

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

ISSN 2311-1410

Сибирский лесной журнал

Номер 3
Май–Июнь 2025



ФГБУ «Сибирское отделение
Российской академии наук»
Новосибирск

FEDERAL RESEARCH CENTER KRASNOYARSK SCIENTIFIC CENTER
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, SIBERIAN BRANCH
V. N. SUKACHEV INSTITUTE OF FOREST
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, SIBERIAN BRANCH

SIBERIAN JOURNAL OF FOREST SCIENCE

Number 3 May–June 2025

Peer-reviewed Scientific Journal. Established January 2014

Founder: Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch

Published bimonthly, 6 times per year
ISSN 2311-1410 (Print), ISSN 2312-2099 (Online)

Editor-in-Chief

Alexander A. Onuchin
onuchin@ksc.krasn.ru

Associate Editors-in-Chief

Igor M. Danilin, Tamara S. Sedel'nikova
danilin@ksc.krasn.ru, tss@ksc.krasn.ru

Managing Editor

Larisa N. Skripal'schikova
lara@ksc.krasn.ru

Associate Editors

Galina F. Antonova (RF), Natalia E. Antonova (RF), Stanislav P. Arefyev (RF), Sezgin Ayan (Turkey), Vladimir F. Baginskiy (Belarus), Eugene V. Banaev (RF), Yuri N. Baranchikov (RF), Kirsten Barrett (UK), Sergei A. Bartalev (RF), Sergei M. Bebiya (Abkhazia), Alexander I. Belyaev (RF), Vera E. Benkova (RF), Kapitolina S. Bobkova (RF), Jiquan Chen (USA), Tumen N. Chimitdorzhiev (RF), Chimidnyam Dorjsuren (Mongolia), Chultem Dugarjav (Mongolia), Alexey A. Dymov (RF), Steve Eubanks (USA), Svetlana Yu. Evgrafova (RF), Sergey N. Goroshkevich (RF), Irina D. Grodnitskaya (RF), Andrei N. Gromtsev (RF), Georg Guggenberger (Germany), Alexander P. Isaev (RF), Galina A. Ivanova (RF), Vladislav N. Kalaev (RF), Olga V. Kalugina (RF), Vyacheslav I. Kharuk (RF), Alexander V. Kirdyanov (RF), Natal'ya I. Kirichenko (RF), Alexander P. Kovalev (RF), Yuri N. Krasnoshchekov (RF), Konstantin V. Krutovsky (RF, Germany), Alexander M. Kryshen (RF), Konstantin N. Kulik (RF), Andrei N. Kupriyanov (RF), Qinglin Li (Canada), Sune Linder (Sweden), Sergei R. Loskutov (RF), Tatyana A. Moskalyuk (RF), Elena N. Muratova (RF), Sergei V. Osipov (RF), Igor N. Pavlov (RF), Heli Peltola (Finland), Viliam Pichler (Slovakia), Alexander V. Pimenov (RF), Anatoly S. Prokushkin (RF), Olga A. Shapchenkova (RF), Dmitriy G. Schepaschenko (RF, Austria), Christiane Schmulius (Germany), Olga V. Shergina (RF), Alexander S. Shishikin (RF), Svetlana D. Shlotgauer (RF), Anatoly Z. Shvidenko (RF, Austria), Vladimir A. Sokolov (RF), Vladimir V. Soldatov (RF), Vladislav G. Soukhovolsky (RF), Ge Sun (USA), Vyacheslav V. Tarakanov (RF), Alexander N. Tashev (Bulgaria), Elena E. Timoshok (RF), Josef Urban (Czechia), Vladimir V. Usenya (Belarus), Vladimir A. Usoltsev (RF), Eugene A. Vaganov (RF), Viktor I. Voronin (RF), Chuankuan Wang (China), Adam X. Wei (Canada), Yulay A. Yanbaev (RF), Vasily T. Yarmishko (RF)

Leading Editor

Tatyana A. Nikitina

Scientific Editor

Kseniya A. Kryukova

Technical Editor

Tatyana R. Pantyukhina

Address for journal office:

Russian Federation, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50/28
Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Editorial office for the Siberian Journal of Forest Science
Phones: +7 (391) 249-4639; +7 (391) 290-5516; E-mail: lara@ksc.krasn.ru
Web: sibjforsci.com; сибирскийлеснойжурнал.рф

Novosibirsk

Siberian Branch of the Russian Academy of Science

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
ИНСТИТУТ ЛЕСА ИМ. В. Н. СУКАЧЕВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК –
ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН)

СИБИРСКИЙ ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

№ 3 2025 Май–Июнь

Научный журнал. Издается с января 2014 г.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Периодичность – 6 номеров в год
ISSN 2311-1410 (печатное издание), ISSN 2312-2099 (сетевое издание)

Главный редактор
А. А. Онучин

Редакционная коллегия:

Г. Ф. Антонова (РФ), Н. Е. Антонова (РФ), С. П. Арефьев (РФ), С. Аян (Турция), В. Ф. Багинский (Беларусь),
Е. В. Банаев (РФ), Ю. Н. Баранчиков (РФ), К. Баррет (Великобритания), С. А. Барталев (РФ), С. М. Бебия (Абхазия),
А. И. Беляев (РФ), В. Е. Бенькова (РФ), К. С. Бобкова (РФ), Е. А. Ваганов (РФ), Ч. Ван (Китай), А. Х. Вен (Канада),
В. И. Воронин (РФ), С. Н. Горшкевич (РФ), И. Д. Гродницкая (РФ), А. Н. Громцев (РФ), Г. Гуггенбергер (Германия),
И. М. Данилин (*зам. главного редактора*, РФ), Ч. Доржсүрэн (Монголия), Ч. Дугаржав (Монголия), А. А. Дымов (РФ),
С. Ю. Евграфова (РФ), Г. А. Иванова (РФ), А. П. Исаев (РФ), В. Н. Калаев (РФ), О. В. Калугина (РФ), А. В. Кирдянов (РФ),
Н. И. Кириченко (РФ), А. П. Ковалев (РФ), Ю. Н. Краснощеков (РФ), К. В. Крутовский (РФ, Германия), А. М. Крышень (РФ),
К. А. Крюкова (*научный редактор*, РФ), К. Н. Кулик (РФ), А. Н. Куприянов (РФ), Ж. Ли (Канада), С. Линдер (Швеция),
С. Р. Лоскутов (РФ), Т. А. Москалюк (РФ), Е. Н. Муратова (РФ), С. В. Осипов (РФ), Т. А. Никитина (*ведущий редактор*, РФ),
И. Н. Павлов (РФ), Х. Пелтола (Финляндия), А. В. Пименов (РФ), В. Пихлер (Словакия), А. С. Прокушкин (РФ),
Т. С. Седельникова (*зам. главного редактора*, РФ), Л. Н. Скрипальщикова (*отв. секретарь*, РФ), В. А. Соколов (РФ),
В. В. Солдатов (РФ), Г. Сун (США), В. Г. Суховольский (РФ), В. В. Тараканов (РФ), А. Н. Ташев (Болгария),
Е. Е. Тимошок (РФ), Й. Урбан (Чехия), В. В. Усень (Беларусь), В. А. Усольцев (РФ), В. И. Харук (РФ), Д. Чен (США),
Т. Н. Чимитдоржиев (РФ), О. А. Шапченкова (РФ), А. З. Швиденко (РФ, Австрия), О. В. Шергина (РФ),
А. С. Шишкин (РФ), С. Д. Шлотгауэр (РФ), К. Шмulliус (Германия), Д. Г. Щепаченко (РФ, Австрия),
С. Юбанкс (США), Ю. А. Янбаев (РФ), В. Т. Ярмишко (РФ)

Адрес редакции: 660036, Красноярск, Академгородок, 50/28, ИЛ СО РАН
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
Институт леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН)

Редакция «Сибирского лесного журнала»
Телефоны: (391) 249-4639; (391) 290-5516
E-mail: lara@ksc.krasn.ru
Интернет-сайт: сибирскийлеснойжурнал.рф, sibjforsci.com

Новосибирск
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирское отделение Российской академии наук»

© Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2025
© Институт леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН), 2025



Основная тематика журнала:

лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация
структура, динамика и функционирование лесных экосистем
биосферные функции леса, их изменения под влиянием глобальных и региональных
климатических процессов и антропогенных воздействий
география, экология и типология лесов
лесная генетика, селекция и интродукция, дендрология
лесное ресурсоведение, ботаника, этноботаника
лесные культуры
физиология и биохимия лесных растений
биотехнология, древесиноведение, химическая переработка древесины и недревесных продуктов леса
дендрохронологические исследования
лесная гидрология
лесная пирология
лесные зоокомплексы
лесная фитоценология
лесное почвоведение
лесная микробиология
лесная фитопатология и защита леса
лесомелиорация и лесная рекультивация
лесная политика, экономика, управление лесами, лесное законодательство
дистанционные и геоинформационные методы в оценке биосферных функций леса

Журнал представляет собой мультидисциплинарное рецензируемое научное издание, освещающее широкий спектр вопросов лесоведения, лесоводства, лесоустройства, лесной таксации, генетики и селекции, лесной экологии и экономики – наук о сложнейших закономерностях структуры, формирования и развития лесных экосистем и использования лесных ресурсов человеком.

«Сибирский лесной журнал. Siberian Journal of Forest Science» (ISSN 2311-1410 (печатное издание), ISSN 2312-2099 (сетевое издание)) публикуется Федеральным государственным бюджетным учреждением «Сибирское отделение Российской академии наук» на русском и английском языках.

«Сибирский лесной журнал» включен в международные реферативные базы данных: AGRIS, CABI Forest Science Database, CrossRef, DOAJ, ROAD, Ulrichsweb: Global Serials Directory, российскую систему научного цитирования: Научную электронную библиотеку eLibrary.ru, российский индекс научного цитирования (ядро РИНЦ/RSCI), Перечень периодических научных изданий ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Полнотекстовые статьи размещаются на сайте журнала в сети: sibirskijlesnojzhurnal.pf, sibjforsci.com.

«Сибирский лесной журнал» предполагает следующие разделы: «Обзорные статьи», «Исследовательские статьи», «Краткие сообщения», «Рецензии», «Хроника», «Международное сотрудничество». В нем освещаются самые разные вопросы, касающиеся проблем биологического разнообразия лесов на всех уровнях его организации (генетическом, видовом, экосистемном). Публикуются статьи по антропогенной и техногенной трансформации лесных экосистем. Журнал не ограничивается лесными проблемами Сибири, принимает и публикует материалы из различных регионов мира, представляющие общенаучный интерес.

Подготовлено к печати Федеральным государственным бюджетным учреждением
«Сибирское отделение Российской академии наук»

Ведущий редактор Т. А. Никитина

Научный редактор К. А. Крюкова

Дизайн обложки С. Р. Лоскутов

Техническое редактирование и верстка Т. Р. Пантюхина

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство о регистрации средства массовой информации:

Периодическое печатное издание, журнал – ПИ № ФС 77-68699 от 09 февраля 2017 г.

Сетевое издание – ЭЛ № ФС 77-70737 от 15 августа 2017 г.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

Федеральный исследовательский центр

«Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Сдано в набор 26.05.2025. Выход в свет 30.06.2025. Бумага типографская. Формат 60 × 84 1/8

Усл. печ. л. 11.9. Уч.-изд. л. 10.3. Тираж 100 экз. Заказ № 124. Цена свободная.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирское отделение Российской академии наук»
630090, г. Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 17

Отпечатано в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Сибирское отделение Российской академии наук»
630090, г. Новосибирск, Морской просп., 2

Тел.: 8 (383) 330-8466; электронная почта: e.lyannaya@sb-ras.ru; <http://www.sibran.ru>

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СТАТЬИ

УДК 582.282.15

НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ БАЗИДИОМИЦЕТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

ЧАСТЬ 1: АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ (ПОРЯДОК *Aphyllophorales* s. l.) И АГАРИКОИДНЫЕ (ПОРЯДКИ *Russulales*, *Boletales*) ГРИБЫ

О. Е. Крючкова¹, Д. Ю. Павлова², Е. Ф. Тропина²

¹ Сибирский федеральный университет
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

² Национальный парк «Красноярские Столбы»
660006, Красноярск, ул. Карьерная, 26а

E-mail: ivyry@mail.ru, donation333@yandex.ru, tropina-soil@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.02.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Приводятся сведения о новых и редких видах афиллофороидных (*Aphyllophorales* s. l.) и агарикоидных (*Russulales*, *Boletales*) грибов национального парка «Красноярские Столбы». Обнаружено 88 новых видов грибов, для которых приводятся сведения о местонахождении, субстратной приуроченности и времени сбора. Выявлены новые виды охраняемых грибов: аллоклавария пурпуровая (*Alloclavaria purpurea* (O. F. Müll.) Dentinger & D. J. McLaughlin), гиднеллум голубой (*Hydnellum caeruleum* (Hornem.) P. Karst.), млечник древесинный (*Lactarius lignyotus* Fr.), спарассис курчавый (*Sparassis crispa* (Wulfen) Fr.), и новые местонахождения известных ранее охраняемых видов: клавариадельфуса пестикового (*Clavariadelphus pistillaris* (L.) Donk), трутовика лакированного (*Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst.), герициума коралловидного (*Hericium coralloides* (Scop.) Pers.), оннии войлочной (*Onnia tomentosa* (Fr.) P. Karst.), остеины прикрытой (*Osteina obducta* (Berk.) Donk), тремеллодона студенистого (*Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst.).

Ключевые слова: афиллофороидные грибы, агарикоидные грибы, биологическое разнообразие, особо охраняемые природные территории.

DOI: 10.15372/SJFS20250301

ВВЕДЕНИЕ

К важнейшим компонентам экосистем наших лесов относятся грибы-макромицеты, и изучение их видового разнообразия никогда не перестает быть актуальным. Исторически сложилось так, что именно афиллофороидным (*Aphyllophorales* s. l.), а в их числе – прежде всего трутовым макромицетам, чрезвычайно разнообразным как по строению плодовых тел, так и по трофическим предпочтениям, изначально уделялось основное внимание исследо-

вателей микобиоты национального парка (далее НП) «Красноярские Столбы». Первые сведения о биоте трутовиков заповедника (68 видов) опубликовал Л. А. Яворский (1971). Впоследствии они были расширены другими исследователями (Прохненко, 1975; Кошелева, Кутафьева, 2008; Кошелева, 2010; Крючкова, 2015). В результате на данный момент суммарно описано 116 видов афиллофороидных грибов (включая 9 видов гетеробазидиальных). Однако этот список далеко не полон, и представленность различных групп грибов в нем неодинакова. До сих пор крайне

мало информации о клавариоидных грибах заповедника, единичными были находки телефороидных видов, практически не исследованы кортициоидные грибы. И среди трутовиков, чье видовое разнообразие изучено лучше по сравнению с другими группами, есть немало еще неидентифицированных грибов. Также недостаточно изучено видовое разнообразие агарикоидных грибов НП, до сих пор было известно только 5 видов болетовых (*Boletales*) и 13 видов сыроежковых (*Russulales*) (Кошелева, Кутафьева, 2008; Кошелева, 2010).

Особое значение имеет контроль охраняемых видов грибов, новые находки которых на территории НП актуальны для оценки состояния их популяций и разработки мер по охране микобиоты Красноярского края.

Цель данной работы – изучение видового разнообразия афиллофороидных и агарикоидных макромикетов, а также выявление новых местонахождений и оценка встречаемости охраняемых грибов этих групп в национальном парке «Красноярские Столбы».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микобиоту изучали маршрутно-рекогносцировочным методом, в основном в конце августа и начале сентября 2011–2024 гг. Образцы собирали преимущественно в туристско-экскурсионном районе (55.9° с. ш., 92.7° в. д.), в меньшей степени исследованиями были охвачены буферная и заповедная зоны НП. Доминирующими древесными породами в исследованных лесных сообществах НП были сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), в меньшей степени – ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), береза опушенная (*Betula pubescens* Ehrh.) и б. повислая (*B. pendula* Roth), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и ивы (*Salix* spp.). Собранные образцы плодовых тел идентифицировали согласно общепринятым методикам с использованием метода микроскопирования, набора стандартных реактивов и работ отечественных и зарубежных авторов (Сержанина, 1984; Julich, 1984; Gilbertson, Ryvarden, 1986, 1987; Nordic Macromycetes, 1992, 1997; Бондарцева, 1998; Ниемея, 2001; Exeter et al., 2006; Funga Nordica, 2012; и др.). Коллекция

собранных образцов хранится в гербарии НП «Красноярские Столбы».

Для анализа трофической структуры микобиоты использована шкала трофических групп, предложенная А. Е. Коваленко (1980), с некоторыми сокращениями и изменениями:

I. Сапротрофы: на древесине – Le; на подстилке – St; на почве – Hu.

II. Симбиотрофы: микоризообразователи – Mr.

III. Паразиты: факультативные на деревьях и кустарниках – Pd; на грибах – Pm.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В аннотированном ниже списке грибов приведены сведения о типе и состоянии питающего их субстрата, местообитании (растительном сообществе, локация на территории НП), дате обнаружения образца. Простая нумерация используется для впервые выявленных в НП, новых для его территории видов грибов, не подлежащих охране. Знаком (*) отмечены охраняемые виды грибов, как новые для НП, так и ранее известные, для которых дополнительно приводятся время первого их обнаружения на территории НП и сведения о последующих находках или их отсутствии. Номенклатура и сокращение авторов таксонов грибов даны в соответствии с международной электронной базой данных MycoBank (2024).

А ф и л л о ф о р о и д н ы е г р и б ы

Отдел Basidiomycota
Класс Agaricomycetes
Подкласс Agaricomycetidae
Порядок Agaricales
Семейство Clavariaceae

1. *Clavulinopsis helvola* (Pers.) Corner – **клавулинопсис палевый** – в основании ствола кедра, окрестности руч. Нелидовский, у тропы в направлении скалы Верхопуз, 26.07.24. St.

Семейство Phyllotopsidaceae

2. *Macrotyphula contorta* (Holmsk.) Rauschert [= *Typhula fistulosa* (Holmsk.) Olariaga] – **погратик извилистый, макротифула дудковидная** – на подстилке и погруженном веточном опаде на опушке смешанного леса вблизи НПЦ «Нарым», 15.09.17; на подстилке, сосняк, хр. Абатак, 21.09.17. St, Le.

Подкласс Auriculariomycetidae
Порядок Auriculariales
Семейство Exidiaceae

3. *Exidia nigricans* (With.) P. Roberts – эксия чернеющая – на неопознанном валеже, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Le.

4. *E. recisa* (Ditmar) Fr. – э. сжатая – на валеже предположительно осины, пихтарник осочково-разнотравный, скала Дед, 23.08.15. Le.

5. *Guepinia helvelloides* (DC.) Fr. – гепиния гельвеллоидная – на почве – погруженной древесине – у обочины дороги, кордон «Лалетино», 22.08.20. Hu, Le. (рис. 1).

6. * *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst. – тремеллодон студенистый – впервые был выявлен А. П. Кошелевой в 2005 г. (Кошелева, Кутафьева, 2008). Следующие находки: на хвойном валеже, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11. Le. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

Подкласс Phallomycetidae
Порядок Gomphales
Семейство Gomphaceae

7. *Clavariadelphus ligula* (Schaeff.) Donk – клавариадельфус язычковый – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве и подстилке, смешанный лес в окрестностях скальной группы Второй Столб, 12.09.11. Mr.

8. * *C. pistillaris* (L.) Donk – к. пестиковый – о наличии данного вида в НП впервые упоминается в 2005 г. (Красная книга..., 2005). Следующие находки: на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке, мелком веточном опаде, смешанный лес в окрестностях скальной группы Первый Столб, 29.08.14; на почве, смешанный лес осочково-разнотравный, 06.09.16. Mr. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

9. *Phaeoclavulina abietina* (Pers.) Giachini [= *Ramaria abietina* (Pers.) Quél.] – феоклавулина пихтовая – на почве, подстилке, осинник крупнотравный, тропа-серпантин, 08.08.13. Hu, St (Mr).

10. *P. flaccida* (Fr.) Giachini, Mycotaxon – ф. поникшая – на подстилке, сосняк осочко-



Рис. 1. Гепиния гельвеллоидная (фото А. В. Красикова).

во-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Hu, St (Mr).

11. *Ramaria apiculata* (Fr.) Donk – рамария остроконечная – на подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Le.

12. *R. eumorpha* (P. Karst.) Corner [= *R. invalii* (Cotton & Wakef.) Donk] – р. обыкновенная – на подстилке, осинник осочково-разнотравный с примесью пихты, руч. Каменный, 09.08.13. St.

13. *R. flava* (Schaeff.) Quél. – р. желтая – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скальной группы Первый Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке во мхах, смешанный лес, в окрестностях скальной группы Первый Столб, 29.08.14. Hu, St (Mr).

14. *R. pallida* (Schaeff.) Ricken – р. бледная – на почве и подстилке во мхах, осинник осочково-крупнотравный, руч. Каменный, 09.08.13; на почве, сосняк, окрестности скалы Ферма, 26.07.24. Hu, St (Mr).

Подкласс Incertae sedis
Порядок Cantharellales
Семейство Hydnaceae

15. *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers. – вороночник рожковидный – на почве во мху, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве во мхах, пихтарник, окрестности избы «Голубка», 09.09.11; на почве и подстилке у скалы Первый Столб, 14.08.24, 16.08.24. Mr.

16. *C. undulatus* (Pers.) E. Campo & Papetti – **в. извилистый** – на почве у тропы рядом с оголенными корнями деревьев, пихтарник, окрестности избы «Голубка», 09.09.11; на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка» 12.09.11; на почве среди корней и мхов, смешанный лес, окрестности скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

17. *Clavulina cinerea* (Bull.) J. Schröt – **клавулина пепельно-серая** – на почве, пихтарник разнотравный с примесью осины, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на почве и подстилке, окрестности скалы Третий Столб, 18.09.19. Mr.

18. *Sistotrema confluens* Pers. – **систотрема сливающаяся** – на подстилке среди камней, пихтарник крупнотравно-осочковый, 15.09.16; на почве и погруженном валеже предположительно пихты, пихтарник разнотравно-осочковый, 30.08.11. Mr.

Порядок Corticiales Семейство Punctulariaceae

19. *Punctularia strigosozonata* (Schwein.) P. H. B. Talbot – **пунктулярия щетинисто-зональная** – на валеже осины, сосняк с примесью ели, пихты и осины, руч. Медвежий, 22.08.15; на валеже осины, пихтарник разнотравно-осочковый, 29.08.11. Le.

Подкласс Incertae sedis Порядок Hymenochaetales Семейство Hymenochaetaceae

20. *Inonotus leporinus* (Fr.) Gilb. & Ryvar-den – **инонотус заячий** – на сухостое ели, сосняк войниково-разнотравный, Каштаковская тропа, 31.08.12; на замшелом валеже ели, смешанный лес вблизи скалы Первый Столб, 07.09.20. Pd.

21. *Onnia triquetra* (Pers.) Imazeki – **онния треугольная** – на хвойном валеже, осинник с примесью сосны, пихты, березы, окрестности скалы Третий Столб, 03.09.16. Pd.

22. * *O. tomentosa* (Fr.) P. Karst. – **о. войлочная** – впервые был выявлен в 1975 г. (Прохненко, 1975). Следующие находки: на погруженных в почву корнях, пихтарник мохово-разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на погруженных в почву корнях, окрестности скалы Второй Столб, 03.09.16; на погребенном субстрате, долина руч. Большой Инжул, 05.07.21. Ксилотроф. Le. Факультативный сапротроф или паразит ели, реже других хвойных. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

Семейство Rickenellaceae

23. * *Alloclavaria purpurea* (O. F. Müll.) Dentinger & D. J. McLaughlin – **аллоклавария пурпуровая** – на территории НП ранее не встречался. Был выявлен на почве, пихтарник разнотравный в окрестностях кордона «Кандалак», 26.08.17. Mr. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

Подкласс Incertae sedis Порядок Polyporales Семейство Climacocystaceae

24. *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. & Pouzar – **климакоцистис северный** – на пне пихты, сосняк войниково-разнотравный, Каштак, 02.09.12; в основании ствола живой ели, осинник крупнотравно-разнотравный, у дороги к НПЦ «Нарым» от руч. Беркутовский, 11.08.14. Pd.

Семейство Ganodermataceae

25. * *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst. – **трутовик лакированный** – первая находка была сделана А. Л. Яворским (1971) на пне лиственницы. Следующие находки: на неопознанном валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на основании ствола сосны, смешанный лес, окрестности скалы Ермак, 21.07.21. Pd. Внесен в Красную книгу Российской Федерации (2024) и Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

Семейство Laetiporaceae

26. *Laetiporus* cf. *montanus* Cerný ex Tomsovský & Jankovský – **летиפורус горный** – на стволе хвойного дерева, окрестности скальной группы Откликные, 27.07.18; на живой сосне, у тропы между скалой Дед и Ельничной Рассохой, 17.06.21; на стволе живой лиственницы рядом с лестницей на скальную группу Первый Столб, 11.07.2022; на сухостое лиственницы, долина р. Базаиха, левый берег долины руч. Медвежий, 24.07.24. Pd.

Долгое время дереворазрушитель – трутовик серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill) считался широко распространенным экологически пластичным видом, заселяющим раз-

личные древесные породы. Однако относительно недавно было признано, что это – не единый вид, а комплекс видов, схожих по морфологическим признакам, но хорошо дифференцированных по экологическим и молекулярно-генетическим особенностям (Tomšovský, Jankovský, 2008; Song et. al., 2014; Song, Cui, 2017). Трутовик серно-желтый приурочен к деревьям лиственных пород преимущественно в бореальных лесах Северного полушария. На хвойных породах в Евразии (Центральная Европа, Восточная Азия) выявлен летипорус горный (морфологически схожий с трутовиком серно-желтым), причем предполагалось, что этот гриб может быть распространен в Сибири и на Дальнем Востоке России (Tomšovský, Jankovský, 2008).

Проведенные в НП исследования показали, что на его территории род *Laetiporus* до сих пор выявлялся только на деревьях хвойных пород, преимущественно на лиственнице, и ни единой его находки не было приурочено к березе, осине или другим покрытосеменным древесным растениям. На лиственнице А. Л. Яворским (1971) был впервые обнаружен гриб, определенный им как трутовик серно-желтый. Поэтому, вероятно, все его известные на текущий момент немногочисленные находки можно считать летипорусом горным. Наличие в НП трутовика серно-желтого должно быть подтверждено его обнаружением на лиственных породах деревьев.

Семейство Meruliaceae

27. *Climacodon septentrionalis* (Fr.) P. Karst. – климакодон северный – на сухостое березы в каменных развалах скальной группы Первый Столб, 14.08.24. Pd.

28. *Metuloidea murashkinskyi* (Burt) Miettinen & Spirin [= *Steccherinum murashkinskyi* (Burt) Maas Geest.] – метулоидея Мурашкинского – на валеже березы, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 27.08.17. Le.

29. *Phlebia radiata* Fr. – флебия радиальная – на сухостое осины, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ Нарым, 11.08.14. Le.

Семейство Polyporaceae

30. * *Polyporus umbellatus* (Pers.) Fr. – трутовик зонтичный – имеется упоминание А. П. Кошелевой (2010) о находке данного вида А. Л. Яворским. В настоящее время других ме-

стонахождений данного вида в НП не известно. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 2 (V), статус: уязвимый, исчезающий вид. Pd. Факультативный паразит со слабой патогенной активностью преимущественно на древесине лиственных пород.

Семейство Postiaceae

31. *Amylocystis lapponica* (Romell) Bondartsev & Singer – амилоцистис лапландский – на хвойном валеже (предположительно пихты), пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 26.08.17. Le.

32. * *Osteina obducta* (Berk.) Donk [= *Polyporus osseus* Kalchbr.] – остеина прикрытая – впервые был выявлен А. Л. Яворским (1971), упоминается о сборах этого гриба с сосны и лиственницы. Вторая находка этого вида (несколько плодовых тел) была сделана в 2023 г. у пешеходной тропы на почве (возможно на погребенной древесине или корнях деревьев), в окружении присутствовали живые деревья сосны и лиственницы, вблизи скалы Первый Столб, 04.08.23. Pd (рис. 2).

Ксилотроф, факультативный паразит, на корнях, пнях и валеже преимущественно лиственницы, реже сосны и других хвойных деревьев. Вид внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: вид с неопределенным статусом.

33. *Postia balsamea* (Peck) Jülich – постия бальзамическая – на основании ствола живой лиственницы, пихтарник крупнотравно-осочковый в окрестностях НПЦ «Нарым», 15.09.16. Pd.



Рис. 2. Остеина прикрытая (фото О. Е. Крючковой).

34. *Resupinopostia lateritia* (Renvall) B. K. Cui & Shun Liu [= *Postia lateritia* Renvall] – **резупинопостия кирпично-красная** – на хвойном валеже, сосняк разнотравный в окрестностях кордона «Кандалак», 27.08.17. Le.

Семейство Sarcoporiaceae

35. *Sarcoporia polyspora* P. Karst. [= *Parmastomyces mollissimus* (Maire) Pouzar] – **пармастомицес мягчайший** – на хвойном валеже, сосняк с примесью ели и пихты, руч. Медвежий, 22.08.15. Le.

Семейство Sparassidaceae

36. * *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. – **спарассис курчавый** – в литературных источниках, посвященных микобиоте НП, этот вид ранее не приводился. Выявлен в основании ствола живой сосны у тропы, окрестности избы «Музеянка», 13.09.16; в основании ствола живой сосны у тропы на г. Абатак (2 км от кордона «Намурт»), 20.07.2017; на погруженных корнях сосны, у тропы к избе «Калтатская», 09.08.17; на комле сосны, смешанный лес, окрестности избы «Голубка», 31.08.19; у ствола сосны, окрестности избы «Вигвам», 10.10.19; на почве (корнях), сосняк зеленомошный, Каштаковская тропа, 18.09.24. Pd. Факультативный паразит, растет на корнях или в основании стволов деревьев хвойных пород. Внесен в Красную книгу Российской Федерации (2024) и Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид с сокращающейся численностью и разорванным ареалом.

Подкласс Incertae sedis Порядок Russulales Семейство Hericiaceae

37. * *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. – **герициум коралловидный** – впервые выявлен А. П. Кошелевой в 2003 г. (Кошелева, Кутафьева, 2008), упоминается о массовом его плодоношении в 2004 г. в окрестностях скалы Первый Столб. В 2011–2024 гг. отмечается здесь практически каждый год. Ежегодно встречается в различных типах лесов НП с примесью осины и березы, чаще выявляется на валеже осины средней и поздней стадий деструкции. Le, Pd. Сапротроф, редко факультативный паразит на древесине лиственных пород. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

Семейство Stereaceae

38. *Stereum rugosum* Pers. – **стереум морщинистый** – на валеже осины, осинник осочково-крупнотравный, руч. Каменный, 09.08.13; на валеже осины, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 11.08.14; на валеже осины, сосняк с примесью пихты разнотравно-крупнотравный, у тропы на скалу Олимп, 11.08.15. Pd.

39. *S. sanguinolentum* (Alb. & Schwein.) Fr. – **с. краснеющий** – на хвойном валеже, сосняк зеленомошно-разнотравный, скала Ферма, 12.09.11; на живой ели, сосняк разнотравный, скала Манская стенка, 12.09.11; на валеже пихты, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 25.08.17; на валеже пихты, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 11.08.14. Pd.

Подкласс Incertae sedis Порядок Sebaciales Семейство Sebacinaceae

40. *Ditangium cerasi* (Schumach.) Costantin & L. M. Dufour – **дитангиум вишневый** – на валеже черемухи, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скалы Третий Столб, 12.08.11; на валеже черемухи, смешанный лес в окрестностях скалы Второй Столб, 19.09.19. Le.

41. *Sebacina incrustans* (Pers.) Tul. & C. Tul. – **себацина инкрустирующая** – на почве и корнях сосны у тропы, окрестности скалы Первый Столб. 26.07.24. Mr.

Подкласс Incertae sedis Порядок Thelephorales Семейство Bankeraceae

42. * *Boletopsis leucomelanea* (Pers.) Fayod – **болетопсис черно-белый** – есть упоминание о находке данного вида А. Л. Яворским (Кошелева, 2010), но в последующее время в НП он больше не выявлялся. Mr. Внесен в Красную книгу Российской Федерации (2024) и Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

43. * *Hydnellum caeruleum* (Hornem.) P. Karst. – **гиднеллум голубой** – на территории НП ранее не встречался. Был выявлен: на почве, сосняк чернично-зеленомошный, окрестности избы «Музеянка», 03.09.16; на почве, сосняк зеленомошный, берег руч. Бабский Калтат, 13.08.19; на почве во мхах, сосняк зеленомошный, пробная площадь «Каллипсо», 25.07.24.

10.08.24. Mr. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

44. *Sarcodon scabrosus* (Fr.) P. Karst. – **саркодон шероховатый** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

Семейство Thelephoraceae

45. *Thelephora palmata* (Scop.) Fr. – **телефора пальчатая** – на почве у тропы, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак» 28.08.17; на почве и подстилке, пихтарник разнотравно-осочковый с примесью осины, у тропы к скале Митра, 29.08.11; на почве у тропы к кордону «Верхнее Слизнево» (нижняя часть руч. Таволожный), 01.08.24. Mr.

46. *T. penicillata* Lloyd – **т. кисточковидная** – на почве и подстилке, пихтарник разнотравно-осочковый с примесью осины, у тропы к скале Митра, 29.08.11. Mr.

47. *T. terrestris* Ehrh. ex Fr. – **т. наземная** – на почве рядом с корнями сосны у скалы Дед, пихтарник осочково-разнотравный, 23.08.15; на почве у сосны сибирской, территория НПЦ «Нарым», август 2020; на почве у корней сосны обыкновенной вблизи скалы Первый Столб, 14.08.24. Mr.

Класс Dacrymycetes Подкласс Incertae sedis Порядок Dacrymycetales Семейство Dacrymycetaceae

48. *Femsjonia peziziformis* (Lév.) P. Karst. [= *Ditiola peziziformis* (Lév.) D. A., Reid] – **фемсиония пещициевидная** – валеж пихты, пихтарник осочково-крупнотравный, 10.08.11; валеж пихты, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скалы Третий Столб, 22.08.11; валеж пихты, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 30.08.14. Le.

Агарикоидные грибы

Отдел Basidiomycota Класс Agaricomycetes Подкласс Agaricomycetidae Порядок Boletales Семейство Boletaceae

49. *Boletus edulis* Bull. – **белый гриб настоящий** – на почве, смешанный лес между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.14;

на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Второй Столб, 19.09.19; на почве в траве у скалы Первый Столб, 07.08.2023; на почве, смешанный лес в окрестностях НПЦ «Нарым», 16.18.24; на почве, осиник, фенологическая площадка «Нарым», 16.18.24. Mr.

50. *Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille – **перечный гриб** – на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности скалы Ферма, 12.09.11; на почве у скалы Первый Столб, 07.09.20, 30.08.22; на почве под корнями березы, у скалы Третий Столб, 28.08.21. Традиционно считается микоризообразователем (Mr), однако есть предположения о способности этого гриба паразитировать (Pm) на мицелии мухомора красного (*Amanita muscaria* (L.) Lam.) (Nuhn et al., 2013).

51. *Leccinum* cf. *albastipitatum* den Bakker & Noord el. – **подосиновик белоножковый** – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 12.08.14. Mr.

52. *L. aurantiacum* (Bull.) Gray – **п. красный** – на почве, смешанный лес, окрестности скалы Первый Столб, 14.08.24. Mr.

53. *L. scabrum* (Bull.) Gray – **подберезовик обыкновенный** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

54. *L. variicolor* Watling – **п. разноцветный** – на почве у скалы Первый Столб, 14.08.24. Mr.

55. *L. versipelle* (Fr. & Hök) Snell – **подосиновик желто-бурый** – на почве, в траве у скалы Третий Столб, 07.08.23; на почве, смешанный лес, руч. Беркутовский, 21.09.23; на почве, смешанный лес, окрестности НПЦ «Нарым», 14.08.24. Mr.

Семейство Gomphidiaceae

56. *Chroogomphus rutilus* (Schaeff.) O. K. Mill. – **мокруха пурпуровая** – на почве у скалы Третий Столб, 18.09.19. Традиционно считается микоризообразователем (Mr), однако есть предположения о способности этого гриба паразитировать (Pm) на мицелии грибов рода *Suillus* (Olsson et al., 2000).

57. *Gomphidius glutinosus* (Schaeff.) Fr. – **м. еловая** – на почве под корнями старого пня, вблизи скалы Первый Столб, 07.09.20. Mr.

58. *G. maculatus* (Scop.) Fr. – **м. пятнистая** – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, смешанный лес, обочина дороги к НПЦ «Нарым», 10.08.15 Mr.

Семейство Hygrophoropsidaceae

59. *Hygrophoropsis aurantiaca* (Wulfen) Maire – **лисичка ложная** – на почве, сосняк вейниково-разнотравный, Каштаковская тропа, 31.08.12. Сапротроф на почве, подстилке и гниющей древесине. Hu, St, Le.

Семейство Suillaceae

60. *Boletinus asiaticus* Singer – **болетинус азиатский** – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве во мхах, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Музеянка», 03.09.16; на почве, у скалы Первый Столб, 07.09.20. Mr.

61. *Psiloboletinus lariceti* (Singer) Singer – **псилоболетинус лиственничный** – на почве, сосняк разнотравный, окрестности скалы Олимп, 11.08.15; на почве, окрестности НПЦ «Нарым», 19.08.19. Mr.

62. *Suillus acidus* (Peck) Singer – **масленок кислый** – на почве, долина р. Калтат, окрестности избы «Музеянка», пихтарник чернично-зеленомошный, 30.08.11; на почве вблизи скалы Третий Столб, 23.08.21. Mr.

63. *S. sibiricus* (Singer) Singer – **м. сибирский** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве, осинник осочково-крупнотравный, пробная площадь Каменный ручей, 09.08.13; на почве, на территории НПЦ «Нарым», 15.09.17. Mr.

64. *S. cavipes* (Klotzsch) A. H. Sm. & Thiers – **м. полоножковый** – на почве под корнями лиственницы, у скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

65. *S. clintonianus* (Peck) Kuntze – **м. Клинтона** – на почве, сосняк осочково-разнотравный в окрестностях НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве у скалы Первый Столб, 18.09.20, 09.09.23; на почве у скалы Третий Столб, 23.08.21; на почве, осинник, фенологическая площадь «Нарым», 16.08.24. Mr.

66. *S. grevillei* (Klotzsch) Singer – **м. лиственничный** – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 09.09.11; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 11.08.15. Mr.

67. *S. placidus* (Bonord.) Singer – **м. белый** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

68. *S. punctipes* (Peck) Singer – **м. кедровый точечноножковый** – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 29.08.14. Mr.

69. *S. spraguei* (Berk. & M. A. Curtis) Kuntze – **м. раскрашенный** – на почве, у скалы Третий Столб, 23.08.21. Mr.

70. *S. variegatus* (Sw.) Richon & Roze – **м. желто-бурый** – на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 29.08.11; на почве, сосняк разнотравный в окрестностях скалы Митра, 29.08.11; на почве, сосняк вейниково-разнотравный, Каштаковская тропа, 31.08.12. Mr.

71. *S. viscidus* (L.) Roussel – **м. серый** – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 29.08.11; на почве, смешанный лес, в окрестностях скалы Первый Столб; на почве, обочина дороги к НПЦ «Нарым», 16.08.24. Mr.

Семейство Tapinellaceae

72. *Tapinella atrotomentosa* (Batsch) Šutara – **свинушка толстая** – у основания соснового пня, смешанный лес, окрестности избы «Калтатская», 19.08.21. Le

Подкласс Incertae sedis

Порядок Russulales

Семейство Russulaceae

73. *Lactarius mitissimus* (Fr.) Fr. – **млечник оранжевый, неедкий** – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скалы Третий Столб, 05.09.16; на почве, смешанный лес в окрестностях НПЦ «Нарым», 15.09.17; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 14.08.24. Mr.

74. *L. fuliginosus* (Fr.) Fr. – **м. буроватый** – на почве, смешанный лес, окрестности скалы Ферма, 12.09.11. Mr.

75. *L. glyciosmus* Fr. – **м. ароматный** – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скалы Третий Столб, 05.09.16; 05.09.16; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 07.09.20. Mr.

76. *L. helvus* (Fr.) Fr. – м. серо-розовый – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, у скалы Первый Столб, 06.09.16, 23.08.21. Mr.

77. * *L. lignyotus* Fr. – м. древесинный, бу-
рый – на территории НП ранее не встречался. Был выявлен: на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на почве и погребенной древесине, сосняк разнотравно-осочковый, окрестности скалы Манская стенка, 12.09.11. Mr. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид.

78. *L. resimus* (Fr.) Fr. – м. настоящий – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 09.09.23. Mr.

79. *L. spinosulus* Qué. & Le Breton – м. шиповатый – на почве и подстилке, смешанный лес в окрестностях НПЦ «Нарым», 06.09.16. Mr.

80. *L. tabidus* Fr. – м. чахлый – на почве, пихтарник осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник крупнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве и подстилке, окрестности скалы Первый Столб, 06.09.16, 08.09.22. Mr.

81. *L. torminosus* (Schaeff.) Pers. – м. диарейный, волнушка розовая – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, осинник, фенологическая площадка «Нарым», 16.08.24. Mr.

82. *L. trivialis* (Fr.) Fr. – м. обыкновенный – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Mr.

83. *L. uvidus* (Fr.) Fr. – м. мокрый – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве у тропы вблизи скалы Первый Столб, 23.08.21. Mr.

84. *L. vietus* (Fr.) Fr. – м. блеклый – на почве у тропы вблизи скалы Второй Столб, 19.08.19. Mr.

85. *Lactifluus piperatus* (L.) Kuntze [= *Lactarius piperatus* (L.) Pers.] – м. перечный – на почве, осинник, фенологическая площадка «Нарым», 16.08.24. Mr.

86. *L. vellereus* (Fr.) Kuntze [= *Lactarius vellereus* (Fr.) Fr.] – м. войлочный, скрипица – на почве, пихтарник чернично-зеленомошный, 17.08.11. Mr.

87. *Russula aeruginea* Lindblad ex Fr. – сыроежка зеленая – на почве, сосняк осочко-

во-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Mr.

88. *R. albonigra* (Krombh.) Fr. – с. бело-черная, подгруздок бело-черный – на почве у скалы Первый Столб, 16.08.24. Mr.

89. *R. alutacea* (Pers.) Fr. – с. зелено-красная – на почве, сосняк крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым» 10.08.11; на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 18.09.20. Mr.

90. *R. puellaris* Fr. – с. девичья – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

91. * *R. chloroides* (Krombh.) Bres. – с. зеленоватопластинковая, подгруздок зеленоватопластинковый – на почве вблизи скалы Первый Столб, 04.08.23. Mr.

92. *R. cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. – с. сине-желтая – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.21. Mr.

93. *R. decolorans* (Fr.) Fr. – с. сереющая – на почве, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности скалы Третий Столб, 23.08.21. Mr.

94. *R. delica* Fr. – с. приятная, подгруздок белый – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, у скалы Первый Столб, 23.08.21. Mr.

95. *R. emetica* (Schaeff.) Pers. – с. жгучеядкая – на почве, сосняк зеленомошно-чернично-разнотравный, окрестности скалы Митра, 29.08.11; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 04.08.23. Mr.

96. *R. exalbicans* (Krapf) Melzer [= *Russula pulchella* I. G. Borshch.] – с. выцветающая – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 04.08.23. Mr.

Всего в данной статье приведено 88 новых для НП видов грибов: 40 видов афиллофороидных (в том числе 6 тремеллоидных), 24 сыроежковых, 24 болетовых.

Многие из них относились к таксонам, ранее не известным для изучаемой территории. Так, ранее не упоминались для НП грибы порядков Corticiales и Sebaciales, семейств Climacocystaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoropsidaceae, Punctulariaceae, Rickenellaceae, Sarcoporiaceae, Sebacinaceae, Sparassidaceae, Tapinellaceae, Thelephoraceae. Впервые выявлены в НП 29 новых родов афиллофороидных, болетовых и сыроежковых грибов, в пределах которых по одному виду включают в себя роды

Alloclavaria, Amylocystis, Boletinus, Chalciporus, Chroogomphus, Climacocystis, Climacodon, Ditan-gium, Femsjonina, Guepinia, Hydnellum, Hygro-phoropsis, Metuloidea, Phlebia, Psiloboletinus, Punctularia, Resupinopostia, Sarcodon, Sarcopo-ria, Sebacina, Sistotrema, Sparassis, Tapinella, по 2 – *Craterellus, Gomphidius, Lactifluus, Phaeo-clavulina*, 3 – *Thelephora*, 5 – *Leccinum*. Значи-тельно возросло число видов из ранее известных в НП родов *Lactarius, Ramaria, Russula, Suillus*.

Новые виды существенно расширили сведе-ния о разнообразии морфологических групп в составе афиллофороидных грибов НП, к их чис-лу добавилось 12 клавариоидных, 8 пороидных, 4 кортициоидных, 5 гидноидных, 2 кантарелло-идных, 3 телефороидных и 6 тремеллоидных видов.

Большинство выявленных новых видов ши-роко распространены в бореальных лесах Рос-сии, однако на территории НП они встречаются относительно редко. Многие из приведенных в списке видов известны лишь по немногочис-ленным, часто единичным, находкам. Среди них отмечаются и действительно редкие виды: к примеру, в НП немногочисленны находки пси-лоболетинуса лиственничного, метулоидеи Му-рашкинского (редкие в мире), пармастомицеса мягчайшего, дитангиума вишневого (редких в мире и в России), фемсионии пецициевидной, постии бальзамической, оннии треугольной, масленка кедрового точечноножкового (редких в России), гепинии гельвеллоидной (редкой в Сибири). Обычными в лесах НП среди описы-ваемых в данной статье грибов следует считать некоторых представителей семейств Russulaceae (сыроежка жгучеедкая, волнушка розовая, млеч-ник чахлый и др.), Boletaceae (подберезовик обыкновенный) и Suillaceae (болетинус азиат-ский, масленки лиственничный и серый).

Изучение микобиоты НП позволило выявить новые местонахождения охраняемых видов гри-бов и добавить к известным 8 еще 4 новых вида: аллоклаварию пурпуровую, гиднеллум голубой, спарассис курчавый и млечник древесинный.

К сожалению, оценить состояние ранее из-вестных популяций охраняемых грибов НП не представляется возможным, так как не известны точные координаты их ранее выявленных место-обитаний. Но можно проанализировать встре-чаемость охраняемых видов, оценивая ее в НП в настоящее время.

Так, практически ежегодно встречается ге-рициум коралловидный. Не являются уникаль-

ным событием и находки плодовых тел спарас-сиса курчавого, скорее удивительно отсутствие упоминаний об этом крупном и привлекающем внимание грибе в ранее издававшихся трудах о микобиоте заповедника. Неоднократно выяв-лялись клавариадельфус пестиковый, гиднел-лум голубой и онния войлочная.

Пока известны всего три находки трутовика лакированного, две – тремеллодона студени-стого, и, после долгого перерыва, только через 49 лет была сделана вторая в истории НП наход-ка остеины прикрытой. Приведенные А. П. Ко-шелевой (2010) сведения о болетопсисе черно-белом и трутовике зонтичном (с упоминанием о сборе и определении образцов А. Л. Яворским) более в НП не подтверждались. Единственными на данный момент стали сделанные нами недав-но находки аллоклаварии пурпуровой и млечни-ка древесинного. Всего в Красную книгу Крас-ноярского края (2022) внесены 77 видов грибов. Как показали проведенные исследования, на территории НП когда-либо были отмечены или встречаются и в настоящее время 12 видов ох-раняемых грибов, принадлежащих к порядкам Aphyllophorales s. l. и Russulales, из них 3 вида внесены в Красную книгу Российской Федера-ции (2024). Следовательно, НП «Красноярские Столбы» участвует в выполнении важной зада-чи в деле сохранения редких грибов не только Красноярского края, но и России в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные данные о ви-довом разнообразии грибов НП «Краснояр-ские Столбы» значительно расширяют общее представление о микобиоте данной террито-рии. В результате проведенных исследований список микобиоты НП пополнился 88 видами макромикетов, принадлежащих к порядкам Aphyllophorales s. l., Russulales и Boletales, в том числе и 4 видами, подлежащими охране. Анализ встречаемости охраняемых видов показал, что среди них на территории НП наиболее распро-странен герициум коралловидный. Прочие виды встречаются очень редко, вплоть до единичных, более не повторявшихся находок.

Авторы искренне благодарны В. С. Пахомо-ву, С. Г. Яськовой, И. Г. Кириллову, Н. В. Гон-чаровой, Е. Б. Андреевой, А. М. Хританкову, А. В. Красикову, И. В. Очкасу за помощь в сборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок Афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998. Вып. 2. 391 с.
- Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микол. фитопатол. 1980. Т. 14. № 4. С. 300–314.
- Кошелева А. П. Конспект миксомицетов и грибов // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 2010. Вып. 18. С. 5–21.
- Кошелева А. П., Кутафьева Н. П. Макромицеты государственного заповедника «Столбы» (1916–2005) // Новости систематики низших растений. 2008. Т. 42. С. 88–103.
- Красная книга Красноярского края: Растения и грибы. В 2-х т. Красноярск: Поликом, 2005. Т. 2. 368 с.
- Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / отв. ред. Н. В. Степанов. 3-е изд. Красноярск: СФУ, 2022. Т. 2. 762 с.
- Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / отв. ред. д-р биол. наук Д. В. Гельтман. 2-е изд. М.: ВНИИ «Экология», 2024. 944 с.
- Крючкова О. Е. К изучению ксилотрофных макромицетов государственного природного заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 2015. Вып. 20. С. 135–147.
- Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Norrlinia. Хельсинки: Ун-т Хельсинки, 2001. Т. 8. 120 с.
- Прохненко Т. А. К списку грибов заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 1975. Вып. 10. С. 32–42.
- Сержанина Г. И. Шляпочные грибы Белоруссии: определитель и конспект флоры. М.: Наука и техника, 1984. 407 с.
- Яворский А. Л. Трутовые грибы заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 1971. Вып. 8. С. 135–140.
- Exeter R. L., Norvell L. L., Cazares E. Ramaria of the Pacific Northwestern United States. USDI-BLM, Salem, Oregon, 2006. 157 p.
- Funga Nordica: Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera / H. Knudsen and J. Vesterholt (Eds.). Copenhagen: Nordsvamp, 2012. 1085 p.
- Gilbertson R. L., Ryvarden L. North American polypores. V. 1. Abortiporus – Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 1986. P. 1–433.
- Gilbertson R. L., Ryvarden L. North American polypores. Oslo: Fungiflora, 1987. V. 2: Megasperoporia – Wrightoporia. P. 437–885.
- Julich W. Die Nichtblätterpilze, Galterpilze und Bauchpilze. Aphyllophorales, Heterobasidiomycetes, Gasteromycetes. Kleine Kryptogamenflora. Stuttgart, New York: VEB Gustav Fischer Verlag, 1984. Bd IIb/1: Basidiomyceten. 626 S.
- Mycobank, 2024. <http://www.mycobank.org>
- Nordic Macromycetes. / L. Hansen and H. Knudsen (Eds.). Copenhagen: Nordsvamp, 1992. V. 2: Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales. 474 p.
- Nordic Macromycetes. / L. Hansen and H. Knudsen (Eds.). Copenhagen: Nordsvamp, 1997. V. 3: Heterobasidioid, Aphyllophoroid and Gasteromycetoid basidiomycetes. 444 p.
- Nuhn M. E., Binder M., Taylor A. F. S., Halling R. E., Hibbett D. S. Phylogenetic overview of the Boletineae // Fungal Biol. 2013. V. 117. Iss. 7–8. P. 479–511.
- Olsson P. A., Münzenberger B., Mahmood S., Erland S. Molecular and anatomical evidence for a three-way association between *Pinus sylvestris* and the ectomycorrhizal fungi *Suillus bovinus* and *Gomphidius roseus* // Mycol. Res. 2000. V. 104. Iss. 11. P. 1372–1378.
- Song J., Chen Y., Cui B., Liu H., Wang Y. Morphological and molecular evidence for two new species of *Laetiporus* (Basidiomycota, Polyporales) from southwestern China // Mycologia. 2014. V. 106. Iss. 5. P. 1039–1050.
- Song J., Cui B. K. Phylogeny, divergence time and historical biogeography of *Laetiporus* (Basidiomycota, Polyporales) // BMC Evol. Biol. 2017. V. 17. Iss. 1. Article number 102.
- Tomšovský M., Jankovský L. Validation and typification of *Laetiporus montanus* // Mycotaxon. 2008. V. 106. P. 289–295.

NEW AND RARE SPECIES OF BASIDIOMYCETES OF THE NATIONAL PARK «KRASNOYARSK STOLBY»

PART 1: APHYLLOPHOROID (ORDER Aphyllophorales s. l.) AND AGARICOID (ORDERS Russulales, Boletales) FUNGI

O. E. Kryuchkova¹, D. Yu. Pavlova², E. F. Tropina²

¹ Siberian Federal University
Prospekt Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation

² National Park «Krasnoyarsk Stolby»
Kar'ernaya str., 26a, Krasnoyarsk, 660006 Russian Federation

E-mail: ivyry@mail.ru, donation333@yandex.ru, tropina-soil@yandex.ru

The article presents information on new and rare species of aphyllorphoroides (Aphyllorphorales s. l.) and agaricoides (Russulales, Boletales) fungi in the National Park «Krasnoyarsk Stolby». 88 new species of fungi were discovered. For each species, information on the location, substrate specificity and time of collection is provided. New species of protected fungi (*Alloclavaria purpurea* (O. F. Müll.) Dentinger & D. J. McLaughlin, *Hydnellum caeruleum* (Hornem.) P. Karst., *Lactarius lignyotus* Fr., *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr.) and new locations of previously known protected species (*Clavariadelphus pistillaris* (L.) Donk, *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst., *Hericium coralloides* (Scop.) Pers., *Onnia tomentosa* (Fr.) P. Karst., *Osteina obducta* (Berk.) Donk, *Pseudohydnum gelatinosum* (Scop.) P. Karst.) were identified.

Keywords: aphyllorphoroid fungi, agaricoid fungi, biological diversity, specially protected natural areas.

How to cite: Kryuchkova O. E., Pavlova D. Yu., Tropina E. F. New and rare species of basidiomycetes of the national park «Krasnoyarsk Stolby». Part 1: Aphyllorphoroid (order Aphyllophorales s. l.) and agaricoid (orders Russulales, Boletales) fungi // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 3–14 (in Russian with English abstract and references).

УДК 582.282.15

НОВЫЕ И РЕДКИЕ ВИДЫ БАЗИДИОМИЦЕТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

ЧАСТЬ 2: ПОРЯДОК Agaricales

О. Е. Крючкова¹, Д. Ю. Павлова², Е. Ф. Тропина²

¹ Сибирский федеральный университет
660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

² Национальный парк «Красноярские Столбы»
660006, Красноярск, ул. Карьерная, 26а

E-mail: ivyry@mail.ru, donation333@yandex.ru, tropina-soil@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.02.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025

Представлены данные о 156 новых видах грибов порядка Agaricales национального парка «Красноярские Столбы». Для каждого вида приводятся сведения о местонахождении, субстратной приуроченности и времени сбора. Выявлены новые виды охраняемых грибов (гриб-зонтик краснеющий (*Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga) и больбитиус сетчатый (*Bolbitius reticulatus* (Pers.) Ricken)) и новые местонахождения известных ранее (энтолома недоразвитая (*Entoloma abortivum* (Berk. & M. A. Curtis) Donk) и вешенка покрытая (*Pleurotus calypttratus* (Lindblad ex Fr.) Sacc.)).

Ключевые слова: агариковые грибы, порядок Agaricales, биологическое разнообразие, особо охраняемые природные территории.

DOI: 10.15372/SJFS20250302

ВВЕДЕНИЕ

Порядок Agaricales (агариковые грибы) – один из самых богатых видами таксонов в царстве грибов. В их числе имеются самые разнообразные в эколого-трофическом отношении группы, выполняющие свои роли в функционировании лесных экосистем. Агариковые грибы в целом изучены лучше, чем многие другие таксоны, однако сведения об их видовом разнообразии в некоторых регионах России до сих пор не полны. Особую актуальность имеет изучение биоразнообразия особо охраняемых территорий нашей страны. В национальном парке (НП) «Красноярские Столбы» ранее при изучении макромицетов преимущество отдавалось в основном афиллофороидным грибам, так что к 2015 г. суммарно было известно всего только 72 вида порядка Agaricales (Кошелева, Кутафьева, 2008; Кошелева, 2010; Крючкова, 2014, 2015),

при этом отдельные его семейства изучены крайне неравномерно.

Цель данной работы – изучение видового разнообразия агариковых грибов, а также выявление новых местонахождений и оценка встречаемости охраняемых грибов данного порядка в НП «Красноярские Столбы».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микобиота изучалась маршрутно-рекогносцировочным методом, в основном в конце августа и начале сентября 2011–2024 гг. Образцы собирались преимущественно в туристско-экскурсионном районе (55.9° с. ш., 92.7° в. д.), в меньшей степени исследованиями были охвачены буферная и заповедная зоны НП. В исследованных лесных сообществах НП доминировали сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и

пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.), в меньшей степени в древостоях представлены ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), береза опушенная (*Betula pubescens* Ehrh.) и б. повислая (*B. pendula* Roth), черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) и ивы (*Salix* spp.). Собранные образцы плодовых тел идентифицировали согласно общепринятым методикам с использованием метода микроскопирования, набора стандартных реактивов и работ отечественных и зарубежных авторов (Moser, 1978; Сержанина, 1984; Вассер, 1985; Коваленко, 1989; Низшие растения..., 1990; Nordic Macromycetes..., 1992; Нездоймино, 1996; Змитрович и др., 2004; Funga Nordica..., 2012; Malysheva et al., 2016; и др.). Коллекция собранных образцов хранится в гербарии НП «Красноярские Столбы».

Для анализа трофической структуры микобиоты использована шкала трофических групп, предложенная А. Е. Коваленко (1980):

I. Сапротрофы: на древесине – Le; на коре – Co; на опаде – Fd; на подстилке – St; на почве – Nu; на остатках травянистых растений – He, на мхах – M; на плодовых телах макромицетов – Mm, на экскрементах – Ex, на обугленном субстрате – C.

II. Симбиотрофы: микоризообразователи – Mr.

III. Паразиты: факультативные на деревьях и кустарниках – Pd, на грибах – Pm.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В представленном ниже аннотированном списке грибов приведены сведения о типе и состоянии питающего их субстрата, местообитании (растительном сообществе, локации на территории НП), дате обнаружения образца. Простая нумерация используется для впервые выявленных в НП, новых для его территории видов грибов, не подлежащих охране. Знаком (*) отмечены охраняемые виды грибов, как новые для НП, так и ранее известные, для которых дополнительно приводится время первого их обнаружения на территории НП и сведения о последующих находках или их отсутствии. Номенклатура и сокращение авторов таксонов грибов приведены в соответствии с международной электронной базой данных «Mycobank» (2024).

Отдел Basidiomycota Класс Agaricomycetes Подкласс Agaricomycetidae Порядок Agaricales Семейство Agaricaceae

1. *Agaricus abruptibulbus* Peck – шампиньон кривой – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке, осинник осочково-крупнотравный, окрестности скалы Второй Столб, 10.08.13; на почве, тропа Калтат-Музеянка, 03.09.16; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 26.08.17; на почве у скалы Второй Столб, 18.09.20. Ну.

2. *A. sylvaticus* Schaeff. – ш. лесной – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, у тропы между скалами Манская стенка и Ферма, 12.09.11; на почве на обочине тропы у скалы Второй Столб. Ну.

3. *A. sylvicola* (Vittad.) Peck – ш. перелесковый – на почве, осинник разнотравно-осочковый, фенологическая пробная площадь «Нарым», 16.08.24. Ну.

4. * *Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga – гриб-зонтик краснеющий – на территории НП ранее не встречался. Выявлен на почве у основания ствола лиственницы, смешанный лес, окрестности скалы Третий Столб, 26.09.18. Ну. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 4 (I), статус: неопределенный.

5. *Echinoderma asperum* (Pers.) Bon [= *Lepiota aspera* (Persoon) Quélet] – эхинодерма шершавая – на подстилке у тропы, осинник осочково-крупнотравный, окрестности скалы Второй Столб, 10.08.13. Ну.

6. *Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm. – лепиота щитковая – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, вблизи скалы Второй Столб, 03.09.16; на почве, на обочине дороги к НПЦ «Нарым», смешанный лес, 16.08.24. St.

7. *L. cristata* (Bolton) P. Kumm. – л. гребенчатая – на почве и подстилке, обочина дороги к НПЦ «Нарым», 14.08.24. St.

8. *L. felina* (Pers.) P. Karst. – л. кошачья – на почве, сосняк бруснично-зеленомошный, окрестности скалы Олимп, 11.08.15; на замшелом валеже, сосняк вейниково-разнотравный, Каштак, 02.09.12. St.

9. *L. magnispora* Murrill – л. крупноспоровая – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве и подстилке, у скалы Второй Столб, 19.09.19. St.

10. *L. oreadiformis* Velen. – л. луговая – на почве и подстилке, осинник осочково-разнотравный, пробная площадь «Нарым», 16.08.24. St.

Семейство Amanitaceae

11. *Amanita battarrae* (Boud.) Bon – мухомор (поплавок) Баттарры – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на почве и подстилке в траве у скалы Первый Столб, 23.08.21; на почве у скалы Первый Столб, 04.08.23. Mr. (рис. 1).

12. *A. crocea* (Quél.) Singer – м. (поплавок) шафрановый – на почве у обочины дороги к НПЦ «Нарым», 12.08.15; на почве в траве у скалы Первый Столб, 15.08.19; на почве в траве у тропы к центральной группе скал, 23.08.21; на почве между троп у скалы Первый Столб, 04.08.23; на почве под скальным навесом, у скалы Первый Столб, 04.08.23. Mr.



Рис. 1. Мухомор (поплавок) Баттарры (фото О. Е. Крючковой).

13. *A. gemmata* (Fr.) Bertill. – м. ярко-желтый – на почве под скальным навесом, у скалы Первый Столб, 25.08.21; на почве вблизи скалы Первый Столб, 08.09.22 Mr.

14. *A. porphyria* Alb. & Schwein. – м. порфировый – на почве, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 30.08.11; на почве в траве у скалы Второй Столб, 18.08.19. Mr.

15. *Limacella delicata* (Fr.) Earle ex Konrad & Maubl. – лимацелла нежная – на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности скалы Митра, 28.08.11. Ну.

Семейство Bolbitiaceae

16. * *Bolbitius reticulatus* (Pers.) Ricken – больбитиус сетчатый – на территории НП ранее не встречался. Выявлен на погребенном валеже, смешанный лес в окрестностях скалы Второй Столб, 19.08.19. Сапротроф на древесине. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид на территории Сибири. Le.

17. *Conocybe tenera* (Schaeff.) Kühner – коноцибе нежная – в траве на обочине дороги вблизи НПЦ «Нарым», 13.09.24. Ну.

Семейство Cantharellulaceae

18. *Cantharellula umbonata* (J. F. Gmel.) Singer – лисичка горбатая – во мхах на подстилке, окрестности избы «Калтатская», 03.09.19. М, St.

Семейство Clitocybaceae

19. *Clitocybe fragrans* (With.) P. Kumm. – говорушка благоухающая – на подстилке, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на подстилке, окрестности скалы Первый Столб, 06.09.16 2016. St.

20. *C. metachroa* (Fr.) P. Kumm. – г. бледноокрашенная – на подстилке, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на хвойной подстилке, окрестности скалы Первый Столб, 06.09.16; в траве на обочине тропы у скалы Первый Столб, 30.08.22; на хвойной подстилке у скалы Второй Столб, 19.09.19. St.

21. *C. nebularis* (Batsch) P. Kumm. – г. дымчатая – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве, у тропы в окрестностях скалы Второй Столб, 03.09.16; в траве у скалы Третий Столб, 18.09.19; в траве у скалы Первый Столб, 18.08.21; на почве и подстилке у скалы Первый Столб, 30.08.22. St, Ну.

22. *C. phyllophila* (Pers.) P. Kumm. – г. **листолюбивая** – на подстилке, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на подстилке и почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11. St.

23. *C. vibecina* (Fr.) Quél. – г. **желобчатая** – на подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11. St.

24. *Collybia cirrhata* (Schumach.) Quél. – **коллибия кудрявая** – на старом плодовом теле *Lactarius* sp., пихтарник крупнотравно-осочковый в окрестностях центральной группы скал, 12.08.11. Mm.

25. *C. tuberosa* (Bull.) P. Kumm. – к. **клубеносная** – на старом плодовом теле *Lactarius* sp., вблизи скалы Первый Столб, пихтарник крупнотравно-осочковый в окрестностях центральной группы скал, 07.09.20. Mm.

Семейство Cortinariaceae

26. *Cortinarius alboviolaceus* (Pers.) Fr. – па-
утинник бело-фиолетовый – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 23.08.21; на почве у скалы Первый Столб, 09.09.23. Mr.

27. *C. brunneus* (Pers.) Fr. – п. **темно-бурый** – на почве у тропы, смешанный лес в окрестностях скалы Второй Столб, 03.08.16. Mr.

28. *C. casimirii* (Velen.) Huijsman – п. **Казимира** – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11. Mr.

29. *C. cinnatomeus* (L.) Fr. – п. **темно-коричневый** – на почве, сосняк зеленомошно-чернично-разнотравный, окрестности скалы Митра, 29.08.11. Mr.

30. *C. croceus* (Schaeff.) Høil. – п. **шафранный** – на почве, смешанный лес вблизи скалы Первый Столб, 23.08.21; на почве у скалы Первый Столб, 30.08.22. Mr.

31. *C. cf. decipiens* (Pers.) Zawadzki – п. **обманчивый** – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

32. *C. flexipes* (Pers.) Fr. – п. **согнутоножковый** – на почве, сосняк зеленомошно-чернично-разнотравный, окрестности скалы Митра, 29.08.11. Mr.

33. *C. cf. glandicolor* (Fr.) Fr. – п. **желудевый** – на почве, у скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

34. *C. laniger* Fr. – п. **шерстеносный** – на почве, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Mr.

35. *C. cf. lucorum* (Fr.) E. Berger – п. **рошевый** – на почве у камня, вблизи скалы Первый Столб, 23.08.21; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 30.08.22. Mr.

36. *C. mucosus* (Bull.) J. Kickx f. – п. **слизистый** – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

37. *C. porphyropus* (Albertini & Schweinitz) Fries – п. **порфириножковый** – на почве, в окрестностях скалы Первый Столб, 16.08.11; на почве, вблизи скалы Второй Столб, 19.09.19. Mr.

38. *C. raphanoides* (Pers.) Fr. – п. **редечный** – на почве вблизи скалы Первый Столб, 30.08.22. Mr.

39. *C. sanguineus* (Wulfen) Gray – п. **крово-красный** – на почве, сосняк разнотравный, долина руч. Столбовский Калтат, 01.09.12.

40. *C. cf. talus* Fr. – п. **лодыжковидный** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. Mr.

41. *C. triumphans* Fr. – п. **триумфальный** – на почве, окрестности скалы Третий Столб, 19.08.19; на почве, окрестности скалы Второй Столб, 19.08.19; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

42. *C. trivialis* J. E. Lange – п. **обыкновенный** – на почве, в траве у скалы Первый Столб, 06.09.16; на почве, в траве у скалы Первый Столб, 15.09.22. Mr.

Семейство Crepidotaceae

43. *Crepidotus calolepis* (Fr.) P. Karst. – **крепидот красивочешуйчатый** – на корне сухой березы вблизи скалы Первый Столб, 09.09.23. Le.

44. *C. tobolensis* Kapitonov, Biketova & Zmitr. – к. **тобольский** – на валеже осины, сосняк зеленомошно-чернично-разнотравный, 29.08.11. Сапротроф на древесине (Le) преимущественно осины, реже лиственницы. Очень редкий вид, все опубликованные местонахождения которого известны только из Сибири (Bolshakov et al., 2021; Malysheva et al., 2022) (рис. 2).



Рис. 2. Крепидот тобольский (фото О. Е. Крючковой).

Семейство Entolomataceae

45. * *Clitopilus abortivus* Berk. & M. A. Curtis [= *Entoloma abortivum* (Berk. & M. A. Curtis) Donk] – энтолома недоразвитая – впервые был выявлен в 2011 г. (Крючкова, 2014). Следующая находка – на почве и у основания ствола березы, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности скалы Третий Столб, 05.09.16). Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид. Паразит-микотроф (Pm), паразитирует на различных видах опят (*Armillaria* spp.).

46. *C. prunulus* (Scop.) P. Kumm. – клитопилус сливовый – на почве под корнями дерева, вблизи скалы Первый Столб, 25.08.23, 16.08.24. Мг.

47. *Entoloma conferendum* (Britzelm.) Noordel. – энтолома собираемая – на почве в траве у скалы Второй Столб, 07.09.20. Ну.

48. *E. hirtipes* (Schumacher) M. M. Moser – э. шершавоножковая – на почве, смешанный лес, окрестности НПЦ «Нарым», 05.09.16. Ну, St.

49. *E. cf. lampropus* (Fr.) Hesler – э. блестященожковая – на хвойном валеже, сосняк зеленомошно-черничный, окрестности избы «Музеянка», 29.08.11; на почве, окрестности избы «Перушка», 12.08.14; на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 18.08.21. Le.

50. *E. sericatum* (Britzelm.) Sacc. – э. шелковая – на почве, пихтарник крупнотравно-осоч-

ковый, между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11; на почве, вблизи скалы Первый Столб, 05.09.16, 06.09.16. Мг.

51. *E. sericeum* Quél. – э. шелковистая – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Ну, St.

52. *E. rhodopolium* (Fr.) P. Kumm. – э. продавленная – на почве, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности скалы Третий Столб, 05.09.16; на почве вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16; на почве у тропы в окрестностях скалы Первый Столб, 18.08.21. Мг.

Семейство Galeropsidaceae

53. *Panaeolus papilionaceus* (Bull.) Quél. – панеолус мотыльковый – на перегнившей траве, на газоне между домами, окрестности НПЦ «Нарым», 15.09.17. Не, Ex.

Семейство Hydnangiaceae

54. *Laccaria bicolor* (Maire) P. D. Orton – лакковица двуцветная – на подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на подстилке и почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11; на почве и подстилке, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на почве, на газоне, НПЦ «Нарым», 15.09.17; на почве, у обочины дороги, окрестности НПЦ «Нарым», 18.09.20. Мг.

55. *L. tortilis* (Bolton) Cooke – л. изогнутая – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве у скалы Первый Столб, 23.08.21, 09.09.23. Ну.

Семейство Hygrocybaceae

56. *Gloioxanthomyces vitellinus* (Fr.) Lodge, Vizzini, Ercole & Boertm. – гигроцибе яично-желтая – на подстилке, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 14.08.24. Ну, St.

57. *Hygrocybe cantharellus* (Schwein.) Murrill – г. лисичкова – на почве, подстилке вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Ну, St.

58. *H. conica* (Schaeff.) P. Kumm. – г. коническая – на почве рядом со скалой Третий Столб. 16.08.24. Ну, St.

Семейство Hygrophoraceae

59. *Arrhenia epichysium* (Persoon) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys – аррения кубковидная – на неопознанном валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11. Le.

60. *Hygrophorus camarophyllus* (Alb. & Schwein.) Dumée, Grandjean & Maire – гигрофор черный – на почве, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на почве, смешанный лес в окрестностях НПЦ «Нарым», 15.09.17. Mr.

61. *H. eburneus* (Bull.) Fr. – г. желтовато-белый – на почве, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности скалы Третий Столб, 05.09.16. Mr.

62. *H. erubescens* (Fr.) Fr. – г. краснеющий – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 09.09.11. Mr.

63. *H. hedrychii* (Velen.) K. Kult – г. Гедриха – на почве, в окрестностях скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

64. *H. hypothejus* (Fr.) Fr. – г. бурый – на почве, пихтарник между скалами Первый Столб и Третий Столб, 23.08.21. Mr.

65. *H. lucorum* Kalchbr. – г. лиственничный – на почве у скалы Первый Столб, 06.09.16, 16.08.24. Mr.

66. *H. olivaceoalbus* (Fr.) Fr. – г. оливково-белый – на почве, сосняк разнотравно-вейниковый, окрестности скалы Манская стенка, 12.09.11; на почве, территория НПЦ «Нарым», 15.09.17. Mr.

67. *H. piceae* Kühner – г. еловый – на почве, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 09.09.11; на почве и подстилке, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на почве в траве вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

68. *H. speciosus* Peck – г. красивый – на почве в траве у скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

Семейство Hymenogastraceae

69. *Galerina hypnorum* (Schrank) Kühner – галерина гипновая – на замшелом валеже, сосняк зеленомошно-черничный, окрестности скалы Митра, 29.08.11; на замшелом валеже,

пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности скалы Второй Столб, 10.08.15. M.

70. *G. marginata* (Batsch) Kühner – г. окаймленная – на лиственном валеже, сосняк вейниково-разнотравный, Каштаковская тропа, 31.08.12; на хвойном валеже, сосняк разнотравно-папоротниковый, у лестницы, ведущей на центральную группу, 12.08.15; на валеже осины, смешанный лес рядом с кедровым питомником, 29.08.15; на погребенном валеже, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 06.09.16. Le.

71. *G. vittiformis* (Fr.) Singer – г. лентовидная – на замшелой почве, окрестности скалы Третий Столб, 19.08.19. St, M.

72. *Gymnopilus* cf. *liquiritiae* (Pers.) P. Karst. – гимнопил исчезающий – на хвойном валеже, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности скалы Митра, 29.08.11. Le.

73. *G. penetrans* (Fr.) Murrill – г. проникающий – на погруженном валеже, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на валеже осины или березы, сосняк зеленомошно-чернично-разнотравный, окрестности скалы Митра, 29.08.11; на валеже пихты, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на валеже сосны, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 26.08.17; на сухостое сосны, рядом с тропой у скалы Первый Столб, 04.08.23. Le.

Семейство Inocybaceae

74. *Inocybe assimilata* Britzelm. – волоконница похожая – на почве, смешанный лес у скалы Первый Столб, 30.08.22. Mr.

75. *I. cervicolor* (Pers.) Qué. – в. красно-буроокрашенная – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11. Mr.

76. *I. dulcamara* (Pers.) P. Kumm. – в. горько-сладкая – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

77. *I. geophylla* (Bull.) P. Kumm. – в. земляная – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 10.08.11; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве

и подстилке, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на почве, осинник разнотравно-папоротниковый, в окрестностях центральной скальной группы, 12.08.15. Mr.

78. *I. grammata* Quel. – в. полосатая – на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 23.08.21. Mr.

79. *I. griseolilacina* J. E. Lange – в. серовато-лиловая – на почве, смешанный лес вблизи скалы Первый Столб, 18.09.19. Mr.

80. *I. lacera* (Fr.) P. Kumm. – в. разорванная – на почве, смешанный лес вблизи скалы Первый Столб, 19.09.19. Mr.

81. *I. lanuginosa* (Bull.) P. Kumm. – в. шерстистая – на почве, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 29.08.11; на корнях сухостойной сосны вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21; на валеже сосны, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Второй Столб, 23.08.21. Le, St.

82. *I. mixtilis* (Britzelm.) Sacc. – в. смешанная – на почве у тропы к центральной группе скал, смешанный лес, 23.08.21. Mr.

83. *I. nitidiuscula* (Britzelm.) Lapl. – в. блестящая – на почве у тропы вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

84. *I. praetervisa* Qué. – в. просмотренная – на почве и подстилке, пихтарник осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

85. *I. rimosa* (Bull.) P. Kumm. – в. трещиноватая – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

86. *I. cf. soluta* Velen. – в. отделенная – на почве вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

87. *I. umbratica* Qué. – в. затененная – на почве, пихтарник осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11. Mr.

88. *Inosperma cookei* (Bres.) Matheny & Esteve-Rav. – иносперма Кука – на почве, смешанный лес вблизи скалы Первый Столб, 18.08.21. Mr.

89. *I. maculatum* (Boud.) Matheny & Esteve-Rav. – и. пятнистая – на почве и подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве у тропы вблизи

скалы Первый Столб, 18.09.20; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 23.08.21. Mr.

Семейство Lyophyllaceae

90. *Ossicaulis lignatilis* (Pers.) Redhead & Ginns – оссикаулис древесинный – на валеже, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на валеже пихты, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11; на валеже, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 30.08.11; на валеже, сосняк разнотравный, долина руч. Стобровский Калтат, 01.09.12; на валеже березы, сосняк в окрестностях скалы Второй Столб, 03.09.16. Le.

91. *Tephrocycbe rancida* (Fr.) Donk – тефроцибе вонючая – на подстилке, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11; на подстилке и почве, у тропы, у скалы Первый Столб, 06.09.16. St.

Семейство Marasmiaceae

92. *Baeospora myriadophylla* (Peck) Singer – беоспора тысячепластинковая – на валеже осины, пихтарник осочково-разнотравный, скала Дед, 29.08.15. Сапротроф (Le) на древесине преимущественно лиственных. Вид распространен в бореальных горных лесах на территории Евразии и Северной Америки, но редок на всем протяжении ареала (Malysheva et al., 2022).

93. *Clitocybula lacerata* (Scop.) Métrod – клитоцибула изорванная – на валеже пихты, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на валеже, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Le.

94. *Marasmius siccus* (Schwein.) Fr. – негниючник сухой – на подстилке, смешанный лес у дороги к центральной группе скал, 19.08.21. Fd, St.

95. *M. epiphyllus* (Pers.) Fr. – н. листовой – на подстилке, у скалы Первый Столб, 10.08.11. Fd, St.

96. *Megacollybia platyphylla* (Pers.) Kotl. & Pouzar – мегаколлия широкопластинчатая – на замшелом валеже, пихтарник осочково-крупнотравный между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.14; на старых полупогруженных в почву досках, НПЦ «Нарым», 22.08.15. Hu, St, Le.

Семейство Melanoleucaceae

97. *Melanoleuca grammopodia* (Bull.) Fayod – меланолеука полосатоножковая – на почве, у скалы Первый Столб, 15.08.21; на почве в траве у скалы Второй Столб, 19.08.21. Ну, St.

98. *M. melaleuca* (Pers.) Murrill – м. черно-белая – на подстилке и почве у скалы Первый Столб, 30.08.22; на подстилке в траве у скалы Первый Столб, 25.09.23. Ну, St.

99. *M. polioleuca* (Fr.) G. Moreno – м. разноцветная – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве у тропы на центральную группу скал, 23.08.21. Ну, St.

Семейство Mycenaceae

100. *Hemimycena lactea* (Pers.) Singer – гемимицена молочная – на подстилке, смешанный лес в окрестностях центральной группы скал, 14.08.24. St.

101. *Mycena abramsii* (Murrill) Murrill – мицена Абрамса – во мхах на валеже, сосняк осочково-разнотравный в окрестностях скалы Дед, 23.08.15. Le.

102. *M. citrinomarginata* Gillet – м. желтоокаймленная – на подстилке у скалы Первый Столб, 30.08.22. St.

103. *M. cyanorhiza* Quel. – м. синеногая – на коре валежа сосны у скалы Первый Столб, 15.08.19. Сапротроф на древесине (Le) и древесной коре (Co) хвойных. Редкий вид, известный преимущественно в Европейской части России, находки в Сибири немногочисленны (Bolshakov et al., 2021). Вне России известен в некоторых странах Европы (Nordic Macromycetes..., 1992).

104. *M. epipterygia* (Scop.) Gray – м. слизистая – на погребенной древесине, окрестности НПЦ «Нарым», 15.09.17. St.

105. *M. haematopus* (Pers.) P. Kumm. – м. кровавоножковая – на хвойном валеже, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Le.

106. *M. tintinnabulum* (Paulet) Quel. – м. колокольчиковая – на валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11. Le.

107. *M. olivaceomarginata* (Masse) Masee – м. оливковоокаймленная – на почве в окрестностях скалы Первый Столб, 06.09.16. St.

108. *M. viscosa* Secr. ex Maire – м. клейкая – на погруженном валеже, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 07.09.20. Le, St.

109. *Panellus serotinus* (Pers.) Kühner – панеллюс поздний – на валеже березы, пихтарник, окрестности скалы Грифы, 15.09.17. Le.

Семейство Omphalinaceae

110. *Infundibulicybe geotropa* (Bull.) Hartaja – говорушка подогнутая – на почве и подстилке в траве у тропы вблизи скалы Второй Столб, 03.09.16. St.

Семейство Omphalotaceae

111. *Gymnopus dryophilus* (Bull.) Murrill – гимнопус лесолюбивый – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Первый Столб, 16.08.11; на валеже березы, пихтарник разнотравно-осочковый, у тропы к скале Митра, 30.08.11; на почве и подстилке среди камней у скалы Первый Столб, 05.09.16, 15.09.16. St.

112. *Rhodocollybia butyracea* (Bull.) Lennox – родоколлибия масляная – на подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый, между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на почве, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 05.09.16. St.

113. *Rh. maculata* (Alb. & Schwein.) Singer – р. пятнистая – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11. St.

Семейство Paralepistaceae

114. *Paralepista flaccida* (Sowerby) Vizzini – говорушка перевернутая – на почве у тропы, окрестности скалы Второй Столб, 03.09.16. Ну, St.

115. *P. gilva* (Pers.) Raithelh. – г. буро-желтая – на почве у тропы, окрестности скалы Первый Столб, 06.09.16., Ну, St.

Семейство Phyllotopsidaceae

116. *Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer – рядовка украшенная – на валеже, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 30.08.11; на хвойном валеже, сосняк разнотравный, окрестности скалы Манская стенка, 12.09.11; на хвойном валеже, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 26.08.17. Le.

Семейство Physalacriaceae

117. *Strobilurus tenacellus* (Pers.) Singer – **стробилиурус черенковый** – на сосновых шишках, окрестности кордона «Кандалак», 23.05.2021. Fd.

Семейство Pleurotaceae

118. *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél. – **вешенка легочная** – на валеже осины, осинник в окрестностях НПЦ «Нарым», 16.09.22. Le.

119. *P. abieticola* R. H. Petersen & K. W. Hughes – **в. пихтовая** – на сухостое пихты, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.15; на хвойном валеже, сосняк, руч. Медвежий, 22.08.15; на сухостое пихты, сосняк осочково-разнотравный в окрестностях скалы Дед, 23.08.15; на хвойном валеже, пихтарник, окрестности скалы Грифы, 15.09.17. Сапротроф (Le) на древесине преимущественно пихты и ели. Редкий вид, впервые выявленный на Дальнем Востоке России, позже был обнаружен в Сибири, Европейской части России, в Китае и Польше (Żółciak, 2019; Bolshakov et al., 2021; Malysheva et al., 2022; Паламарчук и др., 2023).

120. * *P. calypttratus* (Lindblad ex Fr.) Sacc. – **в. покрытая** – впервые был выявлен в 2008 г. (Кошелева, Кутафьева, 2008). Следующая находка: на сухостое осины, постоянный учетный маршрут «Калтат», 17.05.22. Le. Внесен в Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид на территории Сибири.

Семейство Pluteaceae

121. *Pluteus chrysophlebius* (Berk. & M. A. Curtis) Sacc. – **плутей золотистожилковый** – на валеже осины, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 11.08.14. Le.

122. *P. nanus* (Pers.) P. Kumm. – **п. карликовый** – на валеже, сосняк бруснично-зеленомошный, в окрестностях скалы Олимп, 10.08.15; валеж березы, вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Le.

123. *P. plautus* (Weinm.) Gillet – **п. бархати-стоножковый** – валеж осины, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Le.

124. *P. podospileus* Sacc. & Cub. – **п. мелко-шляпковый** – на валеже березы, в окрестностях скалы Первый Столб, 25.08.23. Le

125. *P. umbrosus* (Pers.) P. Kumm. – **п. умбровый** – на валеже, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на листовном валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на валеже березы, пихтарник чернично-зеленомошный, окрестности избы «Голубка», 09.09.11; на валеже, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Ферма, 12.08.11. Le.

Семейство Psathyrellaceae

126. *Coprinellus xanthothrix* (Romagn.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson – **навозник золотистый** – на замшелом валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.15. Le.

127. *Homophron spadiceum* (P. Kumm.) Örstadius & E. Larss. – **хрулянка каштановая** – на пне березы, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; в основании ствола живой березы, смешанный лес осочково-разнотравный в окрестностях скалы Первый Столб, 30.08.14; на замшелом валеже березы, сосняк, окрестности скалы Дед, 23.08.15; на валеже березы, сосняк чернично-зеленомошный, окрестности избы «Музеянка», 03.09.16; в основании ствола живой березы, у скалы Первый Столб, 09.09.23. Le.

128. *Lacrymaria lacrymabunda* (Bull.) Pat. – **лакримария бархатистая** – на подстилке и замшелом валеже, осинник осочково-разнотравный, окрестности скалы Первый Столб, 10.08.15. Hu, St.

129. *Parasola plicatilis* (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple – **навозник складчатый** – на почве на обочине тропы вблизи скалы Первый Столб. 06.09.16. Hu.

130. *Psathyrella candolleana* (Fr.) Maire – **хрулянка Кандолля** – на валеже березы, территория НПЦ «Нарым», 09.09.23. Le.

131. *Tulosesus impatiens* (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer [= *Coprinellus impatiens* (Fr.) J. E. Lange] – **навозник нетерпеливый** – на почве (погребенном валеже), окрестности скалы Первый Столб, 18.08.21. Le.

Семейство Pseudoclitocybaceae

132. *Pseudoclitocybe cyathiformis* (Bull.) Singer – **псевдоговорушка бокаловидная** – на подстилке, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, НПЦ «Нарым», 12.09.11; на

замшелом валеже, тропа к скале Второй Столб, 10.08.15; на валеже пихты, на почве под валежом, пихтарник осочково-разнотравный в окрестностях скалы Дед, 23.08.15; на валеже березы или осины, пихтарник разнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 27.08.17. Ну, St, Le.

Семейство Resupinataceae

133. *Resupinatus applicatus* (Batsch) Gray – **ресупинатус прижавшийся** – на сухостое осины, осинник осочково-разнотравный, окрестности скалы Второй Столб, 10.08.13. Le.

Семейство Squamanitaceae

134. *Cystoderma amianthinum* (Scop.) Fayod – **цистодерма амиантовая** – на почве и подстилке, пихтарник разнотравный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11; на подстилке, сосняк вейниково-разнотравный, Каштаковская тропа, 31.08.12. St, Ну.

135. * *Leucopholiota lignicola* (P. Karst.) **Нармаја** [= *Lepiota lignicola* P. Karst.] – **лейкофолиота древесинная** – впервые был выявлен в 2015 г. (Крючкова, 2015) на крупномерном валеже березы в пихтарнике осочково-крупнотравном, окрестности скалы Третий Столб, 31.08.2014. Le. В настоящее время других местонахождений данного вида в НП не известно. Вид включен в Красную книгу Российской Федерации (2024) и Красную книгу Красноярского края (2022), категория – 3 (R), статус: редкий вид, имеющий разорванный ареал. Неморальный реликт третичного возраста.

Семейство Strophariaceae

136. *Flammula alnicola* (Fr.) P. Kumm. – **огневка ольховая** – на листовном валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Второй Столб, 12.08.11; на неопознанном валеже, пихтарник разнотравно-осочковый, окрестности избы «Музеянка», 12.09.11. Le.

137. *Hebeloma pumilum* J. E. Lange – **гебелома карликовая** – на почве под навесом скалы, Первый Столб, 09.09.19. С, Ну.

138. *H. mesophaeum* (Pers.) Quél. – **г. опоясанная** – на почве или погруженной древесине, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве вблизи скалы Второй Столб, 09.09.19. Ну, Mr.

139. *H. sacchariolum* Quél. – **г. сладкопахнущая** – на почве в траве вблизи скалы Первый Столб, 06.09.16. Mr.

140. *H. sinapizans* (Paulet) Gillet – **г. горчичная** – на почве и подстилке, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Ну, Mr.

141. *Hemipholiota heteroclita* (Fr.) Bon [= *Pholiota heteroclita* (Fr.) Quél.] – **чешуйчатка отклоняющаяся** – на живой березе, сосняк в окрестностях скалы Олимп, 11.08.15; на сухостое березы, вблизи скалы Первый Столб, 15.08.19; на живой березе, в окрестностях скалы Второй Столб, 19.08.19; на живой березе, в окрестностях скалы Первый Столб, 14.08.24. Pd.

142. *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm. – **ложноопенок серно-желтый** – на валеже осины, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 11.08.14; на валеже, осинник между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.14. Le.

143. *Pholiota lubrica* (Pers.) Singer – **чешуйчатка скользкая** – на валеже, сосняк осочково-крупнотравный в окрестностях НПЦ «Нарым». 10.08.11; на валеже, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на хвойном валеже, окрестности скалы Дед, 23.08.15; на валеже пихты, окрестности скалы Дед, 29.08.15; на валеже сосны, пихтарник разнотравный, в окрестностях кордона «Кандалак», 26.08.17; на валеже, сосняк оразнотравный, окрестности кордона «Кандалак», 27.08.17. Le.

144. *Ph. spumosa* (Fr.) Singer – **ч. боровая** – у комля сухостойной сосны, окрестности скалы Дед, 29.08.15. Le.

145. *Stropharia pseudocyanea* (Desm.) Morgan – **строфария ложносиняя** – на почве на газоне между домами, НПЦ «Нарым», 15.09.16; на почве, пихтарник, окрестности скалы Грифы, 15.09.17; на почве в траве у скалы Первый Столб, 07.09.20; на почве, покрытой щебнем, НПЦ «Нарым», 30.09.22. St, Ну.

146. *S. albonitens* (Fr.) Quél. – **строфария блестяще-белая** – на почве у тропы, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, смешанный лес в окрестностях НПЦ «Нарым», 15.09.17. Сапротроф на подстилке (St) и почве (Ну). Довольно редкий в России вид (Bolshakov et al., 2021), более характерный для стран Западной Европы (Nordic Macromycetes..., 1992).

Семейство Tricholomataceae

147. *Tricholoma equestre* (L.) P. Kumm. – **рядовка зеленая, зеленушка** – на почве, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; в развилке корней сосны у скалы Манская стенка, 12.09.11. Мг.

148. *T. frondosae* Kalamees & Shchukin – **р. осиновая** – на почве, смешанный лес в окрестностях скалы Первый Столб, 29.08.14. Мг.

149. *T. focale* (Fr.) Ricken – **рядовка перевязанная** – на почве и подстилке, сосняк разнотравно-вейниковый, окрестности скалы Манская стенка, 12.09.11. Мг.

150. *T. fulvum* (DC.) Bigeard & H. Guill. – **р. желто-бурая** – на почве, вблизи скалы Первый Столб, 15.08.19. Мг.

151. *T. imbricatum* (Fr.) P. Kumm. – **р. чешуйчатая** – на почве, в траве между камней вблизи скалы Второй Столб, 15.08.19. Мг.

152. *T. portentosum* (Fr.) Quel. – **р. серая** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на подстилке и почве, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 30.08.11; на почве и подстилке у скалой Манская стенка, 12.09.11. Мг.

153. *T. saponaceum* (Fr.) P. Kumm. – **р. мыльная** – на почве и подстилке, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 30.08.11; на подстилке и почве, сосняк разнотравный, окрестности избы «Музеянка», 30.08.11. Мг.

154. *T. stiparophyllum* (N. Lund) P. Karst. – **р. частопластинковая** – на почве, сосняк осочково-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11; на почве, пихтарник крупнотравно-осочковый между скалами Первый Столб и Третий Столб, 12.08.11; на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве, осинник крупнотравно-разнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 05.09.16; на почве между камней, у скалы Первый Столб, 06.09.16. Мг.

155. *T. terreum* (Schaeff.) P. Kumm. – **р. землистая** – на газоне между домами, НПЦ «Нарым», 15.09.17. Мг.

156. *T. ustale* (Fr.) P. Kumm. – **р. опаленная** – на почве у скалы Первый Столб, 06.09.16; на почве и подстилке у скалы Первый Столб, 30.08.22. Мг.

157. *T. vaccinum* (Schaeff.) P. Kumm. – **р. бородатая** – на почве, сосняк чернично-зеленомошный, окрестности скалы Манская стенка, 12.09.11. Мг.

158. *T. virgatum* (Fr.) P. Kumm. – **р. заостренная** – на почве, пихтарник разнотравный, окрестности скалы Моховая, 16.08.11; на почве, пихтарник осочково-крупнотравный, окрестности НПЦ «Нарым», 10.08.11. Мг.

Семейство Tubariaceae

159. *Flammulaster limulatus* (Fr.) Watling – **фламмуластер скошенный** – на неопознанном валеже, пихтарник разнотравный, окрестности избы «Голубка», 17.08.11. Le.

Результатом проведенных исследований в дополнение к ранее известным видам порядка Agaricales стало выявление 156 новых для НП видов агариковых грибов. Многие из них относились к родам или семействам, ранее не известным для изучаемой территории. Впервые приводятся для НП грибы семейств Cantharellulaceae, Galeropsidaceae, Hygrocybaceae, Hygrophoraceae, Hymenogastraceae, Inocybaceae, Melanoleucaceae, Paralepistaceae, Psathyrellaceae, Pseudoclitocybaceae, Resupinataceae, Tricholomataceae, Tubariaceae. Впервые выявлены в НП 34 новых рода агариковых грибов, среди которых по одному виду включают в себя роды *Baeospora*, *Bolbitius*, *Cantharellula*, *Chlorophyllum*, *Clitocybula*, *Coprinellus*, *Echinoderma*, *Flammula*, *Flammulaster*, *Hemimycena*, *Hemipholiota*, *Homophron*, *Limacella*, *Lacrymaria*, *Megacollobia*, *Ossicaulis*, *Parasola*, *Psathyrella*, *Pseudoclitocybe*, *Resupinatus*, *Strobilurus*, *Tephrocybe*, *Tulosesus*, по 2 – *Collobia*, *Gymnopilus*, *Hygrocybe*, *Inosperma*, *Paralepista*, *Rhodocollobia*, по 3 – *Galerina*, *Melanoleuca*, 4 – *Hebeloma*, 5 – *Lepiota*. Наибольшим числом видов отличились впервые выявленные *Hygrophorus* (10 видов), *Tricholoma* (11 видов), *Inocybe* (14 видов). Значительно возросло число видов для ранее известных в НП родов *Agaricus*, *Amanita*, *Clitocybe*, *Cortinarius*, *Entoloma*, *Mycena*, *Pluteus*.

Большинство из впервые выявленных в НП грибов – достаточно широко распространенные виды, часто встречающиеся в России и за рубежом. Очень редкими, причем не только для нашей страны, оказались несколько видов. Так, немногочисленны как в России, так и в странах Европы находки мицены синеногой, строфарии блестяще-белой и беоспоры тысячепластинковой. Очень редка в Евразии вешенка пихтовая. Исключительно редким можно считать крепидот тобольский, который известен только для территории Сибири и не встречается за пределами России.

Из 20 включенных в Красную книгу Красноярского края (2022) агариковых грибов на территории НП зарегистрировано всего 5 видов, при этом 2 из них, упоминаемые в данной работе – гриб-зонтик краснеющий и большитиус сетчатый – оказались новыми для исследуемой территории. Повторно были встречены ранее выявленные энтолома недоразвитая и вешенка покрытая в окрестностях центральной группы скал. Включенный в Красную книгу Российской Федерации (2024) и Красную книгу Красноярского края (2022) гриб лейкофолиота древесинная, однократно найденный в 2016 г., в лесах НП больше не встречался.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных в 2011–2024 гг. исследований микобиоты НП «Красноярские Столбы» список агариковых грибов данной территории увеличился на 156 новых видов. Были расширены сведения о видовом богатстве некоторых таксонов, а также выявлены представители ранее неизвестных в НП родов и семейств изучаемых грибов. Найдены 2 новых вида агариковых грибов, включенных в Красную книгу Красноярского края (2022), и выявлены новые местонахождения ранее известных охраняемых видов.

Авторы искренне благодарны В. С. Пахомову, С. Г. Яськовай, Н. В. Гончаровой, В. П. Юн, Д. М. Даулетмуратовой, И. В. Очкасу за помощь в сборе материала, В. И. Капитонову, Н. Н. Кудашовой за консультативную помощь при идентификации видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вассер С. П. Агариковые грибы СССР. Киев: Наук. думка, 1985. 184 с.

Змитрович И. В., Малышева В. Ф., Малышева Е. Ф., Спирин В. А. Плевротоидные грибы Ленинградской области (с заметками о редких и интересных восточноевропейских таксонах). СПб.: ВИЗР, 2004. 124 с.

Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s. str., Boletales, Agaricales s. str., Russulales в горных лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микол. фитопатол. 1980. Т. 14. №. 4. С. 300–314.

Коваленко А. Е. Определитель грибов СССР. Порядок Hygrophorales. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. 174 с.

Кошелева А. П. Конспект миксомицетов и грибов // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 2010. Вып. 18. С. 5–21.

Кошелева А. П., Кутафьева Н. П. Макромицеты государственного заповедника «Столбы» (1916–2005) // Новости систем. низш. раст. 2008. Т. 42. С. 88–103.

Красная книга Красноярского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / отв. ред. Н. В. Степанов. 3-е изд. Красноярск: СФУ, 2022. Т. 2. 762 с.

Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / отв. ред. д-р биол. наук Д. В. Гельтман. 2-е офиц. изд. М.: ВНИИ «Экология», 2024. 944 с.

Крючкова О. Е. Находка редкого вида *Entoloma abortivum* (Entolomataceae) в государственном природном заповеднике «Столбы» (Красноярский край) // Turczaniowia. 2014. Т. 17. № 4. С. 79–83.

Крючкова О. Е. К изучению ксилотрофных макромицетов государственного природного заповедника «Столбы» // Тр. гос. заповед. «Столбы». Красноярск, 2015. Вып. 20. С. 135–147.

Нездоймино Э. Л. Определитель грибов России. Порядок Агариковые. СПб: Наука, 1996. Вып. 1: Сем. паутинниковые. 408 с.

Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. / Е. М. Булах, С. П. Вассер, М. М. Назарова, Э. Л. Нездоймино; отв. ред. С. П. Вассер. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. Т. 1: Базидиомицеты: Сыроежковые, Агариковые, Паутинниковые, Паксилловые, Мокруховые, Шишкогрибовые. 407 с.

Паламарчук М. А., Кириллов Д. В., Шадрин Д. М. Новые данные о распространении *Pleurotus abieticola* (Agaricales, Basidiomycota) на территории России // Микол. и фитопат. 2023. Т. 57. № 6. С. 409–416.

Серганина Г. И. Шляпочные грибы Белоруссии: определитель и конспект флоры. М.: Наука и техника, 1984. 407 с.

Bolshakov S., Kalinina L., Palomozhnykh E., Potapov K., Ageev D., Arslanov S., Filippova N., Palamarchuk M., Tomchin D., Voronina E. Agaricoid and boletoid fungi of Russia: the modern country-scale checklist of scientific names based on literature data // Biol. Comm. 2021. V. 66. N. 4. P. 316–325.

Funga Nordica: Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera / H. Knudsen and J. Vesterholt (Eds.). Copenhagen: Nordsvamp, 2012. 1085 p.

Malysheva E. F., Malysheva V. F., Justo A. Observations on *Pluteus* (Pluteaceae) diversity in South Siberia, Russia: morphological and molecular data // Mycol. Progr. 2016. V. 15. N. 8. P. 861–882.

Malysheva E. F., Kiyashko A. A., Malysheva V. F., Shikalo E. A. A survey of rare species of agaricoid fungi (Basidiomycota) from South Siberia, Russia // Turczaniowia. 2022. V. 25. N. 1. P. 52–72.

Moser M. Die Rohrlinge und Blatterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Gams H. Klein Kryptogamenflora. Bd 2b/2. Jena, 1978. 548 S.

MycoBank, 2024. <http://www.mycobank.org>

Nordic Macromycetes. V. 2. Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales / L. Hansen, H. Knudsen (Eds.). Copenhagen: Nordsvamp, 1992. 474 p.

Żółciak A. Determination of *Pleurotus abieticola* ligninolytic activity on Norway spruce wood // Fol. For. Pol. 2019. V. 61. Iss. 4. P. 267–277.

NEW AND RARE SPECIES OF BASIDIOMYCETES OF THE NATIONAL PARK «KRASNOYARSK STOLBY»

PART 2: ORDER Agaricales

O. E. Kryuchkova¹, D. Yu. Pavlova², E. F. Tropina²

¹ Siberian Federal University

Prospekt Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation

² National Park «Krasnoyarsk Stolby»

Kar'ernaya str., 26a, Krasnoyarsk, 660006 Russian Federation

E-mail: ivyry@mail.ru, donation333@yandex.ru, tropina-soil@yandex.ru

The article provides information on new and rare species of order Agaricales in the national park «Krasnoyarsk Stolby». 156 new species of agaricoid fungi were discovered. The information is provided on the location, substrate affiliation and time of collection for each species. The information is provided on the location, substrate affiliation and time of collection for each species. New species of protected fungi (*Chlorophyllum rhacodes* (Vittad.) Vellinga, *Bolbitius reticulatus* (Pers.) Ricken) and new locations of previously known (*Entoloma abortivum* (Berk. & M. A. Curtis) Donk, *Pleurotus calyptratus* (Lindblad ex Fr.) Sacc.) protected species were identified.

Keywords: *fungi, order Agaricales, biological diversity, specially protected natural areas.*

How to cite: Kryuchkova O. E., Pavlova D. Yu., Tropina E. F. New and rare species of basidiomycetes of the national park «Krasnoyarsk Stolby». Part 2: Order Agaricales // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 15–27 (in Russian with English abstract and references).

УДК 574*23+574*24

НАКОПЛЕНИЕ ДЕГИДРИНОВ В ХВОЕ СОСНЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ ЗАПАДНОГО САЯНА

И. Г. Гетте¹, Н. В. Пахарькова¹, Н. Е. Коротаева²

¹ Сибирский федеральный университет
660041, Красноярск, просп. Свободный, 79/10

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 132

E-mail: igette@sfu-kras.ru, npakharkova@sfu-kras.ru, knev73@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.02.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Происходящее в настоящее время изменение климата оказывает существенное влияние на функционирование лесных экосистем. Для горных районов характерно заселение подростом новых территорий. В наблюдаемых условиях весьма актуальной задачей стало изучение механизмов адаптации доминирующих древесных растений. Объектом исследования выбраны деревья сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) второго класса возраста, произрастающие в условиях высотной поясности Западного Саяна. К важным биохимическим факторам устойчивости к стрессам, сопряженные с потерей влаги, относят синтез гидрофильных белков. Впервые для данного вида исследованы особенности накопления стрессовых белков-дегидринов (dhn) в хвое в период перехода в состояние зимнего покоя в условиях высотной поясности. В ходе исследования выявлено, что для открытых местообитаний сосны сибирской, произрастающих выше границы леса, характерно достоверное увеличение в накоплении dhn 65 кДа в хвое. На исследуемых участках фиксируются значимые различия в накоплении стрессового белка у отдельных деревьев. Выделены наиболее устойчивые к климатогенному стрессу деревья как наиболее перспективные для сбора семян и воспроизводства лесов в условиях изменения климата. Полученные результаты позволяют предположить возможность использования определения dhn в хвое в совокупности с другими параметрами для разработки комплексного подхода по выявлению устойчивых и продуктивных деревьев.

Ключевые слова: *Pinus sibirica* Du Tour, белки-дегидрины, зимний покой.

DOI: 10.15372/SJFS20250303

ВВЕДЕНИЕ

Глобальное изменение климата — одна из важнейших экологических проблем общемирового масштаба. Многими исследователями отмечается, что оно приводит к различным последствиям, в том числе и на территории Сибири (Aitken et al., 2008; Tchebakova et al., 2011; Алексеев и др., 2013; Прожерина, Наквасина, 2021; Rosbakh et al., 2021), где происходят увеличение частоты и продолжительности засушливых периодов летом и уменьшение высоты снежного покрова зимой. Здесь также отмечается движение широтной (в направлении с юга на север)

и высотной (от более низких к более высоким территориям) границ лесных экосистем (Harsch et al., 2009; Tchebakova et al., 2011; Петров и др., 2015; Petrov et al., 2015; Сергиенко, 2015; Kharuk et al., 2021).

В некоторых работах (Kharuk et al., 2021, 2024; Петров и др., 2021; Petrov et al., 2021) отмечается, что повышение температуры атмосферы приводит к продвижению границы леса в условиях высотной поясности Восточного Саяна, то же указано и для Западного Саяна (Kharuk et al., 2010). Для данных территорий одна из основных лесобразовательных пород — сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour). В усло-

виях высокогорья древесные организмы подвержены экстремальным абиотическим факторам, которые, несомненно, оказывают прямое влияние на рост, продуктивность и выживаемость подроста.

Способность подроста сосны сибирской продвигаться выше границы леса обусловлена механизмами адаптации вида (Пахарькова и др., 2024б). Экофизиологические признаки деревьев сосны сибирской, определяющих их возможность выживать в суровых условиях горных экосистем, исследованы недостаточно (Tchebakova et al., 2022; Пахарькова и др., 2024б). С практической точки зрения необходимо уделять большее внимание поиску внутривидовых различий для выявления высокопродуктивных и устойчивых экземпляров и индикаторных признаков, которые могут быть потенциально применимы в селекции для последующего лесовосстановления.

Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды у растений определяется способностью поддерживать физиологические процессы за счет различных механизмов адаптации, в том числе внутриклеточным действием белков стресса. По многочисленным данным, особое место отводится белкам-дегидринам, накопление которых увеличивается в ответ на обезвоживание (Velasco-Conde et al., 2012; Riyazuddin et al., 2022), действие пониженных температур (Yakovlev et al., 2008; Kosová et al., 2014; Азаркович, 2020) и замораживание (Welling et al., 2004), при солевом стрессе (Colmer et al., 2006; Азаркович, 2020; Azarkovich, 2020).

За последние десятилетия проведено немало исследований по обнаружению дегидринов различных молекулярных масс в ответ на стрессовые факторы в травянистых и древесных растениях (Velasco-Conde et al., 2012), при этом продемонстрировано их накопление в листьях, стеблях, в пыльце и семенах (Kosová et al., 2014; Татаринова и др., 2020; Коротаева и др., 2020; Азаркович, 2020; Azarkovich, 2020). Однако стрессовые белки-дегидрины голосеменных изучены гораздо меньше, чем у покрытосеменных (Татаринова и др., 2023; Tatarinova et al., 2023).

Различные формы дегидринов присутствуют в вегетативных органах голосеменных растений с некоторыми количественными изменениями в годовом цикле (Korotaeva et al., 2015; Sena et al., 2018). Стабильно высокий уровень этих белков отмечается на протяжении всего периода низких отрицательных температур в осенний период и при повышении температуры в весен-

ный период. Это один из ключевых элементов устойчивости к дегидратации. При этом исследования о внутривидовом различии в накоплении стрессовых белков-дегидринов хвойными растениями единичны (Коротаева и др., 2023).

В Западном Саяне зима – продолжительная и холодная (Природный парк..., 2025), поэтому успешность роста и развития сосны сибирской во многом зависит от способности растений переходить в состояние зимнего покоя и его продолжительности (Пахарькова и др., 2024а). В этой связи представляется важным изучить накопление дегидринов, которые известны также как факторы и маркеры зимней холодовой акклимации у хвойных растений (Vuosku et al., 2022).

Целью данной работы стало изучение накопления белков-дегидринов в хвое деревьев сосны сибирской в условиях высотной поясности (на примере хребта Ергаки Западного Саяна) в период перехода в состояние зимнего покоя.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В окрестностях оз. Ойское на территории природного парка «Ергаки» (52°50' с. ш., 93°16' в. д.) была заложена трансекта, пересекающая три пробные площади (пп) (рис. 1).

На первой пробной площади (пп 1) древесная растительность представлена стланиковыми формами сосны сибирской. На пп 2 древесная растительность представлена редколесьем с преобладанием сосны сибирской. Сомкнутость крон 0.1. На пп 3 древесная растительность представлена смешанным пихтово-кедровым лесом с преобладанием сосны сибирской. Сомкнутость крон 0.4. Класс возраста древостоя на всех участках – второй.

На каждой пробной площади были выбраны и промаркированы по 20 типичных экземпляров деревьев сосны сибирской, по которым были проведены комплексные исследования экофизиологических показателей (Пахарькова и др., 2024а) (рис. 2).

Среди них на каждой пробной площади было выделено по 4 дерева (2 с минимальной и 2 с максимальной массой хвои), представляющие наибольший интерес для дальнейших исследований по оценке биохимического индикатора стрессового состояния – белков-дегидринов. Далее при описании исследований будут использованы их постоянные номера: деревья 4, 9, 19, 20 – на верхней пробной площади (пп 1),

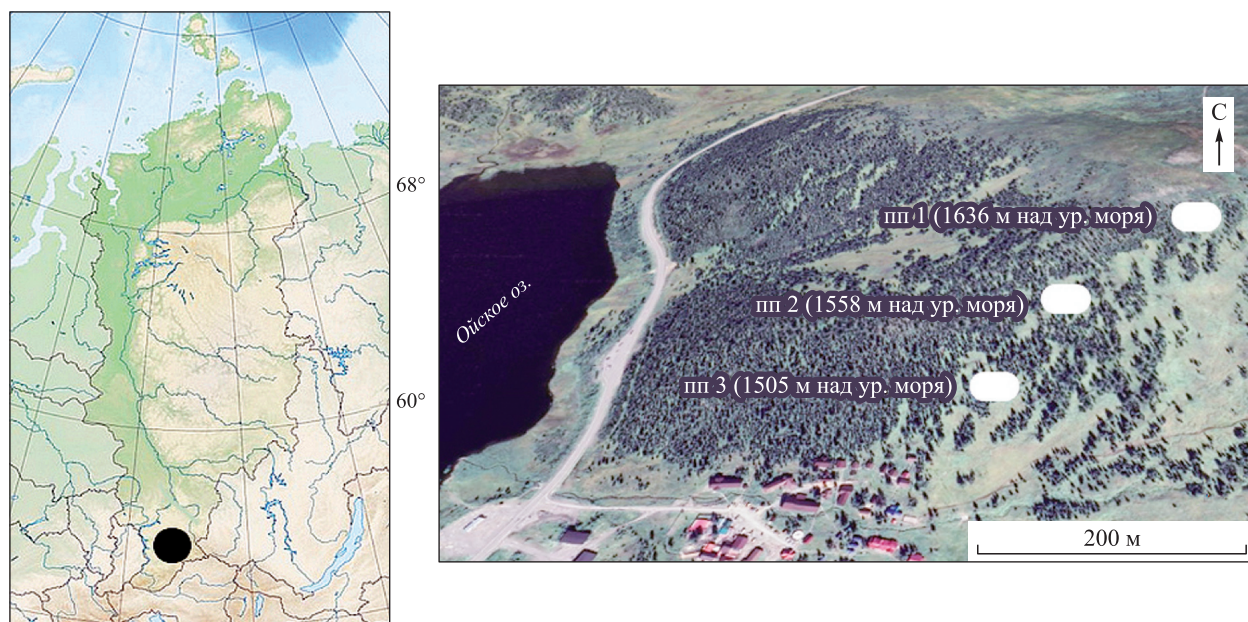


Рис. 1. Расположение пробных площадей на исследуемой территории.

деревья 26, 27, 30, 33 – на пробной площади, расположенной в середине склона (пп 2) и деревья 43, 44, 46, 60 – на нижней пробной площади (пп 3).

Территория исследований, характеризуется континентальным климатом. Климатические условия очень неоднородны, что определяется высотной поясностью гор. Среднегодовая температура по району составляет -3.9°C . После каждых 100 м подъема вверх по склону температура понижается на 0.6°C (Природный парк..., 2025).

По данным метеостанции «Оленья речка» ($52^{\circ}48'$ с. ш., $93^{\circ}14'$ в. д., 1404 м н. у. м.), средняя температура ноября составила -10°C , средний

уровень осадков – 106 мм, в предшествующий сбору месяц (октябрь) – соответственно -2°C и 121 мм (Погода..., 2025).

Сбор растительных образцов проводили в ноябре 2023 г. Исследовалась хвоя 2-го года жизни, которую отбирали в средней части кроны (с разных сторон ствола) в равных пропорциях. Для анализа использовалась объединенная проба для каждого дерева минимум в трех биологических повторностях.

Общий белок выделяли по ранее опубликованной методике (Korotaeva et al., 2012). Его концентрацию определяли с помощью реактива Брэдфорда (Bio-Rad, США). Для электрофоретического разделения наносили по 30 мкг белка

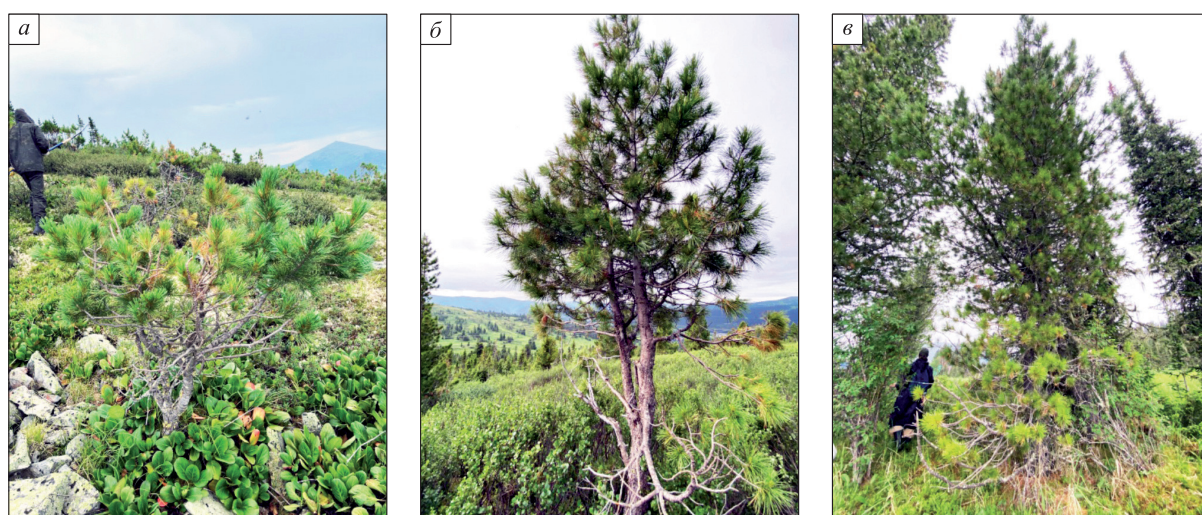


Рис. 2. Внешний вид модельный деревьев на пп 1 (а), пп 2 (б) и пп 3 (в).

на трек. Нанесение белка нормализовали по окраске Кумасси. После разделения белков с помощью Na-ДДС-электрофореза в 12%-м ПААГ и WesternBlot в системе mini-Protean III (BioRad, США) проводили инкубирование полученных нитроцеллюлозных мембран в растворе антител первичных (Enzo Life Sciences, ADI-PLA-100-D; разведение 1 : 500) и вторичных, конъюгированных со щелочной фосфатазой (Enzo Life Sciences, ADI-SUB-301-J; разведение 1 : 1000), в присутствии BCIP и NBT (Gerbu, Германия). Интенсивность окрашивания белкового пятна на мембране определяли денситометрически после сканирования в цифровой формат с помощью сканера Gel Doc™ XR+ (BioRad, США) и программы Image Lab (версия 5.2) (BioRad, США).

При определении сухой массы хвою высушивали в сушильном шкафу при температуре 95 °С, взвешивание до постоянной массы проводили на аналитических весах ГОСМЕТР ВЛ-124В-С с погрешностью ± 0.5 мг. Потери воды рассчитывали в процентном соотношении от массы 100 хвоинок с каждого дерева в трех повторностях.

Статистический анализ данных проводили с помощью программного обеспечения SigmaPlot 12.5. Нормальность данных оценивали с помощью теста Шапиро – Уилка. В случае успешного прохождения теста на нормальность для оценки значимости различий применяли *t*-критерий Стьюдента. В случае, если распределение данных отличалось от нормального, применяли непараметрический тест Манна – Уитни. На графиках строчные буквы обозначают значимые различия при $p < 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Успешность онтогенеза дерева часто оценивают по его продуктивности, в том числе по наращиванию биомассы хвои (Усольцев, 2017; Юзбеков, 2022; Пахарькова и др., 2024б).

На рис. 3 представлены данные по сухой массе 100 хвоинок.

Наиболее успешными по продуктивности фотосинтезирующей массы на верхней пробной площади (пп 1) являются деревья под номерами 4, 9 и 20, на пп 2 – 30 и 33, на пп 3 – 44 и 60. Как видно, на всех пп фиксируются значимые межиндивидуальные различия по этому показателю. Можно отметить несколько большее варьирование массы 100 хвоинок на пп 2 и пп 3 по сравнению с пп 1. Вероятно, это связано с более слабым давлением действующих стресс-факторов, что приводит к многообразию морфологических параметров побегов деревьев на пп 2 и пп 3. Более жесткие условия (резкие перепады температуры и влажности, сильные ветра, маломощные почвы) на верхней пробной площади приводят к выживанию на пп 1 наиболее приспособленных экземпляров сосны сибирской.

Важным звеном в защитных реакциях растений в условиях таких стрессовых факторов, как засуха и низкие температуры, служит синтез гидрофильных белков. Накопление белков дегидринов способствует приобретению устойчивости к стрессам, сопряженным с потерей влаги: охлаждению, замораживанию, засухе. Белки дегидрины известны как биохимические факторы сезонной холодовой акклимации (Velasco-Conde

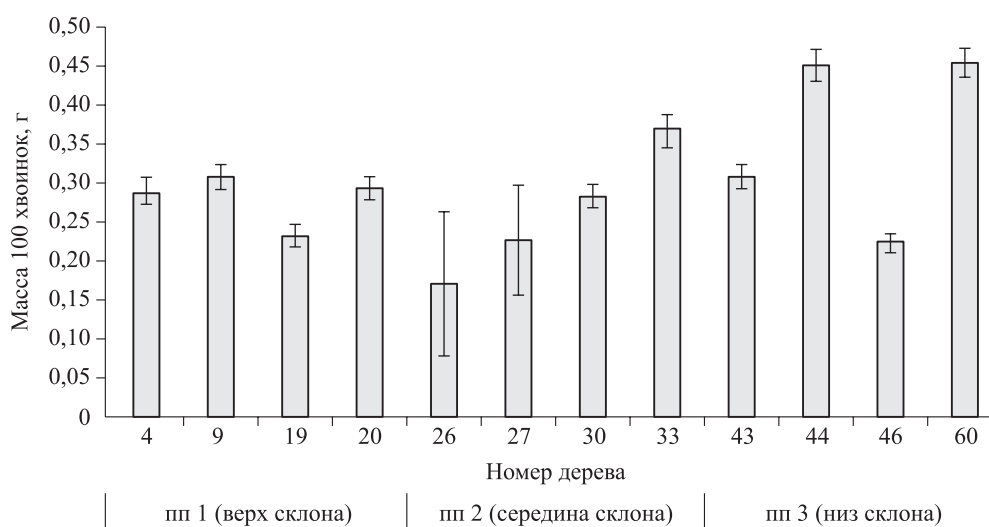


Рис. 3. Масса сухой хвои сосны сибирской.

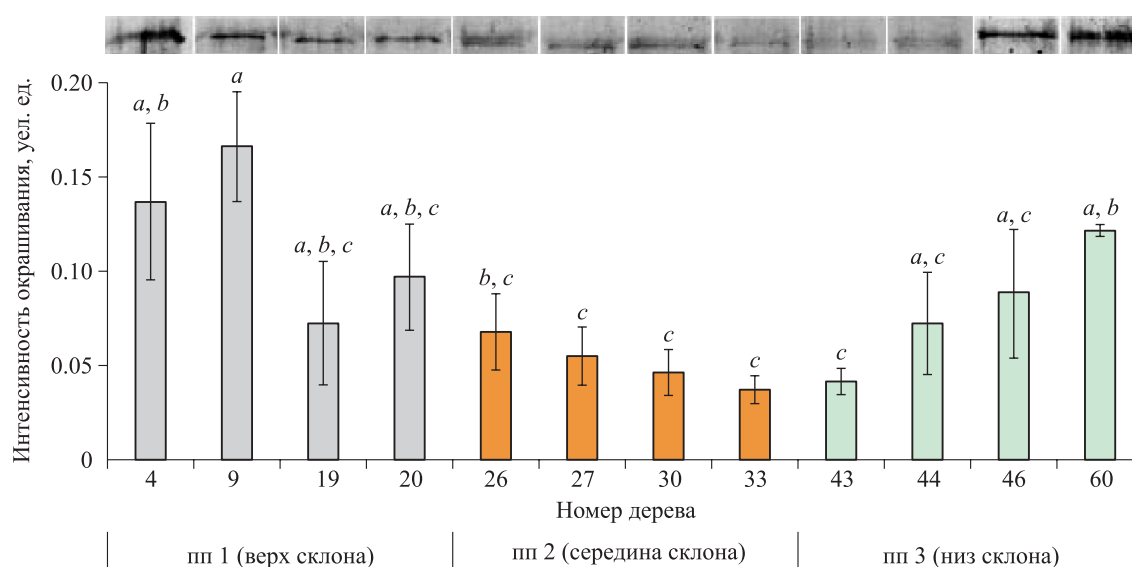


Рис. 4. Содержание белка dhn 65 кДа в хвое модельных деревьев сосны сибирской.

a, b, c – значимые различия при $p < 0.05$. В верхней части рисунка показано изображение типичной мембраны.

et al., 2012; Коротаева и др., 2020; Татарнинова и др., 2020).

На рис. 4 представлены данные по накоплению дегидринов с молекулярной массой 65 кДа в хвое деревьев сосны сибирской, произрастающих на пробных площадях вдоль высотного градиента.

Мажорные дегидрины с высокой молекулярной массой, накопление которых связано с сезонной акклимацией в естественных условиях (Korotaeva, 2012; Коротаева и др., 2020) или при действии стресса в рамках модельного эксперимента (Kartashov et al., 2021), ранее были обнаружены для нескольких видов хвойных деревьев. Масса таких дегидринов зачастую близка к 70 кДа, а их содержание в естественных условиях, как правило, имеет сезонную регуляцию (Korotaeva, 2012). Обнаруженный в данном исследовании дегидрин с массой 65 кДа, возможно, относится к этой группе белков.

В осенние месяцы при понижении среднесуточной температуры растительные организмы переходят в состояние зимнего покоя, для чего им необходим синтез метаболитов, функции которых направлены на предотвращение дегидратации клеток, поэтому накопление дегидринов в хвое сосны сибирской в осенний период – закономерное явление. Одним из свойств дегидринов является предотвращение повреждений мембран и белков, к которым может привести снижение содержания воды в клетке (Aziz et al., 2021).

По средним значениям для пробных площадей выявлено, что для открытых местообитаний

сосны сибирской (пп 1) характерно достоверное увеличение в накоплении dhn 65 кДа в хвое по сравнению с пп 2 и пп 3. Растительные организмы горных экосистем обычно акклиматизируются к высокой инсоляции и экстремальным температурам (Larcher et al., 2010; Singh, 2018; Neuner et al., 2020), именно эти факторы выступают стрессовыми условиями, которые в первую очередь определяют положение границы леса. При этом для фотосинтезирующих органов такое сочетание факторов зачастую приводит к несоответствию между интенсивностью световой и темновой фаз фотосинтеза, результатом чего становится накопление активных форм кислорода (АФК) и появление необходимости бороться с последствиями окислительного стресса (Scheller, Haldrup, 2005). Вероятно, эти причины, помимо дегидратации, могли способствовать усиленному накоплению dhn 65 кДа в хвое деревьев пп 1, поскольку дегидрины также способны быть ловушками для АФК и снижать интенсивность внутриклеточного окисления (Aziz et al., 2021). Проведенные нами ранее исследования показали, что существуют значительные межвидовые и межпопуляционные различия по отношению к температурному режиму и условиям увлажнения у представителей рода *Pinus* (Пахарькова и др., 2019).

Модельные деревья сосны сибирской в рамках данного исследования также оказались неоднородными по накоплению dhn. Для деревьев 4 и 9 характерно более высокое содержание dhn по сравнению с деревьями 19 и 20 этого же участка. Для древостоев, произрастающих

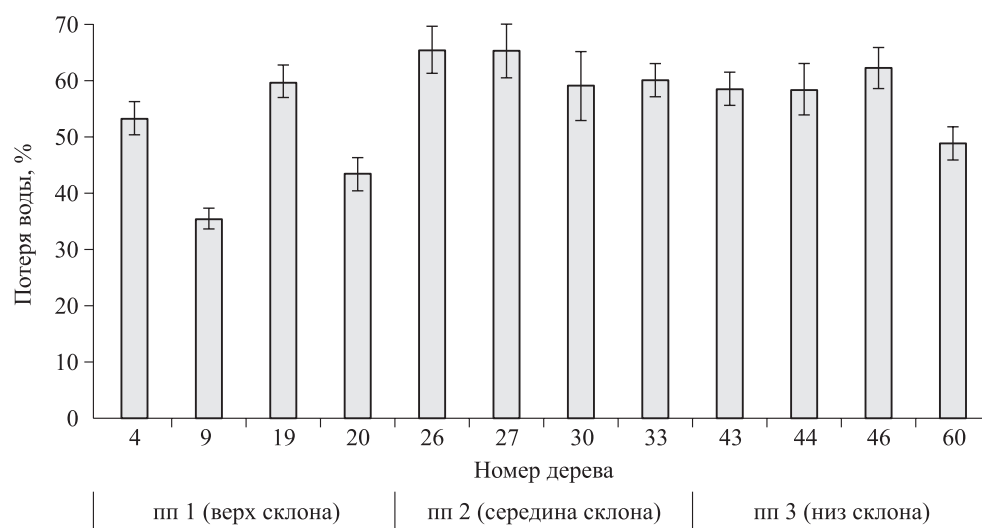


Рис. 5. Потери воды при высушивании хвои до абсолютно сухого состояния.

в нижней части склона (пп 3) также отмечена неоднородность в накоплении dhn, более интенсивное окрашивание белкового пятна определено для деревьев под номерами 46 и 60, что отражает внутривидовые различия в уровне накопления дегидринов. На средней пробной площади (пп 2) накопление dhn стабильно и не показывает существенных различий между деревьями внутри площади.

Наименьшее содержание воды в хвое в период перехода в состояние зимнего покоя характерно для открытых местообитаний верхней пробной площади. При отрицательных температурах воздуха маломощные почвы быстро промерзают, а снеговой покров ложится поздно из-за сильных ветров. В целом по всем пробным площадям выявлена отрицательная зависимость между содержанием воды в хвое и содержанием dhn 65 кДа (коэффициент корреляции между потерей воды при высушивании хвои до абсолютно сухого состояния и содержанием белка dhn 65 кДа составляет -0.78), что соответствует современным представлениям о протекторной роли дегидринов при действии водного дефицита (Perdiguer et al., 2012; Kjellsen et al., 2013; Aziz et al., 2021).

Можно отметить, что у успешных по наращиванию биомассы хвои деревьев (9 и 20), хвоя содержит меньше воды при переходе к периоду покоя по сравнению с другими экземплярами сосны сибирской (рис. 5).

Для дерева 9 оказался также существенно повышенным уровень dhn 65 кДа, что, по-видимому, стало реакцией на значительное снижение содержания воды в осенне-зимний период (см. рис. 4). Возможно, индивидуальная генетически

закрепленная особенность деревьев 9 и 20 – способность эффективно совмещать интенсивные ростовые процессы в период вегетации с сезонной акклимацией при переходе к периоду покоя, что может указывать на селекционную перспективность этих деревьев.

В осенний период структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата претерпевает существенные изменения, вызванные низкими положительными, а затем и отрицательными температурами, направленные на формирование механизмов адаптации к меняющимся условиям. Функции dhn при этом заключаются в удержании воды и защите белков и мембран от неспецифических взаимодействий в период холодного обезвоживания внутриклеточной среды. Деревья 9 и 60 – не только высокопродуктивны, но и устойчивы к климатогенному стрессу, вызванному потерей воды клетками хвои при наступлении отрицательных температур, и могут быть определены как наиболее перспективные для получения семян и воспроизводства лесов (дерево 9 – для открытых местообитаний, дерево 60 – под пологом леса) в условиях изменения климата. В свою очередь, метод определения dhn в хвое может быть использован для отбора более резистентных форм к потере воды при переходе в состояние зимнего покоя.

Таким образом, на основании изучения накопления белков-дегидринов в хвое деревьев сосны сибирской в условиях высотной поясности (на примере хр. Ергаки Западного Саяна) в период перехода в состояние зимнего покоя, выявлены значительные внутривидовые различия между растениями сосны сибирской

не только в различных условиях произрастания (пп 1 – пп 3), но и в пределах одной пробной площади. В совокупности с оценкой биомассы хвои это позволяет выявить перспективные экземпляры сосны сибирской для дальнейшей селекционной работы в целях воспроизводства лесов в условиях изменения климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые для данного вида исследованы особенности накопления стрессовых белков-дегидринов (dhn) в хвое в период перехода в состояния зимнего покоя в условиях высотной поясности. В ходе исследования было выявлено, что для открытых местообитаний сосны сибирской, расположенных выше границы леса (пп 1), характерно достоверное увеличение в накоплении dhn 65 кДа в хвое, что, по-видимому, связано с повышенной потерей воды хвоей растений на этой пробной площади. Выявленные у отдельных деревьев сосны сибирской отличия (по накоплению dhn 65 кДа, массе хвои и содержанию воды в хвое) могут быть использованы в селекции данного вида и для разработки комплексного подхода по выявлению устойчивых и продуктивных деревьев сосны сибирской, приуроченных к различным условиям местообитания.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ 23-24-00251 «Внутрипопуляционная изменчивость экофизиологических признаков деревьев сосны сибирской (Pinus sibirica Du Tour) в условиях изменения климата».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азаркович М. И. Дегидрины в ортодоксальных и рекальцитрантных семенах // Физиол. раст. 2020. Т. 67. № 2. С. 130–140.
- Алексеев В. М., Константинов А. В., Бурцев Д. С. Реакция лесов на изменение климата // Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, СПбНИИЛХ, 22–24 мая 2013 г. СПб.: СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 1. С. 26–34.
- Коротаева Н. Е., Иванова М. В., Суворова Г. Г., Боровский Г. Б. Дегидрины в адаптации сосны обыкновенной и ели сибирской к условиям произрастания в период вегетации // Сиб. лесн. журн. 2020. № 6. С. 54–63.
- Коротаева Н. Е., Шмаков В. Н., Молдавская С. Э. Влияние водного дефицита на накопление дегидринов в клетках каллусной культуры сосны обыкновенной // ИВУЗ. Прикл. хим. и биотехнол. 2023. Т. 13. № 4. С. 519–587.
- Пахарькова Н. В., Кузьмина Н. А., Кузнецова Г. В., Кузьмин С. Р. Диагностика устойчивости представителей рода *Pinus* к периодическим повышением температуры в зимне-весенний период // Изв. СПбЛТА. 2019. № 227. С. 88–106.
- Пахарькова Н. В., Гаевский Н. А., Гетте И. Г. Параметры фотосинтетического аппарата *Pinus sibirica* в фенотипировании деревьев в условиях высотной поясности Западного Саяна // Журн. СФУ. Биол. 2024а. № 17 (2). С. 119–133.
- Пахарькова Н. В., Масенцова И. В., Гетте И. Г., Позднякова Е. Е., Калабина А. А. Фотосинтетический аппарат хвои сосны сибирской кедровой в период выхода из состояния зимнего покоя в условиях высотной поясности Западного Саяна // Сиб. лесн. журн. 2024б. № 2. С. 41–49.
- Петров И. А., Харук В. И., Двинская М. Л., Им С. Т. Реакция хвойных экотона альпийской лесотундры Кузнецкого Алатау на изменение климата // Сиб. экол. журн. 2015. № 4. С. 518–527.
- Петров И. А., Шушпанов А. С., Голуков А. С., Двинская М. Л., Харук В. И. Динамика древесно-кустарниковой растительности в горной лесотундре Восточного Саяна // Экология. 2021. № 5. С. 372–379.
- Погода и климат, 2025. <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/29974.htm>
- Природный парк «Ергаки». Климат, 2025. <https://www.ergaki-park.ru/about/klimat/>
- Прожерина Н. А., Наквасина Е. Н. Изменение климата и его влияние на адаптацию и внутривидовую изменчивость хвойных пород Европейского Севера России // ИВУЗ. Лесн. журн. 2021. № 2. С. 9–25.
- Сергиенко В. Г. Динамика границ лесорастительных зон России в условиях изменения климата // Тр. СПбНИИЛХ. 2015. № 1. С. 5–19.
- Татаринова Т. Д., Перк А. А., Пономарев А. Г., Васильева И. В. Особенности стрессовых белков-дегидринов березы *Betula L.* в условиях криолитозоны // Сиб. лесн. журн. 2020. № 2. С. 21–30.
- Татаринова Т. Д., Перк А. А., Пономарев А. Г., Васильева И. В. Связь дегидринов с адаптацией лиственницы Каяндера к условиям криолитозоны Якутии // Физиол. раст. 2023. Т. 70. № 5. С. 537–546.
- Усольцев В. А. Продуктивность ассимиляционного аппарата лесообразующих видов в климатических градиентах Евразии // Сиб. лесн. журн. 2017. № 4. С. 52–65.
- Юзбеков А. К. Сезонная динамика фотосинтетической продуктивности ели европейской в лесных сообществах Валдая // Экол. мониторинг и моделирование экосист. 2022. Т. 33. № 3–4. С. 37–51.
- Azarkovich M. I. Dehydrins in orthodox and recalcitrant seeds // Rus. J. Plant Physiol. 2020. V. 67. Iss. 2. P. 221–230 (Original Rus. Text © M. I. Azarkovich, 2020, publ. in Fiziologiya rasteniy. 2020. N. 2. P. 130–140).
- Aziz M., Sabeem M., Mullath S. K., Brini F., Masmoudi K. Plant group II LEA proteins: Intrinsically disordered structure for multiple functions in response to environmental stresses // Biomolecules. 2021. V. 11. Iss. 11. Article 1662. 27 p.
- Aitken S. N., Yeaman S., Holliday J. A., Wang T., Curtis-McLane S. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations // Evol. Appl. 2008. V. 1. Iss. 1. P. 95–111.

- Colmer T. D., Flowers T. J., Munns R. Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat // J. Exp. Bot. 2006. V. 57. Iss. 5. P. 1059–1078.
- Harsch M. A., Hulme P. E., McGlone M. S., Dunca R. P. Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming // Ecol. Lett. 2009. V. 12. Iss. 10. P. 1040–1049.
- Kartashov A. V., Zlobin I. E., Pashkovskiy P. P., Pojidaeva E. S., Ivanov Y. V., Mamaeva A. S., Fesenko I. A., Kuznetsov V. V. Quantitative analysis of differential dehydrin regulation in pine and spruce seedlings under water deficit // Plant Physiol. Biochem. 2021. V. 162. P. 237–246.
- Kharuk V. I., Im S. T., Dvinskaya M. L. Forest-tundra ecotone response to climate change in the Western Sayan Mountains, Siberia // Scand. J. For. Res. 2010. V. 25. Iss. 3. P. 224–233.
- Kharuk V. I., Im S. T., Petrov I. A. Alpine ecotone in the Siberian mountains: vegetation response to warming // J. Mount. Sci. 2021. V. 18. Iss. 12. P. 3099–3108.
- Kharuk V. I., Petrov I. A., Golyukov A. S., Im S. T., Shushpanov A. S. Mountain taiga in a warming climate: Contrast of Siberian Pine growth along an elevation gradient // Forests. 2024. V. 15. Iss. 1. Article 50. 13 p.
- Kjellsen T. D., Yakovlev I. A., Fossdal C. G., Strimbeck G. R. Dehydrin accumulation and extreme low-temperature tolerance in Siberian spruce (*Picea obovata*) // Tree Physiol. 2013. V. 33. Iss. 12. P. 1354–1366.
- Kosová K., Vitémvás P., Prášil I. T. Wheat and barley dehydrins under cold, drought, and salinity – what can LEA-II proteins tell us about plant stress response? // Front. Plant Sci. 2014. V. 5. Article 343.
- Korotaeva N. E., Oskorbina M. V., Kopytova L. D., Suvorova G. G., Borovskii G. B., Voinikov V. K. Variations in the content of stress proteins in the needles of common pine (*Pinus sylvestris* L.) within an annual cycle // J. For. Res. 2012. V. 17. Iss. 1. P. 89–97.
- Korotaeva N., Romanenko A., Suvorova G., Ivanova M., Lomovatskaya L., Borovskii G., Voinikov V. Seasonal changes in the content of dehydrins in mesophyll cells of common pine needles // Photosynth. Res. 2015. V. 124. Iss. 2. P. 159–169.
- Larcher W., Kainmüller C., Wagner J. Survival types of high mountain plants under extreme temperatures // Flora: Morphol., Distribut., Funct. Ecol. Plants. 2010. V. 205. Iss. 1. P. 3–18.
- Neuner G., Huber B., Plangger A., Pohl J.-M., Walde J. Low temperatures at higher elevations require plants to exhibit increased freezing resistance throughout the summer months // Environ. Exp. Bot. 2020. V. 169. Article 103882.
- Petrov I. A., Kharuk V. I., Dvinskaya M. L., Im S. T. Reaction of coniferous trees in the Kuznetsk Alatau alpine forest-tundra ecotone to climate change // Contemp. Probl. Ecol. 2015. V. 8. Iss. 4. P. 423–430 (Original Rus. Text © I. A. Petrov, V. I. Kharuk, M. L. Dvinskaya, S. T. Im, 2015, publ. in Sib. Ecol. Zhurn. 2015. N. 4. P. 518–527).
- Petrov I. A., Shushpanov A. S., Golyukov A. S., Dvinskaya M. L., Kharuk V. I. Dynamics of tree and shrub vegetation in the eastern Sayan mountain tundra // Rus. J. Ecol. 2021. V. 52. Iss. 5. P. 399–405 (Original Rus. Text © Petrov I. A., Shushpanov A. S., Golyukov A. S., Dvinskaya M. L., Kharuk V. I., 2021, publ. in Ekologiya. 2021. N. 5. P. 372–379).
- Perdiguerro P., Barbero M. C., Cervera M. T., Soto A., Colada C. Novel conserved segments are associated with differential expression patterns for Pinaceae dehydrins // Planta. 2012. V. 236. Iss. 6. P. 1863–1874.
- Riyazuddin R., Nisha N., Singh K., Verma R., Gupta R. Involvement of dehydrin proteins in mitigating the negative effects of drought stress in plants // Plant Cell Rep. 2022. V. 41. Iss. 2. P. 519–533.
- Rosbakh S., Hartig F., Sandanov D. V., Bukharova E. V., Miller T. K., Primack R. B. Siberian plants shift their phenology in response to climate change // Glob. Change Biol. 2021. V. 27. Iss. 18. P. 4435–4448.
- Scheller H. V., Haldrup A. Photoinhibition of photosystem I // Planta. 2005. V. 221. Iss. 1. P. 5–8.
- Sena J. S., Giguère I., Rigault P., Bousquet J., Mackay J. Expansion of the dehydrin gene family in the Pinaceae is associated with considerable structural diversity and drought-responsive expression // Tree Physiol. 2018. V. 38. Iss. 3. P. 442–456.
- Singh S. Understanding the role of slope aspect in shaping the vegetation attributes and soil properties in Montane ecosystems // Tropical Ecol. 2018. V. 59. Iss. 3. P. 417–430.
- Tatarinova T. D., Perk A. A., Ponomarev A. G., Vasil'eva I. V. Relationship between dehydrins and adaptation of Ca-yander larch to Yakutia cryolithozone conditions // Rus. J. Plant Physiol. 2023. V. 70. Article 99 (Original Rus. Text © T. D. Tatarinova, A. A. Perk, A. G. Ponomarev, I. V. Vasil'eva, 2023, publ. in Fiziol. rast. 2023. V. 70. N. 5. P. 537–546).
- Tchebakova N. M., Parfenova E. I., Soja A. J. Climate change and climate-induced hot spots in forest shifts in central Siberia from observed data // Reg. Environ. Change. 2011. V. 11. Iss. 4. P. 817–827.
- Tchebakova N. M., Parfenova E. I., Bazhina E. V., Soja A. J., Groisman P. Y. Droughts are not the likely primary cause for *Abies sibirica* and *Pinus sibirica* forest dieback in the south Siberian mountains // Forests. 2022. V. 13. Iss. 9. Article 1378. 19 p.
- Velasco-Conde T., Yakovlev I., Majada J. P., Aranda I., Johnsen Ø. Dehydrins in maritime pine (*Pinus pinaster*) and their expression related to drought stress response // Tree Genet. Genom. 2012. V. 8. Iss. 5. P. 957–973.
- Vuosku J., Martz F., Hallikainen V., Rautio P. Changing winter climate and snow conditions induce various transcriptional stress responses in Scots pine seedlings // Front. Plant Sci. 2022. V. 13. Article 1050903.
- Welling A., Rinne P., Viherä-Aarnio A., Kontunen-Soppela S., Heino P., Palva E. T. Photoperiod and temperature differentially regulate the expression of two dehydrin genes during overwintering of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) // J. Exp. Bot. 2004. V. 55. Iss. 396. P. 507–516.
- Yakovlev I. A., Asante D. K. A., Fossdal C. G., Partanen J., Junttila O., Johnsen Ø. Dehydrins expression related to timing of bud burst in Norway spruce // Planta. 2008. V. 228. Iss. 3. P. 459–472.

ACCUMULATION OF DEHYDRINS IN SIBERIAN STONE PINE NEEDLES IN THE CONDITIONS OF THE HIGH-ALTITUDE ZONE OF THE WESTERN SAYAN

I. G. Gette¹, N. V. Pakharkova¹, N. E. Korotaeva²

¹ Siberian Federal University
Prospekt Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation

² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Lermontov str., 132, Irkutsk, 664033 Russian Federation

E-mail: igette@sfu-kras.ru, npakharkova@sfu-kras.ru, knev73@yandex.ru

Current climate change has a significant impact on the functioning of forest ecosystems. For mountainous areas, it is typical for undergrowth to colonize new territories. An urgent task in the observed conditions is to study the adaptation mechanisms of dominant trees. The object of the study was Siberian stone pine trees (*Pinus sibirica* Du Tour) of the second age class, growing in the conditions of the altitudinal zonation of the Western Sayan. Important biochemical factors of resistance to stress associated with moisture loss include the synthesis of hydrophilic proteins. For the first time for this species, the features of accumulation of stress proteins-dehydrins (dhn) in needles during the transition to winter dormancy in conditions of altitudinal zonation were studied. It was found that open habitats of Siberian pine growing above the forest line are characterized by a reliable increase in the accumulation of dhn 65 kD in needles. In the studied areas, significant differences in the accumulation of stress protein in individual trees were recorded. The trees most resistant to climatogenic stress were identified as the most promising for obtaining seeds and reproducing forests under climate change conditions. The results obtained suggest the possibility of using the definition of dhn in needles, in combination with other parameters, to develop a comprehensive approach to identifying resistant and productive trees.

Keywords: *Pinus sibirica* Du Tour; dehydrin proteins, winter dormancy.

How to cite: Gette I. G., Pakharkova N. V., Korotaeva N. E. Accumulation of dehydrins in Siberian stone pine needles in the conditions of the high-altitude zone of the Western Sayan // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 28–36 (in Russian with English abstract and references).

УДК 630*161.1:631.433(571.13)

ОСОБЕННОСТИ ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА В БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

П. Н. Шульпина, О. П. Баженова

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина
644008, Омск, Институтская площадь, 1

E-mail: gjkbyrf1008@mail.ru, olga52@bk.ru

Поступила в редакцию 10.01.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

По результатам исследований 2022–2023 гг. проведена оценка запасов углерода в пулах фитомассы древостоя, лесной подстилки и органического вещества почвы в березовых древостоях южной лесостепи Омской области – территории карбонового полигона Омского государственного аграрного университета и в окрестностях с. Кордон (Исилькульский район Омской области). Березняки на исследуемых участках отличаются по таксационным показателям – средней высоте, густоте произрастания и сумме площадей сечения. Запас стволовой древесины (155.3–159.6 м³/га) и запас углерода в фитомассе (57.05–61.07 т/га) в березовых древостоях на территории карбонового полигона существенно ниже, чем соответствующие показатели (233.1–259.3 м³/га; 87.35–94.81 т/га) в окрестностях с. Кордон. Суммарные запасы почвенного углерода в слое 0–50 см на лугово-черноземной почве полигона выше (170.35 т/га), чем на темно-серой лесной почве в окрестностях с. Кордон (115.72 т/га). Суммарные запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых участках различаются незначительно – 3.65 т/га в окрестностях с. Кордон и 4.23 т/га на карбоновом полигоне. Суммарный запас углерода в березовых древостоях по данным 2023 г. на разных участках отличается незначительно, составляя на территории карбонового полигона 292.7 т/га, в окрестностях с. Кордон – 301.53 т/га. Установлено, что продуктивность и углерод депонирующая функция березовых древостоев южной лесостепи Омской области зависит от густоты их произрастания и типа почвенного покрова.

Ключевые слова: березовые древостои, запасы углерода, фитомасса, лесная подстилка, почва, юг Западной Сибири.

DOI: 10.15372/SJFS20250304

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее важных вопросов природопользования в настоящее время является оценка углеродного цикла лесов. Прежде всего это обусловлено необходимостью решения проблем, связанных с глобальным изменением климата, сокращением выбросов парниковых газов и оценкой углерод депонирующей способности лесных насаждений (Швиденко, Щепаченко, 2014; Усольцев и др., 2015; Usoltsev et al., 2015; Замолодчиков и др., 2020; Честных и др., 2020).

Леса играют важную роль в регулировании климата, обладая способностью поглощать парниковые газы и депонировать углерод как

в фитомассе, так и в почве (Экосистемные услуги..., 2016; Funk et al., 2019; Кузнецова, 2021; Chi et al., 2021; Jiao et al., 2021; Li et al., 2021; Басова и др., 2022; Bachofen et al., 2022; Puchi et al., 2024). Значимость лесов в регулировании содержания парниковых газов атмосферы была признана ключевыми международными соглашениями по сохранению глобального климата (Рамочная конвенция..., 1992; Киотский протокол..., 1997).

Наибольшие запасы углерода в лесных экосистемах аккумулируются в пуле фитомассы – до 75 %, на пул мертвой древесины приходится 8 %, лесную подстилку – 3 %, почвенный пул в слое 0–30 см – 14 % (Замолодчиков, 2011).

В структуре надземной фитомассы преобладают органы, длительно аккумулирующие органическое вещество – стволы и ветви деревьев (Здорнов и др., 2020). Лесная подстилка выступает связующим звеном между почвой и растительностью, являясь источником пополнения элементов питания в лесной экосистеме (Бога-тырев, 1997; Александрова и др., 2023). В почве происходят трансформация отмирающей биомассы и возврат поглощенной в ходе фотосинтеза углекислоты в атмосферу (Честных и др., 2022).

Березовые древостои играют существенную роль в структуре лесов Омской области, но их значение в депонировании углерода ранее не было оценено.

В проведенных исследованиях впервые оценен запас углерода и выявлены особенности его распределения в различных пулах березовых древостоев южной лесостепи Омской области.

Цель работы – оценка запасов углерода в пулах фитомассы древостоя, лесной подстилки и органического вещества почвы в березовых древостоях на разных участках южной лесостепи Омской области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Омская область располагается на юге Западно-Сибирской равнины и включает в себя три лесорастительные зоны – лесную, лесостепную и степную. Основные лесообразующие породы в регионе – береза (*Betula* L.), осина (*Populus tremula* L.), сосна (*Pinus* L.) и ель (*Picea* A. Dietr.) (Маслов, Михальчук, 2015). Почвенный покров региона весьма разнообразен и представлен, главным образом, черноземными и лугово-черноземными почвами, также встречаются солонцы, солоды, серые лесные и луговые почвы. В лесостепной зоне распространены серые лесные почвы и черноземы оподзоленные и выщелоченные, в южной лесостепи их сменяет подтип обыкновенных черноземов (Мищенко, Мельников, 2007; Рейнгард, 2009).

Средняя лесистость Омской области составляет 32.3 %. Регион обладает высоким потенциалом развития лесного хозяйства, к эксплуатационным лесам относится 81.2 % от общей площади земель лесного фонда (Шульпина и др., 2022). Лесные насаждения Омской области выполняют все виды экосистемных услуг – ресурсообеспечивающие, регулирующие, культурные и

поддерживающие, среди которых преобладают ресурсообеспечивающие (Баженова и др., 2022).

Основную долю в структуре лесов Омской области составляют мягколиственные древесные породы, занимающие 75.71 % общей площади лесов региона (Шульпина, Баженова, 2022). К преобладающим мягколиственным породам относятся береза, осина, тополь (*Populus* L.) и ива (*Salix* L.), среди них березняки занимают 84.82 % (Шульпина и др., 2022).

По данным Главного управления лесного хозяйства Омской области, березовые древостои занимают 2926.8 тыс. га (64.2 % от общей площади лесов), их общий запас составляет 411.68 млн м³. В возрастной структуре березовых лесов на долю молодняков I класса возраста приходится 6.2 % общей площади березовых насаждений, молодняков II класса возраста – 2.6 %, средневозрастных – 28.4 %, приспевающих – 15.3 %, спелых и перестойных – 47.5 %. Преобладание спелых и перестойных групп в возрастной структуре березовых лесов неблагоприятно сказывается на выполнении ими регулирующих экосистемных услуг, включающих в себя депонирование углерода (Шульпина, Баженова, 2024).

Статья написана по результатам исследований, проведенных в 2022–2023 гг. на территории карбонового полигона Омского государственного аграрного университета им. П. А. Столыпина (ОмГАУ) и в окрестностях с. Кордон Исилькульского района, на удалении 150 км от Омска на запад.

Температура воздуха во время проведения исследований, по данным ФГБУ «Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии», в разных участках существенно не различалась и условно равна среднемноголетней температуре воздуха по региону. Годовая динамика осадков в местах проведения исследований имеет некоторые различия. За анализируемый период максимум осадков (116 мм) наблюдался в июле 2022 г. в Омске, а минимальное их количество (2 мм) – в апреле 2023 г. на обоих исследуемых участках. Основное различие между участками заключалось в типе почвы (табл. 1).

Оценка запасов углерода в березовых древостоях проводилась по трем пулам: фитомасса, лесная подстилка, органическое вещество почвы. Запасы углерода в пуле фитомассы рассчитывали по данным таксационных описаний, в пуле мертвой древесины (сухостой и валеж) не определяли, поскольку на рассматриваемых участках его объем весьма незначителен,

Таблица 1. Характеристика участков проведения исследований

Участок	Географические координаты, с. ш. / в. д.	Среднегоголетняя температура воздуха, °С		Средне-многолетняя сумма осадков, мм	Тип почвы
		в январе	в июле		
Карбоновый полигон ОмГАУ	55°01'9180" / 73°31'5421"	–17.7	19.4	381	Лугово-черноземная маломощная среднегумусовая среднесуглинистая
Окрестности с. Кордон	55°09'9854" / 71°29'0581"	–17.5	19.5	351	Темно-серая лесная осолодевшая маломощная тяжелосуглинистая

в пуле почвы и подстилки рассчитывали только в 2023 г.

Четыре пробные площади были заложены в соответствии с ОСТ 56-69-83 (1983) в конце июля-начале августа 2022–2023 гг., их площадь составляла 0.25 га. Таксацию лесных насаждений проводили измерительно-перечислительным методом (Анучин, 1982) с использованием лесотаксационных средств измерения и инструментов: мерной вилки для определения диаметра ствола на высоте 1.3 м от корневой шейки, высотомера Suunto с базисным расстоянием 20 м для определения высоты деревьев, буссоли БГ-1 для измерения горизонтальных углов, мерной ленты, возрастного бурава для определения возраста насаждений (Нагимов и др., 2019).

Площадь сечения деревьев по каждой ступени толщины рассчитывали на пробных площадях по формуле

$$G = \frac{\pi r^2}{10000} \times n, \quad (1)$$

где G – площадь сечения, м²; π – константа; r^2 – радиус, см; n – число деревьев по перечету в ступени толщины, шт.

На каждой пробной площади, по данным сплошного перечета деревьев, определяли средний диаметр ($D_{\text{ср}}$) деревьев по ступеням толщины с интервалом в 4 см по формуле

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{\Sigma G \times 10000}{N \times \frac{\pi}{4}}}, \quad (2)$$

где $D_{\text{ср}}$ – средний диаметр насаждения, см; ΣG – сумма площадей сечения на пробной площади, м²; N – число деревьев на пробной площади, шт.; π – константа (Никифорчин и др., 2011).

Запас стволовой древесины березы рассчитывали по сортиментным и товарным таблицам (Анучин, 1981). По результатам измерений и на основании табличных данных определяли разряд высот. Для березовых древостоев на тер-

ритории карбонового полигона был определен V разряд высот в 2022 г. и IV разряд высот в 2023 г., для пробных площадей вблизи с. Кордон – IV и II разряды высот соответственно.

Запас древостоя рассчитывали по формуле

$$M = \text{SUM } G_{\text{ср}} \times H_{\text{ср}} \times F_{\text{ср}}, \quad (3)$$

где M – запас древостоя, м³/га; $\text{SUM } G_{\text{ср}}$ – средняя сумма площадей сечения, м²; $H_{\text{ср}}$ – средняя высота, м; $F_{\text{ср}}$ – среднее видовое число (Общесоюзные нормативы..., 1989).

Запас углерода в фитомассе определяли по ряду показателей. На основании суммы площадей сечения находили средний диаметр и строили график высот для расчета средней высоты. По средней высоте в таблице В. В. Загребва рассчитывали видовые числа (Общесоюзные нормативы..., 1989). Для пробных площадей на территории карбонового полигона ОмГАУ они составили 0.466 и 0.450, вблизи с. Кордон – 0.450. Для расчета запаса углерода в фитомассе древостоя по объемному запасу древесины лесного насаждения использовали конверсионный коэффициент 0.396 в 2022 г. и 0.367 в 2023 г. (т/м³) (Методические указания..., 2017).

Запасы депонированного углерода в пулах лесной подстилки и почвы рассчитывали согласно «Методическим указаниям» (2017). Пробы лесной подстилки отбирали на площадках размером 50 × 50 см в пятикратной повторности в пределах каждой пробной площади с мая по октябрь 2023 г. Образцы подстилки высушивали до абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу при температуре 100 °С и взвешивали. Расчет запаса углерода в пуле подстилки проводили путем умножения абсолютного сухой массы пробы на среднее содержание углерода (0.4).

Для детального изучения морфогенетических показателей почв на изучаемых участках в наиболее типичных местах было заложено по одному почвенному разрезу. Отбор почвенных проб производили в соответствии с ГОСТ

17.4.3.01-2017 (2018), классификация почв дана согласно определения В. В. Егорова с соавт. (1977).

Количество органического вещества в почвенных образцах определяли согласно ГОСТ 26213-2021 (2021) в аккредитованной лаборатории ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский».

Содержание углерода в органическом веществе почвы принималось равным 58 %. Пересчет на запас углерода почвы проводили с учетом объемной массы почвы (г/см³) по формуле

$$C_{\text{почва}} = \text{Орг \%} \times H \times \text{Об. масса} \times 58/100, \quad (4)$$

где $C_{\text{почва}}$ – запас углерода в пуле почвы, т/га¹; Орг % – содержание органического вещества в смешанном почвенном образце, %; H – глубина отбора проб почвы, см; Об. масса – объемная масса почвы, г/см³; 58/100 – коэффициент для перевода в единицы углерода (Методические указания..., 2017).

Обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксационные показатели древостоев, за исключением формулы древостоя, на исследуемых пробных площадях имеют различия. На участках произрастает разное число деревьев березы со ступенью толщины диаметра от 8 до 52 см. Наибольшее распространение на исследуемых участках имеют деревья с диаметром от 20 до 28 см (50 % от общего количества деревьев на пробных площадях), их высота варьировала от 9 до 24 м. Запасы стволовой древесины на исследуемых пробных площадях значительно различаются. Вблизи с. Кордон они в 1.5–1.62 раза выше, чем на территории карбонового полигона, что обусловлено, главным образом, различиями

основных таксационных показателей – средней высоты, густоты и суммы площадей сечения (табл. 2).

Поскольку полученные значения запасов стволовой древесины на разных участках исследований существенно различаются, то и запасы углерода в фитомассе березовых древостоев имеют различия: вблизи с. Кордон эти показатели намного выше, чем на территории карбонового полигона, в 2022 г. превышение составило 66.19 %, в 2023 г. – 43.03 %.

В табл. 3 приведены средние значения запасов углерода в подстилке и стандартная ошибка средней.

Как установлено ранее (Здорнов и др., 2020), основными показателями, определяющими запасы углерода в фитомассе древесных насаждений, являются возраст, густота насаждений и условия произрастания.

Различия в запасах углерода в фитомассе березовых древостоев на разных участках южной лесостепи Омской области обусловлены в основном разницей в густоте произрастания (см. табл. 2) и разным типом почв (см. табл. 1), т. е. лесорастительными условиями пробных площадей. Возраст насаждений в наших исследованиях не оказывает существенного влияния на запас углерода в фитомассе, поскольку древостои на разных пробных площадях имеют один класс возраста.

Полученные нами показатели запасов углерода в фитомассе березняков на территории карбонового полигона ОмГАУ хорошо согласуются с результатами расчета среднего запаса углерода в фитомассе лесных насаждений Омской области по данным, полученным в результате государственной инвентаризации лесов за период 2007–2020 гг. Было установлено, что средний запас углерода в фитомассе лесов региона составляет 57.60 ± 4.0 т/га, общий запас углерода в фитомассе – 270 ± 18.5 млн т (Филипчук и др.,

Таблица 2. Таксационные показатели древостоев березы (10Б) на пробных площадях

Участок	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Густота, шт./га	Полнота	Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас стволовой древесины, м ³ /га
Полигон ОмГАУ:							
2022 г.	52	23	16	502	0.65	20.9	159.6
2023 г.	60	20.8	16.8	600	0.89	20.4	155.3
Окрестности с. Кордон:							
2022 г.	55	27	17	598	0.83	34.1	259.3
2023 г.	67	21.2	20.4	700	0.96	24.6	233.1

Таблица 3. Запас углерода в фитомассе и подстилке березовых насаждений на пробных площадях, т/га

Участок	Фитомасса	Подстилка
Полигон ОмГАУ:		
2022 г.	57.05	—
2023 г.	61.07	4.23 ± 0.90
Окрестности с. Кордон:		
2022 г.	94.81	—
2023 г.	87.35	3.65 ± 0.30

Примечание. (—) – измерения не проводили.

2024). С другой стороны, показатели запасов углерода в фитомассе березняков вблизи с. Кордон значительно выше, чем средний запас углерода в фитомассе лесов региона, поэтому мы считаем, что данные, полученные в различных исследованиях на территории карбонового полигона ОмГАУ являются более репрезентативными для региона в целом.

Суммарные запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых пробных площадях варьируют в узких пределах и различаются несущественно (табл. 3).

В зависимости от зональной полосы и региона России запасы углерода в подстилке березовых древостоев варьируют от 0.3 до 27.4 т/га. Наибольшие показатели запасов углерода наблюдаются в северной и средней тайге Европейско-Уральской части России – 13.6–19.8 т/га. Полученные нами данные хорошо согласуются с показателями запасов углерода в подстилке березняков средней тайги Восточной Сибири (3.3 т/га), северной тайги Западной Сибири (3.7 т/га) (Честных и др., 2007), но ниже в 1.71 раза, чем в лесостепной зоне Европейской части РФ (Байтурина и др., 2023), что обусловлено существенным различием климатических условий Сибири и Европейской части РФ.

Известно, что запасы почвенного углерода в лесах увеличиваются с повышением среднегодовой температуры, среднегодовой суммы осадков и чистой первичной продуктивности (Кузнецова, 2021). Поскольку средние многолетние значения температуры воздуха и осадков на исследуемых участках практически одинаковы (см. табл. 1), различия в запасах почвенного углерода на исследуемых участках обусловлены главным образом более высоким уровнем чистой первичной продуктивности, характерным для лугово-черноземной почвы (Титлянова и др., 2023), чем для серой лесной (Муртазина, Муртазин, 2005; Хуснидинов, 2007; Скатова, Ершов, 2011).

Таблица 4. Запасы органического углерода в слоях почвы на пробных площадях, 2023 г., т/га

Слой почвы, см	Полигон ОмГАУ	Окрестности с. Кордон
0–10	40.44	31.33
10–20	36.33	27.25
20–30	35.08	23.36
30–40	31.89	18.19
40–50	26.61	15.59
0–50	170.35	115.72

Наибольшие запасы органического углерода в почве на обоих участках исследований содержатся в слое 0–10 см и закономерно убывают с увеличением глубины. При этом запас органического углерода в слое 0–50 см на лугово-черноземной почве карбонового полигона выше, чем на темно-серой лесной почве вблизи с. Кордон на 32.07 %, или на 54.63 т/га (табл. 4).

Запасы углерода в слое почвы 0–50 см на территории карбонового полигона ОмГАУ существенно выше, чем в Западно-Сибирском подтаежно-лесостепном районе (104 ± 7 т/га) (Честных и др., 2022), но хорошо согласуются с показателями запасов углерода в почве вблизи с. Кордон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных в 2022–2023 гг. исследований установлено, что условно разновозрастные березовые древостои, произрастающие в одной природно-климатической зоне (южной лесостепи) Омской области, но на разных типах почв, существенно различаются по запасам углерода в пулах фитомассы и почвы.

Запасы углерода в фитомассе березовых насаждений вблизи с. Кордон на темно-серой лесной почве существенно выше, чем на лугово-черноземной почве карбонового полигона ОмГАУ, составляя соответственно 87.35–94.81 и 57.05–61.07 т/га. Установленные различия вызваны, главным образом, разницей в основных таксационных показателях березовых древостоев.

Более высокие запасы почвенного углерода, наоборот, установлены в лугово-черноземной почве карбонового полигона ОмГАУ, достигая 170.35 т/га в слое 0–50 см, что на 32.07 % выше, чем на темно-серой лесной почве вблизи с. Кордон, где этот показатель составляет 115.72 т/га. Установленное различие обусловлено более высоким уровнем чистой первичной

продуктивности, характерным для лугово-черноземной почвы.

Запасы углерода в лесной подстилке на исследуемых пробных площадях различаются несущественно и составляют 4.23 т/га на территории карбонового полигона и 3.65 т/га вблизи с. Кордон.

Суммарный запас углерода в исследуемых пулах на разных участках исследования не имеет существенных различий, составляя на территории карбонового полигона 292.7 т/га, вблизи с. Кордон – 301.53 т/га.

Таким образом, на продуктивность и углерод депонирующую функцию березовых древостоев южной лесостепи Омской области существенно влияют лесорастительные условия, густота произрастания и тип почвенного покрова.

Исследования проводились в рамках инициативной темы ОмГАУ «Оценка современного состояния и перспектив развития природного капитала Омской области» (рег. № НИОКТР АААА–А21–121012190053–3).

Авторы выражают глубокую благодарность В. В. Каганову (Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН) за методическую помощь при расчетах запасов углерода в исследуемых пулах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александрова А. Б., Кулагина В. И., Иванов Д. В., Малагин В. В., Марасов А. А. Оценка запасов углерода в лесных подстилках Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Рос. журн. прикл. экол. 2023. № 2. С. 57–62.
- Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 536 с.
- Анучин Н. П. Лесная таксация: учеб. для вузов. 5-е изд., доп. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
- Баженова О. П., Костерова В. В., Шульпина П. Н. Экосистемные услуги лесов Омской области // Экологические чтения – 2022: Материалы XIII нац. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Омск, 9 июня 2022 г. Омск: ОмГАУ, 2022. С. 48–53.
- Байтурина Р. Р., Султанова Р. Р., Асылбаев И. Г. Оценка запаса углерода в лесной подстилке и верхнем слое почв насаждений основных лесобразующих пород // J. Agr. Environ. 2023. № 12 (40). 9 с.
- Басова Е. В., Лукина Н. В., Кузнецова А. И., Горнов А. В., Шевченко Н. Е., Тихонова Е. В., Гераськина А. П., Браславская Т. Ю., Тебенькова Д. Н., Луговая Д. Л. Качество древесного опада как информативный индикатор функциональной классификации лесов // Вопр. лесн. науки. 2022. Т. 5. № 3. Статья № 113. 21 с.
- Богатырев Л. Г. Образование подстилок – один из важнейших процессов в лесных экосистемах // Почвоведение. 1997. № 4. С. 501–512.
- ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июня 2018 г. № 302-ст. М.: Стандартинформ, 2018. 8 с.
- ГОСТ 26213-2021. Почвы. Методы определения органического вещества. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2021 г. № 892-ст. М.: Стандартинформ, 2021. 12 с.
- Егоров В. В., Иванова Е. Н., Фридланд В. М. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 225 с.
- Замолодчиков Д. Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Устойчивое лесопользование. 2011. № 4 (29). С. 15–22.
- Замолодчиков Д. Г., Каганов В. В., Липка О. Н. Потенциальное поглощение углерода фитомассой древостоя при восстановлении тугайных лесов // Лесоведение. 2020. № 2. С. 115–126.
- Здорнов И. А., Нагимов З. Я., Капранов А. В. Фитомасса березовых древостоев придорожных защитных лесных полос Северного Казахстана // Лесн. вестн. 2020. Т. 24. № 4. С. 26–32.
- Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. ООН, 1997.
- Кузнецова А. И. Влияние растительности на запасы почвенного углерода в лесах (обзор) // Вопр. лесн. науки. 2021. Т. 4. № 4. Статья № 95. 54 с.
- Маслов Н. В., Михальчук В. Н. Лесное ожерелье Омского Прииртышья. Очерки о лесах и лесном хозяйстве Омской области. Омск: Манифест, 2015. 220 с.
- Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Утв. распоряж. Минприроды России от 30.06.2017 № 20-р. М.: Минприроды России, 2017.
- Мищенко Л. Н., Мельников А. Л. Почвы Западной Сибири. Омск: ОмГАУ, 2007. 248 с.
- Муртазина С. Г., Муртазин М. Г. Оценка влияния удобрений на плодородие серой лесной почвы // Совр. наукоемкие технол. 2005. № 10. С. 106–107.
- Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Коростелёв И. Ф. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса: учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. 214 с.
- Никифорчин И. В., Ветров Л. С., Вавилов С. В. Таксация леса: учеб. пособ. для студентов лесн. вузов. СПб.: Изд-во политех. ун-та, 2011. 240 с.
- Общесоюзные нормативы для таксации лесов. Утв. Приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 г. № 38. М.: Госкомлес СССР, 1989. 250 с.
- ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки». Утв. и введен в действие Приказом Гос. комитета СССР по лесн. хоз-ву от 23 мая 1983 г. № 72. М.: Гос. комитет СССР по лесн. хоз-ву, 1983. 59 с.
- Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. ООН, 1992.
- Рейнгард Я. Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири. Омск: ОмГАУ, 2009. 630 с.
- Скатова Н. С., Еришов В. Л. Плодородие серой лесной почвы и урожайность гороха в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестн. ОмГАУ. 2011. № 2 (2). С. 16–22.

- Титлянова А. А., Шибарева С. В., Варакина З. В. Закономерности изменения величин чистой первичной продукции в евразийских степях // Почвы и окружающая среда. 2023. Т. 6. № 2. Ст. 210. 12 с.
- Усольцев В. А., Часовских В. П., Норицина Ю. В. Географические градиенты чистой первичной продукции березовых лесов Евразии // Экология. 2015. № 3. С. 1–9.
- Филипчук А. Н., Малышева Н. В., Золина Т. А., Селезнев А. А. Запасы углерода в фитомассе лесов России: новая количественная оценка на основе данных первого цикла государственной инвентаризации лесов // Лесохоз. инф. 2024. № 1. С. 29–55.
- Хуснидинов Ш. К. Фитомелиорация серых лесных почв Предбайкалья // Совр. пробл. науки и образов. 2007. № 6 (Ч. 2). С. 87–88.
- Честных О. В., Грабовский В. И., Замолотчиков Д. Г. Углерод почв лесных районов Европейско-Уральской части России // Вопр. лесн. науки. 2020. Т. 3. № 2. С. 1–15.
- Честных О. В., Грабовский В. И., Замолотчиков Д. Г. Оценка запасов почвенного углерода лесных районов России с использованием баз данных почвенных характеристик // Лесоведение. 2022. № 3. С. 227–238.
- Честных О. В., Лыжин В. А., Кокшарова А. В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114–121.
- Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г. Углеродный бюджет лесов России // Сиб. лесн. журн. 2014. № 1. С. 69–92.
- Шульпина П. Н., Баженова О. П. К вопросу об углерод депонирующей способности лесных насаждений на примере Омской области // Синтез науки и образования в решении экологических проблем современности: Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню охраны окружающей среды, Воронеж, 9 марта 2022 г. Воронеж: ВГЛУ им. Г. Ф. Морозова, 2022. С. 51–58.
- Шульпина П. Н., Баженова О. П., Ненашев Н. С. Таксационные показатели березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) из разных участков южной лесостепи Омской области // Аграрная наука – 2022: Материалы Всерос. конф. молодых иссл., Москва, 22–24 ноября 2022 г. М.: РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. С. 525–529.
- Шульпина П. Н., Баженова О. П. Возрастная структура лиственных и березовых лесов Омской области // Экологические чтения – 2024: Материалы XV нац. науч.-практ. конф. с междунар. участ., Омск, 4–5 июня 2024 г. Омск: ОмГАУ, 2024. С. 750–754.
- Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е. Н. Букварёва, Д. Г. Замолотчиков. М.: Центр охраны дикой природы, 2016. 148 с.
- Bachofen C., Hülsmann L., Revill A., Buchmann N., Odoorico P. D. Accounting for foliar gradients in $V_{c_{max}}$ and J_{max} improves estimates of net CO_2 exchange of forests // Agr. For. Meteorol. 2022. V. 314. Article 108771.
- Chi J., Zhao P., Klosterhalfen A., Jocher G., Kljun N., Nilsson M. B., Peichl M. Forest floor fluxes drive differences in the carbon balance of contrasting boreal forest stands // Agr. For. Meteorol. 2021. V. 306. Article 108454.
- Funk J. M., Aguilar-Amuchastegui N., Baldwin-Cantello W., Busch J., Chuvasov E., Evans T., Griffin B., Harris N., Ferreira M. N., Petersen K., Phillips O., Soares M. G., van der Hoff R. J. A. Securing the climate benefits of stable forests // Climate Policy. 2019. V. 19. Iss. 7. P. 845–860.
- Jiao L., Chen K., Liu X., Qi Ch., Xue R. Comparison of the response stability of Siberian larch to climate change in the Altai and Tianshan // Ecol. Indicators. 2021. V. 128. Article 107823.
- Li X., Wang Y.-P., Lu X., Yan J. Diagnosing the impacts of climate extremes on the interannual variations of carbon fluxes of a subtropical evergreen mixed forest // Agr. For. Meteorol. 2021. V. 307. Article 108507.
- Puchi P. F., Khomik M., Helgason W., Arain M. A., Castagneri D. Different climate conditions drive variations in gross primary productivity and woody biomass accumulation in a temperate and a boreal conifer forest in Canada // Agr. For. Meteorol. 2024. V. 355. Article 110125.
- Usoltsev V. A., Chasovskikh V. P., Noritsina Yu. V. Geographic gradients of net primary production of birch forests of Eurasia // Rus. J. Ecol. 2015. V. 46. Iss. 3. P. 222–229 (Original Rus. Text © V. A. Usoltsev, V. P. Chasovskikh, Yu. V. Noritsina, 2015, publ. in Ekologiya. 2015. N. 3. P. 173–181).

FEATURES OF CARBON SEQUESTRATION IN BIRCH TREE STANDS OF THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF OMSK OBLAST

P. N. Shulpina, O. P. Bazhenova

*Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin
Institutskaya Ploshchad', 1, Omsk, 644008 Russian Federation*

E-mail: gjkbyrf1008@mail.ru, olga52@bk.ru

Based on the results of studies in 2022–2023, an assessment was made of carbon reserves in the pools of phytomass of the stand, forest litter, and soil organic matter in birch stands in different areas of the southern forest-steppe of Omsk Oblast – on the territory of the carbon polygon site of the Omsk State Agrarian University and in the vicinity of the village of Kordon (Isilkulsky District of Omsk Oblast). Birch forests in the studied areas differ in forest survey indicators – average height, density of growth and the sum of cross-sectional areas. The stem wood stock (155.3–159.6 m³/ha) and the carbon stock in phytomass (57.05–61.07 t/ha) in birch stands on meadow-black soil of the carbon testing site are significantly lower than the corresponding indicators (233.1–259.3 m³/ha; 87.35–94.81 t/ha) on gray forest soil in the vicinity of the village of Kordon. On the contrary, the total reserves of soil carbon in the 0–50 cm layer on the meadow-black soil of the carbon polygon are higher (170.35 t/ha) than on the dark gray forest soil in the vicinity of the village of Kordon (115.72 t/ha). The total carbon stocks in the forest litter in the study areas differ insignificantly – 3.65 t/ha in the vicinity of the village of Kordon and 4.23 t/ha in the carbon testing site. The total carbon stock in birch stands according to 2023 data differs slightly in different areas, amounting to 292.7 t/ha in the carbon polygon and 301.53 t/ha in the vicinity of the village of Kordon. It has been established that the productivity and carbon deposition function of birch tree stands in the southern forest-steppe of Omsk Oblast depends on the density of their growth and the type of soil cover.

Keywords: *birch tree stands, carbon stocks, phytomass, forest litter, soil, south of Western Siberia.*

How to cite: *Shulpina P. N., Bazhenova O. P. Features of carbon sequestration in birch tree stands of the southern forest-steppe of Omsk oblast // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 37–44 (in Russian with English abstract and references).*

УДК 630*228+630*55+674.032.475.44

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И СОСТАВ ВЫСОКОБОНИТЕТНЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ

А. Л. Гребенюк¹, А. Г. Матвеева²

¹ Братский государственный университет
665709, Братск, ул. Макаренко, 40

² Тихоокеанский государственный университет
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136

E-mail: as17vl@list.ru, 000337@pnu.edu.ru

Поступила в редакцию 07.02.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Приведены результаты исследования возрастной структуры высокобонитетных насаждений Прибайкалья. Проанализирована структура древостоев по площади, запасам, возрасту, составу пород и другим характеристикам. Сделана попытка выявить закономерности распределения возрастной структуры древостоев в выделах с различными таксационными формулами. Выявленные закономерности и общие черты могут применяться в хозяйственной деятельности, а также при решении вопросов лесовосстановления. Определение взаимосвязи древесных пород и их возрастной структуры на конкретных участках позволяет выделять простые древостои, имеющие один ярус по высоте, и сложные, обладающие двумя и более ярусами. Возрастной характер древостоя устанавливает определенную совокупность деревьев, образующих однородность в возрастном и биологическом развитии насаждения, что предопределяет его хозяйственную значимость при организации лесного хозяйства. Исследования показали, что внутривидовая структура насаждений имеет две преобладающие породы, относящиеся к сосновой (сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* L.) и осиновой (осина обыкновенная – *Populus tremula* L.) хозяйственным частям. Проанализирован возрастной характер древостоя преобладающей сосновой хозяйственной части, произрастающей в брусничных, разнотравных, зеленомошных, ольховых и крапивных группах типов леса. Сосновые древостои I класса бонитета определяются как одновозрастные и разновозрастные. Простые одновозрастные насаждения характеризуются как чистые и абсолютно одновозрастные, а также одновозрастные с включением сопутствующих пород, имеющих в составе менее единицы в запасе выдела. Среди сложных многоярусных насаждений выделяются относительно одновозрастные древостои, располагающиеся в пределах одного класса возраста, абсолютно разновозрастные, относительно разновозрастные с разбросом в возрасте до 60 лет. Промежуточные типы возрастных структур характеризуются ступенчато-разновозрастными поколениями леса.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., I класс бонитета, возрастная структура древостоев.

DOI: 10.15372/SJFS20250305

ВВЕДЕНИЕ

Знание возрастной структуры древостоев необходимо для выявления процессов роста и развития леса с целью обоснования принципов организации форм ведения хозяйства.

Возрастная структура определяет хозяйственную значимость древостоев и при этом создает определенные трудности при их разграничении на отдельные возрастные поколения,

определении их запасов и других таксационных показателей.

Анализу строения сосновых древостоев и их таксационному описанию посвящено достаточно большое количество научных публикаций (Анучин, 1969; Моисеев, 1970; Фалалеев, 1975; Гордина, 1985; Бондарев, 1997; Вайс, Субочев, 2001; Вайс, Жегалов, 2005; Вайс, 2006). При этом в основу деления древостоев по возрасту авторами положены различные факторы.

Как отмечает Н. Х. Суртаев (1986), признаком, по которому можно судить о типе возраста насаждения, выступает коэффициент изменчивости возраста деревьев наряду с характером распределения числа стволов по ступеням возраста.

Н. П. Анучин (1969) предлагал делить сложные древостои на три условных яруса. Э. Н. Фалалеев (1975) отмечал, что чем ближе по возрасту, размерам и качеству между собой деревья, тем устойчивее и однороднее их строение, а критерием классификации при разграничении возрастной структуры древостоя был класс возраста, позволяющий делить древостой на одно-возрастный и разновозрастный.

По мнению И. В. Семечкина (2002), коэффициенты изменчивости возраста, диаметра и высоты деревьев позволяют выделять одно-возрастные, условно или относительно разновозрастные и разновозрастные древостои.

Цель настоящего исследования – выявление возрастной структуры высокобонитетных насаждений в Прибайкалье, установление преобладающей породы, групп типов леса, которые они формируют.

Изучение возрастной структуры древостоев особенно актуально для насаждений Восточной Сибири, поскольку для них характерна разновозрастная структура.

Разновозрастность в условиях многолесных районов Сибири формируется в результате восстановительных процессов, происходящих под влиянием антропогенных воздействий при различных видах рубок, лесных пожаров, массового размножения насекомых-вредителей, грибных болезней, ветровалов, снеголомов, других природных факторов (Комин, 1963; Анучин, 1969; Фалалеев, 1975; Верхунов, 1976; Осипенко, Залесов, 2023). Лесовосстановительные процессы зависят от зонально-типологических условий произрастания основных лесобразующих пород в конкретных условиях, на которые влияет экотип древостоев, определяющий преобладание породного состава. Производные формации, не свойственные данным условиям местопроизрастания, образуют коротко и длительно производные сукцессионные ряды с листовыми древесными породами, образующими сложные по структуре древостои.

Смешанные древостои формируются на аллелопатическом принципе, т. е. биохимическом влиянии, которое рассматривается с позиции воздействия на главную породу активаторами (стимулирующими жизненные процессы) и

ингибиторами (подавляющими эти процессы), а также на биофизическом принципе, позволяющем изменять местопроизрастание в зависимости от биологических и морфологических особенностей различных древесных пород (Гончаренко и др., 1992; Политов и др., 1992). Формирующиеся смешанные древостои наиболее устойчивы к внешним природным и антропогенным факторам, что увеличивает их распространение на территории лесного фонда. Характер совместного образования смешанных древостоев позволяет рассмотреть типы возрастных структур.

В отличие от смешанных, чистые по составу древостои наименее устойчивы к внешним природным воздействиям и имеют меньшее распространение в условиях многолесных районов. Их возникновение и формирование в основном складывается на основе отпада, в частности лиственных пород в возрасте естественной спелости.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В целях изучения лесобразующих пород, произрастающих в южной части Прибайкалья, методом статистической обработки таксационных данных материалов лесоустройства выделены участки для последующего исследования характеристик возрастной структуры и состава древостоев.

Объектами изучения послужили хозяйственные части высокобонитетных древостоев, отнесенные лесоустройством к I классу бонитета. На территории 571.7 га находится 102 таксационных выдела с максимальной площадью в 35 га и минимальной 0.2 га. Средний возраст выделов 55.8 года, средняя полнота – 0.81, средний запас насаждений – 240.49 м³/га, общий запас – 134 440 м³.

Породный состав преобладающих древостоев имеет сосновую (сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.)) и осиновую (осина обыкновенная (*Populus tremula* L.)) хозчасти. Площадь преобладающих сосновых и осиновых древостоев – 70.75 % от общей исследуемой площади лесов I класса бонитета, запас древесины – 97 010 м³, или 72.16 % от общего исследуемого запаса.

Исследования проводились для сосновой хозчасти высокобонитетной группы, сгруппированной по преобладающей породе в таксационных формулах выделов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения сосновой хозчасти высшего I класса бонитета проводили анализ ее возрастной структуры и характеристики (табл. 1)

Сосновая хозяйственная часть представлена 65 выделами с общей площадью 360.3 га, что занимает 63.02 % от общей исследованной территории. Средний возраст преобладающей породы древостоя составляет 56.8 лет со средней полнотой 0.82. Возрастная структура таксационных выделов лежит в диапазоне 10–85 лет. Типы леса представлены брусничной, разнотравной, зеленомошной, ольховой и крапивной группами. На брусничную и разнотравную группу приходится 52.82 и 28.62 % площади сосновой хозчасти соответственно. Остальные типы занимают меньше 8 % площади.

Общий запас сосновой хозчасти составляет 85 180 м³, или 63.36 % от общего запаса исследуемых лесов. Средний запас равен 236.41 м³/га. Запас преобладающей сосновой породы составляет 63 270 м³, или 74.28 % от общего запаса сосновой хозчасти. По составу на территории I класса бонитета имеются простые преобладающие чистые древостои, простые и сложные смешанные древостои с наличием всех основных лесообразующих пород, кроме еловых древостоев.

Обобщенная характеристика в разрезе преобладающей сосновой хозчасти представлена в табл. 2.

Анализ таксационных формул по составу преобладающей породы показал наличие сосновой хозчасти от 4 единиц по запасу до чистых насаждений в 10 единиц.

Данные исследуемых сосновых выделов по средним показателям полноты древостоев описываются полиномиальной зависимостью:

$$y = 0.001x^2 - 0.0343x + 0.9724, \quad (1)$$

где x – возраст древостоя, лет; y – запас на корню древесной породы при естественной сложившейся полноте, м³/га. Достоверность аппроксимации $R^2 = 0.68$.

Характеристика исследуемых участков древостоев по полноте показывает, что все участки относятся к высокополнотным древостоям в абсолютных показателях от 0.7 до 1. При этом наиболее высокие показатели имеют участки с 10 таксационными единицами сосны в запасе, в том числе и с плюсовыми насаждениями. Данные участки занимают в совокупности третье место по запасу с показателем 26.39 % и пятое

Таблица 1. Характеристика лесообразующих пород в сосновой хозчасти

Лесообразующая порода	Площадь, га	Запас, м ³
С	263.37	63 270
Л	5.06	1780
Е	0.00	0
П	4.66	710
К	2.00	280
Б	53.85	12 530
ОС	31.36	6610

Примечание. С – сосна, Л – лиственница (*Larix* Mill.), Е – ель (*Picea* A. Dietr.), П – пихта (*Abies* Mill.), К – кедр (*Pinus sibirica* Du Tour), Б – береза (*Betula* L.), ОС – осина.

Таблица 2. Характеристика сосновой хозяйственной части

Основная преобладающая лесообразующая порода в таксационной формуле	Площадь, га	Запас, м ³	Полнота	Запас, м ³ /га
10С	33.4	8630	0.91	258.38
10С + Б	8.6	2150	1.00	250.00
10С + П	4.1	1350	0.80	329.27
9С	23.2	5320	0.85	229.31
8С	97.5	24 180	0.83	248.00
7С	47.9	12 390	0.83	258.66
6С	64.6	12 990	0.76	201.08
5С	74.5	16 450	0.78	220.81
4С	6.5	1720	0.73	264.62

место (12.79 %) от общей площади рассматриваемой сосновой хозчасти.

Разброс по запасу леса составляет от 201.08 м³/га для преобладающих древостоев с 6 единицами сосны по запасу до 329.27 м³/га для древостоев 10С + П. Средневзвешенный запас насаждений составляет 251.13 м³/га.

Возрастная характеристика древостоев представлена в табл. 3. Следует отметить, что один участок с запасом 260 м³/га в составе 10С находится в виде второго яруса, в связи с чем данный участок при характеристике чистых сосновых древостоев не учитывался.

Возрастной характер чистых древостоев с таксационной формулой 10С описывается формулой

$$y = 0.625x^2 - 1.0568x + 31.75, \quad (2)$$

где x – возраст древостоя, лет; y – запас на корню древесной породы при естественной сложившейся полноте, м³/га. Достоверность аппроксимации $R^2 = 0.95$.

Таблица 3. Возрастная характеристика чистых сосновых древостоев

Состав	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Площадь, га	Запас	
					м³	м³/га
10С	30	12	10	0.2	30	150.00
10С	30	12	12	2.3	350	152.17
10С	40	16	16	4.2	1010	240.48
10С	40	16	16	5.3	1270	239.62
10С	40	15	16	3.9	780	200.00
10С	45	16	18	3.3	730	221.21
10С	50	18	20	7.2	1800	250.00
10С	65	23	24	2.7	1000	370.37
10С	80	24	28	2.2	640	290.91
10С	80	25	28	2.1	760	361.90
10С+Б	45	17	16	4.3	1120	260.47
10С+Б	45	16	18	4.3	1030	239.53
10С+П	75	23	24	4.1	1350	329.27

Возраст чистых древостоев находится в диапазоне от 30 до 80 лет. Произрастают они в брусничном, бруснично-зеленомошном, бруснично-разнотравном и разнотравном типах леса. На чистые древостои приходится 9.27 % площади, с 9.83 % от общего запаса рассматриваемых древостоев. Средневзвешенный запас составляет 247.67 м³/га.

Возраст двух участков сосновых древостоев с включением березы, произрастающих в бруснично-зеленомошном типе леса, равен 45 годам, т. е. они относятся к младшей группе средневозрастных древостоев. Их площадь равна 8.6 га, или 2.39 % от общей площади исследуемой хозчасти, а 2.52 % площади со средним

запасом 250 м³/га. Возраст участка сосновой хозчасти с включением пихтовой породы, которая произрастает в чернично-зеленомошном типе леса, составляет 75 лет и относится к четвертому классу возраста. Средний запас равен 329.27 м³/га, площадь данного участка 4.1 га.

Возрастная характеристика сосновой хозчасти с запасом преобладающей породы в 9 таксационных единиц представлена на рис. 1.

На данном и нижеуказанных рисунках столбцы различаются оттенками в зависимости от выдела.

Возраст основной преобладающей породы и сопутствующих пород во всех участках совпадает при возрастном разбросе от 45 до 70 лет, что

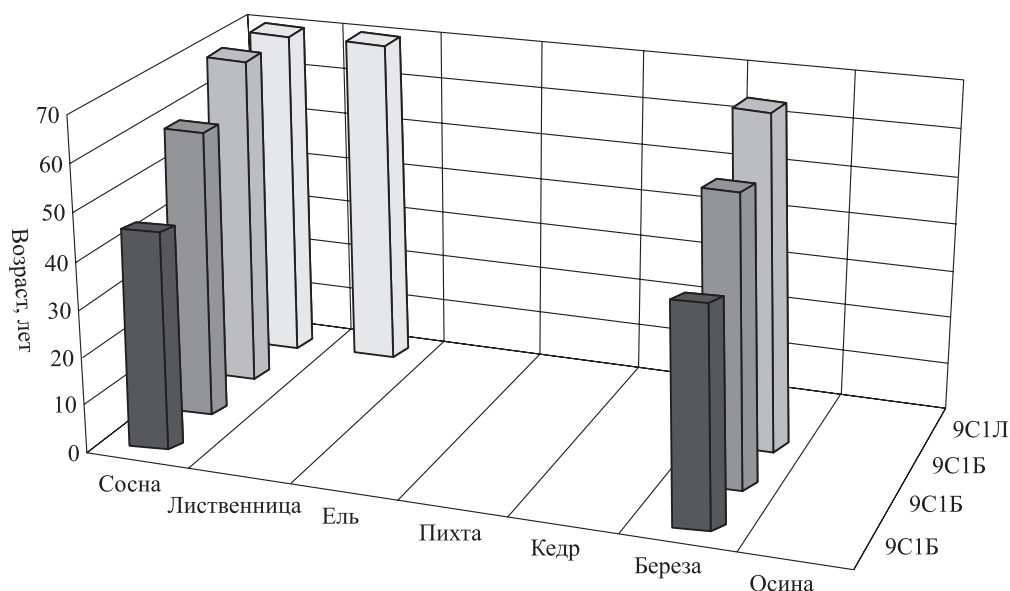


Рис. 1. Возрастная характеристика с 90 % запаса сосны в сосновой хозчасти.

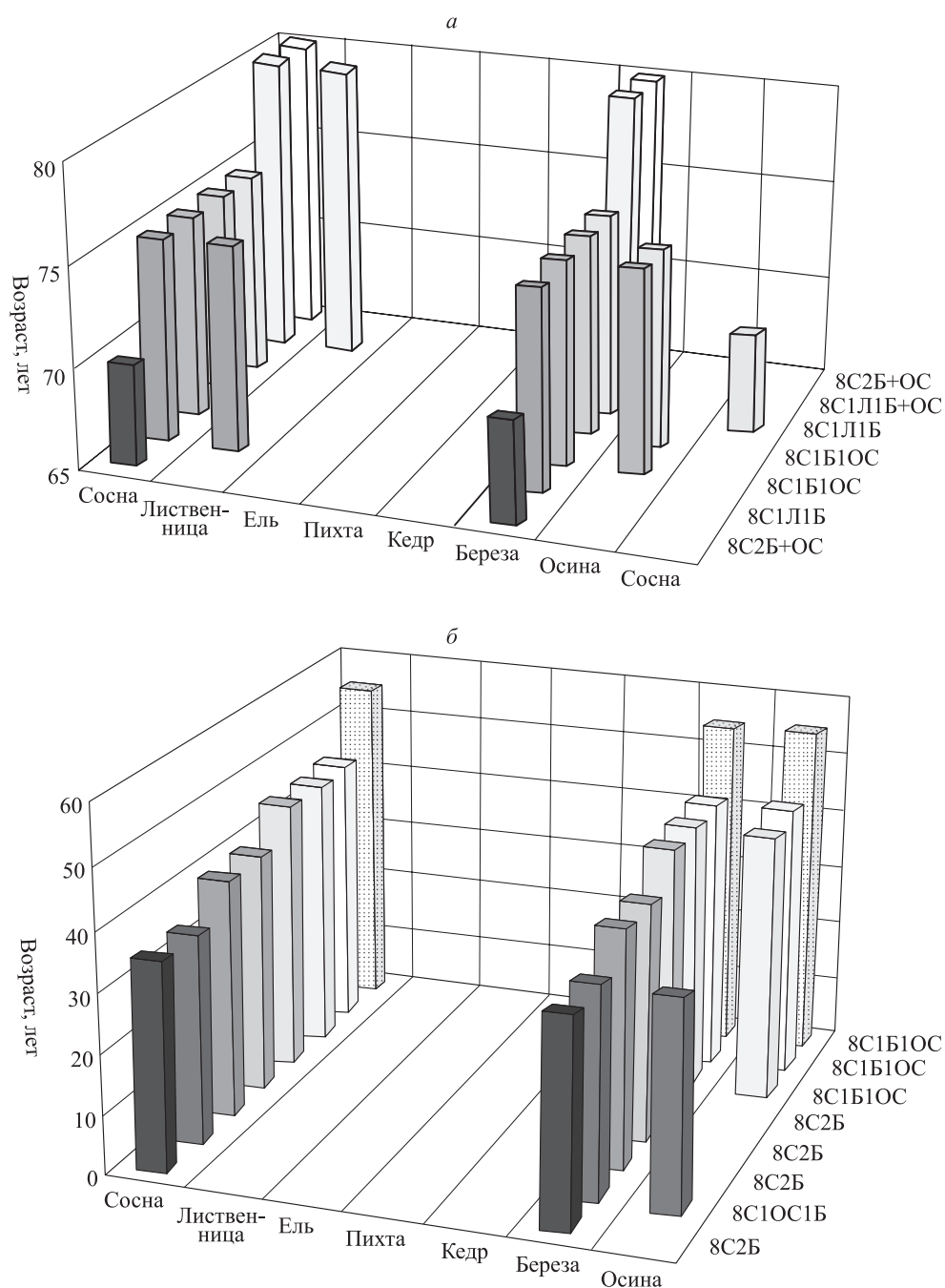


Рис. 2. Возрастная характеристика с 80 % запаса сосны в сосновой хозчасти старших (а) и младших (б) возрастов.

позволяет их отнести к типу абсолютно одно-возрастных древостоев с простой одноярусной структурой. Три участка имеют сосново-березовые древостои, произрастающие в бруснично-зеленомошном и бруснично-разнотравном типах леса. Один исследуемый участок имеет сосново-лиственничный древостой, произрастающий в бруснично-зеленомошном типе леса.

Характеристика исследуемых площадей показывает преобладание 8–10-процентной сосновой хозяйственной части, которая занимает 27.06 % от общей площади хозчасти (табл. 2).

Возрастная характеристика представлена на рис. 2.

Древостои возрастом от 70 до 80 лет (рис 2, а) характеризуются как простые, смешанные, абсолютно одновозрастные, с наличием сопутствующих лесообразующих пород, произрастающих в разнотравных бруснично- и чернично-зеленомошных типах леса. Сосновые хозчасти в данном процентном составе показывают наличие во всех исследуемых участках березы, в некоторых из них встречаются такие сопутствующие породы, как лиственница или

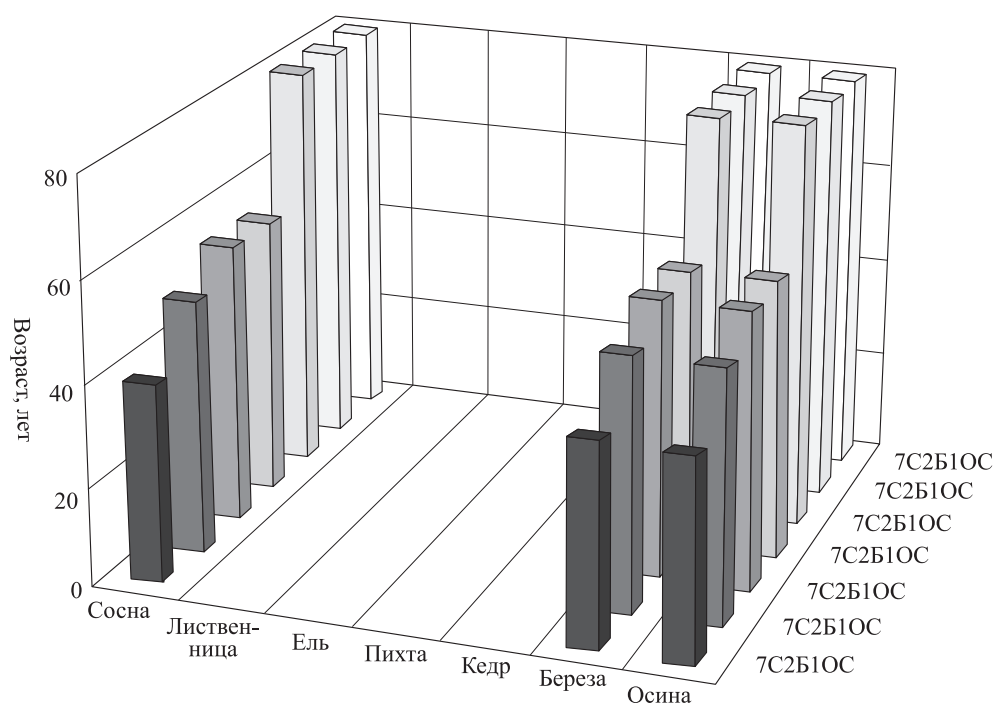


Рис. 3. Возрастная характеристика с 70 % запаса сосны в сосновой хозчасти.

осина. Один сосново-березовый выдел 8C1C1B содержит 10 % сосны меньшего возраста.

Данный участок произрастает в чернично-зеленомошном типе леса и его можно отнести к относительно одновозрастному древостою. Участки 35–55-летнего возраста (рис. 2, б), характеризуются также простыми, смешанными, абсолютно одновозрастными древостоями сопутствующих лесообразующих пород.

На всех участках в составе присутствует береза, на некоторых встречается одновозрастная осина.

Возрастная характеристика исследуемых смешанных древостоев 8С показывает наличие простых, одноярусных, абсолютно одновозрастных древостоев сосново-березовых насаждений. На некоторых из них имеются до 1 единицы лиственницы и осины. Один выявленный участок относится к сложному двухъярусному древостою с относительно одновозрастной характеристикой. Возрастная характеристика сосновой хозчасти с запасом в 7 таксационных единиц представлена на рис. 3.

Исследуемая возрастная характеристика сосново-березово-осинового древостоя имеет возраст 40–80 лет и относится к бруснично-зеленомошным, бруснично-разнотравным и разнотравным типам леса. Все участки – простые по строению, абсолютно одновозрастные древостои. Один исследуемый участок 7C2B1OC в возрасте 55 лет имеет единичные деревья сос-

ны и лиственницы в возрасте 150 лет, которые не создают самостоятельный ярус. Расположен данный участок в бруснично-разнотравном типе леса, в нем отсутствует воспроизводство лиственницы.

Третьей по запасу на корню является сосновая хозчасть с наличием в составе 6 единиц сосны, на которую приходится 15.25 % (табл. 2). По площади она занимает третье место – 17.93 % от рассматриваемой площади хозчасти. Возрастные характеристики исследуемой хозчасти представлены на рис. 4.

Диапазон изменения возраста преобладающей породы сосны на рис. 4, а составляет от 50 до 85 лет. Все исследуемые участки имеют одновозрастные породы, за исключением участка 6C4B + OC, расположенного в крапивном типе леса. На данном участке воспроизводство березы имеет задержку в 15 лет, с перепадом высот в 3 м. Участок леса, расположенный в разнотравном типе леса с составом 6C1Л2B1OC + E имеет воспроизводство одновозрастных лесообразующих пород (лиственницу, осину), а также ель, составляющую менее 10 % в общем запасе насаждений выдела. На данном участке присутствуют единичные деревья в составе 5C5Л в возрасте 200 лет. На рисунке они не представлены, поскольку имеют разрозненное расположение и не создают самостоятельный ярус.

Высокобонитетный участок с пихтовым древостоем, расположенный в чернично-зелено-

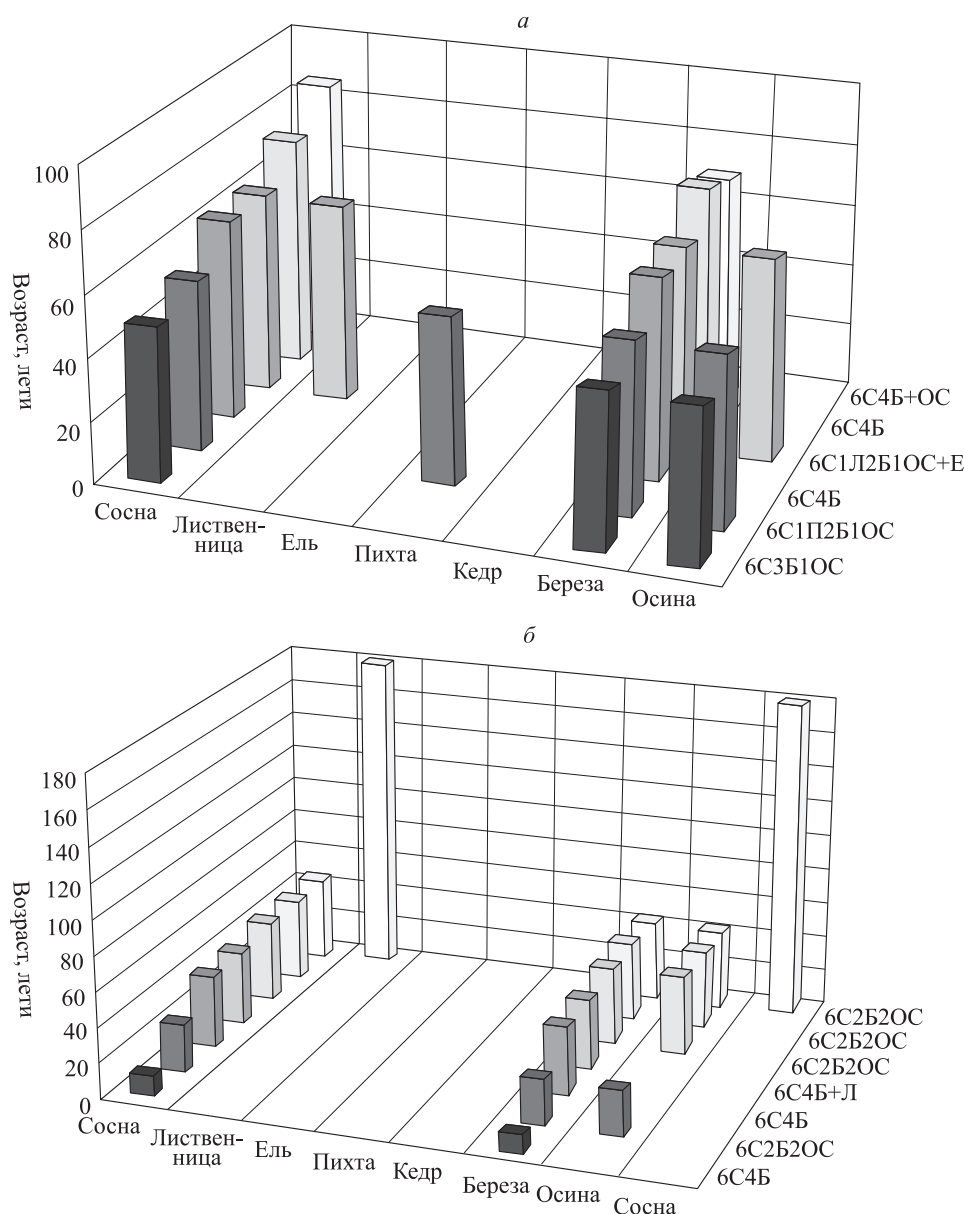


Рис. 4. Возрастная характеристика с 60 % запаса сосны в сосновой хозчасти старших (а) и младших (б) возрастов.

мошном типе леса, с таксационной формулой 6C1П2Б1ОС имеет простую, абсолютно одно-возрастную структуру.

На рис. 4, б показан диапазон преобладающей хозчасти в возрасте 10–45 лет. Рассматриваемые участки представлены сосново-березовыми древостоями, расположенными в разнотравном и бруснично-разнотравном типах леса с абсолютно разновозрастной структурой насаждений.

Сосново-березово-осиновые древостои расположены в бруснично-разнотравном и бруснично-зеленомошном типах леса. Один участок расположен в ольховом типе леса, имеет 180-летние сосново-лиственничные насаждения, с таксационной формулой 8Л2С, при этом естественное воспроизводство лиственницы

на данном участке отсутствует довольно длительное время, более 40 лет. Данный участок относится к промежуточному типу возрастных структур со вторым ярусом сосново-лиственничных старовозрастных древостоев.

Вторыми по площади являются древостои с 50%-м запасом сосны, на которые приходится 20.68 % общей площади сосновой хозчасти (табл. 2). Указанные древостои составляют 19.31 % от общего исследуемого запаса. Возрастные характеристики исследуемой хозчасти представлены на рис. 5, а, б.

Возрастная динамика старших возрастов отражает сосновые древостои, находящиеся в пределах 70-80-летнего периода роста. Сосновый древостой 70 лет, относящийся к старшему

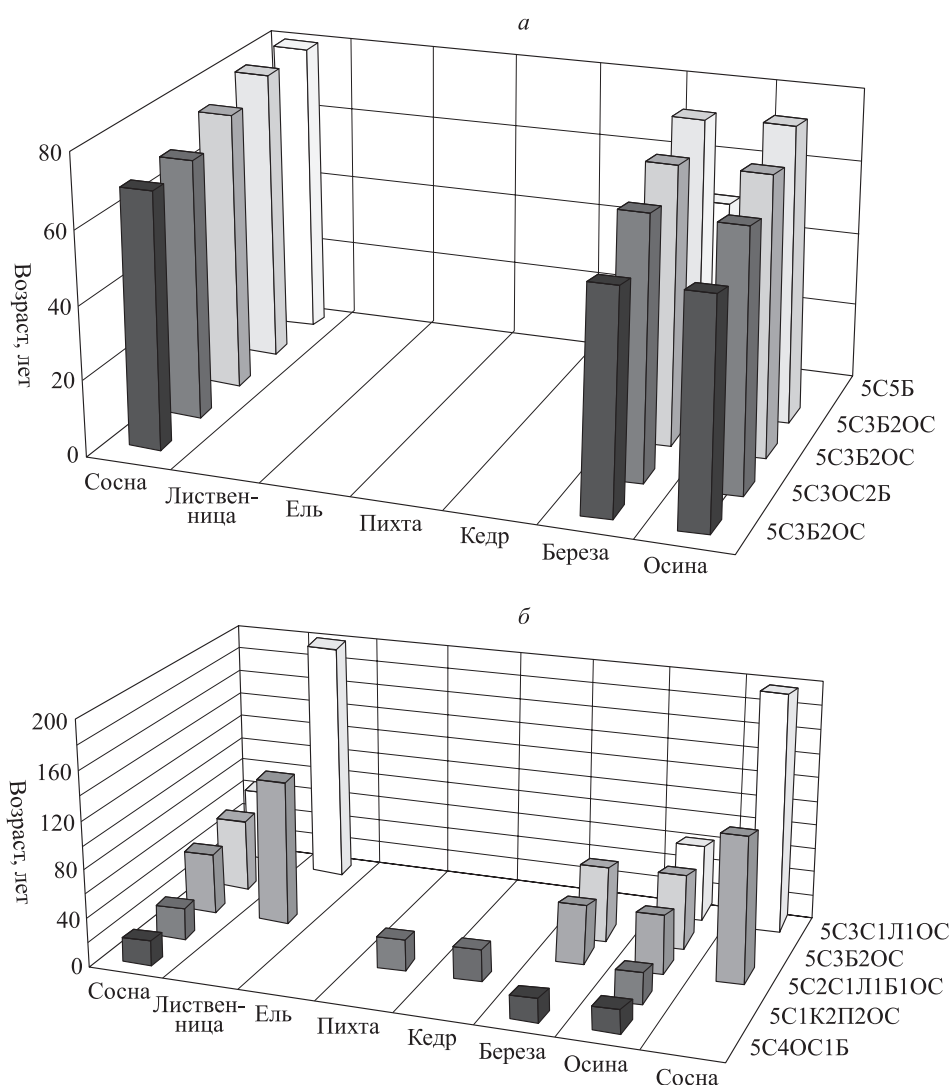


Рис. 5. Возрастная характеристика с 50 % запаса сосны в сосновой хозчасти старших (а) и младших (б) возрастов.

классу средневозрастной группы, с таксационной формулой 5С3Б2ОС, находящийся на переднем плане рисунка, включает березу и осину в возрасте 60 лет, относящиеся к спелым древостоям. Их отставание в воспроизводстве от основной лесообразующей породы составляет 10 лет. Данный участок расположен в чернично-зеленомошном типе леса.

Сосново-березовый относительно разновозрастный древостой 5С5Б имеет в составе 80-летнюю сосну и 50-летнюю березу, что показывает задержку воспроизводства лиственной породы. Данный участок расположен в ольховом типе леса. Остальные представленные участки имеют абсолютно одновозрастные древостои.

Сосновая хозчасть, находящаяся в диапазоне 20–65 лет преобладающей породы (рис. 5, б), с таксационной формулой в 5 единиц запаса, имеет значительный разброс по возрасту в со-

ставе двух исследуемых участков. Насаждение 5С2С1Л1Б1ОС имеет возраст по сосне 50 лет, такой же возраст у сопутствующих пород (береза и осина). Однако на данном участке, расположенном в чернично-зеленомошном типе леса, присутствует 2 таксационные единицы сосны и 1 единица лиственницы в возрасте 120 лет, что позволяет отнести его к сложному многоярусному насаждению с перепадом высот в 7 м и промежуточному типу возрастной структуры. Этот участок характеризуется временной сукцессией по сосновому древостою и отсутствием лиственничной породы.

Другой сложный участок с промежуточным типом возрастной структуры расположен в разнотравном типе леса. Насаждение имеет сосново-осиновый древостой в возрасте 65 лет, 3 единицы сосны и 1 таксационную единицу лиственницы в возрасте 200 лет. Временная сукцес-

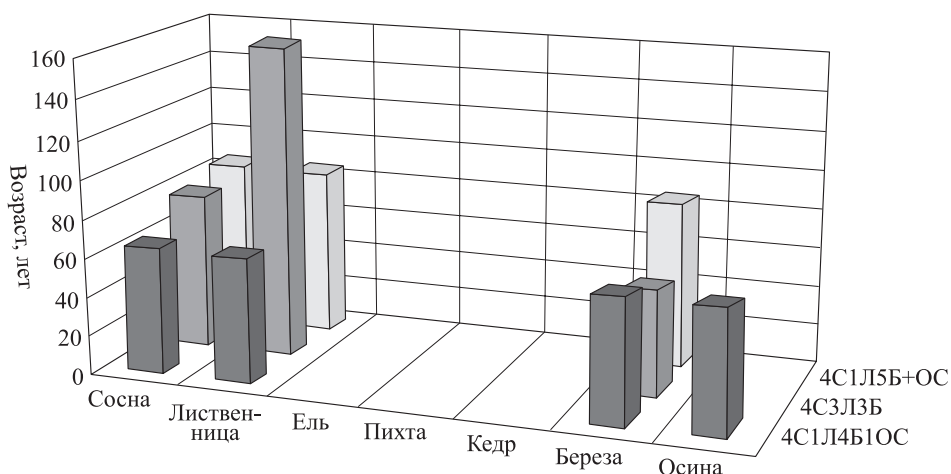


Рис. 6. Возрастная характеристика с 40 % запаса сосны в сосновой хозчасти.

сия воспроизводства пород повторяется как и на предыдущем описанном участке, т. е. сохраняется сосновая и отсутствует лиственничная порода.

Первые два выдела в возрасте 20 и 25 лет имеют одновозрастные древостои. При этом первый участок – сосново-осиново-березовый – расположен в разнотравном типе леса. Второй расположен в чернично-зеленомошном типе леса, имеет в своем составе больший набор лесобразующих пород, в нем присутствуют пихта и кедр, но отсутствует береза.

На участке 5C3B2OC присутствуют только одновозрастные древостои в возрасте 60 лет, которые произрастают в разнотравном типе леса.

Возрастная характеристика сосновой хозчасти с запасом преобладающей породы в 4 таксационные единицы представлена на рис. 6.

Характер исследуемой сосновой преобладающей хозчасти с составом 40 % сосны показывает наличие во всех трех участках лиственницы. На участке с таксационной формулой 4C3ЛЗБ присутствует перестойная 160-летняя лиственница и 55-летняя береза при 80-летнем возрасте сосны, что указывает на неодновременное формирование данного древостоя во времени. Данный участок следует отнести к промежуточному типу возрастной структуры и сложному многоярусному древостою с перепадом высот в 5 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Сосновые древостои I класса бонитета характеризуются сложной возрастной структурой и составом. Внутрипопуляционная структура высокобонитетной группы насаждений показала присут-

ствие двух преобладающих пород, относящихся к сосновой и осиновой хозчастям. Преобладающая сосновая порода занимает 73.10 % площади исследуемой сосновой хозчасти. На березовые и осиновые древостои приходится 14.95 и 8.70 % площади соответственно. Наименьшее распространение имеют лиственничные (1.40 %), пихтовые (1.29 %) и кедровые (0.56 %) площади.

Наибольшая часть возрастной структуры представлена абсолютно одновозрастным древостоем, занимающим 87.70 % площади и имеющим 86.65 % запаса древостоя от исследуемой сосновой хозчасти.

На промежуточный тип возрастной структуры приходится 9.58 % площади с запасом 10.42 % сосновой хозчасти.

Наименьший показатель в возрастной структуре принадлежит относительно одновозрастному древостою, занимающему незначительные (2.72 %) площади сосновой хозчасти с запасом 2.92 %, или 2 460 м³.

Формирование насаждений в конкретных условиях природной среды с наличием старовозрастных древостоев не всегда приводит к сохранению сложившегося экотипа, о чем свидетельствует участок, расположенный в ольховниковом типе леса с присутствием сосново-лиственничных пород, в котором длительное время отсутствует естественное воспроизводство лиственницы.

Исследованные высокобонитетные участки в условиях многолесных районов Восточной Сибири довольно редки и их большую часть рекомендуется отнести к насаждениям с плюсовыми древостоями и рассматривать как резерваты, содержащие наиболее ценные для селекции лесобразующие породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анучин Н. П. Таксация и устройство разновозрастных лесов. М.: Лесн. пром-ть, 1969. 64 с.
- Бондарев А. И. Соотношение возраста и таксационных показателей в редкостойных разновозрастных лиственных лесах Севера // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: СибГТУ, 1997. С. 93–99.
- Вайс А. А., Субочев Г. К. Возрастная и пространственная структура кедровых насаждений Абазинского лесхоза // Лесн. таксация и лесоустройство. 2001. № 1 (30). С. 14–16.
- Вайс А. А., Жегалов А. С. Возрастная структура сосняков биостанции Караульная // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: Сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. Красноярск: СибГТУ, 2005. С. 107–110.
- Вайс А. А. Структурная организация древостоя // Лесные экосистемы Северо-Востока Азии и их динамика: Материалы междунар. конф., Владивосток, 22–26 авг., 2006 г. Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 35–37.
- Верхунов П. М. Закономерности строения разновозрастных сосняков. Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1976. 254 с.
- Гончаренко Г. Г., Падутков В. Е., Силин А. Е. Генетическая структура, изменчивость и дифференциация в популяциях *Pinus sibirica* Du Tour // Генетика. 1992. № 10. С. 114–128.
- Гордина Н. П. Пространственная структура и строение сосновых насаждений бассейна р. Сым. Красноярск: КГУ, 1985. 128 с.
- Комин Г. Е. К вопросу о типах возрастной структуры насаждений // ИВУЗ. Лесн. журн. 1963. № 3. С. 37–42.
- Моисеев В. С. Таксация леса: учеб. пособ. для лесотех. вузов. Л.: ЛЛТА им. С. М. Кирова, 1970. 257 с.
- Осипенко А. Е., Залесов С. В. Разновозрастность сосновых древостоев как фактор гармонизации системы лесохозяйственных мероприятий в ленточных борах Алтайского края // Лесотех. журн. 2023. Т. 13. № 1 (49). С. 129–145.
- Политов Д. В., Крутовский К. В., Алтухов Ю. П. Характеристика генофондов популяций кедровых сосен по совокупности изоферментных локусов // Генетика. 1992. № 10. С. 93–114.
- Семечкин И. В. Структура и динамика кедровников Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
- Суртаев Н. Х. Возрастная структура древостоев пригородной зоны г. Красноярска // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: СибТИ, 1986. С. 27–33.
- Фалалеев Э. Н. Таксация разновозрастных древостоев: учеб. пособие. Красноярск: СибТИ, 1975. 32 с.

AGE STRUCTURE AND COMPOSITION OF HIGH PRODUCTIVE PINE FORESTS IN PRIBAYKALIE

A. L. Grebenyuk¹, A. G. Matveeva²

¹ Bratsk State University
Makarenko str., 40, Bratsk, 665709 Russian Federation

² Pacific State University
Tikhookeanskaya str., 136, Khabarovsk, 680035 Russian Federation

E-mail: as17vl@list.ru, 000337@pnu.edu.ru

The article presents the results of the study of the age structure of high-productive pine stands in Pribaykalie. The structure of forest stands by area, timber stocks, age, species composition and other characteristics is analyzed. An attempt is made to identify patterns in the distribution of the age structure of forest stands in sections with different forest inventory formulas. The establishment of these patterns and common features can be used in economic activities, as well as for solving forest restoration issues. Determining the relationship between tree species and their age structure in specific areas allows us to distinguish simple stands with one storey in height and complex stands with two or more storeys. The age character of a forest stand establishes a certain set of trees that form homogeneity in the age and biological development of the stand, which predetermines its economic importance in organizing forestry. The studies have shown that the intra-population structure of the stands has two predominant species, belonging to the pine (Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)) and aspen (common aspen (*Populus tremula* L.)) economic parts. In relation to these economic parts, an analysis of the age character of the forest stand of the predominant pine economic part is given, which grows in the lingonberry, forb, green moss, alder and nettle groups of forest types. Pine stands of the first quality class are defined as even-aged and uneven-aged. Simple even-aged stands are characterized as pure and absolutely even-aged, as well as even-aged with the inclusion of accompanying species, having in the composition less than one in the reserve of the allotment. Among complex multi-storey stands, relatively even-aged stands located within the same age class, absolutely uneven-aged, relatively uneven-aged with an age spread of up to sixty years stand out. Intermediate types of age structures are characterized by stepped-uneven-aged forest generations.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., first class of productivity (bonitet), age structure of tree stands.

How to cite: Grebenyuk A. L., Matveeva A. G. Age structure and composition of high productive pine forests in Pribaykalie // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 45–55 (in Russian with English abstract and references).

УДК 581.522.4:582.734.6 (571.513)

ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ *Prunus* L. В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ХАКАСИИ

Г. Н. Гордеева

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН
655132, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое, ул. Садовая, 5

E-mail: gordeeva.gal2011@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.02.2025 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Приведены результаты многолетних испытаний видов рода слива (*Prunus* L.), в настоящее время включен род черемуха (*Padus* Hill.), в дендрарии сухостепной зоны Хакасии. Объектами исследований стали 5 видов рода разного происхождения: черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L. – син. *Padus avium* Mill.), ч. Маака (*P. maackii* Rupr. – син. *P. maackii* (Rupr.) Kom.), ч. Съори (*P. ssiori* F. Schmidt – син. *P. ssiori* (F. Schmidt) C. K. Schneid.), ч. Грея (*P. grayana* Maxim. – син. *P. grayana* (Maxim.) C. K. Schneid.), ч. виргинская (*P. virginiana* L. – син. *P. virginiana* (L.) Mill.). Цель исследований – проследить ритм роста, развития и состояние новых видов черемухи при интродукции в изменяющихся климатических условиях сухостепной зоны Хакасии для введения их в благоустройство. С применением методики фенологических наблюдений и статистической обработки полученных данных устанавливался ритм роста и развития изучаемых видов. Определены сроки и продолжительность периодов цветения, вегетации, созревания плодов и листопада. Выявлена высокая степень корреляционной зависимости прохождения фенологических фаз от влияния температуры воздуха и количества выпавших осадков. Отмечено, что высота растений у 80 % видов в питомнике ниже, чем в природных условиях. Цветение видов черемухи происходит во II–III декадах мая с периодами от 9 до 16 дней. Наибольшим периодом цветения характеризуется ч. Маака, а наименьшим – ч. обыкновенная. В условиях дендрария 80 % видов черемухи образуют корневые отпрыски, у 40 % – обнаружен самосев. Семена изучаемых видов имеют невысокую грунтовую всхожесть – от 2.2 до 17.7 %, что затрудняет семенное размножение рассматриваемых растений. Среди характеризуемых видов 2 являются длительно вегетирующими с периодом вегетации 178 и 186 дней (ч. Съори и ч. Грея соответственно). Для определения наиболее перспективных в интродукции видов черемухи использовали шкалу с адаптированной к степным условиям оценкой растений. Вполне перспективными оказались 4 из 5 видов. Наибольшим числом баллов характеризуется ч. обыкновенная (105 баллов), по 102 балла набрали ч. виргинская и ч. Грея, 92 – ч. Маака. Эти виды могут быть использованы в озеленении населенных пунктов для создания аллей, в групповых и одиночных посадках парков, скверов и придомовых территорий.

Ключевые слова: виды черемухи, ритм роста и развития, степные условия, интродуценты, испытание, перспективность, озеленение.

DOI: 10.15372/SJFS20250306

ВВЕДЕНИЕ

Одним из декоративных и пищевых растений флоры Хакасии является черемуха обыкновенная (*Prunus padus* L. – син. *Padus avium* Mill.). В этот же вид в настоящее время включены черемуха азиатская (*Padus asiatica* Kom.) и ч. обыкновенная (*P. racemosa* (Lam.) Gilib.). Всего в мировой флоре насчитывается 20–35 видов

рода черемуха, с обширными ареалами в Евразии, Северной и Центральной Америке (Коропачинский, Встовская, 2002).

В Хакасии в прошлые годы черемуха часто встречалась вдоль рек, ручьев степной и лесостепной зон, расселялась на островах Енисея и его притока Абакана. Плоды активно заготавливались населением в свежем и сухом виде для пищевых целей, а также для лекарственного ис-

пользования. В настоящее время, в связи с увеличением антропогенного влияния, черемуха повсеместно исчезла.

В озеленении ранее данный вид активно использовали в парках, на частных усадьбах, применяли как раноцветущее растение. Но в последние десятилетия черемуху перестали использовать в благоустройстве, о ней забыли. Вероятно, повлияло отсутствие посадочного материала, а также то, что она сильно повреждается вредителями. В настоящее время в озеленение введена черемуха Маака (*Prunus maackii* Rupr. – син. *Padus maackii* (Rupr.) Kom.), однако ее мало, высаженная на ветреных местах имеет глубокие морозобоины, поэтому черемуха обыкновенная остается актуальной для благоустройства территорий, а новые виды дополняют и разнообразят ассортимент. Для данной цели изучение видов черемухи разного происхождения проводили в различных интродукционных пунктах страны (Еремин и др., 2016; Коляда, 2016; Кищенко, 2017; Лобанов и др., 2017).

В Государственный реестр включено 20 сортов черемухи, из них 15 – созданы в Центральном сибирском ботаническом саду (г. Новосибирск) для декоративного и универсального использования (Симагин, 2010; Государственный реестр..., 2024).

Черемуха обыкновенная ценна и лекарственными свойствами. В качестве сырья у нее используются кора, цветки и плоды (Лекарственные растения..., 2024). Плоды содержат до 15 % дубильных веществ, 5 % сахаров, антоцианы, лимонную и яблочную кислоты, эфирное масло (Mikulis-Petkovsek et al, 2016; Почему растения лечат..., 2021), определены фенольные соединения (Yoshinari et al., 1989; Царенко, 2010; Olszewska, Kwapisz, 2011). Кора растения используется в качестве косметического отбеливающего средства (Yoshinari et al., 1990; Hwang et al., 2014). Экстракты черемухи обладают противоопухолевым и обезболивающим действиями (Kumarasamy et al., 2004; Choi et al., 2012).

В дендрарий института для испытания высаживали разные виды черемухи: ч. обыкновенную, ч. азиатскую, ч. Маака, ч. Съори (*Prunus ssiori* F. Schmidt – син. *Padus ssiori* (F. Schmidt) C. K. Schneid.), ч. Грея (*P. grayana* Maxim. – син. *P. grayana* (Maxim.) C. K. Schneid.), ч. Пубигера (*P. pubigera* (Schneid.) Koehne), ч. виргинскую (*P. virginiana* L. – син. *P. virginiana* (L.) Mill.) (Лиховид, 1994, 2007). Они все оценивались как перспективные для зеленого строительства, кроме ч. Съори, для которой климат сухостепной

зоны оказался неблагоприятным. Также плохо себя чувствовала и позже выпала из состава ч. азиатская, повреждающаяся хлорозом на карбонатных почвах. Несмотря на то, что в систематическом плане ч. обыкновенная и ч. азиатская объединены в один вид, поведение их в одинаковых условиях питомника различно. Черемуха Пубигера к 2006 г. выпала из дендрария по неизвестным причинам.

Цель работы – проследить ритм роста и развития, состояние новых видов черемухи при интродукции в изменяющихся климатических условиях сухостепной зоны Хакасии для введения их в благоустройство.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований были 5 видов черемухи разного происхождения – ч. обыкновенная, ч. Маака, ч. Съори, ч. Грея, ч. виргинская, произрастающие в дендрарии института, расположенного в сухостепной зоне в 13 км от г. Абакана.

Фенологические наблюдения проведены по методикам З. И. Лучник (1964), И. Н. Елагиной, А. И. Лобанова (1979). При изучении климатических данных за разные периоды времени использовали интернет-ресурс «Погода и климат...» (2024). Статистическая обработка фенологических наблюдений проводилась за последние 10 лет (2014–2024 гг.) по методике Г. Н. Зайцева (1978), уровни варьирования дат по фазам развития растений оценены по С. А. Мамаеву (1975), дисперсионный анализ и вариационная статистика – с применением пакета программ SNEDECOR (Сорокин, 2004). Для оценки перспективности исследуемых видов применялась шкала, адаптированная для сибирских условий (Лиховид, 2007).

Исследования климатических параметров места интродукции, где располагается ближайшая метеостанция Хакасская, показали, что, если за 50 лет (1951–2000 гг.) среднегодовая температура воздуха составила 0.8 °С, то только за период 2001–2020 гг. эта температура повысилась на 1.7 °С. Годовая сумма осадков в 1959–2000 гг. достигала 280.5 мм. За 2001–2020 гг. их выпало на 60.3 мм больше. За последние 4 года (2021–2024 гг.) среднегодовая температура воздуха увеличилась еще на 1.3 °С при снижении количества осадков на 26.8 мм, что указывает на общую тенденцию изменения климата (Погода и климат..., 2024).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Черемухи в дендрарии имеют возраст от 40 до 49 лет. Отдельные экземпляры деревьев ч. Сьори и ч. Маака выпали. В высоту характеризуемые виды в условиях дендрария ниже, чем в природных условиях, за исключением ч. Грея, которая при интродукции имеет такие же размеры, как и в природных местообитаниях (табл. 1).

Размеры кроны черемух могут достигать 8 м, они имеют развесистую форму со стволами небольшого диаметра (ч. Грея, ч. обыкновенная, ч. Маака). Наиболее мощной является ч. Грея, достигающая большей высоты, диаметра кроны и ствола, чем у других видов. Почти у всех изучаемых черемух формируются корневые отпрыски. У ч. обыкновенной они находятся на небольшом расстоянии от материнского растения и их можно откапывать и пересаживать. У ч. виргинской, ч. Маака и ч. Грея отпрыски формируются непосредственно возле ствола, что не дает возможность их изъятия, у ч. Сьори в условиях дендрария корневые отпрыски не формируются. Наличие самосева интродуцированных видов свидетельствует о полной их адаптации в новых условиях выращивания. Самосев характерен для аборигенного вида и ч. виргинской (редко), у остальных он отсутствует.

В условиях дендрария у ч. Маака на стволах отмечены морозобоины, у других видов – не наблюдались. Дендрарий института имеет плотную посадку, растения расположены близко друг к другу. Рассчитывали площадь листьев изучаемых черемух: ч. обыкновенная – $29.3 \pm 1.7 \text{ см}^2$ ($C_v - 32.5 \%$), ч. Грея – $25.8 \pm 1.08 \text{ см}^2$ ($C_v - 17.7 \%$), ч. Сьори – $24.3 \pm 1.8 \text{ см}^2$ ($C_v - 41.7 \%$),

ч. виргинская – $20.03 \pm 0.8 \text{ см}^2$ ($C_v - 24.9 \%$), ч. Маака – $15.5 \pm 0.9 \text{ см}^2$ ($C_v - 27.4 \%$).

Черемухи характеризуются ранним весенним отрастанием. Установлено, что у ч. Грея и ч. Сьори восточноазиатского и дальневосточного происхождения происходит развитие вегетативных почек во II декаде апреля, при сумме эффективных температур $39.6\text{--}59.1 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 2).

Остальные виды (ч. обыкновенная, ч. виргинская и ч. Маака) отрастают в III декаде апреля, когда накапливаются эффективные температуры от 49.2 до $140.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Начало цветения у 60 % изучаемых видов приходится на II декаду мая, при сумме эффективных температур $193.4\text{--}354.8 \text{ }^\circ\text{C}$, в III декаде зацветают 40 % оставшихся видов при сумме эффективных температур $262.2\text{--}526.6 \text{ }^\circ\text{C}$. Сроки наступления фазы роста и развития видов черемухи проходят с малой и средней степенью варьирования. Ритм роста изучаемых растений независимо от вида в сильной степени зависит от температуры воздуха и количества осадков, на что указывают высокие коэффициенты корреляции – $R = 0.99$ и $R = 0.96$ соответственно.

Наибольшая продолжительность периода цветения характерна для ч. Маака, а наименьшая отмечена у ч. обыкновенной, у остальных видов данный период входит в эти пределы (см. рисунок). В цветении очень декоративны ч. обыкновенная, ч. Грея и ч. виргинская, которые «утопают» в распустившихся белыми цветками кистях. Несмотря на небольшой размер соцветий, за счет их большого количества ч. Маака смотрится нарядно.

Растянутым периодом созревания плодов характеризуется ч. виргинская (см. рисунок). По мере созревания плоды сначала розовеют, затем

Таблица 1. Морфобиологическая характеристика растений видов черемухи в дендрарии

Вид	Происхождение	Возраст, лет	Высота растения в интродукции/ в природе, м*	Диаметр		Число экземпляров, шт.	Наличие отпрысков
				кроны, м	ствола, см		
Ч. обыкновенная	Сибирь	49	$\frac{7.0\text{--}8.0}{17.0}$	7.0–8.0	9.4 ± 0.7	2	Есть
Ч. Грея	Восточная Азия	45	$\frac{10.0\text{--}12.0}{10.0\text{--}12.0}$	6.0–8.0	13.1 ± 2.0	2	»
Ч. Маака	Дальний Восток	42	$\frac{12.5}{\text{до } 15.0}$	5.0–7.0	13.2 ± 1.0	4	»
Ч. Сьори	Там же	40	$\frac{4.0\text{--}4.5}{10.0\text{--}20.0}$	4.0–6.5	9.8 ± 1.2	2	Нет
Ч. виргинская	Северная Америка	49	$\frac{3.5\text{--}4.0}{\text{до } 15.0}$	4.0	4.0 ± 0.2	3	Есть

* Деревья и кустарники СССР, 1954; Лиховид, 2007.

Таблица 2. Даты прохождения фенофаз роста и развития у видов черемухи в дендрарии

Вид	Начало развития почек		Появление первого настоящего листа	Цветение		Окончание роста побегов	Плодоношение		Осенняя окраска листьев	Листопад	
	вегетативных	генеративных		начало	окончание		созревание	опадение		начало	окончание
Ч. Грея	25.4 ± 3/ 14.1	29.4 ± 2/ 8.5	8.5 ± 1/ 5.1	21.5 ± 2/ 7.9	29.5 ± 2/ 4.7	22.6 ± 2/ 4.0	22.7 ± 3/ 5.1	29.8 ± 1/ 1.1	25.8 ± 4/ 5.2	13.9 ± 3/ 4.2	1.10 ± 1/ 1.0
Ч. Маака	11.4 ± 2/ 16.2	26.4 ± 1/ 5.9	6.5 ± 2/ 2.6	14.5 ± 1/ 6.9	29.5 ± 1/ 6.1	17.6 ± 1/ 3.4	22.7 ± 2/ 6.2	27.8 ± 2/ 4.8	10.8 ± 2/ 4.3	2.9 ± 2/ 1.9	16.10 ± 2/ 3.8
Ч. Сьори	24.4 ± 3/ 14.9	7.5 ± 1/ 5.6	13.5 ± 2/ 8.2	18.5 ± 2/ 7.7	31.5 ± 2/ 8.5	18.6 ± 1/ 2.2	21.7 ± 1/ 3.4	9.9 ± 3/ 4.6	10.8 ± 4/ 7.9	6.9 ± 3/ 5.7	8.10 ± 1/ 2.1
Ч. виргинская	14.4 ± 2/ 22.3	24.4 ± 2/ 14.9	4.5 ± 2/ 8.7	12.5 ± 2/ 8.7	24.5 ± 2/ 6.4	18.6 ± 7/ 19.4	23.7 ± 4/ 4.1	19.8 ± 3/ 5.1	15.8 ± 5/ 8.7	8.9 ± 4/ 6.8	10.10 ± 3/ 4.8
Ч. Грея	28.4 ± 1/ 1.1	30.4 ± 8/ 18.5	8.5 ± 2/ 4.0	27.5 ± 1/ 1.6	8.6 ± 1/ 1.4	29.6 ± 1/ 1.1	21.9 ± 2/ 1.5	28.9 ± 2/ 1.6	14.9 ± 5/ 3.5	1.10 ± 1/ 1.1	10.10 ± 2/ 2.3

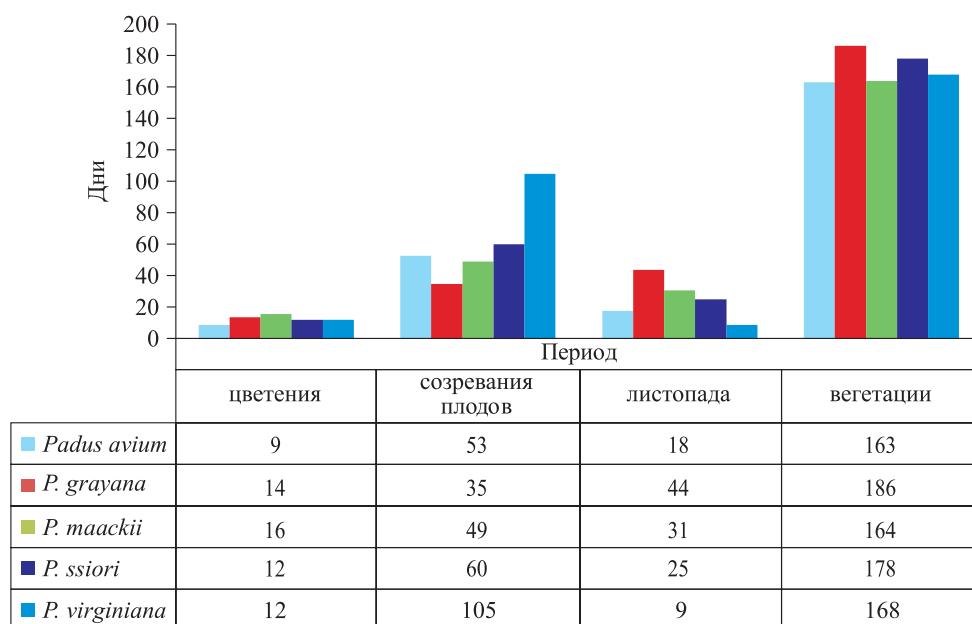
Примечание. В числителе – дата наступления фенофазы ± пределы ее наступления (дни); в знаменателе – коэффициент вариации, %.

становятся красными, а затем, при полном созревании, чернеют. Происходит это на разных ветвях в разные сроки, поэтому во время плодоношения ч. виргинская долгое время смотрится очень привлекательно. Быстрее всех созревают плоды у ч. Грея и тут же начинают опадать. Период созревания плодов у остальных видов занимает промежуточное положение.

Появление осенней окраски листьев начинается при среднесуточной температуре 17–21 °С у ч. обыкновенной, ч. Сьори, ч. Маака и ч. Грея,

а у ч. виргинской изменение окраски листьев происходит при переходе ночной температуры через 7 °С.

Для всех изучаемых видов черемухи характерна желтая осенняя окраска листьев, только у ч. виргинской – пурпуровая. Листопад у нее проходит в сжатые сроки (см. рисунок). Черемуха обыкновенная сбрасывает листву в течение 18 дней, чуть больше длится листопад у ч. Сьори и ч. Маака. Самым длительным периодом листопада характеризуется ч. Грея.



Продолжительность периодов цветения, созревания плодов, листопада и вегетации у видов черемухи в дендрарии.

Таблица 3. Биометрическая характеристика плодов и семян видов черемухи в дендрарии

Вид	Соцветие, см*		Плод, см		Число плодов на кисти, шт.	Семя, см		Масса, г		Масса 1000 шт. семян, г	Отношение косточки к мякоти на 1 плод, %
	длина	ширина	длина	ширина		длина	ширина	плода	семени		
Ч. обыкновенная	8.6 ± 0.4/ 26.1	3.1 ± 0.14/ 24.8	0.85 ± 0.01/ 4.8	0.81 ± 0.01/ 4.5	8.5 ± 0.5/ 13.8	0.8 ± 0.01/ 7.0	0.5 ± 0.02/ 3.1	0.47 ± 0.02/ 4.3	0.05 ± 0.009/ 12.7	34.2	10.6
Ч. Грея	12.4 ± 0.6/ 22.7	3.5 ± 0.1/ 22.3	0.79 ± 0.01/ 5.5	0.67 ± 0.01/ 10.6	18.0 ± 0.6/ 16.5	0.5 ± 0.01/ 8.1	0.4 ± 0.06/ 7.5	0.42 ± 0.006/ 9.7	0.03 ± 0.001/ 23.0	38.6	7.1
Ч. Маака	5.7 ± 0.1/ 15.5	3.0 ± 0.06/ 11.6	0.45 ± 0.01/ 9.7	0.42 ± 0.06/ 8.2	13.4 ± 0.9/ 10.1	0.4 ± 0.01/ 2.3	0.2 ± 0.01/ 3.2	0.12 ± 0.001/ 12.9	0.01 ± 0.002/ 14.5	6.7	8.3
Ч. Съори	7.6 ± 0.2/ 16.4	2.0 ± 0.08/ 22.5	0.6 ± 0.01/ 10.4	0.65 ± 0.01/ 8.6	3.5 ± 0.3/ 14.3	0.5 ± 0.06/ 6.5	0.4 ± 0.1/ 10.8	–	–	–	–
Ч. виргинская	8.7 ± 0.4/ 8.7	2.8 ± 0.07/ 14.6	0.9 ± 0.01/ 5.8	0.9 ± 0.01/ 5.1	5.2 ± 0.2/ 29.6	0.3 ± 0.01/ 0.86	0.3 ± 0.01/ 12.3	0.5 ± 0.005/ 6.9	0.04 ± 0.01/ 12.9	47.2	8.0

Примечание. * В числителе – средний показатель ± ошибка средней, в знаменателе – коэффициент вариации, %.

Для древесных растений, произрастающих в сухостепной зоне Хакасии, оптимальная продолжительность вегетационного периода составляет 160–165 дней (Гордеева, Лобанов, 2022). В эти сроки укладываются три вида черемух – ч. обыкновенная, ч. Маака и ч. виргинская. Большим периодом вегетации характеризуются ч. Съори и ч. Грея – длительно вегетирующие виды (см. рисунок). У ч. Съори в отдельные годы происходит обмерзание побегов. Также, возможно из-за перепадов среднесуточной температуры воздуха, в весенний период страдает генеративная сфера вида, в результате чего формируется мало плодов. Черемуха Грея, несмотря на длительную вегетацию, не повреждается, успевает подготовиться к зимним условиям. Возможно, это связано с теплым и продолжительным осенним периодом.

При сравнении дат наступления основных фаз развития черемух в последние 10 лет и в 80-е годы прошлого века установлено их соответствие друг другу, кроме фаз начала и конца листопада (Лиховид, 1994). У всех изучаемых видов наблюдалось удлинение периода листопада на 7–14 дней.

При изучении биометрических параметров плодов и семян выделилась ч. Грея, у которой размер соцветия достоверно (на 5 и 1%-м уровнях) превышает параметры соцветий других видов черемухи. Размеры плодов черемух между собой различаются существенно (табл. 3).

Число плодов на одну кисть у ч. Грея достоверно превышает этот показатель других видов черемухи. Параметры семян ч. Съори и ч. Грея близки и не имеют существенных различий, данные показатели других видов достоверно различаются. По массе плода и семени выделяются ч. виргинская, ч. обыкновенная и ч. Грея. Наибольшая масса 1000 шт. семян характерна для ч. виргинской. Плоды ч. Грея имеют отличные вкусовые качества. Они сочные, крупные, без горечи. По сравнению с другими видами черемухи у нее наименьшее отношение массы косточки к мякоти (табл. 3).

Плоды ч. Съори формируются в небольшом количестве на самой верхней части кроны, достать их практически невозможно. По мере поспевания они активно поедаются птицами, поэтому данные по характеристике плодов и семян в таблице частично отсутствуют.

Выявлена высокая степень корреляционной зависимости между признаками: длина соцветия и количество плодов на одно соцветие

Таблица 4. Перспективность интродукции видов черемухи в дендрарии института

Показатель	Ч. обыкновенная	Ч. Грея	Ч. Маака	Ч. Сьори	Ч. виргинская
Степень вызревания побегов	20	20	20	15	25
Зимостойкость	25	25	15	15	25
Сохранение габитуса	10	10	10	10	10
Способность образования побегов	10	10	10	5	10
Прирост побегов	5	5	5	5	5
Репродуктивная способность	25	25	25	25	20
Способы размножения	10	7	7	7	7
Сумма баллов	105	102	92	82	102

у ч. Маака ($R = 0,85$), средняя степень корреляционной зависимости по данному признаку у ч. обыкновенной и ч. Грея ($R = 0.69$ и $R = 0.51$ соответственно).

Качество семян, формируемых в новых условиях выращивания, свидетельствует о степени адаптации вида и дает возможность дальнейшего его использования.

Установлена грунтовая всхожесть семян изучаемых черемух: ч. Грея – 17,7 %, ч. обыкновенная – 12,3 %, ч. Маака и ч. виргинская – по 3,3 %, ч. Сьори – 2,2 %.

Оценка перспективности видов черемухи в интродукции выявила три инорайонных вида (ч. Грея, ч. виргинская, ч. Маака), которые отнесены к вполне перспективным. Сумма баллов составила от 92 до 105 (табл. 4).

В 2022 г. к испытанию привлечены два сорта черемухи – Шатёр и Колората, которые в условиях дендрария перезимовывают без повреждений и дают ежегодный прирост побегов 40–45 см.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа полученных данных фенологических наблюдений и оценки состояния взрослых растений пяти видов черемухи установлено, что, несмотря на возраст и изменение климатических условий, они ежегодно стабильно проходят все фазы роста и развития. Благодаря удлинению сроков начала и конца листопада, инорайонные виды черемухи успевают подготовиться к зимнему периоду.

Для ч. обыкновенной, ч. Грея и ч. виргинской выявлена высокая степень зимостойкости и побегообразовательной способности.

Вместе с аборигенным видом ч. Грея, ч. виргинская и ч. Маака вполне перспективны в условиях дендрария института. Их можно рекомендовать для озеленения населенных пунктов сухостепной зоны Хакасии для групповых поса-

док. Для ч. Маака и ч. виргинской необходимо подбирать условия посадки в затененных солнечных местах или под защитой других видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гордеева Г. Н., Лобанов А. И. Продолжительность жизненного цикла и зимостойкость древесных интродуцентов в сухостепной зоне Хакасии // ИВУЗ. Лесн. журн. 2022. № 3. С. 73–90.
- Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию. М.: Росинформагротех, 2024. С. 407–408.
- Дерева и кустарники СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. С. 758–774.
- Елагин И. Н., Лобанов А. И. Атлас-определитель фенологических фаз растений. М.: Наука, 1979. 95 с.
- Еремин Г. В., Чепинога И. С., Симагин В. С., Локтева А. В. Интродукция и изучение черёмухи на Кубани // Субтропич. и декоратив. садоводство. 2016. Т. 56. С. 35–39.
- Зайцев Г. Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 149 с.
- Кищенко И. Т. Развитие интродуцированных видов *Padus* Mill. (Rosaceae Adams.) в Южной Карелии // Arct. Environ. Res. 2017. Т. 17. № 1. С. 30–40.
- Коляда Н. А. Оценка успешности интродукции и декоративности североамериканских видов рода черемуха в дендрарии горнотажной станции ДВО РАН // Междунар. науч.-иссл. журн. 2016. № 5–5 (47). С. 75–79.
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. С. 335–340.
- Лекарственные растения Хакасии / Г. Н. Гордеева, Л. П. Кравцова, Е. А. Анкипович, Е. Г. Лагунова, М. А. Ларина, О. А. Ларина, И. Н. Барсукова, Е. В. Сазанаква, М. А. Мартынова, Л. Ю. Шувалова, С. А. Саая. Новосибирск: СО РАН, 2024. 237 с.
- Лиховид Н. И. Интродукция деревьев и кустарников в Хакасии. Новосибирск: СО РАСХН, 1994. Ч. 1. С. 314–319.
- Лиховид Н. И. Интродукция древесных растений в аридных условиях юга Средней Сибири. Абакан: Март, 2007. С. 8–13.
- Лобанов А. И., Седаева М. И., Коновалова Н. А. Фенологическое развитие некоторых видов растений рода *Prunus L.* в условиях Красноярского Академгородка // Плодоводство, семеноводство, интродукция древес-

- ных растений: Сб. мат-лов XX Междунар. науч. конф., Красноярск, 11–12 апр. 2017 г. Красноярск: СибГУ им. акад. М. Ф. Решетнева, 2017. С. 96–99.
- Лучник З. И. Методика изучения интродуцированных деревьев и кустарников // Вопросы декоративного садоводства: Сб. работ Алт. опыт. станции садоводства. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1964. С. 6–22.
- Мамаев А. С. Закономерности внутривидовой изменчивости лиственных древесных пород. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. 140 с.
- Почему растения лечат. Около 200 видов лекарственных растений с кратким биохимическим описанием / М. Я. Ловкова, А. М. Рабинович, С. М. Пономарева, Г. Н. Бузук, С. М. Соколова. Изд. 3-е. М.: ЛЕНАНД, 2021. С. 138–153.
- Симагин В. С. Создание декоративных сортов черемухи для Сибири // Сиб. вестн. с.-х. наук. 2010. № 8 (212). С. 44–50.
- Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: СО РАСХН, 2004. 162 с.
- Погода и климат. Летопись погоды в Хакасии, 2024.
- Царенко Н. А. Фенольные соединения плодов некоторых видов *Padus* и *Cerasus* (Rosaceae) // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 3. С. 49–57.
- Choi J. H., Cha D. S., Jeon H. Anti-inflammatory and antinociceptive properties of *Prunus padus* // J. Ethnopharm. 2012. V. 144. Iss. 2. P. 379–386.
- Hwang D., Kim H., Shin H., Jeong H., Kim J., Kim D. Cosmetic effects of *Prunus padus* bark extract // Kor. J. Chem. Engineer. 2014. V. 31. Iss. 12. P. 2280–2285.
- Yoshinari K., Sashida Y., Shimomura H. Two new lignin xylosides from the barks of *Prunus ssiori* and *Prunus padus* // Chem. Pharm. Bull. 1989. V. 37. Iss. 12. P. 3301–3303.
- Yoshinari K., Sashida Y., Mimaki Y., Shimomura H. New polyacylated sucrose derivatives from the bark of *Prunus padus* // Chem. Pharm. Bull. 1990. V. 38. Iss. 2. P. 415–417.
- Kumarasamy Y., Cox P. J., Jaspars M., Nahar L., Sarker S. D. Comparative studies on biological activities of *Prunus padus* and *P. spinosa* // Fitoterapia. 2004. V. 75. Iss. 1. P. 77–80.
- Mikulic-Petkovsek M., Stampar F., Veberic R., Sircelj H. Wild *Prunus* fruit species as a rich source of bioactive compounds // J. Food Sci. 2016. V. 81. Iss. 8. P. 1928–1937.
- Olszewska M. A., Kwapisz A. Metabolite profiling and antioxidant activity of *Prunus padus* L. flowers and leaves // Nat. Prod. Res. 2011. V. 25. Iss. 12. P. 1115–1131.

INTRODUCTION OF *Prunus* L. SPECIES. IN THE DRY STEPPE ZONE OF KHAKASSIA

G. N. Gordeeva

*Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center», Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Sadovaya str., 5, village of Zelenoe, Ust-Abakansky District, Republic of Khakassia, 655132 Russian Federation*

E-mail: gordeeva.gal2011@yandex.ru

The results of long-term trials of species of the genus *Prunus* L. (the currently included genus *Padus* Hill.) in the arboretum of the dry steppe zone of Khakassia are presented. The objects of research were five species of the genus with different origins: bird cherry (*Prunus padus* L. – syn. *Padus avium* Mill.), Manchurian cherry (*P. maackii* Rupr. – syn. *P. maackii* (Rupr.) Kom.), Hokkaido bird cherry (*P. ssiori* F. Schmidt – syn. *P. ssiori* (F. Schmidt) C. K. Schneid.), Gray's bird cherry (*P. grayana* Maxim. – syn. *P. grayana* (Maxim.) C. K. Schneid.), Virginia bird cherry (*P. virginiana* L. – syn. *P. virginiana* (L.) Mill.). The aim of the study is to trace the rhythm of growth, development and condition of new species of the genus *Padus* at introduction in changing climatic conditions of the dry steppe zone of Khakassia for introduction into landscaping. Using the methodology of phenological observations and statistical processing of the obtained data, the rhythm of growth and development of the studied species was established. The timing and duration of flowering, vegetation, fruit ripening and leaf fall periods were determined. A high degree of correlation between the passage of phenological phases and the influence of air temperature and the amount of precipitation was revealed. It was observed that plant height of 80 % of species in the nursery is lower than in natural conditions. Flowering of *Padus* species occurs in the second third decade of May with periods of 9 to 16 days. The longest flowering period is characterized by Manchurian cherry and the shortest by bird cherry. In the conditions of the arboretum 80 % of *Padus* species form root shoots, in 40 % – self-seeding was found. Seeds of the studied species have low ground germination – from 2.2 to 17.7 %, which makes seed multiplication of the considered plants difficult. Among the characterized species, two are long vegetative with a growing season of 178 and 186 days (Hokkaido bird cherry and Gray's bird cherry, respectively). A scale with plant evaluation adapted to steppe conditions was used to determine the most promising *Padus* species for introduction. Four of the five species were quite promising. The highest number of points is characterized by bird cherry (105 points), 102 points each were scored by Virginia bird cherry and Gray's bird cherry, 92 by Manchurian cherry. These species can be used in the landscaping of settlements to create alleys, in group and single plantings of parks, squares and adjacent territories.

Keywords: *Padus* species, rhythm of growth and development, steppe conditions, introduced species, testing, prospects, landscaping.

How to cite: Gordeeva G. N. Introduction of *Prunus* L. species in the dry steppe zone of Khakassia // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 56–63 (in Russian with English abstract and references).

УДК 504.064

ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТЕХНОГЕННО ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ГУМИДНОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М. В. Носова¹, В. П. Середина², С. А. Стовбунник¹

¹ Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа
(«ТомскНИПИнефть»)
634027, Томск, пр. Мира, 72

² Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Томск, пр. Ленина, 36

E-mail: NosovaMV@tomsknipi.ru, nsmvsh@mail.ru, seredina_v@mail.ru, StovbunikSA@tomsknipi.ru

Поступила в редакцию 03.09.2024 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Сопоставлены два типа засоления – минерализованными сеноманскими водами и подтоварными водами сырой нефти в различных зонах загрязнения (эпицентр, импактная зона, граница). Систематическое положение почв определяли по «Классификации и диагностике почв России» (Шишов и др., 2004) и «World Reference Base for Soil Resources» (IUSS..., 2022). Загрязненные почвы классифицируются как техногенно засоленные подзолистые почвы (Chloridictechnic Salictechnic Gleyic Podzol) и техногенно засоленные аллювиальные почвы (Salictechnic Chloridictechnic Technic Gleyic Fluvisol). Для выявления особенностей накопления солей при засолении минерализованными сеноманскими водами и подтоварными водами сырой нефти заложено два почвенных разреза (Р-1, Р-2 соответственно) в наиболее трансформированной зоне – эпицентре. Пробы отобраны по всей глубине почвенного профиля. В эпицентре, импактной зоне, на границе загрязнения также заложены ряд почвенных прикопок (П-1.1, П-1.2, П-1.3; П-2.1, П-2.2, П-2.3). Глубина отбора проб составила 0–10 и 10–30 см. В большинстве случаев нефтезагрязненные почвы характеризуются сульфатным типом засоления по анионному составу и натриевым типом засоления по катионному составу. Токсичные соли представлены NaCl, Na₂SO₄, MgCl₂. Для техногенно засоленных почв характерны сульфатно-хлоридный и натриевый типы засоления. Токсичные соли представлены NaHCO₃, Na₂SO₄, MgCl₂. Степень засоления в обоих типах загрязнения варьирует в широких пределах: от слабой до сильной. В нефтезагрязненных почвах выявлено, что увеличение содержания нефтепродуктов находится в тесной связи с увеличением степени засоления почв на достоверно значимом уровне ($p < 0.05$). Предложен метод по восстановлению техногенно засоленных почв, основанный на мероприятиях, используемых в мелиоративной практике (обустройство системы дренажных траншей, канав; гипсование; внесение удобрений). Комплекс мероприятий целесообразно дополнять биологическим этапом рекультивации с использованием солетолерантной растительности. При добыче нефти в качестве химического реагента для повышения отдачи нефтяного пласта используется хлорорганические соединения. Хлорид-ион (основной компонент данных реагентов) также является доступным и хорошим растворителем, способным удалять парафиновые отложения в скважинах, а также обладает высокой миграционной способностью. В связи с этим именно данный ион был выбран основным показателем, характеризующим эффективность применяемых решений по рекультивации. В последующие годы проведен мониторинг содержания хлорид-ионов на различных участках (фоновом, экспериментальном и контрольном). Выявленные особенности изменения экологического состояния почв (развитие процесса техногенного галогенеза и процессов техногенного осолонцевания) целесообразно учитывать при проведении новых масштабных опытно-промышленных испытаний новых природоохранных мероприятий в среднетаежной подзоне Западной Сибири.

Ключевые слова: минерализованные сеноманские воды, подтоварные воды сырой нефти, легкорастворимые соли, техногенное осолонцевание, химизм засоления, опытно-промышленные испытания.

DOI: 10.15372/SJFS20250307

© Носова М. В., Середина В. П., Стовбунник С. А., 2025

ВВЕДЕНИЕ

В «Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 (2017), указано на необходимость обеспечения экологической безопасности производства, включая аварийные ситуации на экологически опасных объектах. При этом борьба с последствиями негативного изменения и ухудшения качества окружающей среды, необходимость принятия мер по очистке и оздоровлению нарушенных земель является одной из наиболее приоритетных задач. Решение данной проблемы осуществимо только с помощью сокращения площадей загрязненных земель. В настоящее время, нормативным документом, используемым при рекультивации загрязненных почв, является ГОСТ Р 57447-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами» (2017). Согласно положениям данного документа, восстановление загрязнённых земель возможно только при понимании механизмов трансформации почв под действием поллютантов, а также при внедрении новых, эффективных природоохранных мероприятий. Несмотря на значительное количество работ (Гаджиев, Овчинников, 1977; Солнцева, 1982, 1998; Пиковский, 1993; Пиковский и др., 2019; Pikovskiy et al., 2019; Аветов, Трофимов, 2000; Гольдберг и др., 2001; Середина и др., 2006, 2017), посвящённых исследованию влияния нефтяного загрязнения на свойства почв таёжных ландшафтов Западной Сибири, закономерности поведения минерализованных вод (подтоварных и сеноманских), а также их влияние на экологическое состояние почв практически не изучены. В том числе отсутствует комплексный способ очистки почв техногенного засоления в условиях средне-таёжной подзоны Западной Сибири.

Цель настоящего исследования – выявить тренды развития процесса техногенного галогенеза в почвах среднетаёжной подзоны Западной Сибири и оценить динамику изменения Cl-иона в ходе проведения рекультивационных мероприятий.

В задачи исследования входило:

1. Изучить воздействие нефтяного загрязнения, техногенного галогенеза на химическое состояние аллювиальных и подзолистых почв.
2. Выявить основные тренды и закономерности миграции и аккумуляции в почвах нефтяных

загрязнителей (нефтепродуктов, солей техногенного происхождения).

3. Сформировать методические рекомендации по рекультивации техногенно засоленных почв на основании существующих технических решений.

4. Провести опытно-промышленные испытания по авторской технологии рекультивации почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом данного исследования выступили почвы двух типов загрязнения. Очаги загрязнения возникли после порыва промысловых трубопроводов (нефтяное загрязнение) в центральной части поймы р. Обь и при аварийном отказе водовода высокого давления (загрязнение минерализованными водами) на водораздельной равнине левобережья р. Обь. На каждом участке заложено по 1 почвенному разрезу в эпицентре загрязнения и ряд почвенных прикопок в сопряженных зонах (импактная зона, граница загрязнения).

Пробы в загрязненных почвах отбирались в течение недели с момента аварийных разливов минерализованных вод (П-1.1, П-1.2, П-1.3) и нефти (П-2.1, П-2.2, П-2.3). Почвенные разрезы заложены спустя 2 мес после аварии (Р-1, Р-2). На участках загрязнения минерализованными водами (сеноманскими водами, Р-1) и подтоварными водами сырой нефти (Р-2) с целью ограничения площади распространения поллютантов были проведены работы по обвалованию контура загрязнения. С момента аварии до момента отбора проб поймы р. Обь не затопливалась, соответственно все мероприятия по ограничению миграции загрязнителей в сопряженные экосистемы были выполнены в полном объеме. Из-за невозможности дифференциации границ генетических горизонтов в почве, загрязненной углеводородами нефти (Р-2, П-2.1, П-2.2, П-2.3), пробы отбирались послойно.

Итоговый перечень исследованных почв выглядит следующим образом.

Хемозем техногенно засоленный по подзолистой иллювиально-железистой почве (Р-1, Chloridic technic Salic technic Gleyic Podzol). Профиль имел следующее морфологическое строение:

OT_{s,x} (0–7 см). Органогенный верхний слой с белой солевой коркой. Состоит из остатков травянистой растительности и мхов. Присутствует пылевидная россыпь солей. Мокрый, рыхлый, легкосуглинистый.

EL_{s,x} (7–27 см). Элювиальный горизонт, светло-серый, с буроватым оттенком. Наблюдаются белесые отложения солей. Рыхлый, легкосуглинистый, с единичными корнями.

BE_{L_{Fe,s,x}} (27–50 см). Буровато-охристый горизонт с включениями оксидов железа, серых пятен органического вещества и накоплением солей по граням структурных отдельностей. Ореховатая структура, легкосуглинистый.

BT_{1_{Fe,s,x}} (50–70 см). Охристо-бурый горизонт с включениями оксидов железа, наблюдаются белесые налеты солей. Среднесуглинистый, плотный, ореховатой структуры.

BT_{2_{Fe,s,x}} (70–90 см). Охристо-бурый горизонт с включениями оксидов железа, наблюдаются белесые налеты солей. Среднесуглинистый, плотный, ореховатой структуры.

BT_{3_{Fe,s,x}} (90–110 см). Светло-бурый слой с включениями оксидов железа, остатками органического вещества и выраженным засолением хлоридно-натриевого и сульфатного типа. Среднесуглинистый, более плотный, ореховатой структуры.

BC_{Fe,s,x} (110–136 см). Буроватый супесчаный горизонт с сероватым оттенком. Бесструктурный, рыхлый, с остаточными пылевидными отложениями солей.

Почвенный разрез заложен в эпицентре загрязнения, отбор проб проводился из генетических горизонтов по всей глубине почвенного профиля до грунтовых вод ($n = 8$).

Хемозем нефтезагрязненный по аллювиальной серогумусовой типично-глеевой средне-мелкой почве (P-2, Salictechnic Chloridotechnic Technic Gleyic Fluvisol). Профиль имел следующее морфологическое строение:

1–10 см. Однородный, темно-серый, почти черный. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, вязкий, мокрый, уплотненный. Присутствуют глыбистые агрегаты (3.5–5 см) с маслянистыми пленками, битумная корка на поверхности почвы, сильный запах нефти, корни растительных остатков.

10–20 см. Однородный, темно-серый, почти черный. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, вязкий, сырой, уплотненный. Присутствуют глыбистые агрегаты (3.5–5 см), пропитан нефтью с сильным запахом.

20–40 см. Неоднородный, темно-серый, с буроватым оттенком. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, вязкий, сырой, уплотненный. Степень загрязнения ниже, чем в верхних горизонтах.

40–60 см. Темно-серый, с охристыми и сизыми пятнами оглеения. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, влажный, уплотненный. Загрязнение определяется визуально и по запаху.

60–80 см. Темно-палево-бурый, с охристыми и сизыми пятнами оглеения. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, с глыбистыми агрегатами (до 3 см). Загрязнение определяется визуально и по запаху.

80–100 см. Темно-палевый, с охристыми и сизыми пятнами оглеения. Бесструктурный, среднесуглини-

стый, влажный, уплотненный. Загрязнение заметно визуально и по запаху.

Пробы отобраны в эпицентре загрязнения из генетических горизонтов почв по всей глубине почвенного профиля до видимых признаков загрязнения ($n = 6$).

Хемоземы техногенно засоленные по подзолистой иллювиально-железистой мелкоосветленной легкосуглинистой почве (Chloridotechnic Salictechnic Gleyic Podzol). Профиль имел следующее морфологическое строение:

OT_{s,x} (0–10 см). Органогенный верхний слой с белесой солевой коркой. Состоит из остатков травянистой растительности и мхов. Присутствует пылевидная россыпь солей. Мокрый, рыхлый, легкосуглинистый.

EL_{s,x} (10–30 см). Элювиальный горизонт, светло-серый, с буроватым оттенком. Наблюдаются белесые отложения солей. Рыхлый, легкосуглинистый, с единичными корнями.

Почвенные прикопки отобраны до глубины 30 см, в эпицентре (П-1.1, $n = 20$), импактной зоне загрязнения (П-1.2, $n = 20$) и на границе (П-1.3, $n = 20$).

Хемоземы нефтезагрязненные по аллювиальной серогумусовой типично-глеевой средне-мелкой почве (Salictechnic Chloridotechnic Technic Gleyic Fluvisol). Профиль имел следующее морфологическое строение:

1–10 см. Однородный, темно-серый, почти черный. Бесструктурный, с цементированными глыбистыми включениями, с маслянистыми пленками на гранях агрегатов, тяжелосуглинистый, на поверхности присутствует битумная корка, вязкий, мокрый, уплотнен, разномышленные корни растительных остатков, встречаются глыбистые агрегаты (d 3.5–5 см), пропитан нефтью с характерным сильным запахом, переход по окраске и структуре незаметен, границы не дифференцируются.

10–30 см. Однородный, темно-серый, почти черный. Бесструктурный, тяжелосуглинистый, вязкий, сырой, уплотнен, присутствуют корни растительных остатков, встречаются глыбистые агрегаты (d 3.5–5 см), пропитан нефтью с характерным сильным запахом, переход по окраске незаметен, границы не дифференцируются.

Пробы почв отобраны до глубины 30 см, в эпицентре (П-2.1, $n = 20$), импактной зоне загрязнения (П-2.2, $n = 20$) и на границе (П-2.3, $n = 20$).

Эффективность предлагаемых мероприятий по постепенному рассолению почв подтверждается результатами локальных опытно-промышленных испытаний. В качестве объекта исследования выбран техногенно засоленный участок

Таблица 1. Объекты исследования

Наименование почвы/участка	Зона загрязнения	Вид загрязнения	Цель
Установление трендов техногенных трансформации при нефтяном загрязнении и техногенном засолении			
Хемозем техногенно засоленный по подзолистой иллювиально-железистой почве (Chloridictechnic Salictechnic Gleyic Podzol)	Эпицентр (P-1)	Техногенное засоление	Изучение качественного и количественного распределение солей в различных зонах загрязнения
Хемозем нефтезагрязненный по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой средне-мелкой почве (Salictechnic Chloridictechnic Technic Gleyic Fluvisol)	Эпицентр (P-2)	Нефтяное загрязнение	
Прикопки хемозема техногенно засоленного по подзолистой иллювиально-железистой мелко осветленной легкосуглинистой почве (Chloridictechnic Salictechnic Gleyic Podzol)	Эпицентр (П-1.1)	Техногенное засоление	
	Импактная зона загрязнения (П-1.2)		
	Граница загрязнения (П-1.3)		
Прикопки хемозема нефтезагрязненного по аллювиальной серогумусовой типично-глееватой средне- мелкой почве (Salictechnic Chloridictechnic Technic Gleyic Fluvisol)	Эпицентр (П-2.1)	Нефтяное загрязнение	
	Импактная зона загрязнения (П-2.2)		
	Граница загрязнения (П-2.3)		
Опытно-промышленные испытания авторской технологии ремедиации почв			
Эксперимент 1	Объединенная проба	Техногенное засоление	Изучение рассоления почв при применении авторской технологии рекультивации
Контроль 1	» »	То же	Изучение естественного рассоления почв на техногенно засоленном участке без рекультивации
Фон 1	» »	Загрязнение отсутствует	Оценка фонового уровня засоления для определения допустимых концентраций солей

площадью 0.6 га (Эксперимент 1), находящийся на водораздельном пространстве р. Обь. На данном участке был проведен полный комплекс по рекультивации почв по авторской технологии.

В качестве контроля выбран техногенно засоленный участок площадью 0.24 га (Контроль 1), находящийся на водораздельном пространстве р. Обь. Рекультивационные мероприятия на данном участке не проводились. На участке выполнен комплекс первичных мероприятий по ликвидации последствий аварийных разливов сеноманских вод – обустроено обвалование.

Фоном выступила подзолистая иллювиально-железистая почва, формирующаяся на наиболее дренированной поверхности под темнохвойными лесами с зеленомошным наземным покровом (Фон 1).

Таким образом, объектами исследования выступили различные почвы (табл. 1).

При выборе контрольного и фоновое участков соблюдалось требование максимальной однородности факторов почвообразования – почвообразующих пород, элементов рельефа и характера растительности.

В рамках исследования проводились поиск и анализ научно-технической, нормативно-правовой документации по методам рекультивации техногенно засоленных почв (Широкова и др., 2007; Фоминых, 2013; Мустафаев и др., 2015). Нефтепродукты в почве определялись флуориметрическим методом (ПНД Ф 16.1: 2.21-98). Установление содержания и состава солей выполнены методом водной вытяжки в соответствии с требованиями государственных стан-

дартов – ГОСТ 26423-85 (1985), ГОСТ 26424-85 (1985), ГОСТ 26425-85 (1985), ГОСТ 26426-85 (1985), ГОСТ 26427-85 (1985), ГОСТ 26428-85 (1985). В связи с отсутствием утвержденного СанПин, степень засоления оценивалась с помощью классификации Ф. Р. Зайделямана (2017). На основании собранного массива данных был проведен сравнительный статистический анализ. Проверка на нормальность распределения признаков проводилась с помощью критерия Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk Normality Test), а также с помощью гистограмм. Признаки имели нормальное распределение, в расчете использованы параметрические методы исследования (коэффициент корреляции Пирсона между содержанием нефтепродуктов и солей).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поступление высокоминерализованных вод и нефтепродуктов приводит к формированию сложных ореолов загрязнения. По качественной реакции на наличие легкорастворимых солей установлено, что подтоварные воды сырой нефти и высокоминерализованные сеноманские воды, используемые при извлечении нефти, это источники засоления в рассмотренных техногенно загрязненных почвах. Данное исследование уже представлено в ранее опубликованных работах (Носова, 2024). Для повышения однородности выборки всю совокупность полученных данных поделили на две группы: в первую группу вошли данные лабораторных анализов образцов почв, загрязненных минерализованными сеноманскими водами (Р-1, П-1.1, П-1.2, П-1.3); во вторую группу – образцы почв, загрязненных подтоварными водами сырой нефти (Р-2, П-2.1, П-2.2, П-2.3) (табл. 2).

В почвенном профиле отмечается вынос ионов Cl^- и Na^+ при слабой миграции других солей, что свидетельствует о прогрессивном засолении нижних горизонтов почв, а также об остаточном засолении корнеобитаемых горизонтов.

Тип химизма в техногенно засоленной почве сульфатно-хлоридный натриевый, что характерно для загрязнения минерализованными сеноманскими водами. Концентрация всех солей, в особенности Cl^- и Na^+ , с глубиной возрастает и снижается от эпицентра разлива к его периферии (импактная зона, граница загрязнения). Хлорид-ион занимает доминирующие положение среди прочих анионов. Его доля в мигра-

ционных потоках составляет около 80 %, доля натрий-ионов – практически 95 %.

Стоит отметить, что согласно внутренним регламентам нефтедобывающих компаний, а также в ходе государственных проверок нарушенных земель, проводимых органами госнадзора, при аварийных разливах обычно проводят мониторинг исключительно хлорид-ионов. В хемоземах по подзолистой почве токсичные техногенные соли представлены NaHCO_3 , Na_2SO_4 , MgCl_2 .

Хемоземы по подзолистой почве (Р-1) отличаются сильной степенью засоления (рис. 1).

Хемоземы по аллювиальной почве (Р-2) характеризуются средней степенью засоления в эпицентре и слабой в импактной зоне при сульфатно-натриевом типе засоления, обусловленном сернистостью нефти и составом подтоварных вод. По результатам корреляционного анализа выявлена статистически значимая положительная связь между содержанием плотного остатка и нефтяными углеводородами ($R = 0.9$ (на глубине 0–10 см) и 0.86 (на глубине 10–30 см), $p = 0.05$). Солевой профиль хемозема нефтезагрязненного представлен на рис. 2.

В отличие от хемоземов по подзолистой почве, в хемоземах по аллювиальной почве концентрация солей достигает максимума в поверхностном, корнеобитаемом, слое и остается постоянной по всей глубине в эпицентре загрязнения. Такой эффект может быть связан с миграцией солей до горизонтов тяжелого гранулометрического состава (на глубине 60 см), а также прогрессирующим засолением почв вместе с подъемом грунтовых вод, которые равномерно распределяют соли по всему почвенному профилю. Токсичные соли представлены NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 .

Таким образом, привнесенные вместе с минерализованными потоками техногенные соли создают токсичную среду для роста и развития растений не только в корнеобитаемом горизонте, но и по всему профилю почв в отдельных горизонтах соленакопления.

Процесс техногенного засоления сопровождается ответными реакциями, обусловленными техногенным осолонцеванием – внедрением Na^+ в почвенно-поглощающий комплекс почв. Степень и характер проявления солонцеватости в верхних горизонтах техногенно засоленных почв выражен в большей степени (табл. 2).

Специфическая особенность состава обменных катионов для почв обоих типов загрязнения – появление в почвенно-поглощающем ком-

Таблица 2. Тип засоления почв различных зон загрязнения

Плотный остаток, %	Степень засоления	Тип засоления		Обменный Na ⁺ от ЕКО, %	Содержание НП, г/100 г почвы	pH _{вод}	Токсичные соли
		Анионный состав	Катионный состав				
Загрязнения минерализованными сеноманскими водами							
Э п и ц е н т р з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, Р-1, горизонт соленакопления							
1.58	Сильная	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	14.54	Менее 2.5	7.45	NaHCO ₃ , Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
Глубина 0–10 см, П-1.1, n = 20							
$\frac{1.58-1.66}{1.22}$	Сильная	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	11.6–15.91	Менее 2.5	6.26–7.28	NaHCO ₃ , Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
Глубина 10–30 см, П-1.1, n = 20							
$\frac{0.58-0.88}{0.76}$	От средней до слабой	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	9.39–10.32	Менее 2.5	6.32–6.81	–
И м п а к т н а я з о н а з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, П-1.2, n = 20							
$\frac{0.34-1.68}{0.74}$	От сильной до слабой	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	7.2–7.61	Менее 2.5	6.04–6.73	MgCl ₂
Глубина 10–30 см, П-1.2, n = 20							
$\frac{0.30-0.84}{0.46}$	От средней до слабой	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	4.52–6.57	Менее 2.5	5.94–6.39	–
Г р а н и ц а з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, П-1.3, n = 20							
$\frac{0.3-0.45}{0.6}$	Слабая	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	3.82–6.24	Менее 2.5	6.01-6.61	–
Глубина 10–30 см, П-1.3, n = 20							
$\frac{0.33-10.3}{0.3}$	От средней до слабой	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	3.57–4.96	Менее 2.5	5.44-6.19	–
Загрязнения подтоварными водами сырой нефти							
Э п и ц е н т р з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, Р-2, горизонт соленакопления							
0.35	Сильная	Сульфатно-хлоридный	Натриевый	11.01	16.23	7.82	NaCl, Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
Глубина 0–10 см, П-1.2, n = 20							
$\frac{0.35-1.57}{0.95}$	От средней до сильной	Сульфатный	Натриевый	10.72–2.83	$\frac{46.23-72.26}{68.01}$	7.6–8.5	NaCl, Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
Глубина 10–30 см, П-1.2, n = 20							
$\frac{0.45-1.15}{0.49}$	От слабой до средней	Сульфатный	Натриевый	7.39–8.02	$\frac{11.82-65.61}{49.85}$	6.9–8.4	NaCl, Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
И м п а к т н а я з о н а з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, П-2.2, n = 20							
$\frac{0.45-0.55}{0.44}$	От слабой до средней	Сульфатный	Натриевый	4.61–6.61	$\frac{11.53-68.12}{51.12}$	6.3–7.5	Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
Глубина 10–30 см, П-2.2, n = 20							
$\frac{0.3-0.75}{0.34}$	От слабой до средней	Сульфатный	Натриевый	4.54–5.07	$\frac{4.39-50.23}{42.44}$	5.9–6.6	–
Г р а н и ц а з а г р я з н е н и я							
Глубина 0–10 см, П-2.3, n = 20							
$\frac{0.3-0.45}{0.36}$	Слабая	Сульфатный	Натриевый	1.8–1.7	$\frac{4.41-13.74}{12.96}$	6.1–6.4	–
Глубина 10–30 см, П-2.3, n = 20							
$\frac{0.15-0.44}{0.24}$	От слабой до незасоленной	Сульфатный	Натриевый	1.08–0.98	$\frac{3.98-7.08}{5.05}$	5.4–6.6	–

Примечание. ЕКО – емкость катионного обмена.

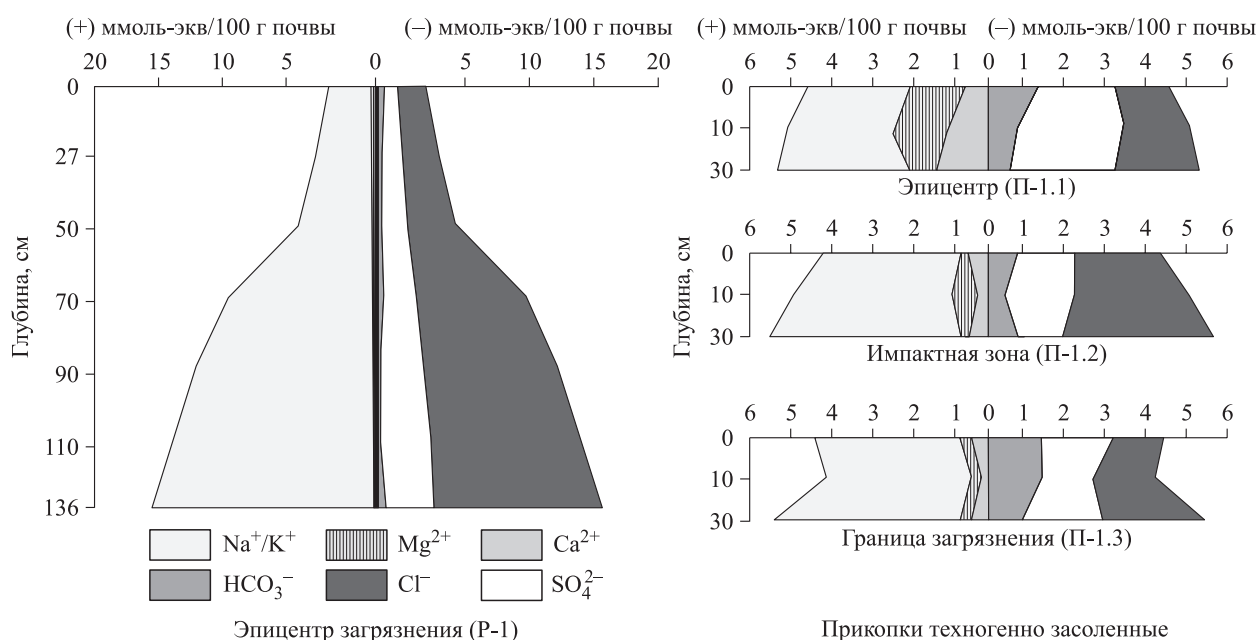


Рис. 1. Распределение солей в техногенно засоленных почвах.

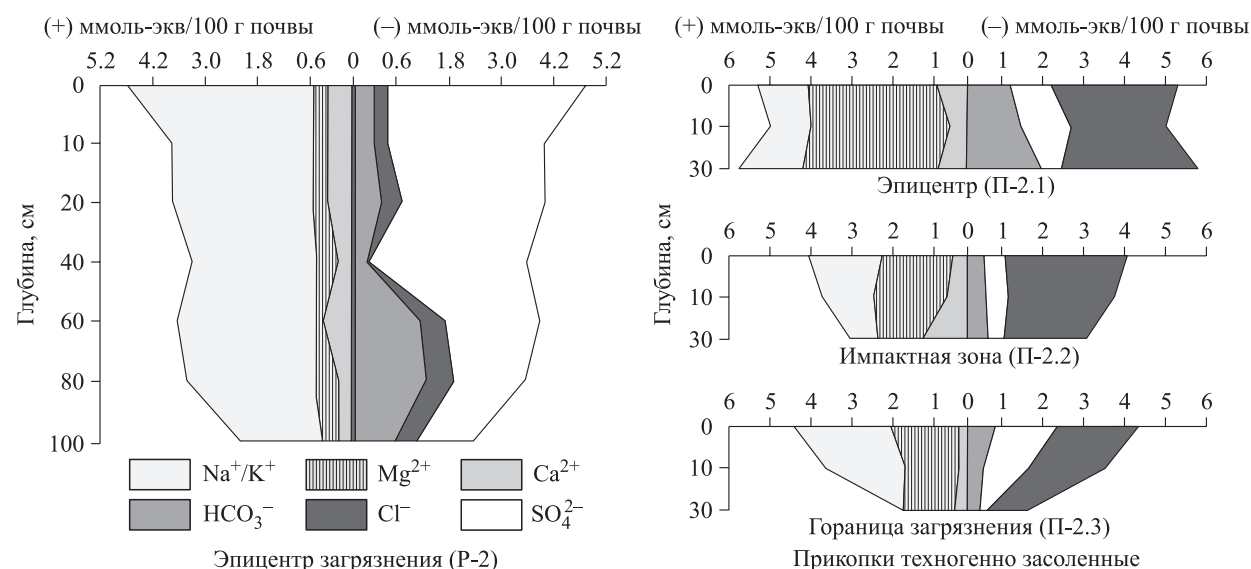


Рис. 2. Распределение солей в нефтезагрязненных почвах.

плексе (ППК), наряду с обменными катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , обменного Na^+ , наличие которого не характерно для почв гумидного почвообразования. Содержание Ca^{2+} , Na^+ значительно ниже содержания магния, хотя их распределение по почвенным горизонтам аналогично и подчиняется одной закономерности: уменьшается с глубиной. Таким образом, в результате действия нефтепродуктов изменяется соотношение поглощенных катионов в составе ППК. Корреляционная связь между Ca^{2+} и НП ослабевает от эпицентра к границе загрязнения ($R = 0.66, 0.49, 0.38$). Более сильная связь формируется между содержанием Mg^{2+} и НП ($R = 0.76, 0.73,$

0.69). При этом во всех зонах загрязнения в слое 0–10 см наблюдается тесная корреляционная связь ($R = 0.93, 0.78, 0.83$) между содержанием НП и обменным Na^+ .

В условиях гумидного почвообразования для почв характерен ирригационный водный режим, что препятствует развитию процессов техногенного галогенеза и осолонцевания. Однако при этом происходит трансформация состава обменных катионов поверхностных горизонтов в сторону накопления обменного натрия (Na^+) за счет вытеснения части обменного кальция. При отсутствии дренажа или неэффективной его работе промывной ирригационный режим может

приводить к подъему грунтовых вод выше критического уровня, создавая предпосылки для развития вторичного осолонцевания и засоления почв.

Таким образом, в почвах обоих типов загрязнения зафиксировано два наиболее ярких тренда – развитие процесса техногенного галогенеза и процесса техногенного осолонцевания. Очевидна необходимость последовательной очистки таких почв от засоления путем проведения рекультивационных работ. Предложенные в научной литературе (Широкова и др., 2007; Фоминых, 2013; Мустафаев и др., 2015; Зайдельман, 2017) методы восстановления почв засоленного ряда включают себя ряд мероприятий: промывкой почв пресной водой, гипсованием, выемкой загрязненных грунтов, внесением удобрений и посевом трав. Данные приемы в основном связаны с мелиорацией агрогенных почв, однако они также могут быть инструментом для рекультивации техногенно засоленных почв.

Главная задача проводимых опытно-промышленных испытаний – сбор доказательной базы по восстановлению почв с помощью мероприятий, используемых в мелиоративной практике. Комплекс проводимых этапов направлен на активизацию самовосстановительного потенциала почв в ее наиболее уязвимом и более продуктивном слое – корнеобитаемом горизонте (до 30 см).

Наблюдения за снижением степени засоления проводились относительно исходного состояния загрязненного участка, относительно контрольного участка, где мероприятия по рекультивации не проводились, а также по сравнению с фоновой почвой, отобранной на незагрязненном участке, находящемся за территорией месторождения. Дополнительно был организован мониторинг за восстановлением проективного покрытия почв. На контрольном участке проводились наблюдения за восстановлением проективного покрытия, отбор проб на содержание хлорид-ионов проведен трехкратно – в начале рекультивационных мероприятий на участке и после окончания проведения рекультивационных мероприятий (в первый и последний год мониторинга участка).

Работы по восстановлению техногенно засоленного участка велись в течение нескольких лет. Комплекс мероприятий постепенной очистки техногенно засоленных почв состоял из следующих этапов: устройство замкнутого дренажа с помощью системы траншей и последующее осушение участка (подготовительный этап, с 2010 до середины сентября 2011 гг.); механиз-

ированная обработка почв с последующим гипсованием, фрезерованием и внесением гипсовых удобрений (технический этап, конец сентября 2011–2012 гг.); внесение минеральных удобрений с фиторемедиацией участка аборигенной солетолерантной растительностью (биологический этап, с 2012–2013 гг.). В последующие годы был организован мониторинг с отбором проб (2014–2023 гг.). Содержание солей на контрольном и на фоновом участках представлена на рис. 3.

В условиях проводимого эксперимента установлено следующее. Основная масса солей вымывается из почв во время подготовительного этапа за счет обустройства по всей площади загрязненного участка системы дренажных траншей. Вымывание происходит в перехватывающую дренажную канаву, обустроенную по контуру загрязненного участка, куда поступают засоленные промывочные воды. Механизм рассоления почв базируется на процессе естественного вымывания солей из почвенного профиля дождевыми и талыми водами без дополнительного подвоза пресных вод. Откачка засоленных вод происходила в ассенизаторские машины с последующим вывозом собранной воды на объекты подготовки нефти. Переход к следующему этапу осуществлялся после достижения устойчивых концентраций, т. е. тех концентраций, при которых рассоления участка за счет миграции легкорастворимых солей не происходит. В рамках данного эксперимента переход к техническому этапу осуществлен при достижении концентраций ~ 861 ммоль-экв/100 г почвы на июнь 2011 г. и ~ 884 ммоль-экв/100 г почвы на сентябрь 2011 г. После окончания подготовительного этапа участок был осушен, а система, состоящая из траншей и дренажной канавы, спланирована в единую плоскость.

Для восстановления исходного $pH_{вод}$ и устранения остаточного действия солей проведена механизированная обработка почв (технический этап). Комплекс проводится последовательно: фрезерование осушенных площадей с внесением гипса, рыхление в защитных зонах и повторное гипсование. Выполнение данных действий позволило снизить концентрацию хлорид-ионов с ~ 884 ммоль-экв/100 г почвы на сентябрь 2011 г. до ~ 159 ммоль-экв/100 г почвы на июнь 2013 г.

В ходе биологического этапа совместно с минеральными удобрениями в почву внесены семена солетолерантной растительности (овсяница луговая ~ 55 %, полынь обыкновенная ~ 15 %,



Рис. 3. Содержание хлорид-ионов в почвах при проведении опытно-промышленных испытаний.

чина лесная ~ 15 %, клевер луговой ~ 15 %). Итоговый состав трав сформирован не только по материалам инженерно-экологических изысканий для данной территории, но и с учетом аборигенных, местных видов растений, встречаемых на территории проведения эксперимента.

При мониторинге участка установлено повышение содержания хлорид-ионов с ~ 159 до 281 ммоль-экв/100 г почвы в сентябре 2015 г., что связано с постепенной миграцией солей из нижней толщи почвы в корнеобитаемые горизонты. Данный процесс можно оценивать как положительный эффект от проведения рекультивационных мероприятий: в почве активизировались процессы естественного самовосстановления и рассоления глубинных горизонтов.

В последующие годы наблюдается активное снижение концентрации хлорид-ионов и постепенное восстановление проективного покрытия почв. В 2023 г. площадь зарастания участка местной растительностью достигла примерно 90 %, а концентрации хлорид-ионов составила ~ 1 ммоль-экв/100 г почвы, что сопоставимо с количеством солей (~ 0.01 ммоль-экв/100 г почвы) на фоновом участке. На контрольном участке количество солей составляет ~ 4000 ммоль-экв/100 г почвы, а на поверхности почвы присутствуют выцветы солей.

Таким образом, мероприятия по рекультивации техногенно загрязненных почв демонстрируют эффективное снижение концентрации хлорид-ионов и постепенное восстановление проективного покрытия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для почв, загрязненных в процессе добычи нефти, характерно накопление солей, о чем свидетельствует количество плотного остатка в пределах ореола загрязнения (0.3–1.57 %), позволяющее отнести все загрязненные почвы к категории засоленных. Ведущую роль в процессе фракционирования солей играют ионы SO_4^{2-} и Na^+ (сульфатно-натриевый химизм засоления). В почвах, загрязненных минерализованными сеноманскими водами, максимум солей смещен до глубины 130 см, формируя за счет интенсивного выноса Cl^- и Na^+ горизонт соле-накопления (хлоридно-натриевый химизм засоления).

Опасность техногенного засоления связана с токсичностью солей для высших растений. В хемоземе нефтезагрязненном токсичные техногенные соли накапливаются преимущественно в корнеобитаемом горизонте и представлены NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , в хемоземах по

подзолистой почве – NaHCO_3 (только в образцах с $\text{pH} > 7.2$), Na_2SO_4 , MgCl_2 . Засоление в условиях гумидного климата является наложенным почвообразовательным процессом, формирующим пульсацией восходящих потоков грунтовых вод дополнительный риск развития в почвах техногенного галогенеза и вторичного засоления, т. е. явлений, не характерных для почв данной территории.

Наряду с процессами техногенного галогенеза в почвах протекают процессы техногенного осолонцевания. В нефтезагрязненных почвах данные процессы связаны с появлением обменного натрия в ППК, составляющего 1–13 % от ЕКО. Степень проявления солонцового процесса в техногенно засоленных почвах более выражена по сравнению с почвами, загрязненными сырой нефтью. Доля обменного натрия в ППК достигает практически 16 % от ЕКО.

Ремедиация таких почв может быть проведена различными мелиоративными методами, адаптированными к условиям гумидного почвообразования. Разработанные методические регламенты, а также проведенные опытно-промышленные испытания рекультивации почв, загрязненных техногенными солями, подтверждают, что предложенный комплекс ремедиации почв позволяеткратно снизить содержание хлорид-ионов в верхних горизонтах почв и восстановить растительный покров рекультивированной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аветов Н. А., Трофимов С. Я. Особенности почвообразования и структура реки Большой Салым (Западная Сибирь) // Почвоведение. 2000. № 5. С. 500–547.
- Гаджиев И. М., Овчинников С. М. Почвы средней тайги Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 150 с.
- Гольдберг В. М., Зверев В. П., Арбузов А. И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. М.: Недра, 2001. 94 с.
- ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 8 с.
- ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 4 с.
- ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 9 с.
- ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 7 с.
- ГОСТ 26427-85. Почвы. Метод определения натрия и калия в водной вытяжке. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 4 с.
- ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке. Дата введения 01.01.1986. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1985. 8 с.
- ГОСТ Р 57447-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Дата введения 12.01.2017. М.: Стандартинформ, 2017. 32 с.
- Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: учеб. 4-е изд., испр. и доп. М.: КДУ, 2017. 290 с.
- Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Безбородов Ю. Г., Карлыханов Т. К., Абдашев К. Б. Технология промывки засоленных почв с учетом экологического ограничения // Проблемы управления водными и земельными ресурсами: Материалы междунар. науч. форума, Москва, 30 сент. 2015 г. М.: Рос. гос. агр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. Т. 2. С. 31–41.
- Носова М. В. Влияние нефтесолевого загрязнения на экологическое состояние почв поймы реки Оби в условиях среднетаежной подзоны Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук: 1.5.15. Томск: Нац. иссл. Том. гос. ун-т, 2024. 213 с.
- Пиковский Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 206 с.
- Пиковский Ю. И., Смирнова М. А., Геннадиев А. Н., Завгородняя Ю. А., Жидкин А. П., Ковач Р. Г., Кошовский Т. С. Параметры нативного углеводородного состояния почв различных биоклиматических зон // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1307–1321.
- Середина В. П., Андреева Т. А., Алексеева Т. П., Бурмистрова Т. И., Терещенко Н. Н. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация. Томск: Том. политех. ун-т, 2006. 270 с.
- Середина В. П., Колесникова Е. В., Кондыков В. А., Непотребный А. И., Огнев С. А. Особенности влияния нефтяного загрязнения на почвы средней тайги Западной Сибири // Нефт. хоз-во. 2017. № 5. С. 108–112.
- Солнцева Н. П. Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам (принципы и методы изучения, критерии прогноза) // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 181–215.
- Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: МГУ, 1998. 376 с.
- Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176. М., 2017.
- Фоминых Д. Е. Техногенное засоление почв как геоэкологический фактор при разработке нефтяных месторождений Среднего Приобья: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.36. Томск: Нац. иссл. Том. политех. ун-т, 2013. 22 с.
- Широкова Ю. И., Полуашова Г., Ражабов К., Кошеков Р. Эффективность промывных поливов // Исследования в сфере ирригации и дренажа: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию со дня созд. Межгосударств. координац. водохозяйств. комис. Центр. Азии (МКВК), Алматы, Казахстан, 23–28 апр. 2007 г. Алматы, 2007. С. 1–14.

Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th ed. Int. Union Soil Sci. (IUSS). Vienna, Austria, 2022. 236 p.

Pikovskiy Yu. I., Smirnova M. A., Gennadiev A. N., Zavgorodnyaya Yu. A., Zhidkin A. P., Kovach R. G., Koshovskii T. S. Parameters of the native hydrocarbon status of soils in different bioclimatic zones // Euras. Soil Sci. 2019. V. 52. Iss. 11. P. 1333–1346 (Original Rus. Text © Yu. I. Pikovskiy, M. A. Smirnova, A. N. Gennadiev, Yu. A. Zavgorodnyaya, A. P. Zhidkin, R. G. Kovach, T. S. Koshovskii, 2019, publ. in Pochvovedenie. 2019. N. 11. P. 1307–1321).

TRANSFORMATION CHANGES IN THE PROPERTIES OF TECHNOGENIC-SALINE SOILS UNDER CONDITIONS OF HUMID SOIL FORMATION IN THE MIDDLE TAIGA SUBZONE OF WESTERN SIBERIA

M. V. Nosova¹, V. P. Seredina², S. A. Stovbunik¹

¹ Tomsk Scientific Research and Projecting Institute of Oil and Gas (TomskNIPINEFT)
Prospekt Mira, 72, Tomsk, 634027 Russian Federation

² National Research Tomsk State University
Prospekt Lenina, 36, Tomsk, 634050 Russian Federation

E-mail: NosovaMV@tomsknpi.ru, nsmvsh@mail.ru, seredina_v@mail.ru, StovbunikSA@tomsknpi.ru

Two types of salinization are compared: mineralized Cenomanian waters and crude oil bottom waters in different pollution zones (epicenter, impact zone, boundary). The systematic position of soils was determined according to the Classification and Diagnostics of Soils of Russia (Shishov et al., 2004) and the World Reference Base for Soil Resources (IUSS..., 2022). Contaminated soils are classified as technogenically saline podzolic soils (*Chloridic technic Salic technic Gleyic Podzol*) and technogenically saline alluvial soils (*Salic technic Chloridic technic Technic Gleyic Fluvisol*). To identify the features of salt accumulation during salinization by mineralized Cenomanian waters and crude oil bottom waters, two soil profiles (P-1, P-2, respectively) were laid in the most transformed zone – the epicenter. Samples were taken along the entire depth of the soil profile. In the epicenter, impact zone, pollution boundary, a number of soil pits are also laid (P-1.1, P-1.2, P-1.3; P-2.1, P-2.2, P-2.3). The sampling depth was 0–10 cm and 10–30 cm. In most cases, oil-contaminated soils are characterized by the sulfate type of salinization with anionic composition and the sodium type of salinization with cationic composition. Toxic salts are represented by NaCl, Na₂SO₄, MgCl₂. For technogenically saline soils, sulfate-chloride and sodium types of salinization are characteristic. Toxic salts are represented by NaHCO₃, Na₂SO₄, MgCl₂. The degree of salinization in both types of pollution varies widely: from weak to strong. In oil-contaminated soils, it was found that an increase in the content of oil products is closely related to an increase in the degree of soil salinization at a reliably significant level ($p < 0.05$). A method for restoring technogenically saline soils is proposed, based on measures used in melioration practice (arrangement of a system of drainage trenches, ditches; gypsum application; fertilization). It is advisable to supplement the set of measures with a biological stage of reclamation using salt-tolerant vegetation. In oil production, organochlorine compounds are used as a chemical reagent to increase the recovery of the oil reservoir. Chloride ion (the main component of these reagents) is also an available and good solvent capable of removing paraffin deposits in wells. In this regard, this ion was chosen as the main indicator characterizing the efficiency of the applied reclamation solutions. In subsequent years, monitoring of the dynamics of changes in the content of chloride ions in various areas (background, experimental and control) was carried out. The identified features of changes in the ecological state of soils (development of the process of technogenic halogenesis and processes of technogenic alkalization) should be taken into account when conducting new large-scale pilot industrial tests of new environmental protection measures in the middle taiga subzone of Western Siberia.

Keywords: mineralized Cenomanian waters, crude oil bottom waters, easily soluble salts, technogenic alkalization, salinization chemistry, pilot industrial tests.

How to cite: Nosova M. V., Seredina V. P., Stovbunik S. A. Transformation changes in the properties of technogenic-saline soils under conditions of humid soil formation in the middle taiga subzone of Western Siberia // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 64–74 (in Russian with English abstract and references).

УДК 630.182.21:581.555.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ

Д. В. Татарников

Институт лесоведения РАН

143030, Московская обл., Одинцовский р-он, с. Успенское, ул. Советская, 21

E-mail: cytisus@list.ru

Поступила в редакцию 16.12.2024 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Рассматривается вопрос методики объективной периодизации возрастного развития древостоев применительно к производным южно-таежным березнякам в ходе демутационной смены березы (*Betula* L.) елью (*Picea* A. Dietr.). При анализе возрастного ряда березняков обосновано разделение периода господства березы на несколько стадий, существенно различающихся по качественному состоянию ее популяции. Выделено четыре стадии возрастного развития березы: возобновления (до смыкания крон отдельных деревьев в единый полог), молодости (активный рост до достижения количественной спелости), созревания (медленный рост до достижения естественной спелости), зрелости (постепенный распад березового древостоя). На основе стадий возрастного развития березы выделены фазы возрастной динамики производных южно-таежных березняков: образования мелколиственного древостоя, внедрения ели под полог активно растущего березового древостоя, стабилизации двухъярусного березово-елового древостоя и смены пород по мере распада березового древостоя.

Ключевые слова: производные южно-таежные березняки, демутационная смена березы елью, возрастная динамика древостоев, лесообразовательный процесс, стадии и фазы возрастной динамики.

DOI: 10.15372/SJFS20250308

ВВЕДЕНИЕ

Все лесные фитоценозы подвержены постоянным внутренним изменениям, важнейшие из которых – возрастные изменения поколений лесообразующих пород, образующих древесный ярус фитоценоза. Через такие возрастные изменения реализуются как демутационные смены одних пород другими, так и устойчивое доминирование коренных пород в главном ярусе через непрерывный круговорот их поколений. Хотя важность изучения возрастной динамики лесных фитоценозов очевидна, длительность возрастных изменений в древостоях сильно затрудняет их детальное исследование. Одним из концептуальных подходов, посвященных описанию возрастной динамики древостоев за длительные промежутки времени и выявлению важнейших закономерностей возрастного развития лесных фитоценозов, является концепция лесообразовательного процесса Б. П. Колесникова (1958).

Характеристика лесообразовательного процесса, который точнее было бы называть лесозволюционным, основана на разделении возрастной динамики древостоев на периоды, фазы и стадии. Под периодом понимают временной промежуток, в течение которого не меняется значительно породный состав верхнего яруса древостоя. Стадии возрастного развития поколения вида-лесообразователя отражают качественные изменения состояния экземпляров этого поколения с течением времени. А сочетание стадий возрастного развития отдельных поколений древесных пород, совместно произрастающих в лесном фитоценозе, определяет текущую фазу лесообразовательного процесса, характеризующую качественное состояние всего лесного фитоценоза.

В настоящей работе рассматриваются закономерности возрастной динамики производных южно-таежных березняков в период господства березы повислой (*Betula pendula* Roth) в верхнем ярусе в рамках концепции лесообразовательного процесса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Разделение возрастного развития насаждения на отдельные стадии и фазы должно основываться на объективных показателях состояния, роста и развития древесных пород, а не быть просто результатом деления периода существования лесного фитоценоза на равные временные промежутки, например по возрастным классам доминирующей в древостое породы, чем обычно и ограничиваются при описании возрастного развития древостоев (Мелехов, 1980). При этом используют названия для таких временных промежутков на основе классификации, предложенной Г. Ф. Морозовым (1913) для «естественных ступеней возраста» насаждения: молодняк, чаща, жердняк, приспевающий лес, спелый лес, престарелый лес. Для лучшего совпадения этой классификации с классами возраста в нее еще добавляют стадию средневозрастного леса (Мелехов, 1980; Бакшеева и др., 2016), а стадии молодняка (до смыкания крон) и чащи (после смыкания) объединяют, так как они обе укладываются в один класс возраста. В целом такие стадии не связаны четко с качественными изменениями в росте и состоянии древесной популяции. Для большей информативности разделения возрастного развития на отдельные стадии требуется использовать более содержательные критерии.

Древесные породы отличаются по скорости роста и продолжительности жизни, поэтому возрастное развитие отдельных поколений разных пород деревьев протекает с разной скоростью. Также скорость возрастной динамики древостоев зависит и от продуктивности местообитаний: чем лучше условия, тем быстрее рост и изреживание древостоя. Важнейшими вехами возрастного развития, которые должны лежать в основе выделения стадий возрастной динамики любого элемента леса являются достижение поколением древесной породы количественной и естественной спелости. Для каждой древесной породы характерно свое время достижения их одновозрастными древостоями количественной и естественной спелости в разных условиях.

Количественная спелость наступает, когда средний годовой прирост запаса стволовой древесины за все время жизни достигает максимума и становится равным текущему приросту. Особенностью роста любого дерева является постепенное усиление его прироста в высоту, по диаметру и по запасу с возрастом до достижения кульминации текущего прироста, после

чего рост начинает замедляться. Сначала замедляется рост в высоту, а потом по диаметру и по запасу древесины. Текущий прирост во время интенсивного роста превосходит средний ежегодный прирост за все время жизни дерева. По мере его уменьшения разница текущего и среднего прироста становится все меньше, пока они не оказываются равны в момент количественной спелости. Следовательно, достижение количественной спелости означает, что период наиболее активного роста дерева уже пройден. В сомкнутых насаждениях период активного роста совпадает с периодом интенсивного изреживания древостоя, поэтому количественная спелость – это важный рубеж в возрастном развитии поколения лесообразующей породы.

Когда запас господствующего в верхнем ярусе поколения перестает увеличиваться, т. е. прирост его стволового запаса не превышает текущего отпада, это поколение достигает естественной спелости и вступает в стадию распада. Это еще одна ключевая веха возрастного развития поколения лесообразующей породы.

Определение этих ключевых точек возрастного развития основано на обычных таксационных характеристиках древостоев и носит объективный характер, так как связано с достижением экстремумов на графиках «средний ежегодный прирост запаса древостоя – возраст древостоя» (количественная спелость) и «запас древостоя – возраст древостоя» (естественная спелость). Формальное требование к объективности периодизации возрастного развития поколений деревьев – это неизменность функциональных зависимостей между параметрами роста и возрастом в течение каждой отдельной стадии (этапа) возрастного развития (Фильрозе, 1967). И соответственно разные стадии должны различаться между собой разным наклоном кривых, связывающих параметры роста с возрастом деревьев. Предлагаемые критерии периодизации возрастного развития полностью соответствуют этим требованиям, поскольку представления о количественной и естественной спелости в лесоводстве сформировались как показатели изменения важнейших качественных параметров роста поколений деревьев.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описанные подходы были использованы при характеристике закономерностей лесообразовательного процесса в производных южно-таежных березняках. Многолетние исследования

березняков проводились на стационарах Института лесоведения РАН в Ярославской области. В типологически близких условиях (кисличники и свежие черничники) были заложены пробные площади (пп) в березняках разного возраста, в которых на момент закладки имелся сомкнутый полог ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst). Размер проб варьировал от 0.0625 до 0.3 га, при этом в любом случае при учетах измерялись высота и диаметр у всех деревьев на пробе. Возраст березы определяли по моделям, возраст ели – по кернам, в молодом возрасте – по мутовкам. Всего заложили 21 пробу, на каждой из них были проведены три учета с промежутками в 10 лет или около того. Таким образом, для анализа были доступны 63 учета состояния производных березовых древостоев с подпологовой елью. Возраст березы варьировал от 16 до 115 лет. Проводились также учеты и в более молодых березняках, где закладывались учетные ленты.

В составе первого яруса наряду с березой чаще всего имелось небольшое количество осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) – до 2 единиц состава древостоя. Именно такие учеты составили полный ряд возрастного развития березы. Также имелось небольшое число чистых березняков и древостоев с большим участием осины (3–4 единицы состава древостоя). Их показатели густоты и запаса древесины березы значительно отличались по абсолютной величине при одинаковом возрасте древостоя, соответственно в большую или меньшую сторону. Объединять их в один ряд с основной массой учетов было неправильно, а для отдельных полных возрастных рядов таких учетных данных было недостаточно, поэтому они были отброшены.

На момент закладки пробных площадей на каждой из них имелся сомкнутый полог ели на значительной части площади пробы, но средний возраст ели и его разница с возрастом березы различались. В большинстве случаев ель активно поселялась в насаждении в первые десятилетия жизни березы (раннее возобновление), а участие предварительной ели (чей возраст старше возраста березы) было минимальным. Ель предварительной генерации была лишь немного старше березы, встречалась единично и составляла с елью последующей генерации общий полог. Именно такие учеты состояния еловой популяции в том или ином возрасте березняка были использованы при построении ряда возрастного развития ели под пологом березы. На отдельных пробных площадях появление

ели под пологом березы было сильно растянуто (позднее возобновление), что вело к значительно большей густоте и меньшей высоте подпологовой ели при том же возрасте березы. Эти учеты были отброшены. Также были отброшены учеты ели в самом молодом березняке (от 16 до 36 лет), так как там было значительным участие ели предварительной генерации, в результате чего показатели густоты, высоты и запаса древесины елового подроста выпадали из общего ряда.

В результате возрастные ряды по березе и ели получились однородные, показатели из разных учетов и проб на графиках «параметр – возраст» выстроились в одну четкую линию для всех использованных параметров. Это позволило на основе полученных возрастных рядов производных южно-таежных березняков, сформировавшихся после рубок, выполнить периодизацию возрастной динамики березового древостоя и подпологовой ели по предложенной методике выделения стадий возрастного развития.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Возрастная динамика березового древостоя

Период господства березы в верхнем пологе лесного фитоценоза, сформировавшегося на безлесном участке, включает ряд отчетливых стадий ее возрастного развития.

Первая стадия возрастного развития поколения березы, заселяющего вырубку, – *возобновление*. Оно начинается с поселения березового самосева и заканчивается образованием молодого сомкнутого древесного полога. Обычно самосев березы появляется массово в первые годы на свежей вырубке, так что разница в возрасте поселившихся экземпляров, как правило, составляет не более 3 лет. Чем больше нарушена поверхность почвы, тем более массово и быстро происходит поселение березового самосева. Густота березы на 6-летней вырубке в черничном типе леса по имеющимся учетам на трансектах составила 125 000 шт./га, при средней высоте чуть больше 1 м. До смыкания крон молодые деревца развиваются в условиях свободного роста. Это качественно иное состояние, чем рост в условиях сомкнутого насаждения. Еще Г. Ф. Морозов (1913) выделял на этом основании первую естественную ступень возраста насаждения в условиях свободного роста молодых деревьев. До смыкания крон с момента поселения березы проходит немного времени – 5–10 лет.

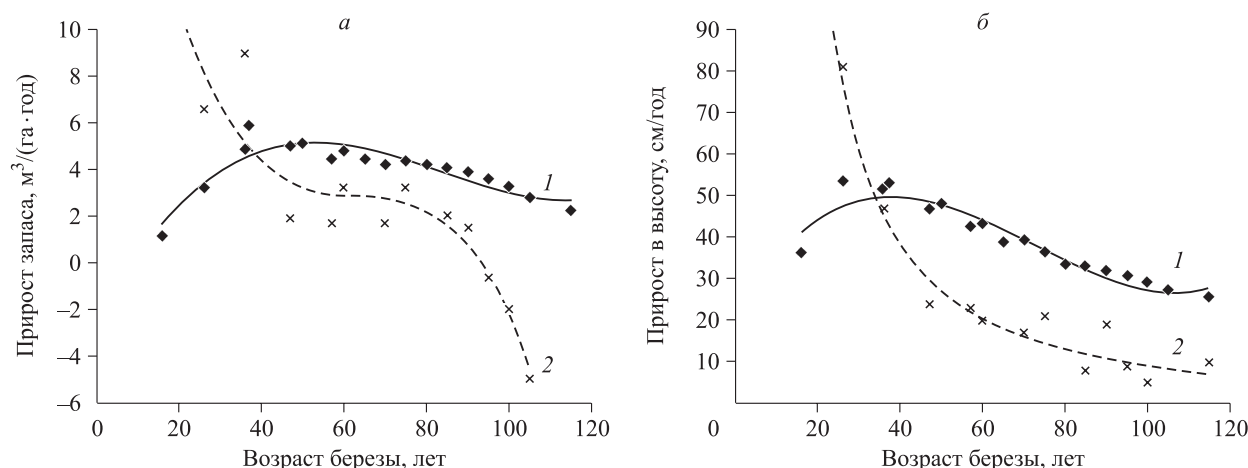


Рис. 1. Средний (1) и текущий (2) годовые приросты запаса древесины (а) и в высоту (б) у березы в южно-таежных березняках.

После смыкания крон у поколения березы начинается конкуренция, ведущая к дифференциации отдельных экземпляров по скорости роста, а затем к изреживанию древостоя вследствие отмирания отставших в росте деревьев. В этот период скорость роста деревьев достигает максимума, что сопровождается наибольшей скоростью потребления минеральных ресурсов и накопления древостоем фитомассы. При этом перекрытие крон между отдельными экземплярами, образующими сомкнутый березовый полог, максимально за все время жизни этого поколения (Кайрюкштитс, Юодвалькис, 1973), также максимума достигают интенсивность конкуренции и скорость изреживания древостоя. Березовый древостой находится в стадии наиболее активного роста и интенсивного изреживания за время своего существования – стадии своей *молодости*. В это время отмечается кульминация текущего прироста по высоте, диаметру и запасу древостоя. Густота древостоя сокращается многократно, при этом изреживание ведет к выравниванию густоты деревьев по площади насаждения. Размещение деревьев по площади становится более равномерным. Каждое уцелевшее при изреживании дерево закрепляет за собой часть пространства, в котором размещаются ее крона и корневая система – конкуренция в древостое носит состязательный характер (Бигон и др., 1989). Взаимное перекрытие крон при этом существенно снижается. В результате интенсивность конкурентного взаимодействия между уцелевшими экземплярами ослабевает, а густота древостоя стабилизируется (Кайрюкштитс, Юодвалькис, 1976).

Завершение периода активного роста и интенсивного изреживания березового древостоя

(стадии молодости березового древостоя) маркирует достижение им количественной спелости. Для березовых древостоев время наступления количественной спелости в разных условиях варьирует от 40 до 50 лет с момента появления (Бутенас, 1973). По нашим данным, количественная спелость наступает приблизительно в 40 лет, средний ежегодный прирост в высоту достигает максимума чуть раньше (рис. 1, б).

Как текущий прирост на рисунках показан ежегодный среднепериодический прирост за последние 10 лет, т. е. за период между двумя последовательными учетами соответственно запаса древостоя (рис. 1, а) и в высоту (рис. 1, б). Приросты запаса считались по показателям растущей части древостоя без учета отпада за соответствующий период. Аппроксимационные кривые показаны на графиках только для лучшей визуализации точки пересечения кривых и никакого смыслового значения не несут.

Часто период активного роста разделяют на две возрастные стадии – до кульминации текущего прироста (молодняк) и после кульминации до количественной спелости (жердняк). Но в оба эти периода качественное состояние древесной популяции не меняется: она находится в состоянии интенсивного роста, дифференциации и изреживания. Поэтому такое разделение представляется искусственным. За этими понятиями целесообразно сохранить их общеупотребимое понимание как названия для сомкнутых одновозрастных древостоев первого (молодняк) и второго (жердняк) классов возраста.

Снижение интенсивности роста и изреживания, стабилизация густоты древостоя означает начало следующей стадии возрастного развития березового древостоя – стадии *созревания*, когда

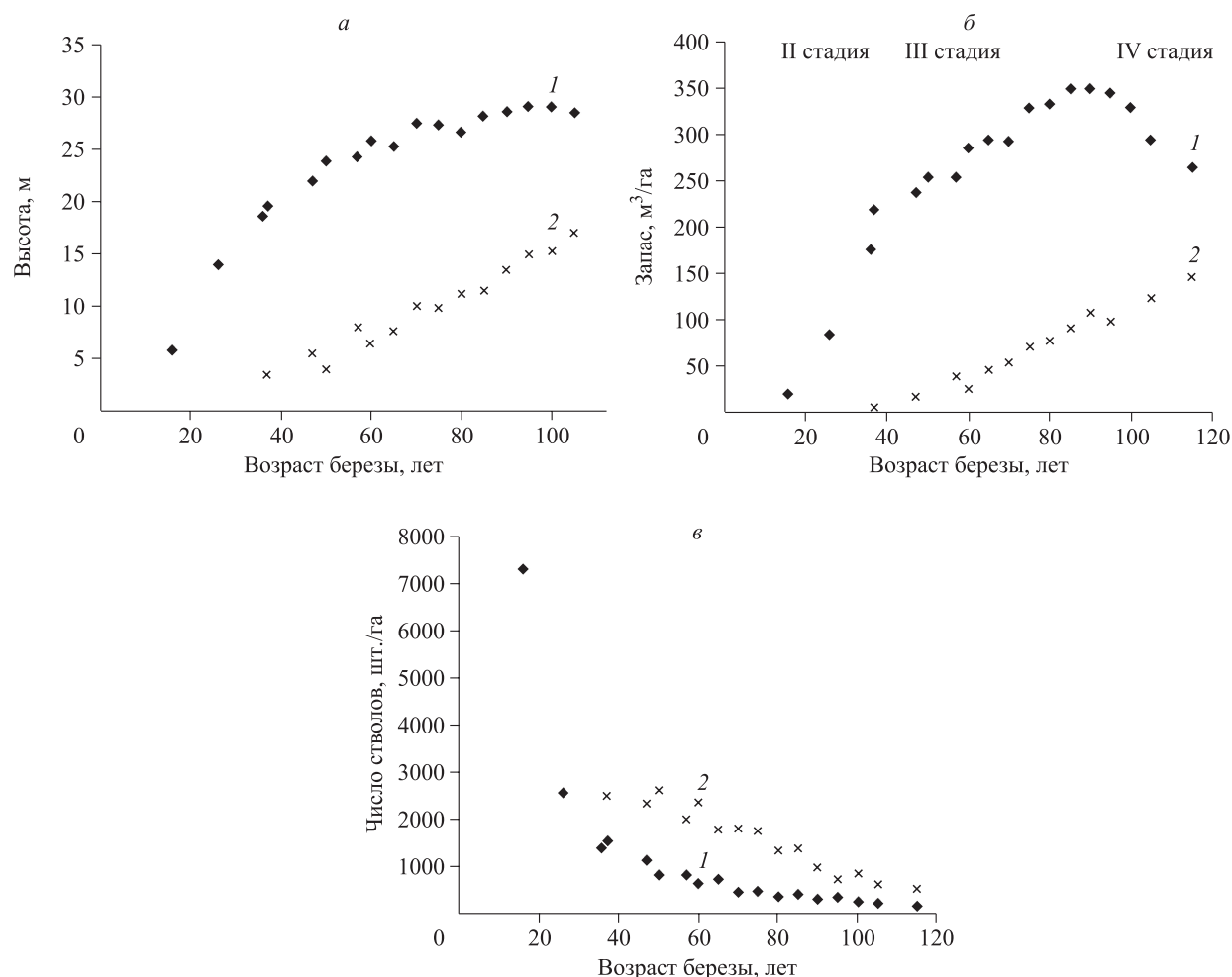


Рис. 2. Высота (а), запас стволовой древесины (б) и густота (в) березы (1) и первого поколения ели, растущего под ее пологом (2), в ходе возрастной динамики южно-таежных березняков.

высота и запас стволовой древесины березового древостоя продолжают расти, но намного медленнее, чем на предыдущей стадии (рис. 2, а, б).

Общая интенсивность ростовых процессов постепенно ослабевает. Плодоношение древостоя достигает максимальных значений. Число живых деревьев сокращается незначительно, особенно по сравнению с предыдущей стадией молодости березового древостоя (рис. 2, в).

Завершение стадии созревания березового древостоя определяется временем достижения древостоем своей естественной спелости, когда запас древостоя перестает увеличиваться. Для березовых древостоев время достижения естественной спелости указывают в зависимости от условий от 100 до 120 лет с момента появления (Бутенас, 1973). По нашим данным, на всех имеющихся пробах соответствующего возраста падение запаса начинается уже после 95 лет (рис. 2, б), а текущий ежегодный прирост запаса стволовой древесины уходит в минус (см. рис. 1, а).

В период слабого роста и изреживания древостоев часто выделяют две стадии – приспелости и спелости, привязывая их к готовности древостоя к рубке. Это связано с чисто лесохозяйственным подходом и к задаче объективной периодизации возрастного развития отношения не имеет, так как качественное состояние древесной популяции для этих периодов не меняется существенно – это постепенное ослабление ростовых процессов при интенсивном плодоношении деревьев.

Последняя стадия возрастного развития березового древостоя – зрелость, когда древостой березы уже достиг своей естественной спелости и начинается распад господствующего древесного полога. Многие деревья березы начинают суховершинить, теряют прирост в высоту. В кронах обычны сухие ветви. Снижается интенсивность плодоношения. Число живых деревьев начинает сокращаться быстрее. Длительность этой стадии можно ожидать в 30–40 лет, более точно сказать пока нельзя, поскольку ни один

Таблица 1. Таксационные характеристики древостоя на стыке второй и третьей стадий возрастного развития березы (пп 3, учеты 1993 и 2003 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ /га
1993 г.					
Береза	37	1540	19.6	14.2	218
Осина	37	30	27.2	34.5	36
Ель	33	1580	3.4	3.7	5.5
2003 г.					
Береза	47	1140	22	16.7	237
Осина	47	30	27.8	38.2	45
Ель	43	1520	5.5	5.8	17

Таблица 2. Таксационные характеристики древостоя во время третьей стадии возрастного развития березы (пп 8, учеты 1993 и 2013 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ /га
1993 г.					
Береза	50	850	23.9	20.5	254
Осина	50	30	23.5	18.4	9
Ель	33	1780	3.9	4.2	7.8
2013 г.					
Береза	70	480	27.6	25.8	293
Осина	70	20	27.2	26.5	11
Ель	53	1150	10	9.9	53.2

Таблица 3. Таксационные характеристики древостоя на стыке третьей и четвертой стадий возрастного развития березы (пп 18, учеты 2005 и 2015 гг.)

Порода	Возраст, лет	Густота, шт./га	Высота, м	Диаметр, см	Запас, м ³ /га
2005 г.					
Береза	90	320	28.6	33.4	349
Осина	90	10	28.5	33.4	16
Ель	72	990	13.9	12.7	101
2015 г.					
Береза	100	260	29.1	35	329
Осина	100	10	29.1	39.2	18
Ель	82	880	15.3	14.5	127

наблюдаемый нами древостой не достиг окончания этой стадии. Как период наиболее активного распада березняков кисличных типов леса указывается возраст 120–130 лет (Старикова и др., 2023). Возраст самого старого древостоя березы на момент написания статьи превысил 120 лет, распад березы там продолжается. Обследование насаждений, где по имеющимся таксационным описаниям ранее находились старовозрастные березняки, чей возраст должен был достигнуть 150 лет, показало наличие единичных старых деревьев березы, т. е. распад березового древостоя там фактически завершился.

Согласно вышеизложенному, в период господства березы выделяются четыре отчетливые

стадии ее возрастного развития: возобновления березового древостоя (0–10 лет), молодости березового древостоя (10–40 лет), созревания березового древостоя (40–95 лет) и зрелости березового древостоя (от 95 лет до окончания распада).

Для детализации наблюдаемой динамики приведены таксационные характеристики в период перехода древостоя березы от стадии молодости к стадии созревания (табл. 1), во время стадии созревания (табл. 2) и в период перехода древостоя березы от стадии созревания к стадии зрелости (табл. 3).

Аналогичный подход к периодизации возрастного развития может быть применен и к любому массовому поколению лесообразующей

породы, которое появляется уже в существующем лесном фитоценозе под пологом имеющегося древостоя. В этом случае переход от стадии *возобновления*, когда молодые экземпляры растут, не оказывая влияния друг на друга, к стадии их роста в составе сомкнутого полога происходит с учетом наличия в фитоценозе экземпляров других древесных пород, образующих этот общий сомкнутый полог. Если же в редких случаях поколение представлено небольшим числом экземпляров, которые в своем большинстве растут не влияя друг на друга до достижения количественной спелости, тем не менее играя важную роль в лесном фитоценозе, то стадии *возобновления* и *молодости* следует разделять, основываясь на индивидуальном онтогенетическом развитии отдельных экземпляров этого поколения: переход к следующей стадии возрастного развития будет связан с массовым переходом отдельных экземпляров из ювенильного в виргинильное возрастное состояние с появлением характерных морфологических признаков, например формированием развитой кроны по всем направлениям.

Возрастная динамика подпологовой ели

В производных березняках в условиях южной тайги при наличии источников обсеменения происходит поселение ели под полог березовых древостоев. В рассматриваемом нами ряду сообществ возобновление ели происходило активно с первых лет существования лесного фитоценоза, при минимальном участии предварительных экземпляров ели, имевшихся уже до поселения березы. Накопление численности елового подроста шло довольно быстро, в результате чего еловый подрост смыкался кронами на большей части площади березняков уже ко времени достижения ими количественной спелости – к 40 годам с момента появления березы. Этот период накопления численности первого поколения ели до начала изреживания елового полога, когда рост отдельных экземпляров ели протекает независимо друг от друга, является первой стадией возрастного развития первого поколения ели – стадией ее *возобновления*. На некоторых пробах наряду с елью заметную роль в общем с ней пологе играет и рябина.

Наблюдающийся диапазон возрастов ели, сформировавшей сомкнутый ярус под пологом березняков, достигает 50 лет. Однако преобладают на всех пробах, независимо от возраста

березы, ели одного 20-летнего периода, на который в каждом конкретном случае приходится пик возобновления ели (Рубцов и др., 2000). В дальнейшем в ходе изреживания елового яруса, диапазон возрастов ели первой генерации сокращается за счет преимущественного отпада наиболее молодых деревьев.

Наиболее быстрая скорость формирования сомкнутого полога ели в березняках выявлена в молодом березняке, образовавшемся на полностью расчищенном участке, где предварительной ели не было, но произошло ее массовое поселение одновременно с березой после семенного года. В результате уже в 14-летнем березняке произошло смыкание крон елового подроста на большей части площади фитоценоза, при этом густота елового подроста составляла 26 050 шт./га, а в 19-летнем возрасте зафиксировано начало активного изреживания елового подроста – его густота уменьшилась до 21 750 шт./га. При этом доля экземпляров ели, появившихся одновременно с березой, в составе елового подроста была 92.5 %. В более типичном случае в молодом 20-летнем березняке, где отсутствовала предварительная ель и не наблюдалось одновременного поселения березы и ели, общая численность елового подроста и самосева (без учета всходов) составила 5510 шт./га, при этом смыкания крон елей еще не было. Поколение ели образовывали экземпляры четырех волн возобновления после семенных лет.

На отдельных пробах возобновление ели в первые десятилетия существования березняков протекало медленно, так что 20-летний период, на который приходился пик появления ели, наступал позже. В самом крайнем варианте этот период начался уже после достижения березой 50-летнего возраста, а сомкнутый еловый подрост на этой пробе сформировался к 80 годам с момента поселения березы. Очевидно, что в этом случае в момент распада березы поколение ели будет находится еще в состоянии своего интенсивного роста и сможет сформировать более здоровый, продуктивный и устойчивый первый ярус древостоя. Кроме того, при более позднем возобновлении подпологовой ели ее рост ускоряется, так как сдерживающее влияние березы на ель с возрастом ослабевает.

После смыкания крон елового подроста начинается процесс конкуренции, дифференциации отдельных экземпляров ели по скорости роста, отмирания отставших в росте экземпляров, выравнивание густоты ели по площади – все, что характерно для молодых сомкнутых древостоев.

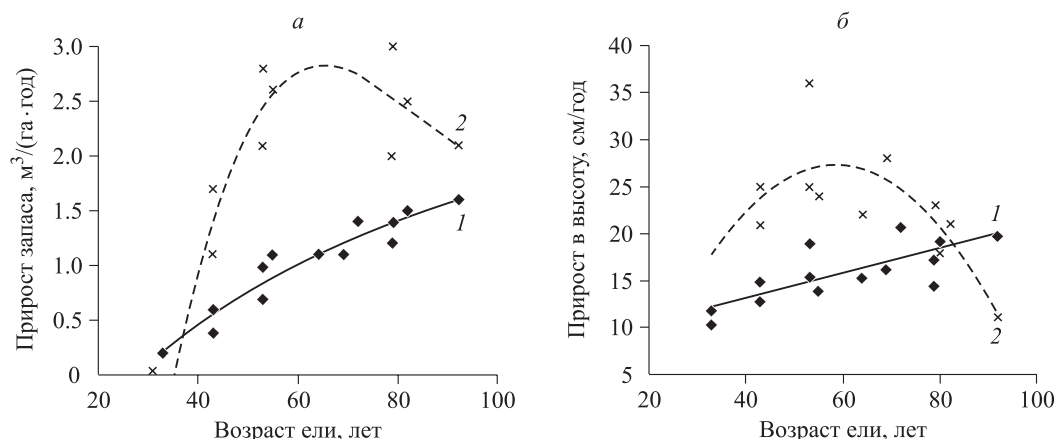


Рис. 3. Средний (1) и текущий (2) годичный прирост запаса древесины (а) и в высоту (б) у подполовой ели первого поколения в южно-таежных березняках.

Скорость ростовых процессов у елей при этом достигает максимальных значений, хотя под пологом они существенно ниже, чем у елей, растущих в составе первого яруса нормальных ельников (Рубцов, Дерюгин, 2002). По сути, ель в этот период находится в стадии своего активного роста и интенсивного изреживания – в стадии своей *молодости*. В этот период, также как и у березы в той же стадии, наблюдается кульминация текущих приростов в высоту, по диаметру и запасу древесины. Эта стадия заканчивается с достижением первым поколением ели количественной спелости. В рассматриваемом ряду сообществ ель первого поколения еще не достигла количественной спелости (рис. 3, а), тогда как максимальный средний ежегодный прирост в высоту отмечается в возрасте ели около 80 лет (рис. 3, б).

Показанный на рисунках текущий прирост – это ежегодный среднепериодический прирост за последние 10 лет запаса древесины (рис. 3, а) и в высоту (рис. 3, б). Приросты запаса считались по показателям растущей части без учета отпада за соответствующий период. Несмотря на достижение вершинами растущих елей нижней части березовых крон, никакого массового охлеста елей березовыми ветвями не наблюдается, так что показанное на рис. 3, б снижение текущего прироста в высоту у ели первого поколения есть результат эндогенной динамики, а не внешнего воздействия.

После вступления березы в стадию зрелости при достижении ей естественной спелости рост березы в высоту почти прекращается, и ель постепенно сокращает разницу в высоте с первым ярусом древостоя (рис. 2, а). Густота ели первого поколения в ходе изреживания постепенно

снижается (рис. 2, в), а запас растет (рис. 2, б). Активный распад древостоя березы приходится на окончание стадии молодости первого поколения ели, что сохраняет возможность выраженного ростового ответа ели на улучшение условий своего существования. Но хорошо известно по результатам рубок березняков, что чем старше сохранившийся при рубках березы еловый подрост, тем слабее выражен его ростовой ответ на улучшение условий своего существования (Дерюгин, Серяков, 2002). Будет ли наблюдаться второй пик текущего прироста ели в высоту и по запасу древесины как реакция на распад березового полога и будет ли в связи с этим выражена задержка с достижением елью первого поколения количественной спелости, пока не ясно. Очевидно, что чем моложе ель, тем более выраженный ростовой ответ на распад березового полога можно от нее ожидать. В любом случае фактическая продуктивность елового яруса окажется существенно ниже потенциальной для данных условий произрастания.

Таким образом, в период господства березы в первом ярусе древостоя ель первого поколения под ее пологом, будучи более долговечной породой, проходит только две стадии своего возрастного развития: стадию накопления численности (*возобновления*) и стадию активного изреживания в период кульминации скорости ростовых процессов (*молодости*).

По мере роста лидирующие деревья ели начинают все более активно плодоносить. Число появляющихся всходов при этом значительно возрастает. Если в период наибольшей густоты сомкнутого елового яруса появляющиеся под его пологом всходы ели отмирают полностью в первые годы жизни, то по мере изреживания

первого поколения ели количество выживающего елового самосева растет, а его состояние улучшается (Татарников, 2019). Когда береза находится уже в стадии зрелости, а первое поколение ели заканчивает свое интенсивное изреживание, появление самосева ели после семенных лет становится массовым, а его выживаемость – высокой, что ведет к быстрому накоплению численности второго поколения ели.

Появление второго поколения коренной породы под пологом первого – это начало формирования устойчивого круговорота поколений деревьев коренного леса. Отдельные поколения в коренных разновозрастных лесах отличаются низкой скоростью роста и продуктивностью в сравнении не только со свободнорастущими поколениями, но и с поколениями, появившимися под пологом пионерных пород в производных лесах (Дыренков, 1984). Действительно, по нашим данным, если средняя высота первого поколения ели, появившегося под пологом производных березняков, к 30 годам уверенно превышает 3 м (см. табл. 1 и 2), то средняя высота экземпляров второго поколения ели к этому возрасту едва дотягивает до полуметра (более чем в 6 раз меньше). Детальный анализ хода роста господствующих поколений ели в абсолютно разновозрастных ельниках показал, что для подавляющего большинства экземпляров этих поколений характерен длительный начальный период задержки роста и соответственно выраженной S-образная кривая роста как следствие их развития под многослойным материнским пологом (Дыренков, 1984). А поскольку объективными признаками смены стадий возрастного развития являются точки перегиба на графиках роста (Фильрозе, 1967), то для поколений коренных пород, развивающихся под материнским пологом, именно период начальной депрессии роста следует считать первой стадией их возрастного развития. Эта стадия может длиться очень долго. Если в одновозрастных свободнорастущих ельниках наибольшая дифференциация деревьев, сопровождающая пик активного роста и изреживания, фиксируется в 50–60 лет, то для поколения разновозрастного леса аналогичное распределение относительных размеров деревьев достигается в 140–180 лет (Дыренков, 1984). Перспективы второго поколения ели, появившегося в старовозрастных березняках, более благоприятные, так как распад березового древостоя и завершение изреживания первого поколения ели ведут к постепенному улучшению условий существования под их пологом,

что сопровождается увеличением численности и ускорением роста второго поколения ели, находящегося в первой стадии возрастного развития – стадии *возобновления*.

Периодизация возрастного развития березняков

Сочетание стадий возрастного развития господствующей березы и подпологовой ели образует фазы лесообразовательного процесса в период господства березы. Окончание отдельных стадий возрастного развития у разных поколений обычно не совпадает по времени, поэтому фазы лесообразовательного процесса выделяются на основе стадий возрастного развития главной породы первого яруса.

Фаза I. Формирование мелколиственного древостоя. Включает стадию образования березового молодняка (*возобновления березы*). Продолжается около 10 лет.

Фаза II. Поселение ели под полог активно растущего молодого березняка. Включает стадию интенсивного роста и изреживания березового древостоя (*молодости березы*) и стадию *возобновления* ели, когда происходит накопление числа экземпляров елового подростка под пологом березы. Продолжается около 30 лет до достижения древостоем березы количественной спелости.

Фаза III. Стабилизация двухъярусного березово-елового древостоя. Включает стадию замедления роста березового древостоя при стабилизации его численности (*созревания*) и стадию интенсивного роста и изреживания первого поколения ели под пологом березы (*молодости ели*). Продолжается до достижения древостоем березы естественной спелости.

Фаза IV. Распад березового древостоя и смена пород. Включает стадию *зрелости* березы, когда происходит постепенный распад главного яруса древостоя на фоне окончания стадии *молодости* первого поколения ели, которая в эту фазу становится главной лесообразующей породой и вступает в период своего господства. В эту фазу также происходит массовое появление второго поколения ели, находящегося в стадии своего *возобновления*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возрастное развитие отдельных поколений древесных пород в течение их жизни можно четко разделить на несколько качественных стадий:

возобновления (свободного роста до формирования сомкнутого полога), молодости (активного роста и изреживания до достижения количественной спелости), созревания (медленного роста и обильного плодоношения до достижения естественной спелости) и зрелости (постепенный распад зрелого поколения).

В южно-таежных березняках кисличных и черничных типов леса в ходе их возрастного развития зафиксировано достижение березой количественной спелости к 40 годам, а естественной спелости – к 95 годам с момента образования древостоя. Ель, поселяющаяся под полог березы, при активном раннем возобновлении образует сомкнутый полог подроста к 40 годам березы. Наступления количественной спелости ели первого поколения не отмечено в самом старом березняке 115-летнего возраста, где средний возраст ели первого поколения составлял около 90 лет. С активизацией плодоношения ели первого поколения в старовозрастных березняках (после 80 лет) наблюдается накопление елового возобновления второго поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакиеева Е. О., Матвеева Т. А., Иванова Г. А. Основы лесоводства. Красноярск: СибГТУ, 2016. 355 с.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с.
- Бутенас Ю. Исследование возрастов количественной и естественной спелостей леса // Тр. ЛитНИИЛХ. 1973. Т. 14. С. 211–218.
- Дерюгин А. А., Серяков А. Д. Адаптация подпологовой ели к условиям вырубki в подзоне южной тайги // Лесохоз. информ. 2002. № 8. С. 2–17.
- Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1984. 174 с.
- Кайрюкитис Л. А., Юодвалькис А. И. Сомкнутость и площадь неизбежных просветов насаждений елово-лиственной формации как элемент их структуры // Тр. ЛитНИИЛХ. 1973. Т. 15. С. 179–187.
- Кайрюкитис Л. А., Юодвалькис А. И. Явление смены внутривидовой конкуренции на взаимную толерантность индивидов в еловых фитоценозах // Современные исследования продуктивности и рубок леса. Каунас: Райде, 1976. С. 74–84.
- Колесников Б. П. Состояние советской лесной типологии и проблема генетической классификации типов леса // Изв. СО АН СССР. 1958. № 2. С. 109–122.
- Мелехов И. С. Лесоведение: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.
- Морозов Г. Ф. Лес как растительное сообщество. СПб.: Изд-во А. С. Пакафидиной, 1913. 44 с.
- Рубцов М. В., Дерюгин А. А. Закономерности роста ели под пологом березняков в онтоценогенезе древостоев // Лесоведение. 2002. № 5. С. 18–25.
- Старикова Л. И., Ермохин М. В., Пугачевский А. В., Ивкович В. С. Динамика структуры высоковозрастных древостоев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Березинском биосферном заповеднике // Бот. (иссл.): сб. науч. тр. Минск: Колорград, 2023. Вып. 52. С. 100–113.
- Татарников Д. В. Текущее возобновление ели в производных южно-таежных березняках в ходе демулационных сукцессий // Хвойные бореал. зоны. 2019. Т. 37. № 6. С. 432–442.
- Фильрозе Е. М. К методике исследования динамики роста деревьев и насаждений // Лесоведение. 1967. № 2. С. 74–80.

REGULARITIES OF FOREST FORMATION PROCESS IN SOUTHERN TAIGA BIRCH FORESTS

D. V. Tatarnikov

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences

Sovetskaya str., 21, Uspenskoe village, Odintsovsky District, Moscow Oblast, 143030 Russian Federation

E-mail: cytissus@list.ru

Methods of the objective periodization of the age dynamics of forest stands are considered on the example of southern taiga birch forests in the process of demutational changing birch (*Betula* L.) to spruce (*Picea* A. Dietr.). The analysis of the age range of birch forests has allowed to determine four distinct stages of age development which differ one another by the qualitative state of birch population. There are Stage of regeneration (before forest canopy has closed), Stage of youthfulness (before “quantitative maturity”, when the curve of mean annual increment of trunk volume of trees at peak), Stage of maturing (from “quantitative maturity” to “natural maturity”, when the curve of trunk volume of trees at peak) and Stage of ripeness (from “natural maturity” to full treefall of first layer of forest). Then, according to the determined stages of age development of main breed, the phases of age dynamics of birch forests have been defined: Phase of young birch forest formation, Phase of active growth of birch and appearance of spruce under birch canopy, Phase of two layers tree stand – first tree layer of birch, second tree layer of spruce, Phase of changing of chief breed in forest as result of death and treefall of birch trees.

Keywords: *derivative southern taiga birch forests, demutational changing birch to spruce, age dynamics of tree stands, forest formation process, stages and phases of age dynamics.*

How to cite: *Tatarnikov D. V. Regularities of forest formation process in southern taiga birch forests // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 75–85 (in Russian with English abstract and references).*

УДК 674.031.772.225:581.543(470.23-25)

КЛЁН СЕРЫЙ (*Acer griseum* (Franch.) Pax, Sapindaceae) В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Г. А. Фирсов, А. В. Волчанская, К. Г. Ткаченко

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

E-mail: gennady_firsov@mail.ru, sandalet@mail.ru, ktkachenko@binran.ru

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Клён серый (*Acer griseum* (Franch.) Pax, Sapindaceae), растение Центрального Китая, известен в документах Ботанического сада Петра Великого Ботанического института РАН (Санкт-Петербург) с 1949 г., в современной коллекции арборетума есть особи, которые растут с 1999 г. В 26 лет дерево достигает высоты 4.85 м, с диаметром ствола 8 см, образует крону 2.9×3.8 м. Первое цветение отмечено в 2015 г., первое плодоношение – в 2019 г. в возрасте растений 21 год. В условиях современного климата Северо-Запада России вид вполне зимостойкий. Оригинальное декоративное дерево, привлекает внимание прежде всего своей яркой окраской коры в течение всего года, а также и осенней расцветкой листьев. Этот вид устойчив к болезням и вредителям. В природе редок и имеет природоохранное значение. Его важно сохранять как *in situ*, так и *ex situ*. Он пригоден для городских парков, скверов и садов малых форм, а также для рокариев и альпинариев. В декоративном отношении выделяется в течение всего календарного года благодаря яркой особой коре, которой нет ни у одного другого клена, а также заметно привлекателен в яркой оранжево-желтой осенней окраске листьев. Однако до сих пор разведение ограничено отсутствием местной семенной базы и неизученным качеством семян. Рентгеноскопический анализ семян разных лет созревания показал, что все первые семена (урожае 2020 г.) были пустозерные, семена урожая 2024 г. уже почти на 50 % выполненные, есть высокая надежда получить первое потомство уже своей репродукции.

Ключевые слова: интродукция растений, фенология, ритмы роста и развития, декоративные древесные растения, озеленение городов, качество семян, рентгенография семян, Ботанический сад Петра Великого.

DOI: 10.15372/SJFS202503009

ВВЕДЕНИЕ

Род клен (*Acer* L., семейство Sapindaceae), по данным сайтов The Plant List (2024) и World Flora Online (2024), включает 668 научных названий растений видового ранга, из них 164 – общепринятые.

Клены – исключительные растения в декоративной дендрологии, которые широко используют для городского, паркового и частного садоводства, а также и лесопаркового хозяйства в странах с умеренным климатом. Это – очень важная экономическая культура, растения пластичные, приспособляющиеся к различным условиям произрастания (Костелова, 1973; Озолин и др., 1974; Аксёнова, 1975; Холявко, 1981;

Букштынов, 1982; Аксёнова, Фролова, 1989; Плотникова, 1994; Косоуров, 1996; Janowiak et al., 1997; Встовская, 2010; Рязанова, Путенихин, 2013; Фирсов, Волчанская, 2013; Uzcategui et al., 2020; Фирсов и др., 2021; Chernyavskaya et al., 2024). Видов кленов настолько много, что они занимают целые страницы в дендрологических справочниках и каталогах питомников, уступая по своей популярности разве что рододендронам. Вместе с тем в целом по кленам опубликовано относительно немного литературы, по сравнению, например, с плодово-ягодными культурами. Информация по роду клен разбросана по разного рода публикациям и труднодоступным статьям. Как ранее, так и в настоящее время, этот род остаётся ведущим по числу ви-

дов и форм среди всех древесных растений в ботанических коллекциях Санкт-Петербурга, в том числе в Ботаническом саду Петра Великого (Растения..., 2002). Клены хорошо приживаются и растут в культуре, пригодны даже для начинающих садоводов (Коропачинский, Встовская, 2012; Фирсов и др., 2021). Несмотря на традиционное семенное размножение клена серого, показано, что лучший способ размножения этого вида клена – вегетативный, черенкованием этиолированными побегами (Maynard, Bassuk, 1990; Roh et al., 2008).

Клен серый (*Acer griseum* (Franch.) Pax) известен в Европе как китайский бумажнокорый клен (англ. Chinese paperbark maple). Один из самых декоративных среди кленов, изящное дерево до 15 м высотой с яркой коричневой корой, отслаивающейся тонкими полосками и кусочками неправильной формы, бумаговидными клочьями. Кора оранжево-коричневая, до ржаво-коричневой, декоративная, эстетически привлекательная. Почки маленькие, тёмные. Молодые побеги шелковисто опушенные, позже оголяющиеся. Листья из 3 листочков (тройчатосложные), по краю с крупными притупленными зубцами, снизу сизоватые, рыжевато опушенные, сверху оливково-зеленые. Листочки овальные, 3–8 см длиной и до 4 см шириной, средний на коротком черешочке, снизу сплошь опушенные, по жилкам шелковистые; общий черешок 1–2.5 см, также опушенный. Осенью окрашиваются в яркие оранжево-красные тона. Предпочитает несколько затенённое местоположение, в противном случае осенняя окраска будет не такой яркой и декоративной (Gelderen et al., 1994). Отличается длительной вегетацией, окончание ее может быть вынужденным, прерываемым морозами. Соцветия повисающие, редкоцветковые, в коротких малоцветковых щитках. Цветки пятичленные, желтовато-зеленоватые, опушенные, часто однополые. Крылатки до 5 см длиной, расходящиеся под острым углом, очень твердой текстуры; орешки (семенные гнезда) округлые, войлочные. Семена большей частью партенокарпические.

В местах естественного произрастания клен серый распространен в китайских провинциях Shaanxi, Sichuan, Hubei, Henan, Guizhou, Jiangxi, Anhui, Hunan, в настоящее время – в угрожаемом состоянии (Gelderen et al., 1994). Franchet описал этот клен в 1894 г. как разновидность клена Никко (= к. Максимовича) (*Acer nikoense* Maxim. (= *A. maximowiczianum* Miquel)). Но Pax в 1902 г. возвел его в ранг вида. Wilson интро-

дуцировал его в 1901 г. для питомника Veitch Nursery (Rehder, 1949; Gelderen et al., 1994).

Вид относится к секции *Trifoliata* Pax: почки темно-серо-коричневые, сидячие, конические, с многочисленными чешуями. Листья сложные, тройчатые. Растения однодомные. Соцветия большей частью трехцветковые, но иногда до 25 цветков, в кистях или щитках, верхушечные и боковые. Цветки пяти- или шестичленные, с желто-зеленым околоцветником, тычиночные и ложно-обоеполые, в конечных малоцветковых щитках; чашелистики свободные; лепестки короче чашелистиков; тычинок 10–13. Крылатки с сильно выпуклыми толстыми деревянистыми семенными гнездами. Партенокарпическая тенденция сильная, до очень сильной. Довольно специализированная секция с примитивными трехлистковыми сложными листьями. Серия *Grisea* Pojark. внутри этой секции включает помимо клёна серого ещё два вида из Китая и Японии: к. Максимовича (*A. maximowiczianum* Miquel) и к. трехцветковый (*A. triflorum* Kom.). Виды этой серии – листопадные деревья или высокие кустарники с листьями из 3 листочков и деревянистыми крылатками, легко различаются между собой и очень ценны для декоративного садоводства. К другой серии этой секции – *Mandshurica* Pojark. – относятся к. маньчжурский (*A. mandshuricum* Maxim.), представляющий флору России, и к. китайский (*A. sutchuenense* Franch.).

По мнению Gelderen и соавт. (1994), клен серый может быть отнесен к самым красивым кленам мира, эти авторы относят его к 5 самым выдающимся видам. И действительно, он оправдывает такое мнение авторов энциклопедии «Клены мира». Образует небольших размеров изящное дерево с красивой кроной и роскошной оранжево-коричневой ярко заметной шелушащейся корой, с декоративными листьями из 3 листочков, приобретающих осенью чудесную оранжевую окраску. Его нельзя спутать ни с одним другим кленом. У его ближайших родственных видов отсутствует такая необычная кора.

К сожалению, биологическая особенность этого вида такова, что он образует в большинстве своём партенокарпические семена. Зачастую, лишь только 1 % из них прорастает (Gelderen et al., 1994). Плоды исключительно твердые и трудны к раскрытию. Их следует стратифицировать во влажном песке при прохладных условиях, по крайней мере, год. Можно сеять их также в ящики. Если семена не прорастут в течение двух сезонов – их можно выбрасывать из

ящиков. Но изредка случается необъяснимо хороший урожай. Так, в питомнике Bulk's nursery в Боскоп (Boskoop), Нидерланды, однажды всхожесть составила около 50 % (Gelderen et al., 1994). Всхожесть семян в значительной степени зависит от присутствия и процентного соотношения мужских цветков во время цветения. Прежде чем собирать плоды, следует обратить внимание на присутствие (если есть ли такие) одиночных плодов со следами опавших мужских цветков. Это индикатор того, что такой плод жизнеспособен и может прорасти. По данным Gelderen с соавт. (1994), этот вид можно размножать и полуодревесневшими черенками, но такой способ требует большего умения. Другие исследователи также подтверждают, что кроме традиционного семенного размножения клена серого, возможным способом размножения может быть также вегетативный, черенкованием этиолированными побегами (Maynard, Bassuk, 1990; Roh et al., 2008; Grimshaw, Bayton, 2009). Недостатком вегетативного размножения является то, что таким способом можно получить лишь очень ограниченное число посадочного материала.

Из-за трудностей с размножением этот очень особенный и оригинальный клен не так широко распространен и доступен, как следовало бы. По некоторым сведениям, он широко разводится в Пекине, Ченгду (Chengdu), других главных городах Китая, но не так широко, как клён трехраздельный (*Acer buergerianum* Miquel). В России встречается крайне редко.

Настоящая статья посвящена подведению итогов интродукции клена серого в Санкт-Петербурге, с учетом получения его семян местной репродукции в 2022 и 2024 гг.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследования служили растения клёна серого из коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН на Аптекарском острове в Санкт-Петербурге. Оценку обмерзания проводили по шкале П. И. Лапина, биометрические измерения – при помощи нивелирной рейки 5 м длиной. В работе применяли методику проведения фенологических наблюдений и периодизацию года по работам Н. Е. Булыгина (Фирсов и др., 2008, 2010; Фирсов, Фадеева, 2009, 2014; Фирсов, Волчанская, 2021а, б). Используются данные метеостанции Санкт-Петербург госу-

дарственного учреждения Санкт-Петербургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (Климат..., 2010).

Рентгеновские снимки семян сделаны на установке ПРДУ-1 (передвижная рентгеновская диагностическая установка), которая предназначена для оперативного контроля различных объектов. ПРДУ состоит из рентгенозащитной камеры, источника излучения и пульта управления рентгеновским излучением. Диапазон анодного напряжения – 5–50 кВ, анодного тока – 20–200 мкА. Для исследования образцов семян выбран следующий режим: напряжение, подаваемое на трубку – 17 кВ; ток трубки – 70 мкА; экспозиция – 2 с. Преимущества использованной установки: ПРДУ имеет на порядок меньшие размеры фокусного пятна и сохраняет их в широком диапазоне анодных напряжений, что позволяет получать изображения объектов удовлетворительного качества с увеличением до 30 раз. Приёмник излучения – специальная пластина с фотостимулированным люминофором, такой люминофор способен запоминать (накапливать) часть поглощённой в нем энергии рентгеновского излучения, а также под действием лазера испускать люминесцентное излучение, интенсивность которого пропорциональна поглощённой энергии. Фотоны люминесцентного излучения преобразуются в электрический сигнал, кодирующийся для получения цифрового изображения. Сканирование пластины выполняется с помощью сканера DIGORA PCT. Полученное с помощью сканера изображение передаётся на компьютер, что позволяет проводить последующую обработку изображения. Время от начала экспозиции до получения изображения – около 3 мин (Староверов и др., 2015; Грязнов и др., 2017; Никольский и др., 2017; Ткаченко и др., 2018).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным О. А. Связевой (2005), в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН клен серый стал известен с 1949 г. (рис. 1–5). Б. Н. Замятин (1958, с. 484) первым испытал этот вид в Ботаническом саду: «В СССР редок – испытывался в Эстонии; в Ленинграде в Ботаническом саду Ботанического института АН СССР; горшечный экземпляр около 1.5 м высотой, высаженный в открытый грунт, в течение 5 лет зимует лишь с незначительным повреждением



Рис. 1. Ствол клена серого зимой (а) и летом (б).

прироста». Экземпляр, высаженный в 1974 г. на участке 108, достигавший 1.5 м высоты, оказался недостаточно зимостойким в условиях климата тех лет и позже вымерз (Связева, 2005). Для этого вида клёна в истории интродукции в Санкт-Петербурге отмечены максимальные размеры: 1.9 м высоты (без указания возраста); и 1.0 м высотой в возрасте 19 лет (Булыгин, Фирсов, 1983).

В настоящее время растения современной коллекции клёна серого в Ботаническом саду

Петра Великого имеют следующие размеры (по состоянию на осень 2024 г.) (табл. 1). Проекция кроны измерялась в безлистном состоянии. Территория парка-дендрария составляет площадь около 16.7 га (из 22.9 га общей площади) и разбита на 145 участков, ограниченных дорожно-тропиночной сетью. Зная номер участка и номер экземпляра, легко найти растения в саду.

В настоящее время данный вид в коллекции Ботанического сада представлен деревом средних лет, которое уже пережило ряд холодных



Рис. 2. Клен серый в начале цветения.



Рис. 3. Начало плодоношения клена серого.



Рис. 4. Крылатки клен серого.

и неблагоприятных зим: поступили семена из окрестностей г. Гамбурга (Германия) в октябре 1998 г., всх. 1999 г. Высажен на участок 130 18.04.2010 г. С южной стороны – в 3 м от молодого дуба каштанолистного (*Quercus castaneifolia* С. А. Мей.) и в 3 м от клена серебристого (*Acer saccharinum* L. *Heterophyllum*). При посадке высота 1.15 м, крона 0.8×0.4 м.

Первое цветение у этого экземпляра наблюдали в 2015 г., всего одно соцветие из 3 цветков в средней части кроны, цветки раскрылись 26 мая 2015 г., после появления первых листьев, на третьем феноэтапе подсезона «Разгара весны». К этому времени весенние заморозки проходят и не угрожают растению (как, например, во время цветения клёна серебристого). При этом первое плодоношение наблюдали лишь в 2019 г.

Осенью 2022 г. в парк на участке 19 из дендропитомника высажено дерево другого образца. Семена получены по Delectus (Index seminum или Обменным перечнем семян) из арборетумов Польши, посев 21.10.2008 г., всходы через год, в

апреле 2010 г. При посадке деревце 1.74 м высотой, с кроной размером 1.0×0.6 м.

В 2022 г. у плодоносящего экземпляра на участке 130 впервые наблюдался большой урожай плодов, балл 3–4 по визуальной шкале Каппера (до этого ранее плодоношение было единичным). Это позволило нам собрать крылатки в необходимом количестве (почти 200 шт.) и провести проверку качества семян. Семена внешне выглядели совершенно нормальными, но оказались пустыми, шуплыми, пустозёрными (рис. 5).

На рис. 6 показано, что семена урожая 2024 г. уже содержат выполненные, полнозерные крылатки.

На представленных рисунках они светлые. Пустые, шуплые или пустозерные семена имеют лишь оболочку (серые внутри).

Фактическая температура воздуха в Санкт-Петербурге за 2015, 2019, 2022 и 2024 гг., имеющая значение для репродуктивных способностей клена серого, и температурные параметры,

Таблица 1. Биометрические параметры клена серого в Ботаническом саду Петра Великого

Высота, м	Диаметр, см	Размер кроны, м	Примечание
Участок 130, возраст 26 лет			
4.85	8.0	2.9×3.8	Дерево растёт в полутени, в 2.5 м от дерева дуба черешчатого (<i>Quercus robur</i> L.), в 4 м от бровки дорожки. Первая толстая ветвь отходит на высоте 0.80 м. Дерево служит украшением пейзажной части парка с большим количеством посетителей
Участок 19, высота 15 м			
1.90	1.0	1.0×0.6	Дерево высажено на так называемом Кленовом участке в регулярной части парка, в полутенистом месте, в 3 м от куста клёна кололистого (<i>Acer spicatum</i> Lam.), недалеко от старых аллеиных посадок деревьев клёна остролистного (<i>Acer platanoides</i> L.) и дуба черешчатого. В 2024 г. отмечено первое плодоношение (единично)

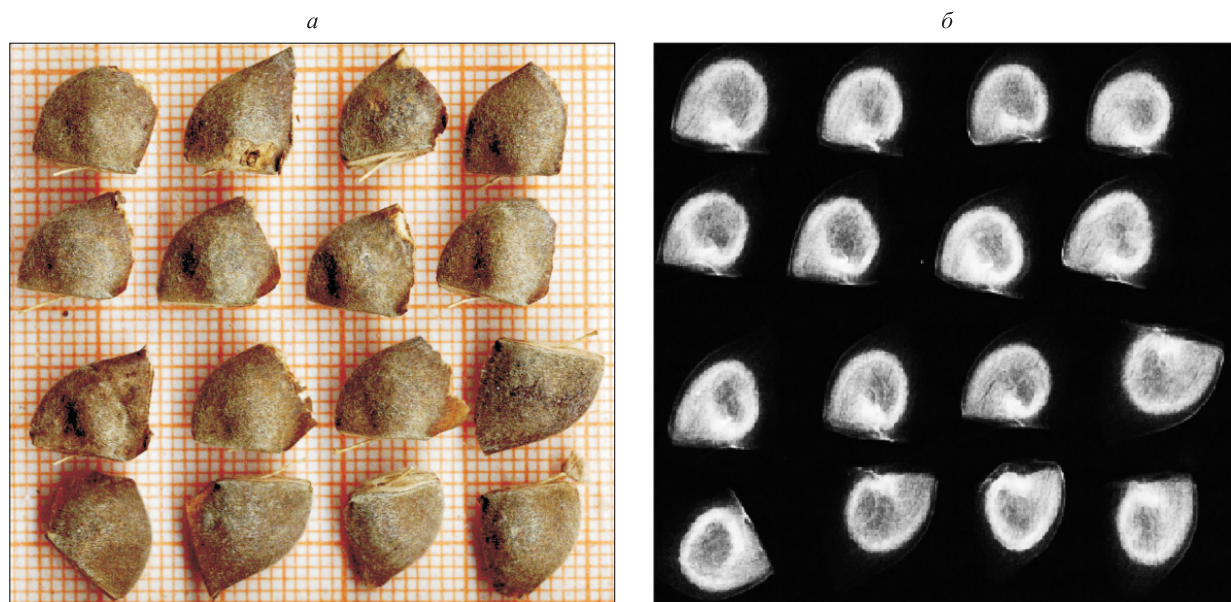


Рис. 5. Сканированные семена (а) и рентгеновский снимок семян клена серого. урожая 2022 г. (б).

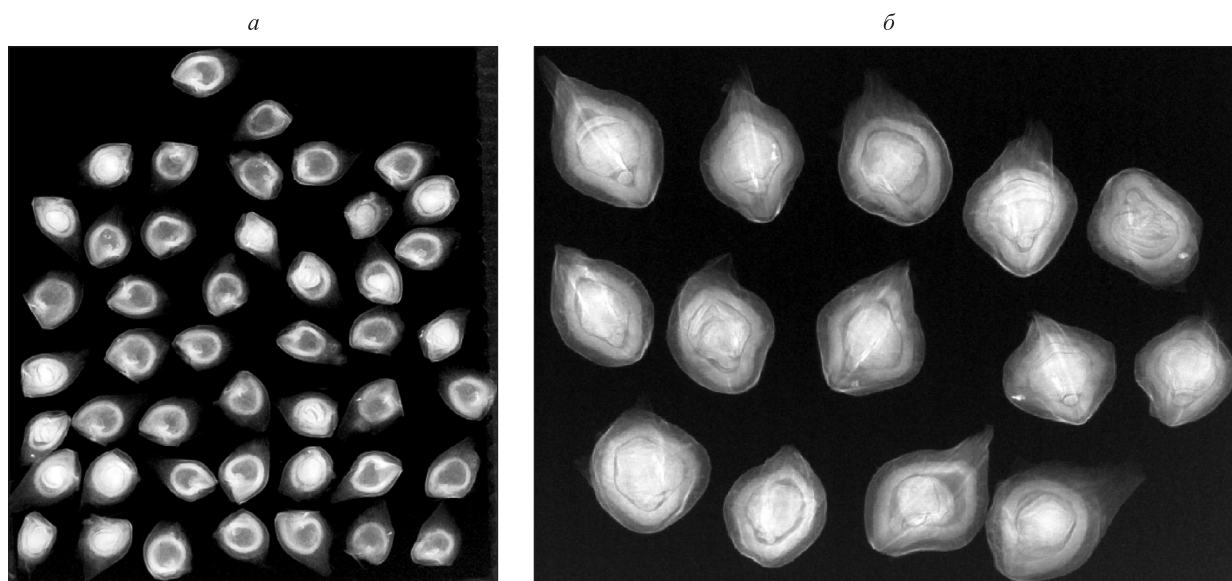


Рис. 6. Рентгеновский снимок семян клена серого урожая 2024 г.

а – отобранные выполненные семена расположены горизонтально; б – семена поставлены вертикально.

которые считаются «нормой климата», показаны в табл. 2.

Ранжирование приведено исходя из среднемноголетнего значения температуры воздуха за 1980–2009 гг., с учётом основной ошибки этого значения ($T \pm m$). К холодным относятся месяцы при $t_i < T - 3m$, к теплым – в случае $t_i > T + 3m$, где t_i – среднемесячная температура воздуха.

Потепление климата в Санкт-Петербурге заметно с 1989 г. (годовая температура воздуха 7.6 °С). В ХХI в. оно усилилось после 2006 г. 2015 г. превзошел по теплообеспеченности

1989 г. (7.7 °С), большинство месяцев попали в категорию «теплых». Особенностью его является очень теплый декабрь (2.1 °С), март был с положительной температурой воздуха (2.6 °С), а температура самого холодного месяца (января) была всего лишь –2.7 °С. Год 2019 также оказался очень теплым. Среднегодовая температура воздуха (7.2 °С) лишь ненамного не достигла рекордных значений (8.3 °С в 2020 г.). Зима до конца календарного 2019 г. так и не наступила. Все месяцы холодной части года зимнего сезона 2019/20 г. (ноябрь – март) оказались с положительной температурой воздуха. Она была

Таблица 2. Среднемесячная температура воздуха в Санкт-Петербурге в 2015, 2019, 2022 и 2024 гг. в сравнении с климатической нормой, °С

Месяц	Норма климата		Год			
	в XX в.	1980–2009 гг.	2015	2019	2022	2024
I	–7.7	–5.4 ± 0.7	–2.7 (Т)	–6.4 (Н)	–4.1 (Н)	–8.9 (Х)
II	–7.9	–5.8 ± 0.7	–0.6 (Т)	–0.5 (Т)	–1.2 (Т)	–3.7 (Н)
III	–4.2	–1.3 ± 0.5	2.6 (Т)	0.1 (Т)	–0.3 (Н)	2.6 (Т)
IV	3.0	5.1 ± 0.3	5.1 (Н)	7.3 (Т)	4.3 (Н)	5.7 (Н)
V	9.6	11.1 ± 0.3	11.8 (Н)	12.1 (Т)	10.0 (Х)	13.3 (Т)
VI	14.8	15.5 ± 0.4	15.9 (Н)	18.6 (Т)	17.6 (Т)	18.8 (Т)
VII	17.8	18.5 ± 0.3	16.9 (Х)	16.6 (Х)	19.9 (Т)	20.7 (Т)
VIII	16.0	16.8 ± 0.3	18.2 (Т)	17.0 (Т)	20.6 (Т)	18.7 (Т)
IX	10.8	11.5 ± 0.3	14.0 (Т)	12.2 (Н)	10.3 (Х)	17.0 (Т)
X	4.8	6.2 ± 0.3	5.6 (Н)	6.1 (Н)	8.1 (Х)	8.4 (Т)
XI	–0.5	0.0 ± 0.5	3.1 (Т)	1.9 (Т)	0.5 (Н)	3.0 (Т)
XII	–5.1	–3.6 ± 0.6	2.1 (Т)	1.8 (Т)	–3.2 (Н)	–0.7 (Т)
Год:	4.3	5.8 ± 0.2	7.7 (Т)	7.2 (Т)	6.9 (Т)	7.9 (Т)

Примечание. В скобках указано к какой группе относится месяц: Х – холодный; Н – нормальный; Т – теплый.

самой теплой на тот момент времени за весь период инструментальных непрерывных метеорологических наблюдений в Санкт-Петербурге с 1752 г. Теплым был и 2022 г. Сезон 2022 г., когда отмечалось обильное плодоношение клена серого, был благоприятным для плодоношения древесных экзотов. Зима 2021/22 г. была довольно мягкой, и морозы не достигали больших значений. Особенностью 2022 г. стала аномально жаркая погода второй половины и конца лета, с рекордной за всю историю инструментальных метеорологических наблюдений среднемесячной температурой августа: 20.6 °С. И особенно теплым на этом фоне был 2024 г., один из самых тёплых за весь период инструментальных метеорологических наблюдений. Это сказалось на реакции древесных растений. Особенностью 2024 г. в Санкт-Петербурге стала сравнительно короткая зима с ранним наступлением весны (22 февраля). Начиная с мая (13.3 °С), 8 мес подряд до конца года попали в категорию «тёплых» (декабрь ... –0.7 °С). Среднемесячная температура сентября (17.0 °С) – температурный рекорд за весь период непрерывных инструментальных метеорологических наблюдений с 1752 г. Весь вегетационный сезон отличался повышенной теплообеспеченностью, с малым количеством осадков в мае и сентябре. Этот год был периодом очень значительных фенологических аномалий, с рекордно ранними сроками наступления второго феноэтапа подсезона «Начала лета», первого и третьего этапов «Полного лета» и рекордно поздними сроками первого и второго

этапов «Начала осени». Среднегодовая температура в эти последние годы третьего десятилетия XXI в. превышает считавшуюся «нормой» в XX в. на 2.6–3.6 °С. Это очень значительное превышение. Таким образом, термический режим в Санкт-Петербурге в третьем десятилетии XXI в. меняется в сторону возрастания теплообеспеченности. Это заметно по отношению к «норме климата за 30-летие 1980–2009 гг. и особенно по отношению к климату второй половины XX в., который считался «нормой современного климата» в Санкт-Петербурге (Климат..., 1982; Фирсов, Волчанская, 2021a, б; Tkachenko et al., 2022; Фирсов и др., 2024), что, конечно, способствовало повышению зимостойкости клена серого в Санкт-Петербурге и улучшению его репродуктивных качеств. Клен серый в сезон 2024 г. успел завершить свою вегетацию, и семена нормально вызрели (рис. 6).

Весной клен серый начинает вегетацию на первом фенологическом этапе подсезона «Разгар весны»), позже многих других деревьев парка. Большинство видов древесных начинают вегетацию на втором этапе подсезона «Оживление весны» – т. е. на фенологический этап раньше. В «Разгаре весны» начинают вегетировать более теплолюбивые виды. Например, в 2013 г. фаза Пб 2 (раскрытие почечных чешуй и появление зелёного конуса листьев) у него отмечена 12 мая, а через 4 дня – 16 мая – зафиксирована фаза Л 1 (появление первых листьев). Осенью этот клён долго держит зелёный лист. В условиях климата прошлых лет окончание вегетации

у него часто было вынужденным, прерываемым заморозками. В климатических условиях начала XXI столетия он долго сохраняет расцвеченные листья в осенней окраске и украшает парк, когда другие деревья уже без листвы, что является огромным достоинством и преимуществом этого вида в условиях потепления климата. Все последние годы обмерзаний не отмечалось (зимостойкость 1), очень редко наблюдалось единичное повреждение почек (отмечено в 2015 г.). Листья сохраняются чистыми на протяжении вегетационного сезона, не повреждаются вредителями и мучнистой росой.

В условиях таких значительных изменений климата в дендрофлоре Санкт-Петербурга можно отметить три группы видов: которые улучшили свои адаптационные возможности, которые остались без изменений и ухудшившие своё состояние. Клен серый относится к видам, который повысил свои интродукционные возможности: стал более зимостойким и достиг репродуктивной фазы своего развития. Данный древесный вид вполне достоин внимания садоводов, озеленителей, ландшафтных архитекторов. Благодаря своей уникальной коре, он декоративен весь год, даже в безлистном состоянии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клен серый – оригинальное дерево небольших размеров, устойчивое к болезням и вредителям, пригодно для альпийских горок, крупных рокариев и небольших садов. Известен в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге с 1949 г., в современной коллекции – с 1999 г. Первое цветение отмечено в 2015 г., первое плодоношение – в 2019 г. в возрасте 21 года. В условиях современного климата вид вполне зимостойкий. В климатических условиях начала XXI столетия деревья длительное время сохраняют листья в осенней окраске, украшают парк, когда другие деревья уже без листвы, что является значительным преимуществом этого дерева в условиях потепления климата перед другими видами деревьев. Клен серый – один из самых уникальных и декоративных среди кленов и перспективен для разведения и озеленения Санкт-Петербурга. В декоративном отношении выделяется в течение всего календарного года благодаря особой яркой коре, которой нет у представителей других видов в дендрофлоре Санкт-Петербурга, а также заметно привлекателен в яркой оранжево-желтой осенней окраске

листьев. Рентгеноскопическим анализом установлено, что семена урожая 2024 г. на 50 % полноценные, выполненные. Следовательно, можно надеяться на получение потомства от семян собственной репродукции.

Работа выполнена по теме «История создания, состояние, потенциал развития живых коллекций растений Ботанического сада Петра Великого БИН РАН». Регистрационный номер 124020100075-2. Исследование финансировалось за счет средств бюджета БИН РАН. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным исследованием получено не было.

Авторы выражают благодарность доктору технических наук, профессору А. Ю. Грязнову и кандидату технических наук Н. Е. Староверovu (Санкт-Петербургский электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова) за помощь и консультации при проведении рентгеноскопического анализа, а также признательны рецензентам за сделанные замечания по улучшению изложения материала статьи. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксёнова Н. А. Клёны. М.: Изд-во МГУ, 1975. 96 с.
- Аксенова Н. А., Фролова Л. А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения. М.: Изд-во МГУ, 1989. 160 с.
- Букиштынов А. Д. Клён. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 86 с.
- Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А. Интродукция клёнов на Северо-Западе РСФСР. Л.: ЛЛТА, 1983. 203 с.
- Встовская Т. Н. Декоративные формы местных и экзотических видов клёна, перспективных для первичного испытания в Сибири // Раст. мир Азиат. России. 2010. № 1 (5). С. 101–111.
- Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е., Баталов К. С., Ткаченко К. Г. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества семян // Плодоводство и виноградарство юга России. 2017. Т. 48. № 6. С. 46–55.
- Замятнин Б. Н. Сем. 51. Клёновые – Aceraceae Lindl. // Деревья и кустарники СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 4. С. 405–499.
- Климат Ленинграда / под ред. канд. геогр. наук Ц. А. Швер, канд. геогр. наук Е. В. Алтыкиса и Л. С. Евтеевой. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 252 с.
- Климат Санкт-Петербурга и его изменения / В. П. Мелешко, А. В. Мещерская, Е. И. Хлебникова (ред.). СПб.: Гл. геофиз. observ. им. А. И. Воейкова, 2010. 256 с.
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2012. 706 с.

- Косоуров Ю. Ф. Мелиоративно-хозяйственное освоение эродированных овражно-балочных и крутосклонных земель в Башкирии. Уфа, 1996. 168 с.
- Костелова Г. С. Интродуцированные виды рода *Acer* L. в Ботаническом саду АН УзССР г. Ташкента // Дендрология Узбекистана. Ташкент: Фан, 1973. Т. 5. С. 3–157.
- Никольский М. А., Ткаченко К. Г., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е., Холопова Е. Д., Клонов В. А. Рентгеновский сепаратор семян на основе метода съёмки с прямым увеличением изображения // Усп. совр. естествозн. 2017. № 10. С. 41–47.
- Озолин Г. П., Каргов В. А., Лысова Н. В., Савельева Л. С. Деревья и кустарники для защитного лесоразведения. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 152 с.
- Плотникова Л. С. Деревья и кустарники рядом с нами. М.: Наука, 1994. 175 с.
- Растения открытого грунта Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова / К. Г. Ткаченко и др. СПб.: Росток, 2002. 256 с.
- Рязанова Н. А., Путенихин В. П. Перспективные клёны-интродуценты и возможности их практического использования в Башкирском Предуралье // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2013. Т. 15. № 3–4. С. 1421–1423.
- Связева О. А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб.: Росток, 2005. 384 с.
- Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю., Жамова К. К., Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества плодов и семян – репродуктивных диаспор // Биотехносфера. 2015. № 6 (42). С. 16–19.
- Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Рентгенографическое изучение качества плодов и семян // Hortus bot. 2018. Т. 13. С. 4–19.
- Холявко В. С. Лесные быстрорастущие экзоты. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 224 с.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Клёны Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. СПб.: БИН РАН, 2013. 28 с.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Древесные растения и климат Санкт-Петербурга в XX веке // Всеобщ. ист. 2021а. № 1. С. 42–51.
- Фирсов Г. А., Волчанская А. В. Древесные растения в условиях климатических изменений в Санкт-Петербурге. М.: Маска, 2021б. 128 с.
- Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Волчанская А. В., Фадеева И. В. Влияние короткопериодных колебаний климата на репродуктивные способности древесных растений в Санкт-Петербурге // Сиб. лесн. журн. 2024. № 2. С. 84–102.
- Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Трофимова А. С. Клёны (*Acer* L.) Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук // Полев. журн. биол. 2021. Т. 3. № 4. С. 357–369.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В. Критические зимы в Санкт-Петербурге и их влияние на интродуцированную и местную дендрофлору // Изв. СПбЛТА. 2009. Вып. 188. С. 100–110.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В. Влияние биоклиматической цикличности на древесные растения в Санкт-Петербурге // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11. Ест. науки. 2014. № 2 (8). С. 18–26.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Волчанская А. В. Влияние метеорологической аномалии зимы 2006/07 года на древесные растения в Санкт-Петербурге // Лесн. вестн. 2008. № 6. С. 22–27.
- Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Волчанская А. В. Фенологическое состояние древесных растений в садах и парках Санкт-Петербурга в связи с изменениями климата // Бот. журн. 2010. Т. 95. № 1. С. 23–37.
- Chernyavskaya I., Ednich E., Belous O. Comparative assessment of the aquatic status of the species *Acer* in an urban environment // BIO Web Conf. 2024. V. 126. Article 01039.
- Gelderen D. M. van, Jong P. C. de, Oterdoom H. J. Maples of the world. Portland, OR: Timber Press, 1994. 458 p.
- Grimshaw J., Bayton R. New trees: Recent introductions to cultivation. London, UK: Royal Bot. Gardens, Kew, 2009. 976 p.
- Janowiak J. J., Manbeck H. B., Hernandez R., Moody R. C. Red maple lumber resources for glued-laminated timber beams // For. Prod. J. 1997. V. 47. N. 4. P. 55–64.
- Maynard B., Bassuk N. Rooting softwood cuttings of *Acer griseum*: Promotion by stockplant etiolation, inhibition by catechol // HortSci. 1990. V. 25. Iss. 2. P. 200–202.
- Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. 2nd ed. N. Y.: MacMillan Comp., 1949. 996 p.
- Roh M. S., Lee A., Suh J., Joung Y., Choi I.-Y., Lee N., Park J., Koshioka M., Yeau S., Slovin J. Evaluation, characterization, and identification of woody landscape plants // Acta Hort. 2008. V. 769. P. 327–338.
- Tkachenko K., Firsov G., Volchanskaya A. Climate warming and changes in the reproductive capacity of woody plants // Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East (AFE-2021). Lecture notes in networks and systems (LNNS) / A. Muratov, S. Ignateva (Eds.). 2022. V. 353. P. 573–580.
- The Plant List, 2024. <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Sapindaceae/Acer/>
- Uzcategui M. G. C., Seale R. D., Nistal F., Franca F. J. N. Physical and mechanical properties of hard maple (*Acer saccharum*) and yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*) // For. Prod. J. 2020. V. 70. Iss. 3. P. 326–334.
- World Flora Online, 2024. <http://www.worldfloraonline.org/>

PAPERBARK MAPLE (*Acer griseum* (Franch.) Pax, Sapindaceae) IN SAINT PETERSBURG

G. A. Firsov, A. V. Volchanskaya, K. G. Tkachenko

Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences
Professor Popov str., 2, St. Petersburg, 197022 Russian Federation

E-mail: gennady_firsov@mail.ru, sandalet@mail.ru, ktkachenko@binran.ru

Paperbark maple (*Acer griseum* (Franch.) Pax, Sapindaceae), a plant of central China, is known in the documents of the Peter the Great Botanical Garden of the Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, in St. Petersburg, since 1949, in the modern collection of the Arboretum there are individuals that have been growing since 1999. At the age of 26, the tree reaches 4.85 m in height, with a trunk diameter of 8 cm, forming a crown of 2.9×3.8 m. The first flowering was noted in 2015. The first fruiting was noted in 2019, when the plants were already 21 years old. In the conditions of the modern climate of the North-West of Russia, the species is quite winter-hardy. An original ornamental tree, attracts attention primarily with its bright color of the bark throughout the year, as well as the autumn color of the leaves. This species is resistant to diseases and pests. In nature, the species is rare and has an important conservation value. And it is important to preserve it both *in situ* and *ex situ*. It is suitable for city parks, squares and small gardens, as well as for rockeries and rock gardens. In terms of decoration, it stands out throughout the calendar year due to its bright special bark, which no other maple has, and is also noticeably attractive in the bright orange-yellow autumn color of the leaves. However, until now, breeding has been limited by the lack of a local seed base and the unstudied quality of the seeds. Thanks to the X-ray analysis of seeds of different years of ripening, it was shown that all the first seeds (harvest 2020) were empty. The seeds of the 2024 harvest are already almost 50 % complete, there is a high hope of getting the first offspring of its own reproduction.

Keywords: *plant introduction, phenology, growth and development rhythms, decorative woody plants, urban landscaping, seed quality, X-ray analysis of the seeds, Peter the Great Botanical Garden.*

How to cite: Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G. Paperbark maple (*Acer griseum* (Franch.) Pax, Sapindaceae) in Saint Petersburg // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 86–95 (in Russian with English abstract and references).

УДК 630.624+639.111.16(470.22+480)

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОСЯ В ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

Ю. П. Курхинен^{1,2}, Д. В. Панченко³, В. А. Карпин¹

¹ Институт леса Карельского научного центра РАН
185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

² Университет Хельсинки, факультет сельского и лесного хозяйства
Финляндия, 00014, Хельсинки, ул. Агнес Шёбергс кату, 2

³ Институт биологии Карельского научного центра РАН
185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

E-mail: kurhinenj@gmail.com, danja@inbox.ru, landscapeexplorer@gmail.com

Поступила в редакцию 27.08.2023 г.

Принята к публикации 11.04.2025 г.

Проанализировано влияние лесопользования (прежде всего промышленных рубок леса) на структуру местообитаний и распределение лося (*Alces alces* (Linnaeus)) в таежных ландшафтах Восточной Фенноскандии (Восточная Финляндия и Республика Карелия) при использовании материалов массовых учетов численности (зимний маршрутный учет) и данных инвентаризации лесов. Более высокие показатели численности отмечены в интенсивно используемых лесной промышленностью ландшафтах западной части исследованного региона. Отмечена позитивная связь показателя учета с представленностью лиственных и смешанных молодняков ($R = 0.30\text{--}0.45$; $p < 0.05$) и стабильно отрицательная – с долей площади болот ($R = -0.78$; $p < 0.01$). Выявлены существенные различия в закономерностях распределения лося в разных частях исследованного региона. Рассмотрена зависимость моделирования территориального распределения лося от структуры местообитаний: пошаговый множественный регрессионный анализ влияния природных и антропогенных факторов. При расчетах использовано 17 независимых переменных, характеризующих структуру лесной растительности, а в качестве зависимой переменной – индекс зимнего маршрутного учета лося. В статистических моделях множественной регрессии результативными регрессорами были доля спелых лесов, представленность открытых болот, доля сельхозугодий, доля вторичных средневозрастных лесов и доля вырубок. Антропогенная трансформация лесных ландшафтов в целом позитивно сказывается на численности и распределении популяции лося, особенно на первых этапах лесопромышленного освоения массивов тайги. При этом существенное влияние (неоднозначное в приграничных регионах двух стран) оказывают не только лесопользование, но и другие формы антропогенного воздействия.

Ключевые слова: *Alces alces*, численность, территориальное распределение, структура лесов, лесное хозяйство.

DOI: 10.15372/SJFS20250310

ВВЕДЕНИЕ

К числу наиболее мощных факторов, воздействующих на таежные экосистемы Северной Европы, относятся рубки главного пользования. О позитивном влиянии на численность лося (*Alces alces* (Linnaeus)) изменений структуры лесного покрова крупных территорий (омоложения лесов), например в Скандинавии и на Северо-Западе России, упоминалось сравнительно часто. Эти материалы обобщены в ряде

сводок по экологии лося (Тимофеева, 1974; Филонов, 1983; и др.). Часто внимание исследователей привлекала проблема повреждения лесом молодняков, в том числе на территории Республики Карелия (Никифоров, Гибет, 1959, Анненков, Данилов, 1972, Курхинен, 1987а, б; Смирнов, 1989, 1994; Марковский, 1995). Однако во многих случаях исследователи только констатируют, на первый взгляд, очевидную связь между изменением структуры (омоложением) лесов и происходившим одновременно

во второй половине XX в. значительным ростом численности лося. Подбор конкретных материалов для статистических расчетов прямых взаимосвязей (особенно в историческом плане) не всегда возможен, хотя результативные попытки таких расчетов для центра Европейской России имеют место (Юргенсон, 1973; Сорокина, 1977; Ломанов, 1987, 1995). Тем не менее проблема влияния структуры растительности, как естественной, так и трансформированной человеком на территориальное распределение лося остается недостаточно изученной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в Восточной Финноскандии (Восточная Финляндия и Республика Карелия), общая площадь района исследований составляла около 300 000 км². Материалом для работы послужили базы многолетних данных по численности лося и материалы инвентаризации лесов. Использовали официальные данные, публикуемые уполномоченными органами власти. Численность и территориальное распределение лося в Восточной Финляндии оценивали с помощью «Триангуляционной схемы учета охотничьих животных» (Lindén et al., 1996), фактически идентичной зимнему маршрутному учету (ЗМУ) (Приклонский, 1973), который применяют в России (в том числе и в Республике Карелия). В основе обоих вариантов метода ЗМУ – подсчет пересечений следов охотничьих животных за сутки с перерасчетом индекса ЗМУ (число пересечений следов за сутки на 10 км маршрута). Район исследований разделили на квадраты 50 × 50 км, всего более 100 квадратов 50 × 50 км (Kurhinen et al., 2009). Рассчитаны доли (в процентах) площади лесов, болот, озер и т. д. от общей площади каждого квадрата. При расчетах зависимостей использована следующая классификация лесов по возрасту и по породному составу: старовозрастные (старше 100 лет, иногда с подразделением на леса старше 120 лет), средневозрастные (40–100 лет), молодняки 20–40 и 0–20 лет, с подразделением на сосновые, еловые и лиственные леса. Таким образом, при расчетах использовано 17 независимых переменных, характеризующих структуру лесной растительности, и в качестве зависимой переменной – индекс ЗМУ лося, рассчитанный как среднее число пересечений следов за сутки в квадрате в среднем не менее чем за 5 лет исследований. Анализ истории, масштабов и динамики осво-

ения лесов в регионе позволяет предположить, что лесозаготовки в Восточной Финноскандии являются доминирующим фактором, определяющим современное состояние среды обитания таежных животных. Нами проанализированы статистические данные о рубках леса в Финляндии и Карелии в XX в. Для сравнения использован показатель, названный нами «интенсивность лесозаготовительной нагрузки» на экосистемы. Этот индекс рассчитывают как среднегодовой объем древесины, изымаемой с каждой 100 га лесной площади (Курхинен и др., 2006). Использованы статистические модели (ANOVA) с программами Excell и SYSTAT.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

История лесопользования в приграничных регионах России и Финляндии

Динамика индекса «интенсивности лесозаготовительной нагрузки» в Финляндии и российской Карелии оказалась сходной, несмотря на некоторые эксплуатационные и экономические различия (рис. 1). При этом, коэффициент корреляции индекса «интенсивности лесозаготовительной нагрузки» по обеим сторонам границы для второй половины XX в. составил +0.54, $p < 0.001$). Однако «интенсивность лесозаготовительной нагрузки» в Карелии за тот же период составил в среднем лишь около 60 % от такового в Финляндии (144 против 235 м³/100 га). Кроме того, стратегии лесозаготовок и лесопользования были разными и по-разному влияли на среду обитания и популяции диких животных, о чем мы сообщали ранее (Lindén et al., 2000; Курхинен и др., 2006). Все это серьезным образом сказалось на *структуре местообитаний лося в приграничных регионах России и Финляндии*.

Более того, если рассуждать о возможной причине значительного, по-своему уникального роста численности лося к середине 1970-х годов (рис. 2), то это время как раз соответствует периоду, наступающему через 10–15 лет после «пика» лесозаготовки в регионе (рис. 1) и соответственно – периоду наиболее значительной доли молодняков в южной части Карелии (средняя тайга, 1970–1980 гг., рис. 3).

Поскольку «пик» антропогенного воздействия на леса относится к середине 1960-х годов (см. рис. 1), то вполне очевидно, что наиболее

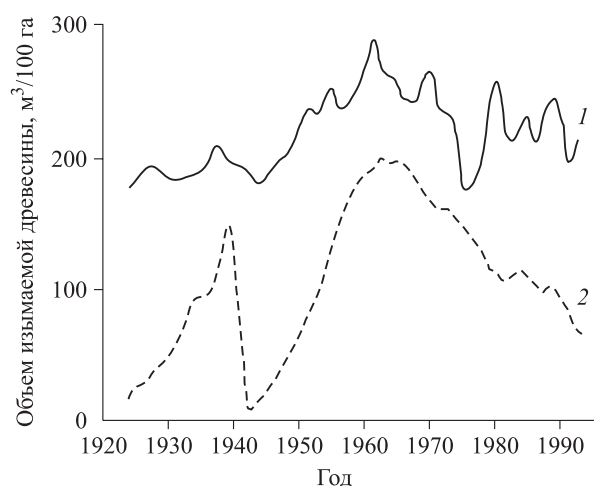


Рис. 1. Лесозаготовительные нагрузки на экосистемы в Финляндии (1) и Республике Карелия (2).

сильные изменения в возрастной структуре лесов Карелии произошли именно в этот период или сразу после него, причем в первую очередь — в средней, а не в северной тайге (освоение лесов шло с юга) (см. рис. 3).

Таким образом, можно предполагать, что структурные изменения лесного покрова региона в середине XX в. вполне могли быть *одним из факторов* относительно высокой численности лося в 1970-х годах.

В результате существенных различий в формах, интенсивности и технологии лесопользования, в Финляндии и на Северо-Западе России сформировались *разные по структуре местообитания лося* (табл. 1).

Наибольшие различия между восточной и западной частями исследованного региона проявляются при сравнении предлагаемых нами комплексных (суммарных) показателей структуры таежных ландшафтов. В Восточной Финляндии суммарная доля спелых лесов, болот и неудобий (в финской терминологии «*kitumaa*») вместе взятых (так называемые «*ненарушенные*» территории) в 3 раза уступает антропогенно измененным территориям (вырубки, дороги и т. п.). В Карелии это соотношение близко к соотношению 1 : 1.

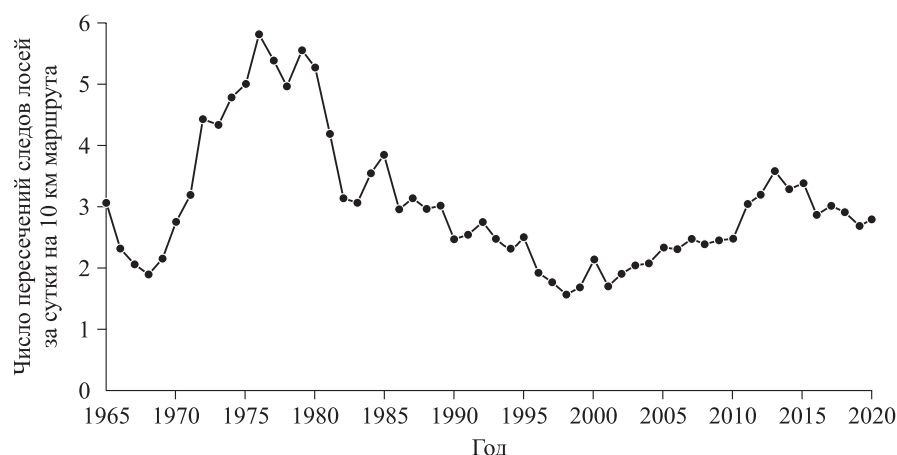


Рис. 2. Численность лося в Карелии.

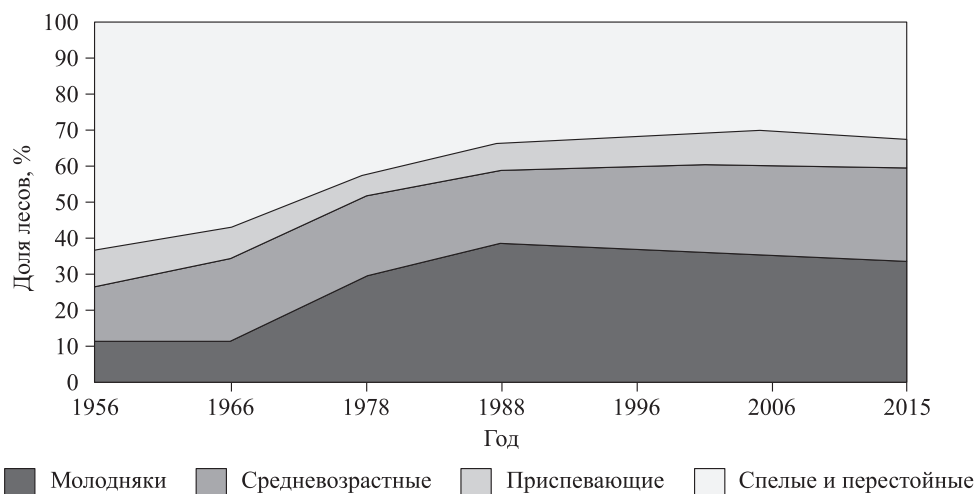


Рис. 3. Возрастная структура лесов Республики Карелия.

Таблица 1. Структура местообитаний охотничьих животных (% от общей площади) в приграничных регионах России и Финляндии

Показатель	Весь регион	Восточная Финляндия	Республика Карелия
1. Лесная площадь:	64.1 ± 1.18	64.7 ± 1.18	63.6 ± 1.85
леса старше 100 лет*	16.2 ± 0.93	11.8 ± 1.03	19.4 ± 1.30
леса 40–100 лет*	24.4 ± 1.30	29.5 ± 0.90	20.8 ± 2.04
молодняки	20.9 ± 0.70	22.3 ± 0.71	19.9 ± 1.08
вырубки*	2.5 ± 0.17	1.1 ± 0.08	3.5 ± 0.22
2. Неосушенные болота*	14.8 ± 1.30	4.3 ± 0.63	22.4 ± 1.70
3. Внутренние воды*	13.4 ± 0.89	16.3 ± 1.43	11.3 ± 1.07
4. Сельскохозяйственные угодья*	2.4 ± 0.33	5.1 ± 0.57	0.2 ± 0.05
5. Дороги*	0.6 ± 0.05	0.9 ± 0.09	0.3 ± 0.03
6. Застроенные земли*	1.1 ± 0.14	1.7 ± 0.24	0.7 ± 0.13
В целом территории:			
ненарушенные*	34.0 ± 1.74	22.1 ± 2.18	42.6 ± 2.03
антропогенно измененные	51.9 ± 1.63	61.0 ± 1.65	45.4 ± 2.26

* Различия между сопредельными регионами статистически достоверны.

Специфика территориального распределения лося в условиях неравномерного воздействия лесопользования

Установлено, что индекс ЗМУ лося сильно связан с представленностью лиственных и елово-лиственных молодняков (табл. 2).

Несколько неожиданно выглядит отсутствие связи с сосновыми молодняками 21–40 лет (в Карелии – минус 0.24), что все же объяснимо тем, что во втором классе возраста они уже «выходят из-под морды» лося. В целом индекс ЗМУ лося стабильно выше на территориях с высокой представленностью средневозрастных вторичных насаждений, причем последний показатель

Таблица 2. Взаимосвязь между структурой местообитаний и показателем ЗМУ лося в Восточной Финноскандии

Показатель	Весь регион (n = 107)	Финляндия (n = 46)	Карелия (n = 61)
I. Лесная площадь	<u>0.30</u>	–0.05	<u>0.51</u>
II. Лесопокрываемая площадь, в т. ч.:	<u>0.36</u>	–0.06	<u>0.51</u>
1. Спелые хвойные леса	– <u>0.41</u>	– <u>0.48</u>	–0.16
2. Средневозрастные леса	<u>0.56</u>	<u>0.29</u>	<u>0.59</u>
3. Молодняки в целом, в т. ч.:	0.12	0.13	0.03
4 – сосновые 1–20 лет	–0.10	–0.10	–0.18
5 – сосновые 21–40 лет	–0.03	–0.06	–0.24
6 – еловые 1–20 лет	0.43	<u>0.31</u>	<u>0.39</u>
7 – еловые 21–40 лет	<u>0.38</u>	<u>0.45</u>	<u>0.32</u>
8 – лиственные 1–10 лет	<u>0.23</u>	0.03	<u>0.35</u>
9 – лиственные 11–20 лет	<u>0.47</u>	0.13	<u>0.39</u>
III. Необлесенные вырубки	– <u>0.34</u>	–0.01	–0.03
IV. Болота	– <u>0.57</u>	– <u>0.27</u>	– <u>0.60</u>
V. Воды	0.11	0.15	–0.11
VI. Сельскохозяйственные угодья	<u>0.50</u>	<u>0.25</u>	0.24
VII. Застроенные земли	<u>0.50</u>	0.19	<u>0.40</u>
VIII. Дороги	<u>0.44</u>	0.18	<u>0.25</u>

Примечание. I–VIII – категории земель; 1–9 – структура лесного покрова; подчеркнуты – коэффициенты корреляции Спирмена (достоверные); n – число квадратов в регионе.

обычно выше на территориях, длительное время эксплуатируемых лесной промышленностью.

Чтобы выявить наиболее значимые, слабо коррелирующие между собой факторы, влияющие на распределение лося, проведен множественный пошаговый регрессионный анализ, причем не только для всего региона, но и для двух его крупнейших частей.

Результативные модели имеют следующий вид:

$$\text{весь регион: } y = 5.0 - 0.07 \times X_1 - 0.06 \times X_2,$$

где X_1 – доля спелых лесов; X_2 – представленность открытых болот; $R_{\text{мн.}} = 0.53$; коэффициент детерминации 28 %, $p < 0.001$;

Восточная Финляндия:

$$y = 9.1 - 0.29 \times X_1 - 0.30 \times X_3,$$

где X_1 – доля спелых лесов, X_3 – доля сельхозугодий; $R_{\text{мн.}} = 0.50$; коэффициент детерминации 25 %, $p < 0.01$;

Республика Карелия:

$$y = 0.69 + 0.05 \times X_4 + 0.16 \times X_5,$$

где X_4 – доля вторичных средневозрастных лесов; X_5 – доля вырубок; $R_{\text{мн.}} = 0.55$; коэффициент детерминации 30 %, $p < 0.001$.

В этих уравнениях почти все результативные регрессоры – разные. При этом в относительно плотно населенной лосем Финляндии они несут негативный («ограничивающий») знак. Создается впечатление об, условно говоря, «насыщенности» данной территории лосем, причем и типично «антропогенные» (доля сельхозугодий), и факторы «ненарушенности» (представленность лесов старше 100 лет) несут одинаково отрицательный знак (ограничивающее численность влияние). В Республике Карелия, где численность лося значительно ниже (есть «резерв» роста плотности), оба регрессора несут позитивный знак, и они совершенно иные, чем в Финляндии.

Приведенные результаты частично объясняют наличие серьезных различий в численности лося между пограничными территориями Финляндии и России: средний индекс ЗМУ лося в Восточной Финляндии оказался почти в 2 раза выше, чем в Карелии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, антропогенная трансформация лесных ландшафтов в целом позитивно сказывается на численности популяции лося,

особенно на первых этапах лесопромышленного освоения массивов тайги. При этом существенное влияние оказывают не только лесопользование, но и другие формы антропогенного воздействия (сельскохозяйственное освоение территории, мелиорация и хозяйственное освоение болот и т. п.). К числу факторов, позитивно влияющих на распределение лося в пределах Восточной Фенноскандии, относятся представленность вторичных лесов, вырубок, сельхозугодий, негативно – распределение открытых (неосушенных) болот, спелых и перестойных хвойных лесов. При этом неучтенными факторами, способными существенно влиять на численность лося, остаются пресс легальной и нелегальной охоты, влияние хищников и возможно – климатических факторов. Вполне очевидно, что именно на них приходится около 70 % «неучтенного» в наших моделях влияния (коэффициент детерминации 25–30 %).

Финансовое обеспечение исследований осуществлено из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Карельского научного центра РАН, Института леса и Института биологии, FMEN-2022-0003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анненков В. Г., Данилов П. И. Некоторые материалы по питанию и лесохозяйственному значению лося в Карелии // Научная конференция биологов Карелии, посвященная 50-летию образования СССР: Тез. докл. Петрозаводск, 1972. С. 179–180.
- Курхинен Ю. П. Воздействие интенсивной лесозексплуатации на териокомплексы биогеоценозов европейской средней тайги // Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных: Тез. Всес. совещ. М., 1987а. С. 61–65.
- Курхинен Ю. П. Воздействие сплошных концентрированных рубок на кормовые ресурсы и численность растительноядных млекопитающих Карелии // Влияние хозяйственного освоения лесных территорий Европейского Севера на население животных: Сб. ст. М.: Наука, 1987б. С. 18–31.
- Курхинен Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В. Млекопитающие Восточной Фенноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 205 с.
- Ломанов И. К. Факторы, влияющие на распределение населения лося в Центральном экономическом районе // Биологические основы охраны и воспроизводства охотничьих ресурсов: Сб. науч. тр. М.: ЦНИЛ Глав-охоты РСФСР, 1987. С. 54–57.
- Ломанов И. К. Закономерности динамики численности и размещения населения лося в Европейской части России. М.: Изд-во ЦНИЛ Охотдепарт. МСХиП РФ, 1995. 60 с.

- Марковский В. А. Копытные Карелии (современное состояние популяций): автореф. дис. ... канд. биол. наук (в виде научного доклада): 03.00.08. Петрозаводск: Ин-т биол. Карел. НЦ РАН, 1995. 32 с.
- Никифоров Л. П., Гибет Л. А. Воздействие лося на возобновление сосны в Карелии // Роль диких копытных животных в лесном хозяйстве: Сообщ. Ин-та леса АН СССР. Вып. 13. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 58–62.
- Приклонский С. Г. Зимний маршрутный учет охотничьих животных // Методы учета охотничьих животных в лесной зоне. Рязань: Моск. раб., Рязан. отд-ние, 1973. С. 35–62. (Тр. Окского гос. заповед.; Вып. 9).
- Смирнов К. А. Формирование южно-таежных фитоценозов при высокой плотности популяции лося // Лесоведение. 1989. № 3. С. 37–45.
- Смирнов К. А. Воздействие лося на динамику лесных фитоценозов // Лесоведение. 1994. № 1. С. 22–31.
- Сорокина Л. И. Учет копытных // Охота и охотн. хоз-во. 1977. № 12. С. 35.
- Тимофеева Е. К. Лось (экология, распространение, хозяйственное значение). Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. 168 с.
- Филонов Л. П. Лось. М: Лесн. пром-сть, 1983. 248 с.
- Юргенсон П. Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 172 с.
- Kurhinen Yu., Danilov P., Gromtsev A., Helle P., Lindén H. Patterns of black grouse *Tetrao tetrix* distribution in northwestern Russia at the turn of the millennium // Folia Zool. 2009. V. 58. N. 2. P. 168–172.
- Lindén H., Helle E., Helle P., Wikman M. Wildlife triangle scheme in Finland: Methods and aims for monitoring wildlife populations // Fin. Game Res. 1996. V. 49. P. 4–11.
- Lindén H., Danilov P., Gromtsev A., Helle P., Ivanter E., Kurhinen J. Large-scale corridors to connect the taiga fauna to Fennoscandia // Wildlife Biol. 2000. N. 6. P. 179–188.

THE IMPACT OF FOREST MANAGEMENT ON MOOSE ABUNDANCE AND DISTRIBUTION IN EASTERN FENNOSCANDIA

Yu. P. Kurhinen^{1, 2}, D. V. Panchenko³, V. A. Karpin¹

¹ Institute of Forest, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences
Pushkinskaya str., 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910 Russian Federation

² University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry
Agnes Sjöbergin katu, 2, Helsinki, 00014 Finland

³ Institute of Biology, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences
Pushkinskaya str., 11, Petrozavodsk, Republic of Karelia, 185910 Russian Federation

E-mail: kurhinenj@gmail.com, danja@inbox.ru, landscapeexplorer@gmail.com

The article analyzes the impact of forest management (primarily industrial logging) on the habitat structure and territorial distribution of the moose (*Alces alces* (Linnaeus)) in the taiga landscapes of Eastern Fennoscandia (Eastern Finland and the Republic of Karelia). Materials of population counts (Winter Track Account) and forest inventory data were used. Higher population values are noted in the landscapes of the western part of the studied region that are intensively used by the forestry industry. A positive relationship is noted between the Winter Track Account index and the representation of deciduous and mixed young stands ($R = 0.30\text{--}0.45$) and a consistently negative relationship with the proportion of bog area ($R = -0.78$; $p < 0.01$). There are significant differences in the patterns of moose distribution in different parts of the studied region. The results of modeling the territorial distribution of moose depending on the habitat structure are considered: step-by-step multiple regression analysis of the influence of natural and anthropogenic factors. The calculations used 17 independent variables characterizing the structure of forest vegetation, and the index of Winter Track Account of moose as a dependent variable. In statistical models of multiple regression, the effective regressors are the proportion of mature forests, the representation of open bogs, the proportion of agricultural lands, the proportion of secondary middle-aged forests and the proportion of clear-cuts. Anthropogenic transformation of forest landscapes generally has a positive effect on the number and distribution of the moose population, especially in the early stages of forest industry development of taiga forest. At the same time, not only forest management, but also other forms of anthropogenic impact have a significant impact (ambiguous in the border regions of the two countries).

Keywords: *Alces alces*, numbers, territorial distribution, forest structure, forestry.

How to cite: Kurhinen Yu. P., Panchenko D. V., Karpin V. A. The impact of forest management on moose abundance and distribution in Eastern Fennoscandia // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 3. P. 96–101 (in Russian with English abstract and references).

CONTENTS

RESEARCH ARTICLES

<i>O. E. Kryuchkova, D. Yu. Pavlova, E. F. Tropina</i> New and Rare Species of Basidiomycetes of the National Park «Krasnoyarsk Stolby». Part 1: Aphyllophoroid (Order Aphyllophorales s. l.) and Agaricoid (Orders Russulales, Boletales) Fungi	3
<i>O. E. Kryuchkova, D. Yu. Pavlova, E. F. Tropina</i> New and Rare Species of Basidiomycetes of the National Park «Krasnoyarsk Stolby». Part 2: Order Agaricales	15
<i>I. G. Gette, N. V. Pakharkova, N. E. Korotaeva</i> Accumulation of Dehydrins in Siberian Stone Pine Needles in the Conditions of the High-Altitude Zone of the Western Sayan	28
<i>P. N. Shulpina, O. P. Bazhenova</i> Features of Carbon Sequestration in Birch Tree Stands of the Southern Forest-Steppe of Omsk Oblast	37
<i>A. L. Grebenyuk, A. G. Matveeva</i> Age Structure and Composition of High Productive Pine Forests in Pribaykalie	45
<i>G. N. Gordeeva</i> Introduction of <i>Prunus</i> Hill Species in the Dry Steppe Zone of Khakassia	56
<i>M. V. Nosova, V. P. Seredina, S. A. Stovbunik</i> Transformation Changes in the Properties of Technogenic-Saline Soils under Conditions of Humid Soil Formation in the Middle Taiga Subzone of Western Siberia	64
<i>D. V. Tatarnikov</i> Regularities of Forest Formation Process in Southern Taiga Birch Forests	75
<i>G. A. Firsov, A. V. Volchanskaya, K. G. Tkachenko</i> Paperbar maple (<i>Acer griseum</i> (Franch.) Pax (Sapindaceae)) in Saint Petersburg	86
<i>Yu. P. Kurhinen, D. V. Panchenko, V. A. Karpin</i> The Impact of Forest Management on Moose Abundance and Distribution in Eastern Fennoscandia	96

* JUBILEE

Vladimir Nikolaevich Sedich (to 90th Birthday)

* Article is published in online edition.

СОДЕРЖАНИЕ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ СТАТЬИ

<i>О. Е. Крючкова, Д. Ю. Павлова, Е. Ф. Тропина</i> Новые и редкие виды базидиомицетов национального парка «Красноярские Столбы». Часть 1: Афиллофороидные (порядок Aphyllophorales s. l.) и агариикоидные (порядки Russulales, Boletales) грибы	3
<i>О. Е. Крючкова, Д. Ю. Павлова, Е. Ф. Тропина</i> Новые и редкие виды базидиомицетов национального парка «Красноярские Столбы». Часть 2: Порядок Agaricales	15
<i>И. Г. Гетте, Н. В. Пахарькова, Н. Е. Коротаева</i> Накопление дегидринов в хвое сосны сибирской в условиях высотной поясности Западного Саяна	28
<i>П. Н. Шульгина, О. П. Баженова</i> Особенности депонирования углерода в березовых древостоях южной лесостепи Омской области	37
<i>А. Л. Гребенюк, А. Г. Матвеева</i> Возрастная структура и состав высокобонитетных сосновых лесов Прибайкалья	45
<i>Г. Н. Гордеева</i> Интродукция видов <i>Prunus Hill.</i> в сухостепной зоне Хакасии	56
<i>М. В. Носова, В. П. Середина, С. А. Стовбунник</i> Трансформационные изменения свойств техногенно засоленных почв в условиях гумидного почвообразования в среднетаежной подзоне Западной Сибири	64
<i>Д. В. Татарников</i> Закономерности лесообразовательного процесса в южно-таежных березняках	75
<i>Г. А. Фирсов, А. В. Волчанская, К. Г. Ткаченко</i> Клён серый (<i>Acer griseum</i> (Franch.) Pax, Sapindaceae) в Санкт-Петербурге	86
<i>Ю. П. Курхинен, Д. В. Панченко, В. А. Карпин</i> Влияние лесопользования на численность и распределение лося в Восточной Финляндии	96

* ЮБИЛЕЙ

Владимир Николаевич Седых (к 90-летию со дня рождения)

* Статья публикуется в сетевом издании.