Г. П. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР. 1957. 104 с.

Типы лесов гор Южной Сибири / В. Н. Смагин, С. А. Ильинская, Д. И. Назимова и др. Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.

Тюлина Л. Н. Влажный Прибайкальский тип поясности растительности. Новосибирск: Наука, 1976. 319 с.

УДК 630*18

Н. Е Кузнецова

N. E. Kuznetsova

ДРЕВЕСНЫЕ ИНТРОДУЦЕНТЫ ЛЕСНОЙ ДАЧИ МСХА

TREE INTRODUCERS OF THE FOREST DACHA MAА

*Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева»*

*The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy
named after K. A. Timiryazev»*

127550, Россия, Москва, Тимирязевская ул., 49

E-mail: knetwork@mail.ru

Резюме. Введение интродуцентов на Лесной опытной даче и их адаптация к условиям Москвы.

Summary. Introduction of introducers to the forest dacha and their adaptation to the conditions of Moscow.

Ключевые слова: *древесные интродуценты, лесная дача.*

Key words: *Tree introducers, the forest dacha.*

Лесная опытная дача Тимирязевской сельскохозяйственной академии (ЛОД) была основана более 150 лет назад. На ней проводились научно-практические работы с целью решения актуальных проблем лесного хозяйства. Было заложено более 150 постоянных пробных площадей, где исследовали рост, развитие, взаимное влияние различных древесно-кустарниковых растений. Дополнительно изучался гидрологический и воздушный режимы леса, состав и изменение почвенной среды, а также осу-

ществлялся многолетний постоянный мониторинг состояния насаждений. Данные работы продолжаются и по сегодняшний день.

Введение, акклиматизация новых видов растений предпринималось с 60-х годов XVIII века. Первые попытки искусственного введения клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в новые условия давали слабую надежду на его дальнейшую перспективность. В молодом возрасте он сильно вымерзал. Сейчас клен остролистный распространен практически по всей территории лесной дачи как под пологом сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и других пород, так и на открытых участках, и выходит во второй ярус. На ЛОД (то же свойственно другим лесопаркам Москвы) он дает самосев, тогда как в современных условиях другие породы из-за высокой антропогенной нагрузки практически не дают самосева или он не жизнеспособен.

Сегодня можно встретить экземпляры и других видов семейства кленовых: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), клен татарский (*A. Tataricum* L.), клен зеленокорый (*A. tegmentosum* Maxim.), клен маньчжурский (*A. mandshuricum* Maxim.), клен сахарный (*A. saccharinum* L.), клен ложноплатановый (*A. pseudoplatanus* L.), клен приречный (*A. ginnala* Maxim.).

Также на ЛОД вводились культуры лиственницы сибирской, лиственницы европейской (*Larix deciduas* Mill.) и лиственницы Сукачева (*L. Sukaczewii* Dyl.). К настоящему времени сохранились 130-летние лиственничные посадки. Проводились работы и по разведению сосны Веймутова (*Pinus strobes* L.), но она поражалась грибом (*Peridermium strabi*) и большей частью погибала (Нестеров, 1935). Хорошее распространение получила румелийская сосна (*Pinus peuce* Griseb.) и другие интродуценты.

Сегодня на питомнике ЛОД из собственных семян разводится дуб красный (*Quercus rubra* L.) и орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.).

Эти быстрорастущие, устойчивые к заболеваниям породы хорошо зарекомендовали себя для декоративных посадок в городе и областях. Разработаны ресурсосберегающие технологии выращивания здорового посадочного материала. Проводятся опыты по посадке саженцев в зону пней, валяжа в лесном массиве.

Древесные интродуценты, обладающие высокой пластичностью и биологической устойчивостью, создают большой потенциал для введения в посадки в изменяющихся экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

Нестеров Н. С. Лесная опытная дача в Петровско-Разумовском. М.: Сельхозгиз, 1935. 560 с.

УДК 633.88

М. А. Кытина, Ю. М. Минязева

M. A. Kytina, J. M. Minyazeva

**НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
CENTAUREA SCABIOSA L. КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО
ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ВИЛАР**

**SOME BIOLOGICAL FEATURES OF *CENTAUREA SCABIOSA* L.
AS A PROMISING MEDICINAL PLANT FOR INTRODUCTION
IN THE BOTANICAL GARDEN OF VILAR**

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений*

*Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Institute
of medicinal and aromatic plants*

117628, Россия, Москва, ул Грина, д. 7, стр 1

E-mail: bot.gard.vilar@yandex.ru

Резюме. Представлены результаты многолетних исследований по изучению *Centaurea scabiosa* L. – как перспективного лекарственного растения. Установлены особенности роста, развития, размножения и прохождения основных фенологических фаз при интродукции в условиях Ботанического сада ВИЛАР.

Summary. Presents the results of years of research for the study of *Centaurea scabiosa* L. – as a promising medicinal plants. Features of growth, development, reproduction and passing of the main phenological phases at introduction in the conditions of a Botanical garden of VILAR are established.

Ключевые слова: *Centaurea scabiosa* L., биологические особенности, интродукция, Ботанический сад.

Key words: *Centaurea scabiosa* L., biological peculiarities, introduction, Botanical garden.

Несмотря на высокий технологический уровень фармацевтического производства и широкий ассортимент синтетических медицинских препаратов, лекарственные средства растительного происхождения и поиск видов растений, перспективных для создания новых лекарственных препаратов, остаются актуальными (Афанасьева, 2012). С этой целью необходимо проведение целенаправленных исследований по изучению лекарственных растений, являющихся потенциальными источниками для получения новых растительных лекарственных средств.

Centaurea scabiosa L. (василек шероховатый), относящийся к семейству Asteraceae (Compositae), представляет интерес как перспективный вид флоры Сибири и Дальнего Востока для разработки новых отечественных фитопрепаратов.

Centaurea scabiosa L. – стержнекорневой травянистый многолетник, высотой 40–120 см; стебли, как и листья, слабо беловато паутинисто опушенные; листья перистораздельные, перистолопастные или дважды перисторассеченные, нижние – на длинных черешках; корзинки гетерогамные собраны в щитковидное соцветие; наружные и средние листочки обертки с черноватыми по краю бахромчато-реснитчатыми придатками, с обеих сторон коротко волосисто опушенными; цветки розовые. Европейско-североазиатский вид. В России встречается в Европейской части, в Западной и Восточной Сибири как заносный вид на юге Дальнего Востока (Ворошилов, 1982; Флора Сибири, 1997). Лесостепной вид. Растет в степях, на лугах, горных склонах, залежах, лесных опушках, на полянах, по обочинам дорог, в зарослях кустарников, по берегам рек. Медоносный и декоративный вид (Харкевич, 1992; Губанов и др., 2004). Основными группами биологически активных веществ надземной части *Centaurea scabiosa* L. являются флавоноиды, фенолкислоты, дубильные вещества, полисахариды, сесквитерпеновые лактоны, аскорбиновая кислота и каротиноиды. С лечебной целью используется трава (стебли, листья, цветки). Обладает седатив-

ным, вяжущим, диуретическим, антифунгальными свойствами. В эксперименте оказывает противовоспалительное, спазмолитическое и противосудорожное действие, а также проявляет гематошизотропную активность (Алексеюк и др., 1986; Растительные ресурсы СССР, 1993; Кадырова и др., 2006). Экспериментально доказано, что сухой экстракт из надземной части *Centaurea scabiosa* L., полученный на 70 % этаноле, обладает выраженными антиоксидантными и гепатопротекторными свойствами (Ларькина, 2011).

В Ботаническом саду ВИЛАР этот вид с 2000 г., интродуцирован из Томской области.

Цель исследований – оценка многолетней динамики роста, развития и размножения *Centaurea scabiosa* L. в условиях Ботанического сада ВИЛАР.

Исследования по интродукции *Centaurea scabiosa* L. как перспективного лекарственного растения проводили в полевых и лабораторных условиях в соответствии с методиками исследований при интродукции растений и фенологических наблюдений (Александрова и др., 1975; Майсурадзе и др., 1984). В результате многолетних исследований были изучены биологические особенности роста и развития данного вида, отмечены самая ранняя и самая поздняя даты наступления основных фенологических фаз развития в условиях Ботанического сада ВИЛАР.

В ходе проведенных исследований было установлено, что, начиная со второго года жизни, особи этого вида растения проходят полный цикл годичного развития. Даты наступления основных фенологических фаз развития не зависят от года жизни растений. Вегетация растений продолжается в течение апреля–сентября. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 162 дня. Начало весеннего отрастания отмечено во второй–третьей декадах апреля (самое раннее начало было отмечено 19.04, самое позднее – 25.04). Усиленный рост растений, продолжавшийся в среднем 25 дней, происходил до начала фазы бутонизации. Начало фазы бутонизации наблюдалось во второй–третьей декадах апреля. Самое ран-

нее начало фазы было отмечено 12.06, самое позднее – 20.06. Начало цветения наблюдалось в третьей декаде апреля – первой декаде июля. Самое раннее начало фазы было отмечено 28.06, самое позднее – 04.07. Начало созревания семян наблюдалось во второй–третьей декадах июля. Самое раннее начало фазы было отмечено 18.07, самое позднее – 25.07. Созревание семян неодновременное, растянутое и продолжалось в течение 1,0–1,5 месяцев. Дозревание семян может происходить при срезанной надземной массе.

Лабораторную всхожесть семян изучали при проращивании их в различных температурных режимах: постоянных (5 °С, 10 °С, 15 °С, 20 °С, 30 °С) и переменных (20 °С/30 °С, 10 °С/30 °С), в течение 18 часов при пониженной и 6 часов – при повышенной температуре. Проращивание семян при температурах 20 °С и 30 °С проводили в суховоздушном термостате, при температурах 5 °С и 10 °С в холодильной камере (табл. 1).

В результате исследования было установлено, что при пониженной температуре 5 °С прорастание семян не происходит. Оптимальными были: температура прорастания –20 °С, всхожесть – 75 %, период прорастания – 5 дней. При температуре выше 20 °С всхожесть семян была ниже, а при температуре ниже 20 °С – период прорастания семян растягивался.

Таблица 1. Всхожесть и период прорастания семян *Centaurea scabiosa* L. в лабораторных условиях

Варианты	Период прорастания, сут.	Всхожесть, %
Постоянные температуры, °С:		
5	–	–
10	10	10
15	8	55
20	5	75
30	5	65
Переменные температуры, °С:		
20/30	5	58
10/30	8	45

Обнаружено, что семена теряют всхожесть в зависимости от сроков хранения: через год после хранения их всхожесть составила 56 %, через 2 года – 43 %, через 3 года после хранения – 25 %.

В условиях открытого грунта изучали влияние сроков посева на полевую всхожесть семян *Centaurea scabiosa* L. Посев производили сухими семенами, вручную, рядовым способом, с междурядьем 60 см, при глубине их посева 1–1,5 см. Расход семян на 1 погонный метр составлял 0,3 г (100 шт.) (табл. 2).

Полученные результаты показали: наиболее оптимальный срок посева семян *Centaurea scabiosa* в открытом грунте – первая декада мая. Дружные всходы были отмечены на 14 день после посева. Наибольший процент всхожести семян – 70 %. При посеве во второй декаде мая отмечалась более низкая всхожесть семян, а в третьей декаде мая – отмечен растянутый (до 25 дней) период их прорастания.

При посеве семян *Centaurea scabiosa* L. в грунт в первой декаде мая (07.05) у растений 1-го года вегетации наблюдались более высокие биометрические показатели, чем при посеве семян в более поздние сроки (табл. 3).

Развитие растений на 1-м году жизни в течение вегетационного периода происходило достаточно быстро. В течение первых 10–12 дней после появления всходов сеянцы образовывали первую пару настоящих листьев, длиной 2,5 см, шириной 1,2 см. На образование каждой последующей пары листьев уходило 8–10 дней. К концу вегетации растения завершали ювенильный этап развития и образовывали розетку из 15–17 прикорневых листьев, длиной 4,2 см, шириной 3,0 см, а также развитую корневую систему, состоящую из главного, уходящего вниз стержневого корня, длиной 8–10 см, и незначительного количества боковых корней. Высота растений достигала 27 см.

Таблица 2. Всхожесть семян *Centaurea scabiosa* L. в условиях открытого грунта

Даты посева	Даты появления всходов	Продолжительность прорастания, сут.	Всхожесть, %
07.05	22.05	14	70
17.05	07.06	13	65
27.05	19.06	25	67

Таблица 3. Развитие вегетативных органов *Centaurea scabiosa* L. на 1-м году вегетации при разных сроках посева семян в открытый грунт

Биометрические показатели	Сроки посева		
	07.05	17.05	27.05
Высота растений, см	27±0,1	15±0,48	13±0,5
Ширина листа, см	3,0±0,15	1,5±0,28	1,2±0,13
Длина листа, см	4,2±0,1	3,8±0,28	1,2±0,13

В генеративный этап развития растения вступали со второго года вегетации. Растения имели быструю динамику развития: от начала отрастания до начала формирования репродуктивных органов. В фазу массового плодоношения к этому времени вступали около 90 % всех особей. Приводим основные показатели растений по биометрии и их продуктивности: высота центрального побега достигала 48,4 см; диаметр куста – 26,2 см; продуктивность надземной части одной особи – 12,8 г, а число семян с одного растения достигало 180 шт.

Корневая система растений 2-го года вегетации характеризовалась более разросшимся ветвящимся каудексом с количеством боковых корней 10–12 шт. и значительно утолщенным главным корнем, длиной 15,1 см.

Развитие растений 3 года вегетации отличалось образованием большого количества (до 12 экз.) вегетативных розеточных побегов обогащения. Высота центрального побега при этом достигала 61,0 см, диаметр куста – 38,3 см. Продуктивность надземной массы составляла 52,4 г, с числом семян с каждого растения 250 шт. Корневая система растений 3-го года вегетации характеризовалась разросшимся ветвящимся каудексом, количество боковых корней составляло 15 шт., длина главного корня достигала 23,0 см.

Таким образом, в результате проведённых исследований по изучению многолетней динамики роста, развития и семенного размножения *Centaurea scabiosa* L. было установлено, что в условиях Средней полосы России оптимальный срок посева в открытом грунте – первая декада мая, при этом дружные всходы появлялись на 14-й день, а всхожесть семян достигала 70 %. Оптимальная температура прорастания семян составляла 20°C. Семена после их сбора быстро теряли всхожесть. Поэтому оптимальный срок их хранения не может быть более 1 года.

Centaurea scabiosa L. является длительно вегетирующим видом, с летним ритмом цветения; долголетним и устойчивым в условиях Ботанического сада ВИЛАР. Даты наступления основных фенологических фаз развития не зависят от года жизни растений. Начиная со второго года жизни особи вступают в генеративную фазу и проходят полный цикл годичного развития.

Таким образом, *Centaurea scabiosa* L. является ценным лекарственным растением с широким спектром применения, а также перспективным для получения лекарственного растительного сырья. Заслуживает дальнейшего фармакологического и клинического изучения.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова М. С., Булыгин Н. Е., Ворошилов В. Н. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1975. 27 с.

Алексеюк Н. В., Поздняков Е. Г. Изучение химического состава василька шероховатого // Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока. Томск, 1986. С. 12.

Афанасьева Т. Г., Дремова Н. Б. Основные маркетинговые тенденции формирования ассортимента лекарственных средств растительного происхождения на российском фармацевтическом рынке // Научные ведомости БелГУ. Сер. Медицина. Фармация. 2012. № 10(129). Вып. 18/4. С. 88–91.

Ворошилов В. Н. Определитель растений Советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 582 с.

Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: Т-во научных изданий КМК, 2004. Т. 3. 368 с.

Кадырова Т. В., Краснов Е. А., Корнякова А. В. и др. Противосудорожные свойства экстрактов из *Centaurea scabiosa* (Asteraceae) // Растительные ресурсы. 2006. № 4. С. 70–75.

Ларькина М. С. Василек шероховатый как перспективный источник гепатопротективного средства: Автореф. дис. ... канд. фармацевтических наук: 14.04.02. Самара, 2011. 24 с.

Майсурадзе Н. И., Киселев В. П., Нухимовский Е. Л. и др. Методика исследований при интродукции лекарственных растений (обзорная информация) // Лекарственное растениеводство / Под ред. Н. И. Майсурадзе. М.: ЦБНТИ Минмедбиопроба, 1984. Вып. 3. 32 с.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae (Compositae). СПб.: Наука, 1993. Т. 7. 90 с.

Сосудистые растения Советского Дальнего Востока / Отв. ред. С. С. Харкевич. СПб.: Наука, 1992. Т. 6. 318 с.

Флора Сибири: Asteraceae (Compositae) / И. М. Красноборов, М. Н. Ломоносова, Н. Н. Тупицына и др. В 14 т. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1997. Т. 13. 472 с.

УДК 630*116.64:630*181.7:630*524.31

А. И. Лобанов

A. I. Lobanov

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЗАЩИТНЫХ
ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА
GROWTH PECULIARITIES OF PROTECTIVE FOREST PLANTA-
TIONS IN TUVA REPUBLIC**

*ФГБНУ «Научно-исследовательский институт
аграрных проблем Хакасии»*

Federal state budgetary scientific institution

«Scientific-research Institute of agrarian problems of Khakassia»

655019, Россия, Республика Хакасия, г. Абакан, а/я 709

E-mail: anatoly-lobanov@ksc.krasn.ru

Резюме. В работе представлены результаты изучения роста сосновой лесной полосы в Республике Тыва.

Summary. The article presents investigation results of pine forest stripe growth in Tuva Republic.

Ключевые слова: *сосна обыкновенная (Pinus sylvestris L.), лесная полоса, рост, Республика Тыва.*

Key words: *scotch pine (Pinus sylvestris L.), forest stripe, growth, Tuva Republic.*

Введение. Деградация и опустынивание земель – глобальное явление современности, касающееся большинства стран мира. В связи с этим международные организации (ФАО, ЮНЕП, ИКРАФ) уделяют большое внимание мероприятиям по борьбе с этим опасным явлением. Среди этих мероприятий важнейшее место отводится защитному лесоразведению и созданию защитных лесных насаждений различного целевого назначения (Кулик, 2005).

Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях в молодом возрасте в Республике Тыва фрагментарно были изучены ранее (Атаманов, 1980). В последнее десятилетие А. И. Лобановым (2011), А. И. Лобановым и В. И. Поляковым (2015) были изучены лучшие по санитарному состоянию лесные полосы из тополя лавролистного (*Populus laurifolia* Ledeb.), тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) и вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.).

Целью данной работы являлось изучение особенностей роста сосновой защитной лесной полосы в Республике Тыва.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования являлась 4-рядная придорожная защитная лесная полоса из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), заложенная в Кызыльском районе Республики Тыва, в нескольких километрах от аэропорта Кызыл. Она произрастает на темнокаштановой среднесуглинистой почве, имеющей недостаточную влагообеспеченность. В летний период производится полив водой из автоцистерны. Размещение деревьев в рядах через 3,2 м, расстояние между 1 и 2 рядами – 3,5 м, между 3 и 4 рядами – 4 м, а между 2 и 3 рядами – 5 м. Общая ширина лесополосы составляет 16,5 м. Общий вид лесополосы показан на рис.



Общий габитус придорожной лесной полосы из сосны обыкновенной через 34 года после посадки.

Особенности роста сосновой лесополосы изучали методом временных пробных площадей, заложенных в соответствии с требованиями ОСТ (ОСТ..., 1983). При изучении роста деревьев использовали общепринятые методики (Молчанов, Смирнов, 1967; Анучин, 1982). Перечет деревьев выполняли по рядам и ступеням толщины. Для изучения хода роста в высоту и по диаметру и определения надземной фитомассы отбирали модельные деревья. При расчетах продукционных показателей нами были использованы методические рекомендации известных исследователей (Семечкина, Семечкин, 1973; Онучин, Борисов, 1984; Усольцев, Нагимов, 1988; Бабич, Мерзленко, 1998; Черепнин, 1999; Лесные экосистемы..., 2002; Поляков, Полякова, 2003). Ствол модельного дерева распиливали на 1–2-метровые секции, обмеряли и взвешивали с точностью до 0,5 кг. Взвешивали также живую и сухую части кроны и диски, взятые на высоте пня, груди, из середины секций и у основания вершины. Из нижней, средней и верхней частей кроны отбирали по одной средней модельной ветке. Ветки взвешивали с точностью $\pm 0,1$ г и фракционировали. Образцы фракций фитомассы – диски и навески ветвей, хвои, годичных побегов и шишек – высушивали при температуре 105 °С до абсолютно сухого состояния, взвешивали и пересчитывали на массу дерева и древостоя в абсолютно сухом состоянии. Переход к абсолютным единицам измерения фитомассы (т) осуществляли через объем ствола в коре.

Результаты исследования и обсуждение. Таксационно-морфологическая и продукционная характеристика 34-летней сосновой придорожной лесной полосы дана в таблице.

Следует отметить, что в лесной полосе между внутренними (2-м и 3-м) рядами проложена дорога для проезда поливальной автомашины. Полив производится за два ее проезда. Первый раз она проезжает по трассе г. Кызыл–Аэропорт, второй раз (в обратном направлении) – по дороге в центре полосы. За первый проезд большая часть воды проливается на ближ-

Таблица. Таксационно-морфологическая и продукционная характеристика древостоя сосны обыкновенной (в расчете на 1 га)

Показатель	Номер ряда				В среднем по полосе
	1 наветр.	2	3	4 заветр.	
Ср. категория	1,9	1,6	1,4	1,1	1,4
Ср. диаметр, см	13,8	14,7	14,1	15,9	14,9
Ср. выс. начала крон, м	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5
Ср. выс. макс. попереч. крон, м	2,8	2,8	2,8	2,9	2,8
Ср. высота, м	6,5	6,7	6,5	7,0	6,7
Шир. крон в ряду, м	3,5	3,6	3,5	3,9	3,7
Шир. крон поперек ряда, м	3,2	3,3	3,2	3,6	3,4
Сумма площ. сеч., м ²	1,2	2,7	2,5	3,2	9,7
Запас растущих деревьев, м ³	4	9	8	12	33
Густота растущих деревьев	83	162	158	162	565
Масса стволов, т	1,8	4,2	3,7	5,1	14,7
Масса крон, т	1,6	3,7	3,2	4,5	13,0
Масса живых ветвей, т	1,1	2,6	2,3	3,2	9,2
В т. ч. масса побегов, т	0,02	0,04	0,03	0,05	0,13
Масса хвои, т	0,3	0,6	0,6	0,8	2,2
Масса сухих веток, т	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8
Масса шишек, т	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8
Надземная масса, т	3,5	7,8	6,9	9,6	27,8
Полнота					0,4
Состав					35%4 28%2 25%3 12%1

ний 4-й заветренный ряд, за второй проезд – на 2-й центральный ряд. В соответствии с интенсивностью полива распределилась и продуктивность рядов. Наиболее продуктивным оказался 4-й ряд. Он характеризуется наибольшими значениями среднего диаметра (15,9 см), высоты (7,0 м) и надземной фитомассы (9,6 т/га). Второе место по этим показателям занимает 2-й ряд, третье – 3-й и последнее место – 1-й наветренный ряд, расположенный со стороны поля. Густота растущих деревьев в этом ряду в два раза ниже, чем во всех остальных. Их состояние хуже. Средняя категория жизненного состояния рядов закономерно убывает по направлению от наветренного ряда, т. е их жизненное состояние в среднем улучшается с 1,9 (в 1-м ряду, где преобладают деревья с незначительными и средними повреждениями) до 1,1 (в 4-м с преобладанием здоровых деревьев). В связи с разреженной посадкой деревьев (в среднем 3,8 × 3,2 м) и низкой пол-

нотой древостоя (0,4) масса крон деревьев приближается к массе стволов (в соотношении 1:1,13).

Таким образом, в степной зоне Республики Тыва в условиях искусственного полива сосновые придорожные лесные полосы вполне успешно растут и развиваются, достигая в 34-летнем возрасте средней высоты 6,7 м при среднем диаметре на высоте груди 14,9 см, предохраняя пути транспорта от различных заносов и облагораживая ландшафт местности в целом.

Благодарности. За участие в обследовании сосновой защитной лесной полосы выражаю искреннюю благодарность Г. С. Вараксину, Л. С. Галенковской, А. А. Ибе, В. С. Литвиновой, В. И. Полякову, В. К. Савостьянову и Н. И. Спивакову.

ЛИТЕРАТУРА

Анучин Н. П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Атаманов Р. С. Создание защитных лесонасаждений в Туве. Советы агролесомелиоратору. Кызыл: Тувинское кн. изд-во, 1980. 118 с.

Бабич Н. А. Биологическая продуктивность лесных культур / Н. А. Бабич, М. Д. Мерзленко. Архангельск: АГТУ, 1998. 89 с.

Кулик К. Н. Состояние и перспективы защитного лесоразведения в РФ // Защитное лесоразведение в Среднем Поволжье. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005.

Лесные экосистемы Енисейского меридиана / Ф. И. Плешиков, Е. А. Ваганов, Э. Ф. Ведрова и др. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 356 с.

Лобанов А. И. Защитные лесные насаждения на землях сельскохозяйственного назначения в степной зоне Республики Тыва // Ботан. исслед. в Сибири. Красноярск: Поликом, 2011. Вып. 19. С. 59–70.

Лобанов А. И. Ход роста древесных пород в полезащитных лесных насаждениях Республики Тыва / А. И. Лобанов, В. И. Поляков // Ботан. исслед. в Сибири. Красноярск: Поликом, 2015. Вып. 23. С. 33–40.

Молчанов А. А. Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. М.: Наука, 1967. 100 с.

Онучин А. А. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев / А. А. Онучин, А. Н. Борисов // Лесоведение. 1984. № 6. С. 66–71.

ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки. М.: ЦБНТИлесхоз, 1983. 31 с.

Поляков В. И. База данных постоянных пробных площадей для слежения за состоянием древостоев / В. И. Поляков, Г. Г. Полякова // Лесная таксация и лесоустройство. 2003. № 1(32). С. 71–76.

Семечкина М. Г. Оценка методов определения надземной фитомассы сосновых древостоев / М. Г. Семечкина, И. В. Семечкин // Исследование биологических ресурсов средней тайги Сибири. Красноярск, 1973. С. 105–116.

Усольцев В. А. Методы таксации фитомассы деревьев: метод. указания для студентов-дипломников спец. 15.12 / В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов. Свердловск: УЛТИ, 1988. 46 с.

Черепнин В. Л. Фитомасса суши Земли и климат. Красноярск, 1999. 129 с.

УДК 547.913:577.13

В. В. Мелник¹, Е. М. Пелях¹, И. В. Унгуряну²

V. V. Melnik, E. M. Peleah, I. V. Ungureanu

ИЗУЧЕНИЕ ДВУХ ВИДОВ *MONARDA L.* В УСЛОВИЯХ МОЛДОВЫ
THE STUDY OF TWO SPECIES OF *MONARDA L.*
IN THE CONDITIONS OF MOLDOVA

¹*Молдавский государственный университет*

Moldavian State University

MD-2009, Республика Молдова, Кишинев, ул. А. Матеевич, д. 60

E-mail: peleahelena@gmail.com

²*Кишиневский государственный университет медицины*

и фармакологии им. Н. Тестемицану

The State University of Medicine and Pharmacology N. Testemizanu

MD-2004, Республика Молдова, Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 164

E-mail: usmbiochim@gmail.com

Резюме. Представлены результаты по сравнительному изучению интродуцированных видов монарды дудчатой (*Monarda fistulosa L.*) и монарды двойчатой (*Monarda didyma L.*). Определен компонентный состав эфирного масла изученных видов и его изменчивость за вегетационный период.

Summary. The results of a comparative study of two species of *Monarda* (*M. fistulosa L.* and *M. didyma L.*) are presented. The component composition of the essential oil and its variability during the vegetative period was determined.

Ключевые слова: интродуценты, *Monarda fistulosa L.*, *Monarda didyma L.*, эфирное масло, химический состав.

Key words: introductions, *Monarda fistulosa L.*, *Monarda didyma L.*, essential oil, chemical composition.

Растения рода *Monarda* L. все больше привлекают к себе внимание благодаря широкому спектру бактерицидного и фунгицидного действия. Наиболее изученными и культивируемыми являются *Monarda fistulosa* L. и *Monarda didyma* L. (Замуреенко и др., 1989; Высочина, 2006). При этом химический состав эфирных масел этих видов монарды практически аналогичный, различия затрагивают количественные соотношения компонентов, на которые влияют почвенно-климатические условия и период вегетации (Опарин др., 2000; Анищенко и др., 2017; Федотов, 2015).

В Молдавии используется *Monarda fistulosa* L. для ароматизации алкогольных напитков, но данные по химическому составу растений отсутствуют. Нами проводилось сравнительное изучение компонентного состава эфирного масла этих двух видов монарды.

Климат Молдавии умеренно-континентальный. Зима мягкая, короткая. Средние температуры воздуха за этот сезон варьируют от $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, но бывает снижение температуры воздуха на короткий период до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Лето жаркое, продолжительное. Среднедневные температуры воздуха за летние месяцы колеблются от $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$. В течение одного месяца может выпадать до 45 мм атмосферных осадков. Нередко засуха длится по 30–60 дней.

Семена изученных видов монарды были получены нами из Киевского ботанического сада. Растения выращивались на биологической станции Молдавского государственного университета, собирались и перерабатывались одновременно. Эфирное масло получали из свежесобранных и высушенных растений методом гидродистилляции по Гинзбергу. Компонентный состав эфирного масла определялся методами, принятыми для изучения терпеноидов (Горяев, Плива, 1962), а также описанными нами ранее (Пелях и др., 2007).

Оба вида монарды обладают высокой эфиромасличностью на всех фазах вегетации. Максимум накопления эфирного масла (в пересчете на аб-

солютно сухой вес) отмечается у обоих видов монарды в фазе массового цветения: у *Monarda didyma* 3,7 %, у *Monarda fistulosa* – 2,4 %. Следует отметить, что самая высокая эфиромасличность (до 4,5 %) была отмечена у монарды дудчатой со светло-фиолетовыми соцветиями в период начала цветения. У нее же было отмечено самое высокое за весь период вегетации содержание тимола (56,6 %) (табл.).

В эфирном масле у *Monarda fistulosa* L. основными компонентами являются тимол (40,0–56,6 %), карвакрол (18,5–46,0 %), 1,4-цинеол (4,1–11,9 %), *para*-цимен (3,2–3,8 %). При этом максимальное количество тимола обнаруживается в фазе цветения, а карвакрола – в фазе отцветания. В значительно меньших количествах содержится линалоола (1,7 %), линаллацетата (1,2 %), борнеола (0,7 %), α -пинена, β -пинена, лимонена, мирцена (до 0,5 % каждый).

У *Monarda didyma* L. в период цветения компонентный состав эфирного масла аналогичен *Monarda fistulosa* L., но количественные соотношения компонентов иные. Содержание компонентов по фазам вегетации варьируют: тимола от 15,8 % до 27,1 %; карвакрола – от 2,1 % до 18,5 %; 1,4-цинеола – от 17,2 % до 27,7 %; *para*-цимена – от 9,2 % до 8,6 %. Следует отметить, что суммарное содержание терпеновых углеводов (γ -терпинен, 3-октанон, *para*-цимен) в наших образцах не превышает 4,5 %, а линалоола – не более 1,4–2,0 %, хотя, по данным Р. Опирина с соавторами (2000), содержание терпеновых углеводов и линалоола достигает 20 %.

Таблица. Физико-химические показатели эфирного масла изученных растений

Вид растений	Выход эфирного масла, %	n_D^{20}	α_D^{20}	λ_m мк	Основной компонент, %
<i>Monarda didyma</i> L.	3,7	1,4970	–4,5	220, 225, 272, 280	Тимол, 56,6 Карвакрол, 34,8
<i>Monarda fistulosa</i> L.	2,4	1,4996	–3,25	220, 225, 272, 280	Тимол, 27,1 Карвакрол, 18,5

Морфологические типы монарды с различной окраской соцветий различаются по соотношению тимола и карвакрола, но в среднем у популяций суммарное содержание этих двух основных компонентов остается на одном уровне: 80–85 % у *Monarda didyma* и 34–40 % – у *Monarda fistulosa*.

Следует отметить, что интродукция монарды в условиях Молдовы, для которой характерно продолжительное жаркое и засушливое лето, является весьма перспективной задачей исследований. Учитывая разнообразие состава эфирного масла монарды, его ценные бактерицидные, фунгицидные, иммуностимулирующие и другие свойства, область ее применения может быть значительно расширена.

Благодарности. Выражаем А. И. Лобанову искреннюю благодарность за помощь в техническом оформлении рукописи статьи.

ЛИТЕРАТУРА

Анищенко И. Е., Пупыкина Е. В., Красюк Е. В., Жигунов О. Ю. Компонентный состав эфирных масел некоторых представителей рода, интродуцированных в Республике Башкортостан // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3. С. 71–76.

Высочина Г. Пчелиный бальзам, индийское перо, монарда // Наука в Сибири. 2006. № 11(2546). С. 2.

Горяев М., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, 1962. 752 с.

Замуреенко В. А., Клюев Н. А., Бочаров Б. В., Кабанов В. С. Исследование компонентного состава *Monarda fistulosa* L. // Химия природных соединений. 1989. № 5. С. 646–649.

Опарин Р., Покровский Л., Высочина Г., Ткачев А. Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda*

didima L., культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2000. № 3. С. 19–24.

Пелях Е. М., Писова М. Т., Чобану В. И. О внутривидовом полихимизме *Monarda longifolia* (L.) Huds // Studia Universitatis. Chişinău, 2007. N 1. P. 92–97.

Федотов С. В. Эфирные масла монард видов *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes ex Lag., их хемотипы и биологическая активность // Эфирные масла и их влияние на высшую нервную деятельность человека: Сб. науч. трудов ГНБС / под общ. ред. д-ра мед. наук А. М. Яроша. Ялта, 2015. Т. 141. С. 131–147.

УДК 665.52:577.13

Е. М. Пелях¹, В. В. Мелник¹, И. В. Унгуряну²

E. M. Peleah¹, V. V. Melnic¹, I. V. Ungureanu²

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ
В КОЛЛЕКЦИИ МОЛДАВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА,
НАКАПЛИВАЮЩИЕ АЦИКЛИЧЕСКИЕ МОНОТЕРПЕНОИДЫ
PERSPECTIVE WILD PLANTS IN THE COLLECTION
OF THE MOLDOVIAN STATE UNIVERSITY,
ACCUMULATING ACYCLIC COMPOUNDS**

¹Молдавский государственный университет

Moldavian State University

MD-2009, Республика Молдова, Кишинев, ул. А. Матеевич, д. 60

E-mail: peleahelena@gmail.com

²Кишиневский государственный университет медицины

и фармакологии им. Н. Тестемицану

The State University of Medicine and Pharmacology N. Testemizanu

MD-2004, Республика Молдова, Кишинев, бул. Штефан чел Маре, д. 164

E-mail: usmbiochim@gmail.com

Резюме. В статье представлены результаты по изучению компонентного состава некоторых дикорастущих и интродуцированных растений в условиях Молдовы. Изученные виды представляют значительный интерес как источники биологически активных веществ, таких как цитраль, линалоол, гераниол, цитронеллол и др.

Summary. The paper presents the results of studies of the chemical composition of some wild and introduced plants in Moldova. All studied species are of interest because synthesize very important biologically active substances, such as citral, linalool, geraniol citronellol etc.

Ключевые слова: *Melissa officinalis L.*, *Nepeta cataria L.*, *Nepeta transcaucasica Grossch.*, *Dracocephalum moldavica L.*, *Thimus serpyllium v. citriodora L.*, *Artemisia balhanorum Krasch.*, эфирные масла, ациклические монотерпеноиды.

Key words: *Melissa officinalis L.*, *Nepeta cataria L.*, *Nepeta transcaucasica Grossch.*, *Dracocephalum moldavica L.*, *Thimus serpyllium v. citriodora L.*, *Artemisia balhanorum Krasch.*, essential oil, acyclic monoterpenoids.

Ароматические растения применялись с древнейших времен и в настоящее время широко используются в пищевой, парфюмерно-косметической и фармацевтической промышленности. Несмотря на наличие синтетических аналогов, спрос на натуральные биологически активные вещества возрастает (Bozin et al., 2006). Несомненный интерес представляет цитраль – ациклический монотерпеновый альдегид, который получают из лимонграссового, эвкалиптового, лимонного и кориандрового эфирных масел. Цитраль находит широкое применение в офтальмологии и дерматологии, обладает болеутоляющим, антисептическим действием, применяется в педиатрической практике (Bozin et al., 2006).

Почвенно-климатические условия Молдовы благоприятны для возделывания многих эфиромасличных растений, но промышленные источники цитраля отсутствуют. В представленной работе приведены результаты исследований по нескольким перспективным местным и интродуцированным видам, синтезирующим ациклические монотерпеноиды. Посадочный материал собирали в естественной среде обитания, высаживали на Биологической станции Молдавского государственного университета и изучали биологические особенности и биохимические характеристики. Компонентный состав определяли методами, принятыми для изучения терпеноидов (Горяев, Плива, 1962; Петрова и др., 1972; Adams, 2007).

Мелисса лекарственная *Melissa officinalis* L. Это растение обладает чрезвычайно низкой эфиромасличностью, но представляет большой интерес благодаря прекрасному аромату листьев, так как в эфирном масле содержатся соединения группы цитраля.

В составе эфирного масла обнаружено 15 основных компонентов: *цис*-цитраль и *транс*-цитраль (9,6–25,7 %); цитронеллаль и лавандуллил-изо-валерианат (5,1–20,2 %); фарнезен (19,5–30,0%); в меньших количествах содержится линалоола (2,5–3,5 %), линалилацетата (1,3–6,5 %), фарнезола (4,8–14,0 %) и фарнезилацетата (3,8–7,6 %) (табл. 1).

При изучении изменений компонентного состава эфирного масла мелиссы в течение вегетационного периода было отмечено, что фенологические фазы развития у нее выражены нечетко. Одновременно на одном кусте находятся и цветущие, и отцветающие, и бутонизирующие соцветия. Поэтому деление на фазы было произведено приблизительно, с учетом наибольшего числа соцветий в одной фазе.

Наиболее благоприятный период для сбора растений – фаза бутонизации, так как во время массового цветения и отцветания содержание эфирного масла значительно падает (см. табл. 1), что отличает мелиссу от многих эфиромасличных растений. В эту фазу также отмечено высокое содержание цитраля (суммарно *цис*-цитраль и *транс*-цитраль) (17,1 %) и лавандуллил-изо-валерианата (20,2 %), которые и придают специфический лимонный запах всему растению.

Таблица 1. Изменение состава эфирного масла мелиссы в течение некоторых фенологических фаз развития

Фаза развития	Выход эфирн. масла, %	Фарнезен, %	Цитраль, %	Лавандуллил-изо-валерианат, %	Фарнезол, %	Фарнезил-ацетат, %
Бутонизация	0,3	26,1	17,1	20,2	14,0	7,6
Цветение	0,03	21,7	9,6	17,9	4,8	4,7
Отцветание	0,05	30,1	25,7	5,1	5,4	3,8

При изучении семенного потомства от самоопыления мелиссы было установлено, что компонентный состав эфирного масла остается постоянным, а изменяются только количественные соотношения компонентов. Выделены сеянцы, которые отличаются повышенным содержанием цитралья и более высокой эфиромасличностью.

Для мелиссы вегетативный способ размножения оказался наиболее рациональным, поскольку происходит закрепление в потомстве определенных свойств и омоложение куста, что удлиняет срок его выращивания.

Котовник кошачий *Nepeta cataria* L. Из многочисленного рода *Nepeta* L. (по разным источникам 150–250 видов) в Молдове произрастают три вида: *Nepeta cataria* L., *N. Parviflora* L. и *N. Panonica* L.

Котовник кошачий – наиболее известный и широко используемый вид. Этот вид котовника размножается семенами, которые мы собирали в естественной популяции Центральной зоны Молдовы. Растение образует кусты высотой до 1 м, с толстыми грубыми стеблями, на долю которых приходится 50 % массы куста.

Химический состав эфирного масла зависит от зоны возделывания. По литературным данным, основными компонентами эфирного масла этого вида являются цитронеллол (50 %), цитраль (10 %), гераниол (12 %) и другие ациклические монотерпеноиды (Дудченко и др., 1989; Furmisano et al., 2011; Работягов, Аксенов, 2014). У изученного экотипа основными компонентами эфирного масла являются: непеталактон (до 60 %), цитраль (5 %), цитронеллол (4 %) и гераниол (9 %).

Котовник закавказский *Nepeta transcaucasica* Grossch. Этот вид котовника, произрастающий в диком виде на Кавказе, успешно интродуцирован в Молдавии, и широко выращивается как декоративное растение. Семена были получены из Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (Москва). Котовник закавказский отличается от котовника кошачьего

значительно более высоким выходом эфирного масла – до 1,4 % абсолютно сухой массы (табл. 2).

В условиях нашего климата *Nepeta trascaucasica* Grossch. накапливает в эфирном масле значительное количество цитраля (1,4 %), но в большем количестве синтезирует ациклические монотерпеновые спирты (линалоол, гераниол, нерол, цитронеллол) и их сложные эфиры. В течение вегетации происходят определенные изменения в количественных соотношениях компонентов эфирного масла (см. табл. 2).

Котовник закавказский легко размножается вегетативным путем – делением куста, при этом черенки развиваются лучше сеянцев. Размножение черенками позволяет создавать выровненную плантацию и по количеству, и по качеству эфирного масла. При делении куста можно получить 30–40 саженцев. При семенном размножении неизбежно происходит расщепление, и появляются сеянцы, накапливающие в основном в эфирном масле непеталактон. С плантаций котовника закавказского можно получать по 2 укоса – в начале июня и в августе, так как кусты быстро отрастают и повторно цветут. Его плантации можно эксплуатировать многие годы (10–12 лет), при этом растения сохраняют свою высокую продуктивность.

Змееголовник молдавский *Dracocephalum moldavica* L. Это однолетнее растение, культивируемое в Молдове как пряно-вкусовое. Он иногда дичает. Семена высевают в грунт ранней весной, в третьей декаде марта – первой декаде апреля. Эфиромасличность змееголовника варьирует по годам от 0,7 % до 1,2 %. Эфирное масло светло-желтого цвета, с приятным

Таблица 2. Изменчивость состава эфирного масла котовника закавказского в течение некоторых фаз развития

Фаза развития	Выход эфирного масла, %	Цитраль, %	Спирты свободные, %	Спирты связанные, %
Бутонизация	1,4	15,6	47,0	21,6
Начало цветения	0,9	10,7	55,6	12,5
Массовое цветение	0,8	8,1	59,2	2,6
Отцветание	0,9	6,5	47,1	1,8

лимонным запахом. Оно характеризуется следующими показателями: удельный вес – 0,9127; коэффициент рефракции – 1,4865; угол вращения поляризованного луча – +5°.

В составе эфирного масла обнаружены следующие компоненты: β-пинен (0,2 %); линалоол (2,5–5,0 %); *цис*-цитраль, *транс*-цитраль, геранилацетат (26,8–62,3 %); гераниол (2,3–3,5 %). Содержание цитраля (суммарно *цис*- и *транс*-) в среднем у популяции растений равно 47,4 %, а у отдельных сеянцев отмечается варьирование от 19 % до 65 %. Среднее содержание геранилацетата составляет 44,5 %, с варьированием этого показателя от 23,5 % до 54,9 % (табл. 3). При этом отмечается обратная корреляция между содержанием цитраля и геранилацетата.

В течение вегетации наибольшее количество (1,0 %) эфирного масла синтезируется в фазе массового цветения, а затем оно резко падает. Следует отметить, что при высушивании растений происходит довольно значительная (до 50 %) потеря эфирного масла.

Чабрец ползучий лимонный *Thymus serpyllum* v. *citriodora* L. Этот вид распространен повсеместно в степях, на лесных полянах, в лесах, на каменистых склонах Молдовы. Чабрец ползучий с лимонным запахом был собран нами в Центральном районе Молдовы. Затем он был размножен вегетативно на Биологической станции Молдавского государственного университета. Растение отличается приятным лимонным ароматом. В состав

Таблица 3. Изменчивость в высушенных растениях змееголовника молдавского содержания эфирного масла и основных компонентов в течение некоторых фенологических фаз развития

Фаза развития	Содержание		
	Эфирного масла, %	Цитраля, %	Геранилацетата, %
До бутонизации	0,6	42,7	49,2
Бутонизация	0,8	34,1	54,9
Массовое цветение	1,0	45,4	52,0
Отцветание	0,3	52,5	39,6
Молочная зрелость семян	0,2	62,3	26,8
Физиологическая зрелость	0,2	66,9	23,5

его эфирного масла входят следующие компоненты: *цис*-цитраль, *транс*-цитраль (суммарно 12,7 %); цитронеллол ((8,0–17,2 %); линалоол (22,0–37,8 %); гераниол (17,2–30,5 %). Они и определяют лимонный запах растения.

Полынь лимонная, балханов *Artemisia balhanorum* Krasch. Это растение в естественных условиях произрастает только в Туркмении, по склонам хребта Большие Балханы. Семена *Artemisia balhanorum* Krasch были собраны в местах произрастания и выращивались на Биологической станции отмеченного выше университета.

Полынь лимонная – сильноветвящийся многолетний кустарник высотой 50–80 см. Цветение начинается в октябре, семена созревают в декабре. Нами проводились опыты по выращиванию данного вида разными способами: посев семян в грунт, посадка рассадой и черенкованием. Обнаружено, что при семенном размножении происходит расщепление по компонентному составу эфирного масла, и появляются сеянцы, синтезирующие α -туйон, β -туйон и некоторое количество α -пинена, что и формирует у них характерный запах полыни горькой. Для создания чистых сортовых плантаций полыни лимонной необходимо размножать ее вегетативным способом.

Растения полыни лимонной обладают приятным цитрусовым ароматом, с нотой апельсина, лимона, ананаса из-за наличия в эфирном масле цитраля, цитронеллола, линалоола и гераниола. Эфиромасличность полыни лимонной варьирует по годам от 0,8 % до 2,0 %. В эфирном масле отмечено значительное варьирование количества основных компонентов: цитраля – от 15,0 % до 69,5 %, линалоола – от 26,0 % до 71,0 %, гераниола – от 17,2 % до 30,5 %, цитронеллола – от 12,0 % до 37,0 %, геранилацетата – от 7,5 % до 23,5 %. Содержание α -туйона (1,3–4,0 %) и β -туйона (0,0–1,5 %) за два вегетационных периода наблюдений оказалось незначительным и не ухудшало органолептические качества эфирного масла.

В результате селекционной работы с полынью лимонной была выделена группа сеянцев с высоким содержанием эфирного масла (2,2–2,5 %) и цитраля в нем (32,1–40,0 %), что, несомненно, представляет практический интерес.

Следует добавить, что при изучении экотипов некоторых видов рода *Mentha* (Пелях и др., 2007) нами были обнаружены хемотипы, синтезирующие значительное количество ациклических компонентов и, в частности, линалоола – источника получения цитраля. Эфирное масло из мяты, содержащее линалоол, в значительном количестве (80–90 %), имеет определенные преимущества по сравнению с кориандровым (Пелях, Чобану, 2013).

Таким образом, дикорастущая местная флора представляет собой неиссякаемый источник сырьевых ресурсов (Бодруг, 1981; Vozin et al., 2006). Привлечение дикорастущих видов позволяет расширить ассортимент новых эфиромасличных и лекарственных растений для введения в культуру.

ЛИТЕРАТУРА

Бодруг М. В. Дикорастущие эфиромасличные растения Молдавии. Кишинев, «Штиинца», 1981. 142 с.

Горяев М., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, 1962. 752 с.

Дудченко Л. Г., Козбьяков Ф. С., Кривенко В. В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения. Кишинев: Наукова думка, 1989. 304 с.

Петрова Л. Н., Зеленецкая А. А., Скворцова А. В. Анализ синтетических душистых веществ и эфирных масел. М.: Пищевая промышленность, 1972. 334 с.

Пелях Е. М., Писова М. Т., Чобану В. И. О внутривидовом полихимизме *Monarda longifolia* (L.) Huds // *Studia Universitatis*. 2007. № 1. P. 92–97.

Пелях Е. М., Чобану В. И. Дикорастущие виды и гибриды мяты как источник линалоола // Вестник Ярославского регионального отделения РАЕН. 2013. Т. 7. № 2. С. 86–89.

Работягов В. В., Аксенов Ф. В. Компонентный состав эфирного масла видов рода *Nepeta* // Фармация и фармакология. 2014. № 6(7). С. 25–28.

Adams R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography // Mass Spectroscopy. Carol Stream, Illinois, 4th Ed. Allurd Publishing: 2007.

Bozin B., Mimica Duk N., Simin N., Anackov G. Characterisation of Volatile Composition of Essential Oils of some Lamiacea Species and Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Entire Oils // J. of Agr. Food Chem. 2006. № 54. P. 1822–1828.

Furmisano C., Rigano D., Senatore F. Chemical Constituents and Biological Activities of *Nepeta* Species // Chemistry & Biodiversity. 2011. V. 8(10). P. 1782–1812.

УДК 582.31 (571.65/66)

А. Н. Полежаев

A. N. Polezhaev

**ФЛОРА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
СЕКТОРА ПОДЗОНЫ АРКТИЧЕСКОЙ ТУНДРЫ
FLORA OF VASCULAR PLANTS
OF THE FAR EAST ARCTIC TUNDRA SUBZONES**

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

Institute of Biological Problems of the North FEB RAS

685000, Россия, Магадан, ул. Портовая, д. 18

E-mail: anpolezhaev@inbox.ru

Резюме. На примере дальневосточного сектора подзоны арктической тундры рассмотрены состав, структура флоры сосудистых растений и закономерности распределения ее элементов в типичных ландшафтах.

Summary. The composition and structure of vascular plants flora and regularities in the distribution of its elements in typical landscapes are examined on the example of the Far East sector of the subzone of the Arctic tundra.

Ключевые слова: арктическая тундра, сосудистые растения, ареалы видов.

Key words: arctic tundra, vascular plants, species areals, taxonomic composition.

Дальневосточный сектор подзоны арктической тундры рассматривается как часть растительного покрова региона Севера Дальнего Востока (СДВ), понимаемого в совокупных административных границах Камчатского края, Магаданской области и Чукотского автономного округа. Территория региона разделена на 26 флористических районов, выделенных в пределах зональных подразделений растительности. В подзоне арктической тундры выделен один флористический район – остров Врангеля. В

Таблица 1. Таксономический состав флоры сосудистых растений

Семейство	Род	Кол-во видов	Семейство	Род	Кол-во видов
<i>Alliaceae</i>	<i>Allium</i>	1	<i>Limoniaceae</i>	<i>Armeria</i>	1
<i>Apiaceae</i>	<i>Cnidium</i>	1	<i>Melanthiaceae</i>	<i>Veratrum</i>	1
<i>Asteraceae</i>	<i>Antennaria</i>	2	<i>Onagraceae</i>	<i>Epilobium</i>	1
	<i>Arctanthemum</i>	1		<i>Chamaenerion</i>	1
	<i>Arnica</i>	2	<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	13
	<i>Artemisia</i>	7	<i>Parnassiaceae</i>	<i>Parnassia</i>	1
	<i>Aster</i>	1	<i>Poaceae</i>	<i>Agrostis</i>	1
	<i>Crepis</i>	1		<i>Alopecurus</i>	1
	<i>Erigeron</i>	2		<i>Arctagrostis</i>	2
	<i>Petasites</i>	2		<i>Arctophila</i>	1
	<i>Saussurea</i>	1		<i>Bromopsis</i>	2
	<i>Taraxacum</i>	17		<i>Calamagrostis</i>	4
	<i>Tephrosieris</i>	6		<i>Deschampsia</i>	5
<i>Tripleurospermu</i>	1	<i>Dupontia</i>		2	
<i>Boraginaceae</i>	<i>Eritrichium</i>	2		<i>Elymus</i>	3
	<i>Mertensia</i>	1		<i>Festuca</i>	9
	<i>Myosotis</i>	1		<i>Hierochloe</i>	3
<i>Brassicaceae</i>	<i>Braya</i>	1		<i>Hordeum</i>	1
	<i>Cardamine</i>	4		<i>Koeleria</i>	1
	<i>Cardaminopsis</i>	1		<i>Leymus</i>	1
	<i>Cochlearia</i>	1		<i>Phippsia</i>	2
	<i>Descurainia</i>	1	<i>Pleuropogon</i>	1	
	<i>Draba</i>	14	<i>Poa</i>	15	
	<i>Erysimum</i>	1	<i>Puccinellia</i>	5	
	<i>Eutrema</i>	1	<i>Trisetokoeleria</i>	1	
	<i>Lesquerella</i>	1	<i>Trisetum</i>	2	
	<i>Parrya</i>	1	<i>Polemoniaceae</i>	<i>Polemonium</i>	2
<i>Campanulaceae</i>	<i>Campanula</i>	2	<i>Polygonaceae</i>	<i>Acetosa</i>	1
<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Cerastium</i>	6		<i>Acetosella</i>	1
	<i>Eremogene</i>	1		<i>Bistorta</i>	2
	<i>Gastrolychnis</i>	5		<i>Koenigia</i>	1
	<i>Honckenya</i>	1		<i>Oxyria</i>	1
	<i>Minuartia</i>	5		<i>Rumex</i>	1
	<i>Sagina</i>	1		<i>Portulacaceae</i>	<i>Claytoniella</i>
	<i>Silene</i>	1	<i>Claytonia</i>		2
	<i>Sofianthe</i>	1	<i>Primulaceae</i>	<i>Androsace</i>	2
	<i>Stellaria</i>	10		<i>Douglasia</i>	2
	<i>Crassulaceae</i>	<i>Rhodiola</i>		1	<i>Primula</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Carex</i>	21	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Aconitum</i>	1
	<i>Eleocharis</i>	1		<i>Anemonidium</i>	1
	<i>Eriophorum</i>	8		<i>Batrachium</i>	1
	<i>Kobresia</i>	3		<i>Caltha</i>	2
<i>Cystopteridaceae</i>	<i>Cystopteris</i>	1		<i>Coptidium</i>	2
<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum</i>	3		<i>Oxygraphis</i>	1
<i>Ericaceae</i>	<i>Cassiope</i>	1		<i>Pulsatilla</i>	1
	<i>Ledum</i>	1		<i>Ranunculus</i>	8
	<i>Orthilia</i>	1		<i>Thalictrum</i>	1
	<i>Pyrola</i>	1		<i>Rosaceae</i>	<i>Dryas</i>

	<i>Vaccinium</i>	2		<i>Potentilla</i>	22
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i>	5	<i>Salicaceae</i>	<i>Sanguisorba</i>	1
	<i>Hedysarum</i>	2		<i>Salix</i>	11
	<i>Oxytropis</i>	9		<i>Saxifragaceae</i>	<i>Chrysosplenium</i>
<i>Gentianaceae</i>	<i>Comastoma</i>	1	<i>Saxifraga</i>		19
	<i>Gentianella</i>	1	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Castilleja</i>	1
<i>Huperziaceae</i>	<i>Huperzia</i>	1		<i>Lagotis</i>	2
<i>Hippuridaceae</i>	<i>Hippuris</i>	1		<i>Pedicularis</i>	10
<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus</i>	3	<i>Selaginellaceae</i>	<i>Selaginella</i>	1
	<i>Luzula</i>	3	<i>Valerianaceae</i>	<i>Valeriana</i>	1
<i>Liliaceae</i>	<i>Lloydia</i>	1	<i>Woodsiaceae</i>	<i>Woodsia</i>	1

составе флоры острова зарегистрированы: 87 печеночников, 238 мхов, 309 лишайников, 371 вид сосудистых растений (Афони́на, 2000; Добрыш, 2000; Полежаев, Беркутенко, 2015).

Виды сосудистых растений распределены между 36 семействами и 118 родами (табл. 1).

Ведущие семейства – *Poaceae* (20 родов, 62 вида) и *Asteraceae* (12 родов, 43 вида). Свыше 20 видов в семействах *Cyperaceae*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*, *Rosaceae*, *Saxifragaceae*, от 11 до 20 видов – в семействах *Salicaceae*, *Scrophulariaceae*, *Papaveraceae*, *Fabaceae*, *Ranunculaceae*. В остальных семействах – от 1 до 10 видов. Наибольшее число видов (по 10) в родах *Potentilla* (22), *Carex* (21), *Saxifraga* (19), *Taraxacum* (17), *Poa* (15), *Draba* (14), *Papaver* (13), *Salix* (11), *Stellaria*, *Pedicularis*.

По особенностям распространения в регионе СДВ виды сосудистых растений островной флоры распределены на 8 выборкам (табл. 2).

Только на острове Врангеля присутствуют 25 видов. Не выходят за пределы зоны тундры 32 вида. Помимо подзоны арктической тундры зафиксирован 121 вид, а некоторые из них отмечены и в отдельных растительных подзонах лесной зоны. Большинство видов (193, или 52 %) произрастают во всех растительных подзонах СДВ. Распространение видов сосудистых растений островной флоры за пределами СДВ определено посредством ареалогического анализа. Учитывались конфигурации ареалов, их широтное и долготное положение. Ареалы типизированы по критерию

Таблица 2. Распространение видов островной флоры на СДВ

Номер выборки	Растительные зоны					Всего ви- дов
	Тундровая		Лесная			
	Подзоны					
	АТ	СТ	СЛ	ЛЛ	БЛ	
1	x	–	–	–	–	25
2	x	–	+	–	–	1
	x	–	+	o	–	1
	x	–	–	o	–	1
3	x	+	–	–	–	18
	x	o	–	–	–	14
4	x	+	+	–	–	10
	x	o	+	–	–	25
5	x	+	–	+	–	2
	x	+	–	o	–	1
	x	o	–	+	–	2
	x	o	–	o	–	1
6	x	+	+	+	–	2
	x	+	o	+	–	1
	x	+	+	o	–	1
	x	o	+	+	–	17
	x	o	+	o	–	15
	x	o	o	+	–	7
	x	o	o	o	–	29
7	x	o	+	–	+	3
	x	o	o	–	o	2
8	x	+	+	+	+	1
	x	+	+	+	o	1
	x	+	+	o	o	1
	x	o	+	+	+	8
	x	o	+	+	o	7
	x	o	+	o	+	2
	x	o	+	o	o	19
	x	o	o	+	o	5
	x	o	o	+	+	2
	x	o	o	o	+	22
	x	o	o	o	o	125

Примечание. Вид присутствует: x – на о. Врангеля; o – в половине и более флористических районов; + – менее, чем в половине флористических районов. Прочерк означает отсутствие вида. Подзоны растительности: АТ – арктическая тундровая, СТ – субарктическая тундровая, СЛ – стланиковая сосновая лесотундровая, ЛЛ – редколесная и лесная лиственничная, БЛ – редколесная и лесная березовая.

сходства и объединены в группы. По долготному положению выделены следующие группы видов с ареалами: 1 – циркумполярными и циркумбо-

реальными; 2 – амфиокеаническими; 3 – азиатско-американскими; 4 – преимущественно американскими; 5 – евразийскими и преимущественно евразийскими; 6 – азиатскими и преимущественно азиатскими; 7 – европейскими и преимущественно европейскими. По широтному распространению выделены группы видов с ареалами: 1 – арктическими; 2 – гипоарктическими; 3 – бореальными. Распределение видов сосудистых растений подзоны арктической тундры СДВ по группам типов ареалов показано в таблице 3.

По долготному распространению во флоре сосудистых растений острова наиболее представлены две группы видов: с циркумареалами (35 %), а также с азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (26 %). Среди широтных групп типов ареалов преобладает арктическая группа (72 %).

Из типов жизненных форм таксонов в подзоне арктической тундры СДВ доминируют (94 %) травы. Доля кустарничков составляет 5 %, а кустарников – 1 % (табл. 4).

Таблица 3. Распределение видов сосудистых растений по группам типов ареалов

Группы типов ареалов									
долготных							широтных		
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
128	57	30	22	33	98	3	267	55	49

Таблица 4. Жизненные формы видов сосудистых растений

Всего видов	Группы типов ареалов									
	долготных							широтных		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
Кустарники										
3	1	–	1	–	–	1	–	–	3	–
Кустарнички										
19	7	5	1	1	3	2	–	12	2	5
Злаковые травы										
62	27	8	6	2	3	16	–	44	10	8
Осоковые и ситниковые травы										
39	24	5	4	2	3	1	–	23	11	5
Разнотравье										
248	69	39	18	17	24	78	3	188	29	31

Ниже дана характеристика флоры сосудистых растений подзоны арктической тундры по выборкам 1–8 (см. табл. 2).

В первой выборке 25 видов, которые присутствуют только на о. Врангеля, в том числе: 1 вид кустарничка, 4 – злака, 20 видов – разнотравье. Все виды выборки имеют широтные ареалы, относящиеся к арктической группе типов, за исключением гипоарктического амфиберенгийского кустарничка *Salix stolonifera*, который представлен островной расой *Salix stolonifera* ssp. *carbonicola* Petrovsky. По типам долготных ареалов виды этой выборки распределились на несколько групп. Группа с азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (16) включает: островные эндемики (*Hierochloa wrangelica*, *Oxytropis uniflora*, *O. uschakovii*, *Papaver multiradiatum*, *Poa wrangelica*, *Trisetum wrangelense*, *Potentilla* x *uschakovii*, *P. wrangelii*, *Taraxacum nanaunii*, *T. pseudoplatylepium*, *T. tolmaczevii*, *T. uschakovii*, *T.* x *wrangelicum*), распространенные в поясе горных тундр; североазиатские (*Pedicularis novaiae-zemliae*, *Potentilla* x *tolmatschevii*), встречающиеся по берегам водотоков и водоемов; сибирско-западноамериканский вид (*Artemisia richardsoniana*), встречающийся на приморских галечниках и каменистых склонах. Группа с преимущественно американскими ареалами (3) включает: североамериканские виды (*Papaver chionophilum*, *Chrysosplenium rosendahliae*), встречающиеся в арктических тундрах по берегам водотоков, на выходах карбонатных пород, а также чукотско-американско-европейский вид (*Poa hartzii*), встречающийся в горных арктических тундрах. Группа с амфиокеанскими ареалами (3) включает: западноамериканские виды (арктогольцовый *Cardamine purpurea* и арктический *Gentianella arctophila*), а также восточноамериканско-европейский вид *Cerastium arcticum*, встречающийся в арктических тундрах, луговинах. Группа с циркумареалами (2) включает следующие виды: почти циркумполярные (*Potentilla pulchella*, *P.* x *safronovae*), встречающиеся в луговинах и на приморских террасах. Все виды первой выборки подлежат охране или наблюдению за состоянием популяций.

Из них в Красную книгу Чукотского АО (2008) включены следующие виды: *Cardamine purpurea*, *Oxytropis uschakovii*, *Papaver chionophilum*, *P. multiradiatum*, *Potentilla pulchella*.

Во вторую выборку вошли три вида со специфическим распространением на СДВ. Они присутствуют на о. Врангеля, не обнаружены в подзоне субарктической тундры, но встречаются в отдельных флористических районах подзон сосновой стланиковой лесотундры, а также лиственничных редколесий и лесов. К этим видам были отнесены: южносибирско-северо-монгольский бореально-степной монтанный вид *Papaver nudicaule* – обитатель каменистых склонов и берегов водотоков; циркумполярный арктический вид *Saxifraga platysepala*, произрастающий в тундрах и на галечниках; евразийский арктический, эвритопный гибридный вид *Saxifraga* x *ursina*.

Все 32 вида **третьей выборки** – травянистые растения, в том числе: 26 видов – разнотравье, 5 – злаки, 1 вид осоки. На СДВ они распространены в подзоне арктической тундры (о. Врангеля) и в отдельных флористических районах подзоны субарктической тундры. По типу широтных ареалов виды этой выборки отнесены к арктической группе, за исключением гипоаркто-монтанного, циркумполярного *Poa bryophila* и гипоаркто-бореального, европейско-сибирского *Veratrum lobelianum*.

По типам долготных ареалов они распределились на несколько групп. Группа с азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (17) включает: врангелевско-чукотские виды (*Oxytropis sordida*, *O. wrangelii*, *Papaver atrovirens*, *P. calcareum*, *P. schamurinii*, *P. uschakovii*, *Potentilla* x *subgorodkovii*), встречающиеся в арктических и субарктических тундрах, а также *Campanula tschuktschorum*, встречающуюся на остепненных склонах, в зоогенных луговинах; *Trisetokoeleria* x *jurtzevii*, *Draba crassifolia*, обитающих в тундровых луговинах; североазиатские виды: *Eritrichium arctisibiricum*, обнаруженный на каменистых склонах и береговых обнажениях; *Taraxacum lyngeanum*, произрастающий на выходах карбонатных пород; *Potentil-*

la x tikhomirovii, встречающуюся в тундрах и луговинах; восточносибирские виды: *Artemisia arctisibirica*, обитающую на скалах и каменистых склонах; *Potentilla x tschukotica*, произрастающую в щебнистых тундрах; *Tephroseris x arctisibirica*, встречающийся по берегам водоемов, водотоков и на приморских террасах; восточносибирско-чукотский вид *Saxifraga x jurtzevii* встречается у снежников и наледей.

Группа с преимущественно американскими ареалами (4) включает и встречены: американско-чукотско-европейские виды (*Carex hepburnii* – на скалах и каменистых склонах; *Festuca baffinensis* – на выходах карбонатных пород); чукотско-американские виды (*Taraxacum hyparcticum* – в горных тундрах; *Cardamine digitata* – луговинах, по берегам водотоков). Группа с амфиокеаническими ареалами (5) включает и встречены: чукотско-западноамериканские арктогольцовые виды (*Gastrolychnis attenuata*, *G. ostenfeldii*, *Tephroseris hyperborealis*), арктический вид (*Oxytropis gorodkovii*) и арктоальпийский вид (*Saxifraga monticola*). Группа с циркумареалами (3) включает и встречены: почти циркумполярный вид (*Braya purpurascens*) – на каменистых склонах, береговых откосах, на выходах карбонатных пород; циркумполярные виды (*Dupontia fisheri*, *Puccinellia angustata*), обитающие в тундрах, по берегам водотоков на морских побережьях. По типу ареала (присутствуют только в подзоне арктической тундры о. Врангеля и отдельных флористических районах подзоны субарктической тундры) такие виды как *Campanula tschuktschorum*, *Draba crassifolia*, *Oxytropis sordida*, *O. wrangelii*, *Papaver atrovirens*, *P. calcareum*, *P. schamurinii*, *P. uschakovii*, *Potentilla x subgorodkovii*, *Trisetokoeleria x jurtzevii* следует отнести к эндемам зоны тундры СДВ. В Красную книгу Чукотского АО (2008) были включены следующие виды: *Campanula tschuktschorum*, *Oxytropis wrangelii* (на о. Врангеля фоновый), *Papaver atrovirens*, *P. calcareum*, *P. nudicaule*, *P. schamurinii*, *P. uschakovii*, *Taraxacum hyparcticum*, *T. lyngeanum*.

В четвертую выборку вошли 35 видов: арктоальпийский, азиатско-западноамериканский кустарничек *Potentilla biflora*, 11 злаков и 3 осоковых травы, 20 видов разнотравья. На СДВ они распространены в зоне тундры и подзоне сосновой стланиковой лесотундры лесной зоны. По типу широтных ареалов 29 видов из этой выборки были нами отнесены к арктической группе, 4 вида – к гипоарктической группе (восточносибирско-американский вид *Carex supina*, врангелевско-чукотский вид *Potentilla borealis*, монтанные восточносибирский вид *Eriophorum tolmachevii* и евразийский вид *Phippsia x algidiformis*), 2 вида – к бореальной группе (монтанные американско-чукотский вид *Erigeron compositus* и циркумполярный степной вид *Festuca viviparoidea*).

По типам долготных ареалов виды этой выборки распределились на несколько групп. С циркумареалами (10) нами были отмечены и встречены: циркумполярные виды (*Dupontia psilosantha* – на лугах и болотах; *Carex ursina*, *Honckeya diffusa* – на приморских лугах; *Papaver polare* – в тундрах, по берегам водотоков); почти циркумполярные виды (*Festuca edlundiae*, *Stellaria crassipes* – на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Puccinellia langeana*, *P. tenella* – на берегах лагун и морских косах; *Coptidium x spitzbergense* – в луговинах, по берегам водотоков). С азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (9) были встречены: врангелевско-чукотские виды (*Calamagrostis x kolymensis* – по берегам водотоков, на приморских лугах; *Puccinellia colpodiioides* – в горных тундрах, на приморских террасах; *Saxifraga arctolitoralis* – на приморских террасах, у снежников); североазиатские виды (*Caltha caespitosa* – в водоемах; *Sofianthe villosula* – в тундрах); восточносибирский вид (*Astragalus pseudoadsurgens* – в тундрах, по берегам водотоков, на лугах); азиатско-западноамериканский вид (*Potentilla biflora* – в горных тундрах, на выходах карбонатных пород).

С азиатско-американскими ареалами (6) были встречены: североазиатско-американские виды (*Deschampsia brevifolia*, *D. komarovii* – в тундрах,

на приморских террасах, лугах; *Gastrolychnis triflora* – на каменистых склонах), восточносибирско-американские виды (*Potentilla subvahliana*, *Taraxacum phymatocarpum* – в щебнистых тундрах, на выходах карбонатных пород).

С амфиокеаническими ареалами (4) нами были встречены: чукотско-западноамериканские виды (*Elymus alaskanus* – в тундрах, на выходах карбонатных пород; *Papaver gorodkovii* – на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Taraxacum pseudoalaskanum* – в луговинах); восточносибирско-западноамериканский вид (*Draba palanderiana* – в тундрах, на выходах карбонатных пород).

С преимущественно американскими ареалами (3) были встречены: американско-чукотские виды (*Antennaria beringensis*, *Erigeron compositus* – в горных тундрах, на выходах карбонатных пород); американско-чукотско-европейский вид (*Minuartia rossii* – в тундрах, по берегам водотоков, на карбонатных породах).

С преимущественно евразийскими ареалами (3) были встречены: евразийский вид (*Phippsia x algidiformis* – в луговинах, у снежников, по берегам водотоков); евразийско-североамериканский вид (*Minuartia orthotrichoides* – в горных тундрах, по берегам водотоков); восточноамериканско-евразийский вид (*Taraxacum arcticum* – по берегам водотоков).

По типу ареала (распространены только на СДВ в зоне тундры и в подзоне сосновой стланиковой лесотундры лесной зоны) такие виды как *Calamagrostis x kolymensis*, *Puccinellia colpodoides*, *Potentilla x borealis* (встречается и на зоогенно измененных местообитаниях), *Saxifraga arctolitoralis* следует отнести к эндемам СДВ. В Красную книгу Чукотского АО (2008) были включены следующие виды: *Papaver gorodkovii* и *Erigeron composites*.

В пятую выборку вошли шесть видов разнотравья, встречающихся на СДВ в зоне тундры, а также в подзоне лиственничных редколесий и ле-

сов. Это эвритопные арктические и преимущественно арктические виды: циркумполярный *Draba pauciflora*, почти циркумполярный *Draba subcapitata*, североазиатско-американский *Lesquerella arctica*, восточносибирско-дальневосточный *Potentilla pulviniformis*, за исключением *Potentilla tergemina* – бореально-степного, южносибирско-северомонгольского, заносного, отмеченного на антропогенно измененных местообитаниях. Восточноякутско-чукотский арктический континентальный вид *Taraxacum petrovskyi* обитает на сухих прогреваемых каменистых склонах, скалах, береговых обрывах. Как реликт предшествующих теплых эпох он включен в перечень видов растений Чукотского АО, нуждающихся в охране и мониторинге за состоянием в природной среде.

В шестую выборку вошли 72 вида растений: восточносибирско-американский, гипоарктический кустарник *Salix richardsonii*, 3 кустарничка, 11 злаков, 9 осоковых и ситниковых трав, 48 видов разнотравья. На СДВ они распространены в зоне тундр, а также в подзонах лесной зоны – сосновой стланиковой лесотундры, лиственничных редколесий и лесов. По типу широтных ареалов 59 видов растений отнесены к арктической группе (арктические – 9, преимущественно арктические – 25, арктогольцовые – 19, арктоальпийские – 6). По этому же типу 9 видов нами отнесены к гипоарктической группе (гипоарктические – 5, гипоаркто-монтанные – 4), 4 вида – к бореальной группе (арктобореальные – 2, бореально-степные – 2).

По типам долготных ареалов виды этой выборки распределились на несколько групп. С азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (21) были встречены: сибирско-западноамериканские виды (*Calamagrostis holmii* – на каменистых склонах, в зарослях кустарников, лиственничниках, на лугах, по берегам водотоков, на зоогенно измененных местообитаниях; *Festuca auriculata* – на каменистых склонах, моренах; *Festuca lenensis* – на каменистых склонах, в пойменных лесах, лугах; *Koeleria asiatica* – на каменистых склонах, приморских обрывах, лугах; *Draba pilosa* – в тундрах,

на щебнистых склонах; *Lagotis minor* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, по берегам водотоков; *Oxytropis mertensiana* – в тундрах, по берегам водотоков, на карбонатных породах); североазиатские виды (*Acetosa pseudoxyria* – на каменистых склонах, в луговинах, по берегам водотоков; *Pedicularis amoena* – в тундрах, луговинах, сосновых стланиках, на каменистых склонах; *Saussurea tilesii* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах; *Potentilla x tomentulosa*, *Stellaria peduncularis*, *Taraxacum korjakorum* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков); восточно-сибирские виды (*Hedysarum dasycarpum* – в тундрах, лиственничниках, на остепненных склонах, по берегам водотоков, на выходах карбонатных пород; *Papaver paucistaminum* – в тундре, на берегах водотоков; *Pedicularis villosa* и *Petasites glacialis* – в тундрах, луговинах, лиственничниках, по берегам водотоков); врангелевско-чукотский вид (*Poa arctostepporum* – на скалах, приморских обрывах, лугах, берегах водотоков); корякско-чукотский вид (*Claytoniella vassilievii* – в тундрах, луговинах); среднесибирский вид (*Oxytropis middendorffii* – в тундрах, на остепненных склонах, по берегам водотоков); сибирский дизъюнктивно распространенный на североамериканском континенте вид (*Potentilla stipularis* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, лесах, по берегам водотоков, на зоогенно и антропогенно измененных местообитаниях).

С циркумареалами (20) нами были встречены: циркумполярные виды (*Phippisia algida* и *Luzula nivalis* – в тундрах, луговинах, у снежников, по берегам водотоков; *Poa abbreviate* – на каменистых склонах, выходах карбонатных пород; *Carex atrofusca* – в тундрах, луговинах, на выходах карбонатных пород; *Carex maritima* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков, на морском побережье; *Luzula confusa* и *Saxifraga cespitosa* – на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Cerastium regelii* – в тундрах, болотах, по берегам водотоков, на приморских лугах; *Tripleurospermum hookeri* – на приморских склонах, по берегам водотоков, на антропогенно изме-

ненных местообитаниях; почти циркумполярные виды (*Festuca hyperborea* – на каменистых склонах, у снежников, по берегам водотоков; *Pleuropogon sabinii* – по берегам водоемов и водотоков; *Poa* х *tolmatchewii* – на каменистых склонах, морских террасах, по берегам водотоков; *Eriophorum triste* – в тундрах, на выходах карбонатных пород, по берегам водотоков; *Chrysosplenium tetrandrum* – в луговинах, зарослях кустарников, пойменных лесах; *Draba fladnizensis* – на каменистых склонах, в луговинах; *Draba macrocarpa* – в тундрах, на выходах карбонатных пород; *Draba nivalis* – в тундрах, по берегам водотоков; *Ranunculus pedatifidus* – в лесах, на лугах, по берегам водотоков; *Stellaria ciliatosepala* – на каменистых склонах, в луговинах, по берегам водотоков и водоемов; *Epilobium arcticum* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков.

С амфиокеаническими ареалами (16) нами были встречены следующие виды: *Dryas incisa* и *Astragalus tugarinovii* – в тундрах, лиственничниках, на каменистых склонах; *Poa pseudoabbreviata* – на каменистых склонах, морских террасах и косах; *Carex lugens* – в тундрах, болотах; *Cnidium cnidiifolium* и *Potentilla anachoretica* – на скалах, остепненных склонах, в лесах, лугах, на зоогенно и антропогенно измененных местообитаниях; *Potentilla* х *gorodkovii*, *P. uniflora*, *Ranunculus grayi* – в тундрах, на каменистых склонах; *Taraxacum sibiricum* – на каменистых склонах, в луговинах, по берегам водотоков; чукотско-западноамериканские виды *Salix rotundifolia* – в тундрах, на выходах карбонатных пород, *Carex nesophila* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков, *Arnica frigida* – в тундрах, луговинах, сосновых стланиках, на каменистых склонах, по берегам водотоков, *Eritrichium aretioides* – в тундрах; охотско-чукотско – западноамериканские виды *Douglasia gormanii* и *Oxytropis czukotica* – в тундрах, на каменистых склонах.

С азиатско-американскими ареалами (7) встречены: восточносибирско-американские виды (*Antennaria friesiana* – в тундрах, сосновых стлани-

ках, лиственничниках, лугах; *Douglasia ochotensis* – в тундрах, на каменистых склонах, морских косах, по берегам водотоков; *Gastrolychnis pauciflora* – в тундрах, пойменных лиственничниках, на каменистых склонах, по берегам водотоков).

Североазиатско-американские виды были встречены на остепненных склонах, лугах, в частности *Carex marina* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков и водоемов, *Papaver radicum* – в тундрах, по берегам водотоков.

С преимущественно американскими ареалами (6) встречены: американско-чукотские виды (*Dryas integrifolia* – в тундрах, на каменистых склонах и выходах карбонатных пород; *Stellaria monantha* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, по берегам водотоков, а *Castilleja elegans* еще и на зоогенно измененных местообитаниях; *Parnassia kotzebuei* – в луговинах, зарослях кустарников, по берегам водотоков; американско-чукотско-европейский вид *Campanula uniflora* – в тундрах, луговинах, на выходах карбонатных пород; американско-дальневосточный вид *Saxifraga pulvinata* – на скалах и каменистых склонах).

С преимущественно евразийскими ареалами (1) были встречены: восточноамериканско-евразийский вид *Pedicularis hirsuta* – в тундрах, луговинах, у наледей.

С преимущественно европейскими ареалами (1) были встречены: европейский вид *Papaver lapponicum* – в тундрах, лиственничных редколесьях, на каменистых склонах, по берегам водотоков.

По типу ареала (распространены только на СДВ в зоне тундры, а также в отдельных флористических районах подзоны сосновой стланиковой лесотундры и подзоны лиственничных редколесий и лесов лесной зоны) *Poa arctosteporum* (встречается и на зоогенно измененных местообитаниях) и *Claytoniella vassilievii* следует отнести к эндемам СДВ. В Красную

книгу Чукотского АО (2008) были включены: *Claytoniella vassilievii*, *Lesquerella arctica*, *Oxytropis middendorffii*, *Taraxacum petrovskyi*.

В седьмую выборку вошли пять видов, которые на СДВ распространены в зоне тундры, подзоне сосновой стланиковой лесотундры, подзоне березовых редколесий и лесов. Это арктические, чукотско-западноамериканские эвритопные травы (*Oxytropis maydelliana*, *Primula pumila*) и кустарничек *Salix ovalifolia*, встречающийся в тундрах, на приморских террасах и косах; преимущественно арктический, чукотско-американский *Carex membranacea*, произрастающий по берегам водотоков; гипоарктический, почти циркумполярный эвритопный *Pedicularis albolabiata*.

Восьмая выборка включает 193 вида: 2 гипоарктических кустарника – циркумполярный, арктогольцовый *Salix glauca* и североазиатско-западноамериканский *S. pulchra*, 13 кустарничков, 31 злак, 25 осоковых и ситниковых трав, 122 разнотравья. На СДВ они распространены во всех растительных подзонах.

По типу широтных ареалов 113 видов нами были отнесено к арктической группе (арктические – 8, преимущественно арктические – 29, арктогольцовые – 33, арктоальпийские – 43). К гипоарктической группе было отнесено 39 видов (гипоарктические – 20, гипоаркто-монтанные – 19). К бореальной группе был отнесен 41 вид (арктобореальные – 22, бореальные и арктобореально-монтанные – по 7, полизональные – 3, бореально-степные и бореально-степные монтанные – по 1).

По типам долготных ареалов виды этой выборки распределились на несколько групп. С циркумареалами (88): циркумполярные виды (*Saxifraga nivalis*, *Woodsia glabella*, *Festuca brachyphylla*, встречающиеся в тундрах, на каменистых склонах; *Hierochloe alpina* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, по берегам водотоков, в зарослях кустарников, сосновых стланиках, приморских лугах; *Cardamine bellidifolia* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, по берегам водотоков, на приморских лугах;

Draba lactea, *Luzula tundricola*, *Poa glauca*, *Saxifraga foliolosa*, *S. tenuis* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Cystopteris dickieana*, *Draba alpina*, *D. cinerea*, *D. hirta*, *Saxifraga cernua* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Comastoma tenellum*, *Salix reticulata*, *Trisetum spicatum* – в тундрах, на каменистых склонах, берегах водотоков и водоемов, зарослях кустарников, лугах; *Eutrema edwardsii*, *Oxyria digina* – в тундрах, на каменистых склонах, берегах водотоков, лесах, лугах; *Sagina nivalis* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков, на приморских пляжах; *Koenigia islandica*, *Minuartia biflora*, *M. rubella*, *Potentilla hyperarctica*, *Ranunculus nivalis*, *R. pygmaeus*, *Saxifraga hyperborea* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков; *Arctagrostis latifolia*, *Poa alpigena* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, лиственничниках, по берегам водотоков; *Bistorta vivipara*, *Equisetum variegatum* – в тундрах, зарослях кустарников, на каменистых склонах; *Carex fuliginosa*, *C. lachenalii*, *Saxifraga hieracifolia* – в тундрах, луговинах, болотах, зарослях кустарников, по берегам водотоков и водоемов; *Arctophila fulva*, *Carex rariflora*, *Eriophorum russeolum*, *Juncus castaneus*, *Poa arctica* – в тундрах, болотах, лесах, лугах, по берегам водотоков и водоемов; *Juncus biglumis* – в тундрах, луговинах, болотах, приморских лугах, по берегам водотоков и водоемов; *Cardamine pratensis*, *Eriophorum angustifolium*, *Juncus triglumis* – в тундрах, на болотах, по берегам водотоков; *Thalictrum alpinum* – в тундрах, на лугах и болотах; *Eriophorum vaginatum* – в тундрах, кустарниках, сосновых стланиках, лесах, болотах, *Eriophorum scheuchzeri* – в тундрах, луговинах, лесах, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Armeria scabra* – в тундрах, на остепненных склонах, по берегам водотоков; *Huperzia arctica* – в тундрах; *Coptidium pallasii* – на лугах, по берегам водотоков и водоемов; *Carex glareosa*, *C. subspathacea*, *Puccinellia phryganodes*, *Ranunculus hyperboreus* – на приморских лугах, по берегам водоемов); почти циркумполярные виды (*Cassiope tetragona* – в тундрах, луговинах, зарос-

лях кустарников, лесах; *Draba juvenilis* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков, на каменистых склонах; *Taraxacum ceratophorum* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков, на приморских лугах; *Kobresia myosuroides*, *Salix arctica*, *Saxifraga oppositifolia* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Astragalus alpinus* – в тундрах, зарослях кустарников, лугах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Dryas punctata*, *Polemonium boreale* – в тундрах, лесах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Alopecurus alpinus* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, на лугах, по берегам водотоков и водоемов; *Stellaria edwardsii* – в тундрах, зарослях кустарников, по берегам водотоков; *Deschampsia glauca* – в тундрах, лугах, по берегам водотоков; *Hippuris x lanceolata* – в мелководных пресно-соленых водоемах); циркумбореальные виды (*Equisetum arvense* – на каменистых склонах, в зарослях кустарников, по берегам водотоков и водоемов; *Androsace septentrionalis* – в тундрах, по берегам водотоков, на лугах, приморских косах; *Calamagrostis neglecta*, *Festuca rubra* – в тундрах, зарослях кустарников, на каменистых склонах, лугах, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Saxifraga hirculus*, *Stellaria crassifolia* – в тундрах, луговинах, лесах, лугах, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Carex aquatilis* – в тундрах, на лугах, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Allium schoenoprasum*, *Poa pratensis*, *Pyrola rotundifolia*, *Vaccinium uliginosum* – в тундрах, зарослях кустарников, сосновых стланиках, лесах, лугах, болотах, по берегам водотоков; *Carex vaginata*, *Equisetum scirpoides* – в тундрах, зарослях кустарников, лесах, лугах, по берегам водотоков; *Eriophorum callitrix* – в тундрах, по берегам водотоков; *Eleocharis acicularis* – на лугах, по берегам водотоков и водоемов); почти циркумбореальные виды (*Rhodiola rosea* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Orthilia obtusata* – в тундрах, сосновых стланиках, лиственничниках, болотах; *Tephroseria palustris* – в тундрах, болотах, по бере-

гам водотоков и водоемов; *Ranunculus gmelinii* – в мелководных водоемах); циркумголарктический вид *Cerastium arvense* – на каменистых склонах).

С амфиокеаническими ареалами (26) нами были встречены: восточно-сибирско-западноамериканские виды (*Draba lonchocarpa*, *Potentilla elegans*, *Selaginella rupestris* – в тундрах, на каменистых склонах; *Agrostis kudoii* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, приморских лугах; *Artemisia furcata*, *Poa paucispicula*, *Primula borealis*, *Saxifraga funstonii*, *S. serpyllifolia* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах; *Carex podocarpa* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Artemisia arctica* – в тундрах, луговинах, лиственничниках); чукотско-западноамериканские виды (*Aconitum delphinifolium* – в тундрах, зарослях кустарников, сосновых стланиках, лесах, лугах; *Chrysosplenium wrightii* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Tephrosieris frigida* – в тундрах, луговинах, лиственничниках, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Artemisia arctica* – в тундрах, зарослях кустарников, сосновых стланиках, лесах, на каменистых склонах, по берегам водотоков); охотско-чукотско-западноамериканские виды (*Poa lanata* – на речных и морских террасах, пляжах; *Artemisia glomerata*, *Poa malacantha*, *Salix phlebophylla* – в тундрах, на каменистых склонах и галечниках); дальневосточно-западноамериканские виды (*Bromopsis arctica* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Carex rupestris* – в тундрах, на каменистых склонах, речных террасах, лугах; *Eriophorum brachyantherum* – в тундрах, лесах, лугах, болотах, по берегам водотоков; собственно амфиокеанический вид *Mertensia maritima* – на приморских пляжах).

С азиатско-американскими ареалами (15) нами были встречены: североазиатско-американские виды (*Artemisia borealis*, *Chamaenerion latifolium* – в тундрах, зарослях кустарников, лугах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Ledum decumbens* – в тундрах, лиственничниках, лугах, бо-

лотах; *Pedicularis capitata* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, болотах, по берегам водотоков; *Erysimum pallasii* – в тундрах, на каменистых и остепненных склонах, по берегам водотоков; *Crepis nana*, *Taraxacum macilentum* – на каменистых склонах, в зарослях кустарников, по берегам водотоков; *Kobresia sibirica* – в тундрах, по берегам водотоков; *Cerastium beeringianum*, *Deschampsia borealis* – в тундрах, лесах, на лугах, по берегам водотоков и водоемов, у терм; *Hierochloa pauciflora*, *Pedicularis interioroides* – в тундрах, луговинах, на болотах, по берегам водотоков и водоемов); восточносибирско-американские виды (*Calamagrostis purpurascens* – в сосновых стланиках, лиственничниках, на лугах, каменистых склонах, по берегам водотоков; *Pedicularis interioroides* – на каменистых склонах, лугах; *Hordeum jubatum* – на антропогенно измененных местообитаниях, по берегам водотоков, на приморских склонах, у терм).

С преимущественно американскими ареалами (5) были встречены: американско-дальневосточные виды (*Lagotis glauca* – в луговинах, на приморских лугах, по берегам водотоков; *Stellaria humifusa* – на болотах, маршах, по берегам водотоков); американско-чукотские виды (*Pedicularis langsdorfii* – в тундрах, пойменных кустарниках, по берегам водотоков; *Stellaria laeta* – в тундрах, на каменистых склонах); американско-европейский вид *Potentilla arenosa* – в тундрах, пойменных лесах, лугах, на остепненных склонах, карбонатных породах, по берегам водотоков.

С евразийскими и преимущественно евразийскими ареалами (28) нами были встречены: евразийско-западноамериканские виды (*Carex obtusata* – на каменистых склонах; *Elymus kronokensis* – в зарослях кустарников, на лугах, каменистых склонах и приморских обрывах, по берегам водотоков; *Myosotis asiatica* – в тундрах, лесах, лугах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Lloydia serotina*, *Salix Polarica* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах и приморских обрывах, по берегам водотоков; *Pedicularis oederi*, *P. verticillata*, *Petasites frigidus*, *Valeriana capitata* – в тундрах,

луговинах, зарослях кустарников, лиственничниках, лугах, болотах, по берегам водотоков; *Polemonium acutiflorum*, *Sanguisorba officinalis* – в тундрах, зарослях кустарников, лесах, лугах, по берегам водотоков; *Cerastium jenisejense* – в тундрах, лиственничниках, по берегам водотоков); евразийско-североамериканские виды (*Bromopsis sibirica* – на каменистых склонах, лугах, в пойменных лесах, по берегам водотоков; *Cochlearia officinalis* – в тундрах, на каменистых склонах, приморских пляжах, по берегам водотоков; *Erigeron koraginensis*, *Ranunculus altaicus* – в тундрах, луговинах, по берегам водотоков; *Batrachium trichophyllum* – в водотоках и водоемах); собственно евразийские виды (*Vaccinium vitis-idaea* – в тундрах, сосновых стланиках, лесах; *Carex saxatilis* – в тундрах, зарослях кустарников, лугах, болотах, по берегам водотоков и водоемов, у терм; *Cardaminopsis petraea*, *Gastrolychnis uniflora*, *Salix reptans* – в тундрах, на мелкоземистых и каменистых склонах, по берегам водотоков; *Chrysosplenium sibiricum* – в луговинах, зарослях кустарников, лесах, болотах, по берегам водотоков; *Hedysarum arcticum*, *Silene amoena* – в тундрах, луговинах, лесах, лугах, по берегам водотоков и водоемов; *Tephrosieris integrifolia* – в тундрах, на приморских лугах, остепненных склонах, по берегам водотоков и водоемов); восточноамериканско-евразийский вид *Kobresia simpliciuscula* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах, карбонатных породах.

С азиатскими и преимущественно азиатскими ареалами (30) были встречены: североазиатско-западноамериканские виды (*Arctagrostis arundinacea* – в тундрах, зарослях кустарников, лесах, болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Cerastium maximum*, *Salix pulchra* – в тундрах, зарослях кустарников, лиственничниках, лугах; *Artemisia tilesii* – в тундрах, зарослях кустарников, на приморских склонах, по берегам водотоков; *Astragalus umbellatus*, *Eremogene capillaries*, *Oxygraphis glacialis*, *Parrya nudicaulis* – в тундрах, луговинах, на каменистых склонах; *Rumex arcticus* – в тундрах, луговинах, на приморских склонах, по берегам водотоков и во-

доемов; *Saxifraga nelsoniana* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, на каменистых склонах, по берегам водотоков и водоемов; *Taraxacum lat-eritium*, *Saxifraga setigera* – в тундрах, на приморских галечниках и косах; *Minuartia macrocarpa* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Caltha arctica* – на болотах, по берегам водотоков и водоемов; *Deschampsia sukatschewii*, *Descurainia sopheroides* – на лугах, в пойменных ивняках, у терм, по берегам водотоков); восточносибирские виды (*Claytonia arctica*, *Stellaria fischeriana* – в тундрах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; *Leymus interior* – в тундрах, зарослях кустарников, на лугах, приморских склонах, по берегам водотоков и водоемов; *Anemonidium richardsonii*, *Claytonia acutifolia* – в тундрах, луговинах, зарослях кустарников, сосновых стланиках, лесах; *Elymus vassiljevii* – на лугах, каменистых склонах, карбонатных породах); североазиатские виды (*Tephroseris atropurpurea* – в тундрах, луговинах; *Papaver pulvinatum* – на остепненных склонах, по берегам водотоков; *Arnica iljinii* – в тундрах, зарослях кустарников, пойменных лесах, лугах, на каменистых склонах, по берегам водотоков); сибирско-дальневосточные виды (*Acetosella aureostigmatica* – по берегам водотоков, на приморских пляжах; *Aster serpentimontanus* – в тундрах, лесах, на лугах, по берегам водотоков, на карбонатных породах); сибирско-дальневосточный вид *Poa botryoides* – в тундрах, лиственничниках, лугах, на каменистых склонах, по берегам водотоков; североазиатский, дизъюнктивно распространенный на американском континенте вид *Potentilla nivea* – в тундрах, на каменистых и остепненных участках; эндем СДВ *Taraxacum tamarae* – в луговинах, на каменистых склонах, карбонатных породах.

С европейскими и преимущественно европейскими ареалами (1) нами были встречены европейский, аркто-бореальный вид *Ranunculus propinquus*, встречающийся в зарослях кустарников, сосновых стланиках, по берегам водотоков и водоемов, на термальных источниках. В Красную книгу Чу-

котского АО (2008) были включены: *Artemisia arctica*, *Rhodiola rosea*, *Taraxacum macilentum*.

Элементы флоры подзоны арктической тундры СДВ различаются по экологическому статусу и хозяйственному значению. К доминантным и характерным в типичных растительных ассоциациях этой подзоны отнесены 127 видов сосудистых растений, в том числе: 3 вида кустарников, 9 – кустарничков, 13 – злаков, 18 – осоковых и ситниковых трав, 78 видов – разнотравья. Из более 50 видов, отмеченных на антропогенно- и зоогенноизмененных местообитаниях, эродированных склонах, свежих вулканических отложениях, можно отобрать перспективные для целей рекультивации нарушенных земель. Часть видов имеет кормовое значение для содержащихся на острове северных оленей и овцебыков. Экосистема о. Врангеля находится под особой охраной. Здесь организован государственный природный заповедник «Остров Врангеля». Это обеспечивает сохранение 42 редких и эндемичных видов. Из перечня сосудистых растений Красной книги Чукотского автономного округа (2008) на острове присутствуют 29 видов.

Исследования выполнены с использованием УНУ «Гербарий (MAG)».

ЛИТЕРАТУРА

Афонина О. М. Мохообразные // Флора и фауна заповедников. М., 2000. Вып. 88. С. 6–46.

Добрыш А. А. Лишайники // Флора и фауна заповедников. М., 2000. Вып. 88. С. 47–67.

Красная книга Чукотского автономного округа. Т. 2. Растения. Магадан: Дикий Север, 2008. 217 с.

Полежаев А. Н., Беркутенко А. Н. Конспект флоры Севера Дальнего Востока России (сосудистые растения). СПб.: СИНЭЛ, 2015. 263 с.

УДК 630.181.28

Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков

L. N. Suntsova, E. M. Inshakov

**ИЗУЧЕНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ
ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА
THE STUDY OF THE PIGMENT COMPOSITION OF LEAVES OF
BETULA PENDULA ROTH. IN THE CITY OF KRASNOYARSK**

*Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»*

The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education

*«Siberian State University of Science and Technology
named after Academician M. F. Reshetnev»*

660049, Россия, Красноярск, пр. Мира, д. 82

E-mail: Insuntsova@mail.ru

Резюме. Проведены исследования по изучению пигментного состава в листьях березы повислой (*Betula pendula* Roth.), произрастающей в условиях магистральных посадок г. Красноярска. Обнаружены отличия в содержании пигментов в листьях в зависимости от района произрастания. Общей тенденцией является снижение концентрации хлорофиллов *a* и *b* и суммы каротиноидов, а также изменение их соотношения в пигментных комплексах.

Summary. Studies have been conducted to study the pigment composition in the leaves of *Betula pendula* Roth., which grows in the conditions of the main landings of Krasnoyarsk. The differences in the content of pigments in the leaves depending on the area of growth were found. The General trend is a decrease in the concentration of chlorophylls *a* and *b* and the sum of carotenoids, as well as a change in their ratio in pigment complexes.

Ключевые слова: пигменты, листья, береза повислая, техногенная среда.

Key words: pigments, leaves, drooping birch (*Betula pendula* Roth.), technogenic environment.

Красноярск относится к крупным промышленным и транспортным городам. Экологическая ситуация города находится в крайне напряженном состоянии. Высокие показатели загрязнения окружающей природы осложняются совокупностью природно-климатических факторов, масштабом и структурой техногенных воздействий на городскую среду, спецификой внутриквартального расположения основных индустриальных объектов. Так как все компоненты природы тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, то нарушения одного компонента вызывает изменение состояния всех остальных (Алексеев, 1990; Чернышенко, 2002).

Городские растения находятся под влиянием целого комплекса негативных факторов, связанных с антропогенным загрязнением среды. Повышенное содержание в почве и воздухе химических веществ приводит к снижению фитомассы, прироста, продуктивности, сокращению сроков вегетации, изменениям количественного состава химических элементов растений (Алексеев, 1990; Лисотова и др., 2012).

В первую очередь повреждения проявляются на физиолого-биохимическом уровне, затем распространяются на ультраструктурный и клеточный уровни, и лишь после этого развиваются видимые признаки повреждения – некрозы и хлорозы тканей листа, опадение листьев, торможение роста, снижается биологическая продуктивность, сокращается продолжительность жизни растений (Неверова, 2001; Николаевский, 2002; Сунцова, Иншаков, 2007). В условиях урбанизированной среды у растений снижается ассимиляционная активность, содержание хлорофилла, изменяется кислотность клеточного сока и активность ферментов, нарушается водный

режим (Николаевский, 1979; Сергейчик, 1984; Сунцова и др., 2011). Устойчивость растений к техногенному загрязнению определяется способностью к изменению физиологических процессов, играющих основную роль в адаптации к экстремальным факторам окружающей среды. Для оценки и прогноза состояния древостоя необходима ранняя диагностика нарушения функциональности древесных растений, подвергнутых воздействию газовых токсикантов (Николаевский и др., 1999; Неверова, 2001; Чернышенко, 2002).

Потенциальная фотосинтетическая способность растений характеризуется в полной мере содержанием пигментов в листьях. Пигменты у растений выполняют роль не только акцепторов световой энергии, но и принимают участие в регуляции роста и развития (Николаевский, 1979; АLEXИНА и др., 2005). Большая часть вредных веществ аккумулируется в хлоропластах, вызывая угнетение процесса фотосинтеза и разрушение фотосинтетического аппарата. Рядом авторов установлена взаимосвязь между содержанием пигментов в листьях и состоянием растений и окружающей среды (Неверова и др., 2006; Бухарина и др., 2013; Донцов и др., 2016).

Целью данного исследования явилось изучение пигментного состава листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) для оценки ее адаптивной способности к условиям урбанизированной среды г. Красноярска.

Объектами исследования служили модельные деревья березы повислой, произрастающие в магистральных посадках на пр. Metallургов (Советский район), пр. Красноярский рабочий (Кировский район) и ул. 60 лет Октября (Свердловский район). Контрольные растительные образцы отбирались в условно экологически чистом районе города – дендрарии Института леса СО РАН, расположенном в Академгородке (Октябрьский район).

Для исследования с 10 модельных деревьев на каждом из исследуемых участков с ветвей, расположенных с четырех сторон света, отбирались

типичные листья (по 20 шт. с каждого дерева, всего 200 шт. с каждого участка). Сбор материала проводился в середине июня 2016 г.

Анализировалось содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов. Содержание пигментов определялось спектрофотометрически и рассчитывалось в мг на один грамм сырого веса (Методы..., 1987).

Содержание хлорофиллов и каротиноидов и их соотношения часто используются в качестве чувствительного показателя для обнаружения реакций растений на различные изменения внешней среды (Николаевский, 1979; Ермаков, 1986).

Ранее нами было показано, что техногенные эмиссии оказывают влияние на величину накопления пластидных пигментов и их соотношение (Параскевопуло и др., 2017).

Содержание пигментов в листьях березы повислой, произрастающей в ряде районов города Красноярска, представлено в таблице.

Известно, что хлорофилл *a* является ключевым пигментом, так как образует реакционные центры, участвующие в световой фазе фотосинтеза. Другие формы хлорофиллов, а также каротиноиды рассматриваются как вспомогательные или сопутствующие пигменты (Алехина и др., 2005). Анализ данных показал, что в условиях антропогенного воздействия в начале вегетационного периода происходит снижение содержания пигментов. Было выявлено, что содержание хлорофилла *a* на исследуемых участках снижалось относительно контроля в среднем на 10 %. В еще большей степени происходило снижение содержания хлорофилла *b*. В условиях ул. 60 лет Октября, проспектов Красноярский рабочий и Metallургов наблюдалось снижение концентрации хлорофилла *b* на 28, 15 и 18 % от контрольного значения соответственно.

Таблица. Содержание пигментов в листьях березы повислой, выраженное в мг/г сырого веса листьев

Пигменты	Улица 60 лет Октября	Проспект имени газеты «Красно- ярский рабочий»	Проспект Ме- таллургов	Контроль
	мг/г	мг/г	мг/г	мг/г
Хл <i>a</i>	1,39	1,34	1,33	1,46
Хл <i>b</i>	0,54	0,61	0,63	0,74
Каротиноиды	0,26	0,27	0,43	0,51
Сумма всех пигментов	2,19	2,22	2,39	2,71
Хл <i>a</i> + Хл <i>b</i>	1,93	1,95	1,96	2,2
Хл <i>a</i> /Хл <i>b</i>	2,57	2,20	2,11	1,97

Изучение содержания суммы каротиноидов в листьях березы повислой также показало их уменьшение. Сильнее всего снизилась концентрация каротиноидов в листьях насаждений, которые произрастают в условиях ул. 60 лет Октября и на проспекте Красноярский рабочий, на 49 и 48 % от контрольного показателя соответственно. Обнаруженные тенденции показывают, что в начале вегетационного периода происходит нарушение внутриклеточного гомеостаза, что проявляется в снижении скорости образования пигментов.

Из литературных источников известно, что отношение хлорофиллов «*a/b*» у растений характеризует потенциальную фотохимическую активность листьев. Высокое содержание хлорофилла *a* и отношение *a/b* может служить признаком высокой потенциальной интенсивности фотосинтеза (Николаевский, 1979; Алехина и др., 2005). Проведенными исследованиями установлено, что у березы повислой соотношение хлорофиллов *a/b* в условиях техногенной среды увеличивалось относительно контроля. Наибольшее значение было в условиях ул. 60 лет Октября и составило 2,57. Однако, увеличение соотношения связано с тем, что на фоне уменьшения содержания хлорофилла *a* происходит еще большее снижение концентрации хлорофилла *b*, что не может служить признаком высокой интенсивности фотосинтеза.

При изучении соотношения зеленых пигментов в пигментных комплексах обнаружено, что оно регулируется таким образом, что повышение содержания хлорофилла *a* сопровождается снижением количества хлорофилла *b* и в целом суммарное содержание зеленых пигментов в условиях техногенного загрязнения поддерживается на стабильном уровне (1,93–1,96 мг/г), хотя и несколько меньшем, чем в контрольных условиях (2,2 мг/г). Что касается суммы каротиноидов, то здесь наблюдается достоверное снижение их доли в сумме пигментов в условиях проспекта Красноярский рабочий и на ул. 60 лет Октября на 7 %. Сокращение доли каротиноидов в пигментных комплексах приводит к снижению суммарного количества пигментов в условиях магистральных посадок на 12–20 %.

Проведенный сравнительный анализ содержания пигментов в листьях березы повислой показал, что концентрация и состав пигментного комплекса существенно меняется в зависимости от условий произрастания. Общей тенденцией является снижение концентрации хлорофиллов *a* и *b* и суммы каротиноидов, а также изменение их соотношения в пигментных комплексах. Изменения в пигментном комплексе происходят главным образом за счет снижения содержания хлорофилла *b* и суммы каротиноидов, что свидетельствует о том, что в хлоропластах листьев уменьшается светособирающий комплекс, играющий важную роль в образовании гран, нарушается функционирование фотосистем, снижается защитная функция каротиноидов. Все это в конечном итоге приводит к снижению фотосинтетической активности, отрицательно влияет на накопление в растении ассимилятов, а значит – на рост и продуктивность березы повислой. Проведенная нами диагностика пигментного состава листьев березы повислой показала, что она чувствительна к загрязнению окружающей среды г. Красноярска, особенно в начале вегетации.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. 200 с.

Алехина Н. Д., Балнокин Ю. В., Гавриленко В. Ф. и др. Физиология растений: учебник для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 640 с.

Бухарина И. Л., Кузьмин П. А., Гибадулин И. И. Анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Набережные Челны) // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2013. Вып. 1. С. 20–25.

Донцов А. С., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Оценка состояния окружающей среды г. Красноярска по состоянию фотосинтетического аппарата ели сибирской // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. XXXIV. № 5–6. С. 246–250.

Ермаков В. И. Механизмы адаптации березы к условиям Севера. Л.: Наука, 1986. 144 с.

Лисотова Е. В., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Использование морфометрических признаков для оценки состояния древесных растений в условиях г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXXI. № 3–4. С. 59–62.

Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков и др. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

Неверова О. А. Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений. Новосибирск: Наука, 2001. 119 с.

Неверова О. И., Еремеева Н. И. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды: аналитический обзор // Экология. Новосибирск, 2006. Вып. 80. С. 88.

Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

Николаевский В. С., Николаевская Н. Г., Козлова Е. А. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов // Лесной вестник. 1999. Вып. 2. С. 76–77.

Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. 220 с.

Параскевопуло М. Ф., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Изучение пигментного состава некоторых видов древесных растений в условиях техногенного загрязнения города Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2017. Т. XXXV. № 1–2. С. 54–59.

Сергейчик С. А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды. М.: Наука и техника, 1984. 168 с.

Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М. Древесные растения в условиях техногенной среды г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV. № 1. С. 95–99.

Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М., Козик Е. В. Оценка состояния городской среды методом фитоиндикации (на примере г. Красноярска) // ИВУЗ. Лесной журнал. 2011. № 4. С. 29–32.

Чернышенко О. В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. М.: МГУЛ, 2002. 120 с.

УДК 58.001:58.002:58.009:58.02:581.41

С. В. Федорова

S. V. Fedorova

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПОПУЛЯЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ
METHODOLOGICAL BASES OF POPULATION RESEARCH
OF HERBACEOUS PLANTS IN FOREST PHYTOCENOSES**

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Kazan (Volga Region) Federal University

420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, д. 18

E-mail: S.V.Fedorova@inbox.ru

Резюме. В статье представлен ряд методологических разработок автора, основанных на многолетнем опыте исследования популяционных систем различных видов растений в различных местообитаниях. Это ряд концепций: 1) «3D-модель экологической амплитуды местообитаний растения»; 2) «Полицентрическая модель растения»; 3) «Модель распределения растений в популяционной системе по морфофункциональным группам»; 4) «Модель определения площади проекции листовой пластинки по метрическим замерам». А также ряд расчетных формул для определения следующих показателей: 1) фито-индикационный индекс затенения; 2) фито-индикационный индекс богатства почвы доступными для растений формами азота; 3) коэффициент коррекции формы для листовой пластинки растения. Перечислены основные этапы проведения популяционного исследования травянистых растений в лесных фитоценозах. Перечислены примеры использования концепций и формул в ряде популяционных исследований.

Summary. The article presents a number of methodological developments of the author, based on many years of experience in studying population systems

of different plant species in various habitats. This is a number of concepts: 1) «3D-model of the ecological amplitude of plant habitats»; 2) «Polycentric model of a plant»; 3) «Model of distribution of plants in the population system by morph-functional groups»; 4) «Model for determining the area of the projection of a leaf plate according to metric measurements». And also a number of calculation formulas for determining the following indicators: 1) phyto-indicative shading index; 2) phyto-indicative index of soil wealth accessible to plants by nitrogen forms; 3) the coefficient of shape correction for the leaf blade of the plant. The main stages of conducting a population study of herbaceous plants in forest phytocenoses are listed. Examples of the use of concepts and formulas in a number of population studies are listed.

Ключевые слова: *Методология, модель, развитие, растение, экология, индекс, популяция, система, концепция, методика, морфометрия, морфология, онтогенез.*

Key words: *Methodology, model, development, plant, ecology, index, population, system, concept, method, morphology, ontogeny.*

Введение. Популяционное направление в ботанике и экологии растений находится на стадии формирования и ученые разных ботанических школ работают над разработкой новых методологических подходов для оптимизации диагностики состояния элементов растительности (Актуальные проблемы..., 2012; Популяционно-онтогенетическое направление..., 2018). Являясь представителем Казанской ботанической школы, считаю своим долгом поделиться опытом, который появился у меня под влиянием профессора Е. Л. Любарского (1974) в процессе продолжительных (1992–2018 гг.) исследований популяционных систем различных видов растений в различных местообитаниях (Федорова, 2008–2016б; Fedorova. 2015).

Цель публикации – представить ряд методологических разработок, которые направлены на снижение субъективной составляющей в оценке

состояния местообитания растений и элементов популяционной системы растения.

1. Концепция «3D-модель экологической амплитуды местообитаний растения». Лесной тип растительности является самым распространенным на территории России. Характерная особенность такой растительности состоит в том, что ее элементы распределены по вертикали на три яруса: древесный, кустарниковый и травяно-кустарничковый. Степень перекрытия проекции растений из различных ярусов обуславливает разнообразие режима светотени в лесу. Древесный ярус в лесу сформирован преимущественно растениями эдификаторами. Виды-эдификаторы в некоторой степени обуславливают режим увлажнения и богатства почвы доступными для растений формами азота. Разные по режиму богатства почвы азотом местообитания способствуют варьированию обилия видов травянистых растений из следующих экологических групп: «анитрофилы», «субанитрофилы», «субнитрофилы», «нитрофилы» на фоне видов с широкой экологической амплитудой. Разные по режиму увлажнения почвы местообитания способствуют варьированию обилия видов травянистых растений из следующих экологических групп: «гидрофилы», «гигрофилы», «гигромезофилы», «мезогигрофилы», «ксерофилы», «ксеромезофилы», «мезоксерофилы» на фоне видов с широкой экологической амплитудой. Определение фито-индикационным методом двух относительных величин, характеризующих режим светотени и режим богатства почвы азотом, – задачи, которые нами были решены ранее на примере различных местообитаний травянистых растений (Федорова, 2008, 2010, 2011, 2012). Это: 1) Индекс затенения (англ.: phyto-ID shadow from plants) **ID-CSP**, %; 2) Индекс богатства почвы азотом (англ.: phyto-ID nitrogen-rich of the soil) **ID-NtRS**, %. В качестве третьей относительной величины была использована относительная влажность почвы **HS**, %. На основе этих величин была разработана 3D-модель экологической амплитуды местообитаний растения

**Таблица 1. Характеристики 3D-модели
экологической амплитуды местообитаний растения**

Наполнение осей координат	Формула для определения значения координаты	Примечание
<p>Абсцисса: Влажность почвы (англ.: humidity of soil) HS, %</p> <p>Ордината: Индекс затенения (англ.: ID shadow from plants) ID-CSP, %</p> <p>Апplikата: Индекс богатства почвы азотом (англ.: ID nitrogen-rich of the soil) ID-NtRS, %</p>	<p align="center">$HS = (100 \Sigma(P_1 - P_2) / P_1) / n$ P_1 – вес влажной почвы; P_2 – вес сухой почвы; n – число проб ($n = 8$) $ID-CSP = 100 (\Sigma a + \Sigma v + \Sigma c) / 3$, где: a – проекция крон деревьев; v – проекция кустарников; c – проективное покрытие растений-затенителей в травяно-кустарничковом ярусе (растения с крупными пластинками листьев или с тесным расположением мелких пластинок листьев). Все в долях от единицы. $ID-NtRS = 100 (\Sigma a - \Sigma v) / \Sigma(a + v + c)$ Буквенные символы отражают проективное покрытие растений в травяно-кустарничковом ярусе по группам: a – «нитрофилы», «субнитрофилы»; v – «анитрофилы», «субанитрофилы»; c – фон (виды с широкой экологической амплитудой в режиме богатства почвы азотом)</p>	<p>1) величина ID-CSP = 100 %. Она обусловлена 100%-м смыканием крон деревьев, 100%-м смыканием крон кустарников и 100%-м проективным покрытием растений в травяно-кустарничковом ярусе; 2) наиболее оптимальной для оценки покрытия видов в травяно-кустарничковом ярусе является 5-балльная трансформационная шкала КТШ-5 (Любарский, 1974), где интервалам покрытия растений 0–4–16–36–64–100 (%) соответствуют баллы 1, 2, 3, 4, 5; 3) влажность почвы определяется не менее, чем через 7 дней после выпадения осадков</p>

(табл. 1). Каждое из обследованных местообитаний ряда растений (*Fragaria vesca* L., *Potentilla anserine* L. (Rosaceae), *Galium odoratum* (L.) Scop. (Rubiaceae), *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae), *Ranunculus repens* L. (Ranunculaceae) было привязано к сетке координат. На современном этапе развития технологий в ботанике целесообразно разработать тем же фито-индикационным методом относительную величину, характеризующую режим влажности почвы (индекс влажности почвы (англ.: phyto-ID humidity of the soil) **ID-HS**, %). Однако, это непростая задача и вывести формулу для расчета **ID-NtRS**, %, по аналогии с **ID-NtRS**, не получается. Здесь требуется другая методика и ее поиск – эта задача на будущее.

2. Концепция «Полицентрическая модель растения». Многие тысячелетия ботаники мира работают в рамках концепции «Морфологическая модель растения». Данная концепция предполагает структурирование тела растения по внешним критериям. В этой модели гипотетическое тело растения сформировано чередой сменяющих друг друга органов. Концепция «Морфологическая модель растения» учитывает все разнообразие органов, которые распределены по двум категориям: «Репродуктивные органы» и «Вегетативные органы». Подробное описание органов способствует более наглядному представлению образа растения в голове наблюдателя и позволяет визуальнo ограничить один вид растения от другого. Это очень важно на этапе познания разнообразия растительного мира. Однако, в процессе описания растения ученый вынужден использовать очень большое количество морфологических критериев, разнообразный терминологический аппарат и обязан уметь структурировать тело растения на многочисленные элементы. Это непростая работа. И, как правило, у каждого исследователя есть своя собственная система морфологических оценок, которую он использует для идентификации того или иного элемента в непрерывном теле растения. Исследование варьирования элементов морфологической модели растения представляет особый интерес. Однако, углубление в морфологию отдельных частей растения не позволяет разработать универсальные диагностические ключи, которые необходимы на пути решения экологических проблем. Субъективный взгляд на каждый из многочисленных элементов в теле растения и разночтения в их написании, вносят путаницу, что затрудняет взаимопонимание между учеными. Концепция «Полицентрическая модель растения» позволяет по-новому подойти к дифференциации тела растения на 4 элемента, которые представляют собой не органы, а морфофункциональные центры. Это – центр побегообразования, центр минерального питания, центр органического питания, центр генерации. В этой концепции любое тело растения представляет собой полицен-

трическую систему. В таблице 2 сопоставлены элементы в двух моделях строения растения. В таблице 3 представлены элементы полицентрической модели растения и их функциональная роль в процессе жизнедеятельности организма растения. Идентификация каждого из морфофункциональных центров в организме растения конкретного вида требует индивидуального подхода. И для этого целесообразно использовать морфологическую модель растения.

Таблица 2. Соотношение элементов в полицентрической и морфологической моделях растения

Полицентрическая модель	Морфологическая модель
Центр органического питания	Ассимилирующий орган (листовая пластинка, сегмент видоизмененного стебля или листа), гаустория (у растения-паразита)
Центр минерального питания	Узел (иногда вместе с прилегающим к нему участком междоузлия) на побегах различного типа в зоне формирования корневой системы различного типа
Центр побегообразования	Узел на побегах различного типа в зоне возобновления (орган: надземный побег, корневище, клубень, корнеклубень, луковица, клубнелуковица). Узел на плагиотропном надземном побеге
Центр генерации	Узел на побегах различного типа в зоне репродукции (органы: соцветие, часть соцветия, цветок, бутон, соплодие, плод, стробил, антеридий, архегоний, спорофилл)

Примечание: узел – участок тела растения в системе побега, на котором почки расположены на расстоянии менее 0,4 см.

Таблица 3. Элементы полицентрической модели растения и их функциональная роль в процессе жизнедеятельности организма растения

Элемент	Функциональная роль	
Центры:	Формирование: 1. Систем ассимиляции или всасывания органического раствора; 2. Системы, обеспечивающей развитие продуктов вегетативного размножения; 3. Системы всасывания минерального раствора; 4. Системы, обеспечивающей развитие продуктов генеративного размножения	
	основная	дополнительная
органического питания	1	2, 3
минерального питания	3	2
побегообразования	1, 2, 3	1, 3
генерации	4	1, 2, 3

3. Концепция «Модель распределения растений в популяционной системе по морфофункциональным группам». Данную модель рассмотрим на примере одного из видов растения из категории жизненных форм «Столон-образующие» – *Fragaria vesca* L. (Rosaceae). Это растение способно сформировать несколько центров минерального питания в зоне формирования корневой системы придаточного типа на побегах различного типа: 1) розеточный побег; 2) стolon. Столон представляет собой части видоизмененного соцветия. Он не имеет хорошо развитой механической ткани и по мере роста полегает на почву и имеет плагиотропное направление роста. В морфологической структуре stolона зона растяжения сменяется зоной торможения. В зоне растяжения формируется узел с чешуевидным листом, латеральной и придаточными почками. В зоне торможения на stolоне формируется узел с ассимилирующим листом, латеральной и придаточными почками. Столон заканчивает свой рост в том случае, когда апикальная почка изменяет свое направление роста с плагиотропного на ортотропное. Это растение может сформировать на побегах различного типа несколько центров побегообразования: 1) розеточный побег; 2) эпигеенное ортотропное корневище; 3) участок торможения на stolоне. Центры генерации могут сформироваться на концах разветвленного в той или иной степени ортотропного побега, берущего свое начало из апикальной или латеральной почки, сформированной на розеточном побеге или на конце stolона. На разных этапах онтогенеза организм растения выбирает один из вариантов развития: формирует или нет центры побегообразования на stolонах и корневище, и формирует или нет центр генерации. Это позволяет структурировать состав популяционной системы на 4 морфофункциональные группы (табл. 4).

Каждая группа выполняет определенную функцию в составе популяционной системы и соотношение между этими группами – это важный критерий для диагностики состояния вида в конкретной среде обитания и

Таблица 4. Характеристика элементов модели распределения растений в популяционной системе по морфофункциональным группам

Наименование группы	Элементы полицентрической модели растения	Функциональная роль группы
<i>mcv</i> – моноцентрические вегетирующие (monocentric vegetative)	1 центр побегообразования, 1 центр минерального питания	накопление биомассы
<i>pcv</i> – полицентрические вегетирующие (polycentric vegetative)	2 центра побегообразования и более, 1 центр минерального питания и более	накопление биомассы, вегетативное размножение
<i>mcg</i> – моноцентрические генерирующие (monocentric generative)	1 центр побегообразования, 1 центр минерального питания, 1 центр генерации и более	накопление биомассы, генеративное размножение
<i>pcg</i> – полицентрические генерирующие (polycentric generative)	2 центра побегообразования и более, 1 центр минерального питания и более, 1 центр генерации и более	накопление биомассы, генеративное и вегетативное размножение

для прогнозирования развития вида. На рисунке 1 представлен гипотетический жизненный цикл растения из категории жизненных форм «Столонобразующие». На схеме последовательно отражены все возможные онтогенетические состояния, которые принято выделять у растений. Отмечены все онтогенетические состояния, на которых растения имеют способность к формированию нескольких центров побегообразования и центра генерации. Есть 4 пути реализации потенциальных способностей организма в популяционной системе. Это также отражено на схеме. Такой методологический подход универсален для представителей данной жизненной формы. На его основе проведено немало исследований с различными видами растений в разной среде и в разных точках ареала (Актуальные проблемы..., 2012; Федорова, 2008, 2009, 2010, 2013б, 2014, 2016).

4. Концепция «Модель определения площади листовой пластинки по метрическим замерам». Учет показателя растения «площадь проекции листовой пластинки» (синонимы: площадь листа, площадь листовой пластинки, площадь ассимилирующей поверхности) – необходимое звено в процессе оценки состояния вегетативной сферы растения. Из ряда экспериментов видно, что данный показатель сильно варьирует в зависимости

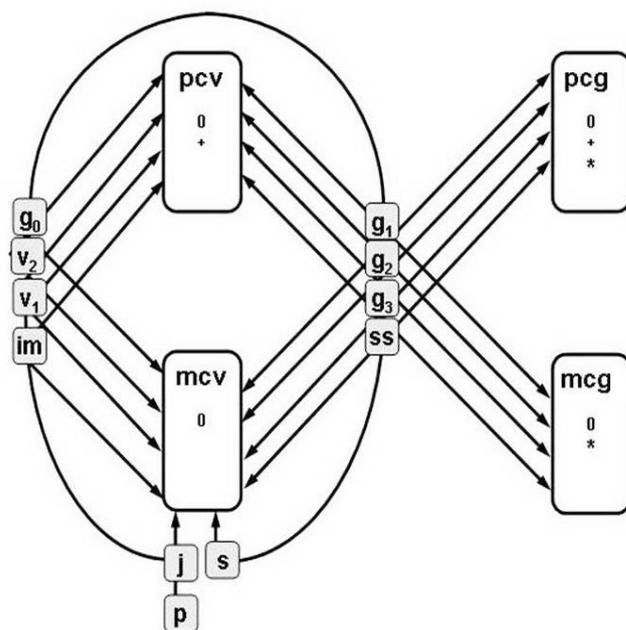


Рис. 1. Гипотетический жизненный цикл организма растения из категории жизненных форм «Столон-образующие» в популяционной системе: онтогенетические группы (*p*, *j*, *im*, *v₁*, *v₂*, *g₀*, *g₁*, *g₂*, *g₃*, *ss*, *s*); морфофункциональные группы (*mcv*, *pcv*, *mcg*, *pcg*); 0 – наличие центра ассимиляции; + наличие нескольких центров побегообразования, * – наличие центра генерации.

от местообитания на разных этапах онтогенеза растения, а это дает право использовать его для диагностики состояния популяционной системы (Актуальные проблемы..., 2012; Федорова, 2008, 2011, 2012, 2013а, 2015а, б; Fedorova, 2015). Определение площади проекции листовой пластинки традиционными способами (весовой и с помощью палетки) – это долгая работа. Конечно, существуют современные методы быстрого определения этого показателя с помощью фотографий, которые обрабатываются определенной компьютерной программой, но для большинства исследователей такие технологии пока еще недоступны. Да и вряд ли нужно вкладывать большие материальные средства для решения достаточно простой задачи. Форма проекции листовой пластинки у растения, как правило, отличается от формы стандартных геометрических фигур, но любую проекцию можно вписать в тот или иной стандарт. Формула расчета площади стандарта фигуры известна, а определить коэффициент коррекции формы проекции листовой пластинки «Coefficient of the correction a leaf plate form (*Ccf*)» для

конкретного вида растения – это дело эксперимента. Данный коэффициент был бы полезен для ботаников по ряду причин: 1) экономит время, 2) не травмирует растение, 3) не портит гербарный материал.

Рассмотрим, например, методику расчета площади проекции листовой пластинки у *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae) и *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) на основе метрических замеров. Для данных растений стандартом фигуры является овал. Определить величину C_{cf} можно по формуле: $C_{cf} = S_1/S$, где a – большой диаметр овала, b – малый диаметр овала, S – площадь проекции листовой, S_1 – площадь овала. При этом известно, что $S_1 = 3,14 ab/4$, а величина S определяется с помощью палетки. Задача исследователя найти линии замеров большого и малого диаметров на листовой пластинке растения. Эта задача была решена ранее (Федорова, 2013a). Для *C. majalis*: 1) большой диаметр соответствует длине пластины; 2) малый – его максимальной ширине. Для *A. europaeum*: 1) большой диаметр соответствует совокупной длине центральной жилки и ее воображаемому продолжению до края пластинки; 2) малый диаметр – ширине пластинки по линии, соединяющей концы жилок, которые лежат перпендикулярно (или с небольшим отклонением от перпендикуляра) к центральной жилке. Рисунок 2 наглядно показывает линии замеров.

Форма листовых пластинок варьирует, поэтому и величина C_{cf} для ряда пластинок будет варьировать (табл. 5). Однако, уровень варьирования

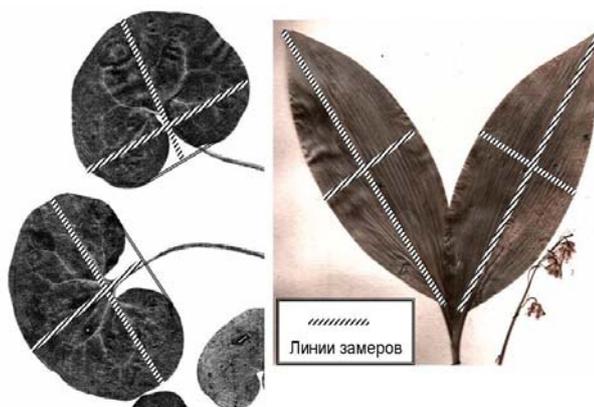


Рис. 2. Линии замеров для расчета площади проекции листовой пластинки у *Asarum europaeum* (слева) и *Convallaria majalis* (справа)

Таблица 5. Статистические параметры, характеризующие коэффициент коррекции формы, для определения площади проекции листовой пластинки у *Convallaria majalis* и *Asarum europaeum* ($n = 25$)

Вид	$M \pm m_M$	Mo	σ	$C_v, \%$	$Lim x_i$	Δ
<i>Convallaria majalis</i>	0,86±0,01	0,88	0,05	5,7	0,73–0,95	0,02
<i>Asarum europaeum</i>	0,99±0,02	0,94	0,09	9,1	0,84–1,25	0,03

коэффициента низкий (5,7 и 9,1 %), и его можно не учитывать. В этом случае среднее арифметическое значение величины C_{cf} – это то, что нужно. Для *C. majalis* $C_{cf} = 0,86$, а для *A. europaeum* $C_{cf} = 0,99$. Таким образом, площадь проекции листовой пластинки можно быстро и легко рассчитать как на гербарном образце, так и на живом растении по метрическим замерам, используя формулу: $S = C_{cf} \times (3,14 ab/4)$. После преобразования формула имеет следующий вид: для *C. majalis* – $S = 0,67ab$; а для *A. europaeum* – $S = 0,77ab$.

5. Этапы проведения популяционного исследования травянистых растений в лесных фитоценозах: Этап 1. Составление геоботанического описания местообитания растения и определение координат в 3-D модели экологической амплитуды местообитаний растений. Этап 2. Отбор контрольных образцов растения, их осмотр и проведение необходимых замеров различных органов. Этап 3. Описание элементов полицентрической модели строения растения с помощью морфологической модели растения. Этап 4. Описание гипотетического жизненного цикла растения в концепции «Полицентрическая модель растения». Этап 5. Статистическая и математическая оценка откликов популяционной системы растения на местообитание. Этап 6. Описание развития гипотетического организма растения в различных местообитаниях. Этап 7. Диагностика состояния популяционной системы растения в природном фитоценозе и прогноз ее развития на ближайшее будущее.

Заключение. Примеры использования представленных методик и концепций в процессе проведения популяционного исследования растений

в лесных фитоценозах представлены в публикациях автора и в разделе данной работы «Литература». Популяризация данной методологии среди научного сообщества позволит снизить субъективную оценку событий и повысить эффективность технологий по разработке мер для рационального использования растительных ресурсов.

Благодарности. Работа выполнена в соответствии с Государственной программой РФ «Повышение конкурентоспособности Казанского федерального университета».

Конфликт интересов. Автор подтверждает, что данные не содержат какого-либо конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

Актуальные проблемы современной биоморфологии / ред Н. П. Савиных. Киров: Радуга-пресс, 2012. 610 с.

Любарский Е. Л. Об оценке проективного покрытия компонентов травостоя // Экология. 1974. № 1. С. 98–99.

Популяционно-онтогенетическое направление в России и ближнем зарубежье: справочное издание / ред. Л. А. Жукова. Тверь: Изд-во ТверГУ, 2018. 440 с.

Федорова С. В. Структура и организация популяций ряда наземно-ползучих растений в разных эколого-фитоценологических условиях: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.05. Казань, 2008. 22 с.

Федорова С. В. Анализ морфофункциональных спектров в модельных популяциях наземно-ползучих растений // Proceedings of institute of Botany, MAS. Ulaanbaatar, 2009. № 21. С. 179–187.

Федорова С. В. Популяционные отклики *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) на смену эколого-фитоценологических факторов // Труды Тигирекского заповедника. 2010. Вып. 3. С. 160–165.

Федорова С. В. Популяционные отклики *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) на смену эколого-ценотических факторов // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы: мат-лы II Междунар. интернет-конф. (Казань, 8–11 ноября 2011 г.). Казань: Изд-во Каз. ун-та, 2011. С. 139–148.

Федорова С. В. Популяционные реакции *Galium odoratum* (L.) Scop. (Rubiaceae) на смену условий местообитания // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14. № 1(7). С. 1872–1878.

Федорова С. Популяционная организация травянистых растений в лесных фитоценозах: *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) и *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae) // LAP LAMBERT Acad. Publish. Germany. 2013a. 116 с.

Федорова С. В. Популяционные отклики *Fragaria vesca* L. (Rosaceae) на смену местообитания в условиях Крайнего Севера // Биоразнообразие экосистем Крайнего Севера: инвентаризация, мониторинг, охрана: мат-лы Всерос. конф. (Сыктывкар, 3–7 июня 2013 г.). Сыктывкар: Ин-т Биологии Коми НЦ УрО РАН, 2013б. С. 140–143.

Федорова С. В. Популяционные отклики *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) на смену эколого-ценотических условий // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира. Минск: Экоперспектива, 2014. С. 267–271.

Федорова С. В. *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae): полицентрическая модель строения организма, морфометрия, продуктивность // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул, 2015a. № 14. С. 308–313.

Федорова С. В. Сезонный ритм развития полицентрических систем в ценопопуляции *Convallaria majalis* L. (Convallariaceae) // Бюл. Ботанического сада-института ДВО РАН. 2015б. Вып. 14. С. 11–27.

Федорова С. В. Методологические основы популяционного исследования растений с вегетативным размножением // V Всерос. геоботаническая школа-конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 4–9 октября 2015 г.): Сб. тез. Санкт-Петербург: Изд-во С-ПбГУ, 2015в. С. 153.

Федорова С. В. Полицентрическая модель растения как инструмент для диагностики популяционной системы // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 115-летию А. А. Уранова (Пенза, 10–14 мая 2016 г.). Пенза: Изд-во ПГУ, 2016а. С. 188–191.

Федорова С. В. Принципы организации популяционного исследования растений, способных к вегетативному размножению // Экологическое краеведение: мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. (Ишим, 16 апреля 2016 г.). Ишим: Изд-во ИПИ, 2016б. С. 73–80.

Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 197 с.

Fedorova S. V. *Asarum europaeum* L. (Aristolochiaceae) cenopopulations in forest: responses to climatic factor // RJPBCS. 2015. V. 6. N 4. P. 2106–2113.

УДК 630*431.2

И. В. Фуряев, В. В. Фуряев

I. V. Furyaev, V. V. Furyaev

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ
ЛЕСОВ ЧЕРЕЗ ПОСЛЕПОЖАРНУЮ СМЕНУ КОРЕННЫХ
СООБЩЕСТВ НА ПРОИЗВОДНЫЕ В СВЯЗИ
С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ РАВНИННЫХ
ЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ
DETERMINATION OF THE LONG-TERM FIRE RESISTANCE OF
FORESTS THROUGH THE POST-FIRE REPLACEMENT OF
INDIGENOUS COMMUNITIES BY DERIVATIVES IN CONNECTION
WITH THE ECOLOGICAL REGIMES OF THE LOWLAND
LANDSCAPES OF THE MIDDLE TAIGA OF CENTRAL SIBERIA**

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН –

обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of
Sciences, Siberian Branch – Solitary Unit V. N. Sukachev Institute of Forest,*

Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

660036, Россия, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: furya_i@mail.ru

Резюме. Применительно к малонаселенной и труднодоступной Тым-ской ландшафтной области – средняя тайга Средней Сибири – анализируется долговременная пожароустойчивость лесов в границах трех равнинных ландшафтов с характерными для них экологическими режимами. В качестве индикатора долговременной пожароустойчивости лесов принято соотношение коренных (не горевших более 200 лет) и производных лиственных лесов в структуре каждого ландшафта. Восемь экологических режимов, такие как: трофность, водность, подвижность, рыхлость, дренируемость, мерзлотность, затопляемость и нарушенность, в комплексе форми-

руют характерный для каждого ландшафта режим почвенного субстрата корнеобитаемого слоя почвы.

В результате анализа установлено, что в ландшафтах Дубчес-Сымской равнины лимитирующее воздействие на развитие древесной растительности оказывает водность почвенного субстрата, которая изменяется от нормальной (B_1) до избыточной (B_2). Вторым лимитирующим режимом является низкая дренируемость почвогрунтов (D_{0-1}), которая даже при избыточной водности и нормальной трофности препятствует поступлению питательных веществ к корнеобитаемому слою почвы. Режим нарушенности земель (H_{0-1}) свидетельствует о достаточно активной хозяйственной деятельности человека в этих местах (рыбалка, охота, заготовка дикоросов).

Данные условия препятствуют формированию природных комплексов с высокой продуктивностью фитоценозов, и, как следствие, отличаются малой горимостью и высокой долговременной пожароустойчивостью. Средняя смена коренных пород на производные в исследуемых ландшафтах составила 20,6 %, что, согласно принятой нами шкале долговременной пожароустойчивости, соответствует высокому ее классу (I).

Summary. With regard to the sparsely populated and remote Tymskya landscape area – middle taiga of Central Siberia – analyzes the long-term fire resistance of forests within the boundaries of the three plain landscapes with their characteristic environmental regimes. As an indicator of long-term fire-resistance of forests, the ratio of indigenous (not burned over 200 years) and the derivatives of deciduous forests in the structure of each landscape was adopted. Eight environmental modes, which are: trophicity, conductivity, mobility, friability, drainability, cryogenic, and flooded by disturbance, in a complex form for each characteristic landscape mode soil substrate root layer of soil. As a result of the analysis, it has been established that in the landscapes of the Dubce-Szyma Plain, the water-content of the soil substrate, which varies from normal (B_1) to excess (B_2), exerts a limiting effect on the development of woody vegetation.

The second limiting mode is poor drainability soil (D₀₋₁), which, even when excess water content and normal trophic, post-captive prevents nutrients to the root zone soil layer. The regime of disturbed lands (H₀₋₁) indicates a fairly active economic activity of humans in these places (fishing, hunting, harvesting of wild plants). These conditions hamper the formation of natural complexes with high productivity of phytocenoses, and, as a result, are distinguished by low burning and high long-term fire resistance. The average change of bedrock to production in the studied landscapes was 20,6 %, which, according to our long-term fire resistance rating, corresponds to its high class (I).

Ключевые слова: долговременная пожароустойчивость, коренные, производные сообщества, смена пород, экологические режимы ландшафтов, дистанционные методы исследований.

Key words: long-term fire resistance, indigenous, derived communities, breed change, ecological landscape modes, remote research methods.

В последние 10–20 лет на Земле участились периоды с аномальными климатическими условиями. В данном случае под ними подразумеваются длительные засухи, вызывающие повышение температуры воздушных масс и сопровождающиеся сильными ветрами и ураганами. Как следствие этого, на территории Сибири и других регионов участились случаи возникновения высокоинтенсивных природных пожаров, зачастую принимающих характер катастрофических. Пожароустойчивость лесов – это способность древесных растений выживать после высокого температурного воздействия при лесном пожаре. При высокой интенсивности лесного пожара практически любое древесное растение погибает. Однако в природе распространены лесные пожары, вызывающие лишь частичную гибель древостоев. Это явление объясняется разной степенью устойчивости древесных пород к огневому воздействию. На современном этапе развития лесной пирологии учеными выявлены основные взаимосвязи между лесо-

водственными признаками древостоев и их устойчивостью к тепловому воздействию. Так, несомненно, основными признаками, определяющими пожароустойчивость, являются возраст древостоев и их диаметр (Мелехов, 1948; Фуряев, 1970; Войнов, Софронов, 1976; Буряк, 2015). Установлено, что в одних и тех же условиях лесного пожара в первую очередь страдают деревья меньшего возраста, так как их крона расположена ближе к земле, а кора не обладает достаточной толщиной, чтобы защитить камбий от сильного повреждения (Молчанов, 1954; Бузыкин, 1975). С другой стороны, имеющие большую крону и диаметр деревья обладают развитыми корневыми лапами, что способствует накоплению больших объемов опада, и они могут в большей степени повреждаться огнем, особенно при повторном пожаре.

В нашем понимании долговременная пожароустойчивость лесов – это сочетание огнестойкости (Шешуков, Пешков, 1984; Цветков, 2004) различных древесных пород и пирофитности лесной формации, которая характеризует способность сообщества переносить и успешно возобновляться после многократного воздействия природных пожаров разной интенсивности, сохраняя, а в некоторых случаях и расширяя, ареал своего местообитания.

В зависимости от вида и интенсивности пожаров, леса могут как сохранять свои идентификационные признаки, так и трансформироваться в гари, т. е. непокрытые лесом земли. Впоследствии на таких землях, как правило, происходит смена пород древесных растений, и коренные сообщества заменяются производными. Таким образом, располагая данными о количественном соотношении коренных и производных сообществ, можно судить о классе долговременной пожароустойчивости лесов.

Объекты и методы исследований

Районом исследования была Кеть-Тымская равнина с кедровыми, еловыми и сосновыми лесами. Данная ландшафтная область географически относится к Западно-Сибирской равнине, которая в свою очередь является одной из ландшафтных стран Красноярского края (Киреев, Сергеева, 1995). Границы района исследований расположены в пределах 60–62° с. ш. и 84–92° в. д. Объектами исследования стали три равнинных ландшафта, по существу занимающие всю территорию района исследований.

При выявлении пожароустойчивости элементарных типологических единиц, таких как – тип леса, насаждение, участок леса, фация, при условии их доступности для наземных исследований возможно определение абсолютного или относительного показателя отпада деревьев после огневого воздействия. Такой метод определения пожароустойчивости предложен и в практическом отношении затруднений не вызывает (Мусин, 1973; Фуряев, 1978; Войнов, Софронов, 1976). Однако для малонаселенных и труднодоступных территорий, каковыми являются большинство природных территориальных комплексов Сибири, такой методологический подход невозможен. В таких случаях возможно применение дистанционных методов диагностики, в частности, через дешифрирование аэро- и космических фотоснимков. Очевидно, что чем крупнее урочище, местность или ландшафт, тем более обобщенно они будут выглядеть на снимках. В таких случаях показатель абсолютного или относительного отпада деревьев не является надежным индикатором для определения пожароустойчивости (Исаев, 1979; Киреев, 1997). Из вышесказанного следует, что поиск такого индикатора является важной практической задачей.

Из публикаций последних десятилетий нам известно, что каких-либо предложений по выбору надежного индикатора класса пожароустойчивости при дистанционных исследованиях ни в мире, ни в России не суще-

ствуется. Важность же определения надежного индикатора пожароустойчивости для дистанционных исследований в границах крупных природных территориальных комплексов (ПТК) не вызывает сомнений. Его выявление создало бы основу для картографирования ПТК, оценки роли пожаров в современном состоянии лесов и их динамики в будущем. Очень важным при выборе индикатора дистанционного определения класса пожароустойчивости являлась бы его возможность в интегрированной форме наиболее полно характеризовать последствия пожаров с учетом лесоводственной и экологической составляющей. Надежность и достоверность такого индикатора трудно переоценить с практической точки зрения, так как классификация ПТК по классам пожароустойчивости, создала бы объективную основу для рационализации ведения лесного хозяйства, включая принятие решения об уровне охраны лесов от пожаров, оптимизации затрат на их обнаружение, профилактику и ликвидацию.

Большинство крупных ПТК Сибири находится на малообжитых и труднодоступных территориях. Опыт собственных многолетних исследований показывает, что в таких условиях объективным и универсальным показателем последствий пожаров, причем действующих на протяжении многих десятилетий, может служить соотношение коренных и производных сообществ. К примеру, если на исследуемой территории 80 % насаждений являются коренными, а 20 % – производными, то уже можно говорить о высоком классе пожароустойчивости насаждений природного территориального комплекса. И, наоборот, если 30 % насаждений занято коренными, а 70 % – производными, то это свидетельствует о низком классе пожароустойчивости. Классы долговременной пожароустойчивости лесов определяются по следующей шкале: 1 (высокий) – площадь производных сообществ составляет от 1 до 30 % площади ландшафта; 2 (средний) – от 31 до 60 % площади; 3 (низкий) от 61 % площади и более (Фуряев, Киреев, Самсоненко, 2015). Оценку долговременной пожароустойчивости в каж-

дом конкретном случае необходимо проводить в сочетании с анализом экологических режимов ПТК. Такой анализ помогает выявить причинно-следственные взаимосвязи и увеличивает объективность оценки долговременной пожароустойчивости насаждений.

В современном понимании экологический режим ПТК – это один из главных интегральных факторов, определяющий его специфичность, и как следствие, лесорастительный эффект. Экологическая оценка проводится по восьми режимам почвенного субстрата, каждый из которых имеет три ступени воздействия (Киреев, 2002; Киреев, Лебедев, Сергеева, 2011; Киреев, Сергеева, 2000). На основании ранее выполненных исследований приводим краткую характеристику экологических режимов почвенного субстрата.

Трофность почвенного субстрата (Т) отражает низкое, нормальное или повышенное содержание питательных веществ в корнеобитаемом слое почвенного субстрата.

Режим водности (В) – показатель обеспечения растительности водой, который зависит от глубины корнеобитаемого слоя почвы, уровня стояния вод, а также от рельефа ландшафта.

Режим рыхлости (Р) отражает структуру почвенного субстрата. Он может варьироваться по составу от скал, гольцов и каменно-глыбовых россыпей с отсутствием рыхлого мелкозема до рыхлого мелкозема, присутствие в котором щебня, камней и глыб не препятствует нормальному развитию древесной растительности.

Очень выраженное воздействие на жизнедеятельность растительных сообществ оказывает режим подвижности (П) субстрата. Подвижность субстрата широко распространена в природе и имеет различное происхождение: аллювиальное, эоловое, дефлюкционное, солифлюкционное, оползневое, делювиальное.

Режим мерзлотности (М) индицирует взаимосвязанные параметры залегания вечной мерзлоты, такие как сплошность, мощность, температура, глубина и длительность сезонного протаивания.

Режим затопляемости (З) отражает длительность периодического сезонного затопления пойм, ложбин стоков талыми или дождевыми водами.

Режим дренажа (Д) отражает вертикальную и горизонтальную скорость движения воды и воздуха в грунте.

Режим нарушенности (Н) лесов – это показатель преобразования земель в результате воздействия антропогенных и других факторов, таких как молнии, ветер, инвазии насекомых и др. В ряде случаев, в результате строительства, мелиорации, ведения сельского хозяйства с раскорчеванием лугов, засорения речь может идти о замещении коренных ПТК производными.

После определения ступеней экологических режимов ландшафта можно вывести формулу экологического режима ландшафта, например: $T_1 \underline{B}_{1-2} P_2 \Pi_0 \underline{M}_{1-2} \underline{Z}_{0-1} D_{0-2} N_0$. Подчеркивание режима означает его лимитирующее воздействие на лесорастительный эффект. Для некоторых ландшафтов экологическая формула может включать не все восемь экологических режимов. Например, режим мерзлотности целесообразно включать в формулу тех ландшафтов, которые расположены внутри криолитозоны, режим рыхлости – в денудационных и горных ландшафтах, а режим подвижности выражен лишь на ландшафтах с сильно выраженным уклоном поверхности.

Ниже нами приведена экологическая оценка земель (табл. 1).

В данной работе оценивалась долговременная пожароустойчивость лесов трех равнинных ландшафтов Кеть-Тымской равнины, а именно Дубчес-Сымский, Кас-Кетьский и Точес-Сымский. В качестве основного индикатора использовалось соотношение коренных и производных сообществ в каждом ландшафте на момент исследований. Анализировалась его взаимосвязь с экологическими режимами исследуемых ландшафтов. Ис-

**Таблица 1. Экологическая оценка земель
(по Д. М. Кирееву, В. Л. Сергеевой, 1995)**

Режим субстрата	Ступени воздействия экологических факторов		
	**T ₀	*T ₁	**T ₂
Трофность	**B ₀	*B ₁	**B ₂
Водность	**P ₀	**P ₁	*P ₂
Рыхлость	*П ₀	**П ₁	**П ₂
Мерзлотность	*M ₀	**M ₁	**M ₂
Затопляемость	*Z ₀	**Z ₁	**Z ₂
Дренаж	**D ₀	**D ₁	*D ₂
Нарушенность	*H ₀	**H ₁	**H ₂

Примечание: * – оптимальная ступень; ** – лимитирующая ступень.

ходные результаты получены авторами в разные годы в ходе наземных и, преимущественно, дистанционных исследований.

Результаты и обсуждение

Ниже приведена таблица 2, в которой отражены площади производных и коренных сообществ исследуемых ландшафтов и ступени присущих им экологических режимов, а также классы долговременной пожароустойчивости.

Таблица 2. Классы пожароустойчивости лесов и их взаимосвязь с послепожарной сменой пород равнинных ландшафтов средней тайги Средней Сибири (Красноярский край)

Номер ландшафта	Сокращенное название ландшафта	Площади сообществ, %		Ступени экологического режима						Класс пожароустойчивости
		коренных	производных	T ₁	B ₁₋₂	P ₂	Z ₀	D ₀₋₂	H ₀₋₁	
5.10.1	Дубчес-Сымская равнина	70	30	T ₁	B ₁₋₂	P ₂	Z ₀	D ₀₋₂	H ₀₋₁	1 (высокий)
5.10.2	Кас-Кетьская равнина	70	30	T ₁	B ₁₋₂	P ₂	Z ₀	D ₁₋₂	H ₀₋₁	1 (высокий)
5.10.3	Точес-Сымская равнина	98	2	T ₁₋₀	B ₁₋₂	P ₂	Z ₀	D ₀₋₁	H ₀₋₁	1 (высокий)

В таблице 2 представлены три ландшафта достаточно близких между собой по площади производных лесов (30, 30 и 2 %) и, соответственно, классам длительновременной пожароустойчивости.

Ландшафт 5.10.1 – Дубчес-Сымская равнина. Как видно из таблицы 2, смена коренных лесов на производные произошла здесь на 30 % лесных земель (березняки – 20 %, осинники – 10 %), что соответствует среднему классу долговременной пожароустойчивости (Фуряев, Киреев, Самсоненко, 2015). Рассмотрим формулу экологического режима данного ландшафта. Она выглядит как: $T_1 \underline{V}_{1-2} P_2 Z_0 \underline{D}_{0-2} \underline{H}_{0-1}$. Подчеркнуты экологические режимы, оказывающие лимитирующее воздействие на развитие древесной растительности. В данном случае это режим водности (V_{1-2}), стремящийся от нормального к избыточному. V_1 – водность достаточная и не препятствует развитию растений, режим V_2 – водность уже избыточная, препятствующая произрастанию лесов высокой производительности. Такой экологический режим характерен для подтопляемых, болотных почв. Следующим экологическим режимом, оказывающим негативное влияние на развитие лесов в данном ландшафте, является режим дренажа. Он, в данном случае, варьируется от D_0 до D_2 , что свидетельствует как о его полном отсутствии (постоянно обводненные безлесные земли, болота, с редколесьями ольхи, березы пушистой), так и нормально дренированных почвах суходолов, прирусловых пойм, проточных ложбин стока с древостоями нормального развития. Очевидно, что в тех фациях, урочищах, где избыточная водность почвенного субстрата сочетается с хорошим вертикальным и горизонтальным дренажем, могут формироваться сосняки, кедрачи, часто с примесью ели. Режим нарушенности (Н) в данном ландшафте определен как H_{0-1} . Это свидетельствует о том, что земли ландшафта хотя и несут на себе выраженные следы антропогенного воздействия, но литогенная основа его не нарушена, и восстановление исходных сообществ возможно. Класс долговременной пожароустойчивости высокий – 1.

В Кас-Кетьской равнине (ландшафт 5.10.2) экологические режимы схожи с предыдущим. Исключением является режим дренажа, имеющий градацию от D_1 до D_2 . Это является свидетельством того, что в данном ландшафте отсутствуют постоянно застойно обводненные земли, и как следствие этого, формирование древостоев нормального развития здесь более вероятно. Два других лимитирующих режима в данном ландшафте были указаны выше. Смена пород здесь выявлена на 30 % площади лесных земель. Класс долговременной пожароустойчивости лесов данного ландшафта высокий – 1.

Ландшафт 5.10.3 – Точес-Сымская равнина. Смена пород произошла здесь всего лишь на 2 % лесных земель. К лимитирующим экологическим режимам в данном ландшафте присоединяется режим трофности T_{1-0} , который свидетельствует о наличии дистрофных субстратов верховых торфяников и перемытых кварцевых песков (безлесных или с редколесьями, криволесьями и рединами). Режим дренажа D_{0-1} свидетельствует о полном отсутствии хорошо дренируемых земель.

Заключение

Средняя смена коренных пород на производные на исследованных нами территориях равнинных ландшафтов подзоны средней тайги Средней Сибири составила 20,6 %, что свидетельствует о высоком классе долговременной пожароустойчивости лесов. Как правило, производные мелколиственные леса возникали на месте бывших сосновых, кедровых (часто с примесью ели) лесов, произрастающих на относительно богатых суглинистых, порой излишне обводненных, чаще плохо дренируемых почвах. Наиболее важными экологическими режимами, лимитирующими развитие древесной растительности для исследуемых ландшафтов, являются излишняя водность почвенного субстрата (B_{1-2}), плохо дренированные почвогрунты (D_{0-1}), а также режим нарушенности земель, свидетельствующий

о достаточно активной хозяйственной деятельности человека (рыбалка, охота, туризм, заготовка дикоросов) на этих территориях (Н₀₋₁). Эти условия препятствуют формированию природных территориальных комплексов с высокой продуктивностью лесных формаций и, как следствие, отличаются малой горимостью и высокой степенью долговременной пожароустойчивости. В то же время почва некоторых лесных земель (ландшафт 5.10.1), несмотря на излишнюю увлажненность, имеет хороший вертикальный и горизонтальный дренаж. На таких участках возможно развитие высокопродуктивных насаждений, в которых велика вероятность возникновения высокоинтенсивных природных пожаров и, как следствие этого, – смена коренных пород на производные на достаточно больших площадях. Такие лесные сообщества могут иметь в будущем средний и даже низкий класс долговременной пожароустойчивости и требуют к себе повышенного внимания со стороны работников лесного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

Бузыкин А. И. Влияние низовых пожаров на сосновые леса Среднего Приангарья // Охрана лесных ресурсов Сибири. Красноярск: ИЛИД СО РАН, 1975. С. 141–153.

Буряк Л. В. Лесообразовательный процесс в нарушенных пожарами светлохвойных насаждениях юга Сибири: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02. Красноярск, 2015. 37 с.

Войнов Г. С., Софронов М. А. Прогнозирование отпада в древостое после низовых пожаров // Современные исследования типологии и пирологии леса. Архангельск, 1976. С. 115–121.

Исаев А. С. Задачи изучения лесов с использованием аэрокосмических средств // Исследование таежных ландшафтов дистанционными методами. Новосибирск: Наука, 1979. С. 3–10.

Киреев Д. М. Методы изучения лесов по аэрофотоснимкам. Новосибирск: Наука, 1997. 212 с.

Киреев Д. М. Лесное ландшафтоведение. – СПб.: Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 2002. 238 с.

Киреев Д. М., Сергеева В. Л. Экологическая оценка и картографирование земель Красноярского края. М., 1995. 33 с.

Киреев Д. М., Сергеева В. Л. Природные территориальные комплексы России. Санкт-Петербург, 2000. 100 с.

Киреев Д. М., Лебедев П. А., Сергеева В. Л. Индикаторы лесов. СПб.: Санкт-Петербургская лесотехническая академия, 2011. 400 с.

Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес. М.–Л., 1948. 126 с.

Молчанов А. А. Влияние лесных пожаров на древостои: Тр. Ин-та леса АН СССР. М.: Изд.-во АН СССР, 1954. Т. 16. С. 314–335.

Мусин М. З. Определение отпада деревьев и методы повышения пожароустойчивости древостоев в борах Казахского мелкосопочника // Горение и пожары в лесу. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1973. С. 278–300.

Фуряев В. В. Влияние грунтовых вод на пожарное созревание заболоченных и болотных лесов Кеть-Чулымского междуречья // Вопросы лесной пирологии. Красноярск, 1970. С. 186–219.

Фуряев В. В. Пожароустойчивость лесов и методы ее повышения // Прогнозирование лесных пожаров. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1978. С. 123–14.

Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. 253 с.

Фуряев В. В., Плешиков Ф. И., Злобина Л. П., Фуряев Е. А. Трансформация структуры и экологических функций лесов Средней Сибири под воздействием пожаров // Лесоведение. 2004. № 3. С. 50–52.

Фуряев В. В., Заблоцкий В. И., Черных В. А. Пожароустойчивость сосновых лесов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 160 с.

Фуряев В. В., Киреев Д. М., Самсоненко С. Д. Идентификация пожароустойчивости лесов Западной Сибири // Лесоведение. 2015. № 1. С. 3–9.

Цветков П. А. Пирофитность лиственницы Гмелина с позиций жизненных стратегий // Экология. 2004. № 4. С. 259–265.

Шешуков М. А., Пешков В. В. О соотношении понятий «огнестойкость», «пожароустойчивость» и «пирофитность» // Лесоведение. 1984. № 5. С. 60–63.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ В СБОРНИКЕ

Рукопись статьи должна быть оформлена в соответствии с техническими требованиями.

При написании рукописи статьи недопустимы утверждения, которые могут задеть национальные и религиозные чувства, являются пропагандой политических убеждений авторов.

1. Рукопись статьи на русском языке представлять в электронной версии (на e-mail: anatoly-lobanov@ksc.krasn.ru) в стандартной форме MS Word (формат*.doc или docx).

2. Названия файлов – по фамилии первого автора (например, Иванов.doc или Иванов и др.doc).

3. Формат листа – А4; поля: левое и верхнее – 3 см, нижнее и правое – 2 см, выравнивание по ширине текста с автоматическим переносом слов, шрифт Times New Roman, кегль 12 пунктов, межстрочный интервал – 1,5, абзацный отступ в тексте – 1,0 см, в числах десятые отделяются знаком «запятая».

4. Латинские названия семейств, родов и видов выделяются курсивом, авторы таксонов – без курсива (например, *Ledum palustre* L.).

5. **Ключевым требованием** для публикации является наличие следующей продублированной **информации на английском языке:**

- ФИО автора (-ов);
- название статьи;
- название учреждения;
- почтовый адрес;
- электронная почта;
- резюме;
- ключевые слова.

6. Пример расположения текста рукописи:

УДК 630.181.28 (выравнивание по левому краю)

К. В. Шестак

(на рус. языке, выравнивание по центру)

K. V. Shestak

(на англ. языке, выравнивание по центру)

Фенологические исследования интродуцентов в дендрарии СибГУ

(на рус. языке, выравнивание по центру)

Phenological investigations of introducents in the arboretum SibSU

(на англ. языке, выравнивание по центру)

Отступ (1 интервал)

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сибирский государственный университет науки и
технологий имени академика М. Ф. Решетнева»*

(выравнивание по правой стороне)

*The Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Siberian
State University of Science and Technology named after Academician
M. F. Reshetnev»*

(на англ. языке, выравнивание по правой стороне)

660049, Россия, Красноярск, пр. Мира, 82

(выравнивание по правой стороне)

E-mail:k_shestak@mail.ru (выравнивание по правой стороне)

Отступ (1 интервал)

Резюме. Представлены результаты многолетних фенологических наблюдений за 28 видами интродуцентов дендрария СибГУ. Установлены особенности наступления фенофаз, определяющих активное состояние растений.

Summary. The results of long-term phenological observations of 28 species of introducents of the arboretum SibSU are presented. Specific fea-

tures of the onset of phenophases, determining an active condition of the plants, are established.

Ключевые слова: Интродуценты, сезонное развитие, адаптация, фенофаза, феногруппа. (курсивом)

Key words: Introducens, seasonal development, adaptation, phenological stage, phenological group. (курсивом)

Отступ (1 интервал)

Основной текст рукописи статьи....

ЛИТЕРАТУРА (выравнивание по центру)

Гунин П. Д. Природные процессы опустынивания аридных экосистем: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. М., 1991. 82 с.

Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Кичильдеев А. Г. Изменчивость кедров сибирского на прививочной плантации // Ботан. исслед. в Сибири. Красноярск: Полицом, 2011. Вып. 11. С. 70–75.

Мерзленко М. Д., Бабич Н. А. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2002. 220 с.

Онучин А. А., Спицина Н. П. Закономерности изменения массы хвои в хвойных древостоях // Лесоведение. 1995. № 5. С. 48–58.

Ярмишко В. Т., Тушигмаа Ж., Цэдэндаш Г., Ярмишко М. А. Восстановление сосновых лесов Монголии лесокультурными методами // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: мат-лы II междунар. конф. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2011. Т. 1. С. 283–284.

РЕГИСТРАЦИОННАЯ КАРТА АВТОРА
(обязательно для автора и всех его соавторов)
В СБОРНИК «БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИБИРИ»
(ВЫПУСК 27)

ФИО полностью (обязательно): _

Место работы (обязательно): _

Ученая степень (при наличии, обязательно): _

Почтовый адрес организации (учреждения), где работает или учится автор (соавтор) (обязательно): _

Домашний адрес автора (соавтора) для отправления ему бесплатно сборника по почте (обязательно): _

Мобильный телефон для связи редактора или секретаря с автором (соавтором) (обязательно, только цифрами): например: +7-933-333-98-43

Телефон рабочий: _

E-mail (обязательно): _

Название статьи (с указанием автора и его соавторов, обязательно):

Например: *Зубарева Е. В., Захарова Т. К. Определение содержания дубильных веществ в дикорастущих растениях.*

После рецензирования рукописи статьи и принятия ее к печати, автору (-ам) будет выслано **второе информационное письмо**, в котором будет сделано сообщение о способах оплаты за публикацию.

*Редколлегия научного сборника
«Ботанические исследования в Сибири»*

СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

<i>Пименов А. В.</i> Предисловие	3
<i>Pimenov A. V.</i> Foreword	3
<i>Гагарин В. А., Кутилин В. А.</i> Опыт разработки электронного путеводителя для посетителей дендрария Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук	5
<i>Gagarin V. A., Kutilin V. A.</i> Experience in developing an electronic guide for visitors to the arboretum of the N. V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences	5
<i>Гнаткович П. С.</i> Подбор оптимального ассортимента древесных растений для повышения эффективности зеленых насаждений г. Братска	9
<i>Gnatkovich P. S.</i> Selection of the optimal assortment of woody plants for increasing the efficiency of green plantings in Bratsk.....	9
<i>Зверева Г. К.</i> Пространственная структура мезофилла хвои у некоторых видов рода <i>Juniperus</i> L. (Сupressaceae)	16
<i>Zvereva G. K.</i> The spatial structure of needle mesophyll in some species of the genus <i>Juniperus</i> L. (Сupressaceae)	16
<i>Зиганшин Р. А.</i> К вопросу о сложной структуре насаждений типов леса	26
<i>Ziganshin R. A.</i> The Question of Complex Forest Stand Structure of Forest Types	26
<i>Кузнецова Н. Е.</i> Древесные интродуценты Лесной дачи МСХА	37
<i>Kuznetsova N. E.</i> Tree introducers of the forest dacha МАА	37
<i>Кытина М. А., Минязева Ю. М.</i> Некоторые биологические особенности <i>Centaurea scabiosa</i> L. как перспективного лекарственного растения при интродукции в Ботаническом саду ВИЛАР	40
<i>Kytina M. A., Minyazeva J. M.</i> Some biological features of <i>Centaurea scabiosa</i> L. as a promising medicinal plant for introduction in the Botanical garden of VILAR	40
<i>Лобанов А. И.</i> Особенности роста защитных лесных насаждений в Республике Тыва	48
<i>Lobanov A. I.</i> Growth Peculiarities of Protective Forest Plantations in Tuva Republic	48

<i>Мелник В. В., Пелях Е. М., Унгуряну И. В.</i> Изучение двух видов <i>Monarda</i> L. в условиях Молдовы	54
<i>Melnic V. V., Peleah E. M., Ungureanu I. V.</i> The study of two species of <i>Monarda</i> L. in the conditions of Moldova	54
<i>Пелях Е. М., Мелник В. В., Унгуряну И. В.</i> Перспективные дикорастущие растения в коллекции Молдавского государственного университета, накапливающие ациклические монотерпеноиды	59
<i>Peleah E. M., Melnic V. V., Ungureanu I. V.</i> Perspective wild plants in the collection of the Moldavian state University, accumulating acyclic compounds	59
<i>Полежаев А. Н.</i> Флора сосудистых растений дальневосточного сектора подзоны арктической тундры	68
<i>Polezhaev A. N.</i> Flora of vascular plants of the Far East arctic tundra subzones	68
<i>Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М.</i> Изучение пигментного состава листьев березы повислой в условиях города Красноярска	90
<i>Suntsova L. N., Inshakov E. M.</i> The study of the pigment composition of leaves of <i>Betula pehdula</i> Roth. in the city of Krasnoyarsk	90
<i>Федорова С. В.</i> Методологические основы популяционного исследования травянистых растений в лесных фитоценозах	98
<i>Fedorova S. V.</i> Methodological bases of population research of herbaceous plants in forest phytocenoses	98
<i>Фуряев И. В., Фуряев В. В.</i> Определение долговременной пожароустойчивости лесов через послепожарную смену коренных сообществ на производные в связи с экологическими режимами равнинных ландшафтов средней тайги Средней Сибири	112
<i>Furyaev I. V., Furyaev V. V.</i> Determination of the long-term fire resistance of forests through the post-fire replacement of indigenous communities by derivatives in connection with the ecological regimes of the lowland landscapes of the middle taiga of Central Siberia	112
Требования к оформлению материалов в сборнике	126
Requirements for the design of materials in the collection	126
Содержание	130
Contents	130

Ботанические исследования в Сибири, вып. 26

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Утверждено к печати:
Красноярским отделением
Русского ботанического общества РАН
Ученым Советом
Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН –
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН

Редактор О. П. Втюрина

Подписано к печати 03.07.2018
Усл. печ. л. 5.18. Формат 60×90 1/16
Бумага офсетная. Печать ризограф.
Тираж 200 экз. Заказ № 519

Отпечатано в типографии ИП Дворядкина И. Д.
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
тел.: (391) 290-72-32
E-mail: darma@akadem.ru