



ISSN 2414-4738

Научный журнал

Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского

ЭКОСИСТЕМЫ



Флора и фауна
Биоценология
Биология и экология
видов
Охрана природы

2020 ◦ 24

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО

ЭКОСИСТЕМЫ

2020

Выпуск 24

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. I. VERNADSKY CRIMEAN FEDERAL UNIVERSITY

EKOSISTEMY

2020

ISSUE 24

SCIENTIFIC JOURNAL • FOUNDED IN 1979 • PUBLISHED 4 TIMES PER YEAR • SIMFEROPOL

ISSN 2414-4738

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС77-61820 от 18 мая 2015 г. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Учредитель – ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

Печатается по решению Научно-технического совета Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, протокол № ____ от _____

Журнал включен в перечень ВАК по специальностям и соответствующим им отраслям науки: 03.02.01 – Ботаника (биологические науки) и 03.02.08 – Экология (по отраслям) (биологические науки)

Адрес редакции: Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, кафедра ботаники и физиологии растений и биотехнологии, пр. Академика Вернадского, 4, Симферополь, 295007
E-mail: ekotmu@list.ru

Полнотекстовые версии статей последних выпусков журнала в формате PDF и правила для авторов размещены на официальном сайте журнала по адресу: <http://ekosystems.cfuv.ru/>

Оригинал-макет: С. В. Леонов.

На обложке: Вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus*). Государственный природный ландшафтный заказник регионального значения «Байдарский». Байдарская долина, Крым. Фото С. Свирина.

Подписано в печать _____. Формат 60×84/8. Усл. п. л. _____. Печать цифровая. Тираж 50 экз. Бесплатно

Заказ № _____. Дата выхода в свет _____

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности
ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского»
295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

Главный редактор

Иванов С. П., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Заместитель главного редактора

Котов С. Ф., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Технический редактор

Леонов С. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Редактор текстов на английском и немецком языках

Шестакова Е. С., к. п. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ответственный секретарь

Петришина Н. Н., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Контент-менеджер сайта

Николенко В. В., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Члены редакционной коллегии

Багрикова Н. А., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Бескаравайный М. М., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Будашкин Ю. И., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Воронин Л. В., д. б. н., доцент, Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского

Довгаль И. В., д. б. н., профессор, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Егоров В. Н., д. б. н., профессор, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Ена А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ермаков Н. Б., д. б. н., Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Захаренко Г. С., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Ивашов А. В., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Коба В. П., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Корженевский В. В., д. б. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Мацюра А. В., д. б. н., профессор, Алтайский государственный университет

Назаров В. В., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Оберемок В. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Омельченко А. В., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Пешич В., доктор наук, профессор, Университет Черногории (University of Montenegro), Черногория

Плугатарь Ю. В., д. с.-х. н., профессор, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Репецкая А. И., к. б. н., доцент, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Свольнский А. Д., к. б. н., Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Фатерыга А. В., к. б. н., Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН

Чатгерджи Т., доктор наук (зоологии), Международная школа Хесент (Crescent), Индия

Чуян Е. Н., д. б. н., профессор, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

УДК 561.28:[630*16+528.632.2](234.86)

Макромицеты буковых лесов Горного Крыма

Саркина И. С.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
Ялта, Республика Крым
maslov_ivan@mail.ru

Статья является обобщением данных о макромицетах буковых лесов Горного Крыма, а также их распределении по буковым массивам природно-территориальных комплексов особо охраняемых природных территорий. Представлен современный аннотированный список из 468 видов с четырьмя внутривидовыми таксонами, принадлежащих к 185 родам, 59 семействам, 17 порядкам, пяти классам, двум отделам. Новыми для полуострова являются 18 видов. Выявлено, что ведущими по числу видов семействами являются Russulaceae (50 видов и одна разновидность), Boletaceae (34 и 1), Tricholomataceae (34), Agaricaceae (33), Polypogaceae (29), Cortinariaceae (25 и 1), Inocybaceae и Psathyrellaceae (по 20 видов). Объем семейства Russulaceae свидетельствует о близости изучаемой микобиоты к неморальным. Коэффициент средней видовой насыщенности семейства – 8,1. Среди родов лидируют *Russula* (31 вид и одна разновидность), *Cortinarius* (25 и 1), *Lactarius* (19), *Mycena* (16), *Pluteus* (15), *Amanita* (13 и 1) и *Tricholoma* (11 видов). Коэффициент средней видовой насыщенности рода – 2,6. Установлено, что буковые леса Крыма характеризуются хорошо выраженным своеобразием видового состава: исключительно из буковых лесов известны 85 видов, из которых 41 представлен одной-двумя находками. К микокомплексу специфичных для буковых лесов можно отнести 36 видов, 12 из которых являются доминантными и периодически создают аспекты. Приведены данные о распределении макромицетов по моно- и полидоминантным сообществам бука, эколого-трофической структуре и раритетной составляющей. Сделан вывод о хорошей обеспеченности буковых лесов Крыма микоризообразующими видами.

Ключевые слова: макромицеты, буковые леса, особо охраняемые природные территории, Горный Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Основными местами произрастания буковых лесов в Российской Федерации являются горные системы Кавказа и Крымского полуострова, а на территории, входившей в состав СССР, – также горная система Украинских Карпат. Ранее широко распространенные в Европе буковые леса сокращаются в площади и включены в территории различных ООПТ. В частности, в Украинских Карпатах они занимают 12,9 % общей площади: Карпатский биосферный заповедник, национальные природные парки «Синевир», «Гуцульщина», Ужанский, Карпатский, природный заповедник «Горганы» и другие объекты природно-заповедного фонда. На территории Северного Кавказа буковые леса охраняются в Кавказском и Тебердинском биосферных заповедниках, национальных парках Сочинском, «Приэльбрусье», «Алания», Северо-Осетинском и Кабардино-Балкарском заповедниках, ряде особо охраняемых природных территорий (ООПТ) других категорий. В Крыму массивы буковых лесов охраняются на территориях семи ООПТ федерального и республиканского значения. К первым относятся Национальный парк «Крымский» (ранее Крымский природный заповедник, далее НПКр) и Ялтинский горно-лесной государственный природный заповедник (далее ЯГЛЗ), ко вторым – государственный природный заказник «Байдарский» (далее ЗкБ), Заповедное урочище «Яйла Чатырдага» (далее ЗУЯЧ), государственный природный заказник «Ай-Петринская яйла» (далее ЗкАП), государственный природный заказник «Хапхальский» (урочище Хапхал, далее ЗкХП), памятник природы «Гора-отторженец Парагильмен» (далее ПГ). Значительная часть буковых лесов Крыма не охвачена сетью ООПТ.

Буковые леса в Крыму занимают довольно большую площадь: на их долю приходится 13,7 % площади лесов полуострова – почти столько же, сколько и на сосновые (Ена и др., 2013). На южном склоне Главной Крымской горной гряды буковые леса представлены, в основном, в верхнем поясе растительности на довольно ограниченной площади от Ялты до Алушты. Бук здесь образует как самостоятельные сообщества, так и смешанные сосново-

буковые. Отдельные участки буково-грабового леса есть на яйлах, особенно примечательна реликтовая буковая роща близ зубцов Ай-Петри. Основная часть буковых лесов находится на северном склоне, где бук вместе с грабом формируют верхний пояс буковых, грабово-буковых и буково-грабовых лесов. Наибольшие площади буковых древостоев сосредоточены в ГАУ РК «Куйбышевское лесное хозяйство» и Национальном парке «Крымский» – 23,6 и 21,5 % соответственно (Плугатарь, 2015). Это мезофитные леса с более благоприятным по сравнению с другими поясами растительности режимом увлажнения для продолжительного плодоношения макромицетов. Особенно это справедливо в отношении летнего периода, когда другие лесные сообщества как на южном, так и на северном склонах Главной Крымской горной гряды часто испытывают дефицит влаги.

Бук относится к высокомикотрофным древесным растениям: по неполным литературным данным, он образует эктомикоризу со 100 видами макромицетов, среди которых лидируют, в первую очередь, представители родов *Russula*, а также *Cortinarius*, *Lactarius*, *Amanita*, *Boletus* s.l. (Траппе, 1962). Сочетание широкого круга симбиотрофов лесообразующих древесных растений с благоприятным для образования базидиом гидротермическим режимом определяет высокое микоразнообразие буковых лесов Крымского полуострова.

Микоризообразующие грибы играют значительную роль в экосистемах, прежде всего повышая устойчивость фитобиоттов к негативным воздействиям климатических и биогенных факторов. Сапротрофы, в том числе ксилосапротрофы, являясь редуцентами, активно участвуют в почвообразовательных процессах. Поэтому макромицеты, и в первую очередь симбиотрофы лесообразующих древесных растений, играют существенную роль в сохранении ценных природных буковых сообществ.

Изучение макромицетов буковых лесов Крыма проводилось, начиная с 30-х годов XX века, С. А. Гуцевич, М. Я. Зеровой, М. Мозером, В. П. Исиковым, Н. П. Придюком, а автором настоящей публикации – с 1996 года. Результаты опубликованы в целом ряде работ (Гуцевич, 1940; Зерова, 1962; Ісіков, Євмененко, 1991; Moser, 1993; Придюк, 2002, 2006; Ісіков, 2003; Prydiuk, 2005; Саркина, 2016 и др.), вошли в списки макромицетов ООПТ Крымского п-ова (Саркина, 2005, 2010, 2011; Саркина, Придюк, 2012) и отражены в монографиях (Визначник..., 1972, 1979; Вассер, 1980, 1990; Гриби..., 2004; Исиков, 2009; Саркина, 2018). В монографии «Грибы природных зон Криму» (2004), вобравшей в себя все опубликованные к этому времени данные, был подведен итог большого этапа изучения грибов Крымского полуострова и, в частности, дан анализ микобиоты буковых лесов, насчитывающей к тому времени 318 видов макромицетов из 124 родов, 45 семейств и 19 порядков. С тех пор были выявлены новые виды и дополнены списки макромицетов ООПТ, найдены новые локалитеты редких видов, произошли изменения в номенклатуре.

Целью настоящей работы является обобщение и систематизация современных данных о макромицетах буковых лесов Крыма, а также их распределении по лесным массивам природно-территориальных комплексов ООПТ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сбор материала осуществлялся сезонно маршрутным методом в период 1996–2020 годов. Обследовались локалитеты буковых массивов южного и северного склонов Главной Крымской горной гряды и межгрядовых понижений Внутренней Крымской гряды. Объектом исследований были агарикоидные, гастероидные, афиллофороидные и гетеробазидиальные макромицеты. Коллекция макромицетов гербаризировалась по стандартной методике (Бондарцев, Зингер, 1950). Учитывались микокомпоненты моно- и полидоминантных буковых лесов (Васильева, 1959). В сосново-буковых сообществах микосимбиоты сосны и сапротрофы на ее опаде и древесине не учитывались. Собранные образцы хранятся в гербарии Лаборатории природных экосистем, ГПЗ «Мыс Мартыян» Никитского ботанического сада, ряд новых и редких видов – в гербарии БИН РАН (*LE*).

Латинские названия видов приводятся по IndexFungorum (www.indexfungorum.org) и MucosBank. Экологический статус видов указан согласно А. Е. Коваленко (1980).

При соэологическом анализе для объективности оценки принимались во внимание виды, представленные немногочисленными находками в других (соседних или хорошо изученных в микологическом плане) регионах (Волобуев, 2015; Саркина, 2019а). Учитывались как виды, включенные в Красную книгу РФ и региональные КК Крымского полуострова, так и раритетная составляющая микобиот буковых массивов других горных систем – регионов Северо-Западного и Северного Кавказа, а также Украины и Болгарии, имеющих много общих видов с крымской микобиотой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целом к настоящему времени в буковых лесах Крыма зарегистрировано 468 таксонов макромицетов: 7 видов аскомицетов из 5 родов, 4 семейств и 3 порядков, 458 видов холобазидиомицетов с четырьмя внутривидовыми таксонами из 178 родов, 53 семейств и 12 порядков и 3 вида гетеробазидиомицетов из двух родов, двух семейств, двух порядков. К агарикоидным грибам относятся 342 вида, к афиллофороидным – 97, к гастероидным – 22.

Преобладают виды семейств Russulaceae (50 видов и одна разновидность), Boletaceae (34 и 1), Tricholomataceae (34), Agaricaceae (33), Polyporaceae (29), Cortinariaceae (25 и 1), Inocybaceae и Psathyrellaceae (по 20 видов), Mycenaceae (16), Pluteaceae и Strophariaceae (по 15 видов), Omphalotaceae (14). Представители этих семейств составляют 65,3 % от общего числа выявленных видов. Коэффициент средней видовой насыщенности семейства составил 8,1. Среди родов лидируют *Russula* (31 вид и одна разновидность), *Cortinarius* (25 и 1), *Lactarius* (19), *Mycena* (16), *Pluteus* (15), *Amanita* (13 и 1) и *Tricholoma* (11 видов). Коэффициент средней видовой насыщенности рода составил 2,6. Следует отметить, что болетусовые грибы, согласно современной системе, представлены немногочисленными родами, однако их численность в объеме *Boletus* s.l. (34 вида и одна разновидность) будет превышать таковую остальных родов.

Больше всего видов выявлено в монодоминантных буковых сообществах – 319, в сообществах с грабом в качестве содоминанта – 203 вида, с грабом и дубом – 180, с сосной – 82, с дубом – 65, с грабом и дубом с участием осины – 54 вида. Точки зрения на видовую принадлежность крымского бука у ботаников и лесоводов расходятся. У ботаников были разные мнения в отношении крымского бука, однако в настоящее время генетически четко подтверждается, что это *Fagus sylvatica* L. (Ена, 2012). Тем не менее, лесоводы склонны выделять его в самостоятельный вид *F. tauricus* Popl. В контексте данной публикации эти разночтения не принципиальны, так как специализация макромицетов происходит на уровне рода, семейства фитосимбионта или еще более обширной группы, например, лиственные деревья. Облигатных симбиотрофов бука не выявлено, его микосимбионтами являются виды, образующие эктомикоризу и с его содоминантами *Quercus* spp. (Fagaceae) и *Carpinus* spp. (Betulaceae), а также с *Populus tremula* L. (Salicaceae).

Макромицеты крымских буковых лесов представлены шестью эколого-трофическими группами. Преобладают симбиотрофы – 197 видов и внутривидовых таксонов (41,6 % видового состава) и ксилотрофы – 147 видов (31,1 %). Достаточно хорошо представлены гумусовые (почвенные) сапротрофы – 76 видов (16,1 %) и сапротрофы на подстилке – 46 видов (9,7 %), сапротрофы на опаде и карботрофы представлены незначительно.

Новыми для полуострова являются 18 выявленных в последние годы в буковых лесах видов (см. список). Только из буковых лесов известны 85 видов, почти половина из них (41 вид) представлены лишь одной – двумя находками (Moser, 1993; Придюк, 2002, 2006; Prydiuk, 2005; Саркина, 2010, 2011, 2019б; Саркина, Придюк, 2012; Ставищенко, 2016, 2018; данные С. А. Свирина). К микокомплексу специфичных для буковых лесов можно отнести 36 видов, ряд из которых являются доминантными и периодически создают аспекты: *Apioperdon pyriforme*, *Cantharellus cibarius*, *Cerioporus varius*, *Hygrophorus poetarum*, *Lactaris blennius*, *Mycena arcangeliana*, *M. haematopus*, *Mycetinis alliaceus*, *Paxillus involutus*, *Ramaria pallida*, *Russula cyanoxantha*, *Trichaptum bifforme*.

Раритетная составляющая макромицетов буковых лесов Крыма представлена целым рядом редких видов, частично внесенных в различные Красные книги (КК). В КК Российской Федерации (КК РФ, 2008) и Приложение к ней («Перечень таксонов растений и грибов, которые нуждаются в ... мониторинге») включены 6 видов, в КК Республики Крым (КК РК, 2015) – 9, в КК города Севастополя (ККС, 2018) – 10 (см. список видов). Для формирования новых охранных списков представляют интерес виды буковых лесов, включенные в региональные КК Северо-Западного и Северного Кавказа. Таких среди крымских видов насчитывается 24: в КК Краснодарского края (КК Кк, 2017) включены 10, в КК Республики Адыгея (КК РА, 2012) – 11, в КК Кабардино-Балкарской Республики (КК КБР, 2018) – 6, в КК Карачаево-Черкесской Республики (КК КЧР, 2013) – 5, в КК Республики Северная Осетия – Алания (КК РСО–А, 1999) – один вид. Ряд видов включены в КК Украины и Болгарии: ККУ (Червона..., 2009) – 13, ККБ (Red Book..., 2015) – 17. Для новых изданий КК РФ и КК РК рекомендованы пять видов, два из которых ранее входили в КК СССР. Многие из включенных в перечисленные КК, а также рекомендованные к охране виды являются редкими либо по всему ареалу, либо в пределах РФ. Их сохранение невозможно без сохранения буковых лесов и представление в новые издания КК будет способствовать укреплению и развитию сети охраняемых природных территорий (Светашева и др., 2017; Ставищенко, 2018; Саркина, 2019а).

Анализ распределения макромицетов по буковым массивам ООПТ Крымского полуострова показал, что наибольшее число (313 видов) выявлено в НПКр, где буковые леса занимают значительную площадь. В ЯГЛЗ выявлено 139 видов, в ЗкБ – 99, в ЗУЯЧ – 41, в ЗкАП – 24, в ЗкХП – 17, в ПГ – 4 вида. Среди не входящих в ООПТ территорий следует отметить горный массив Чатырдаг, где в буковых лесах выявлено 179 видов. Раритетный фонд Чатырдага составляют 13 видов, в том числе и не зарегистрированные в других регионах Крыма (Саркина, 2019а). Такие данные могут быть использованы для рекомендаций по созданию новых ООПТ.

Ниже представлен аннотированный список макромицетов буковых лесов. Аннотации содержат информацию об эколого-трофической группе, месте сбора и растительном сообществе, ООПТ, созологическом статусе.

Условные обозначения

Районы исследований: I – склоны горного массива Чатырдаг; II – склоны г. Северная Демерджи; III – НПКр (IIIa – Чучельский перевал, IIIб – долина р. Альма, IIIв – р-н р. Узень-Баш и вдп. Головкинского, IIIг – сев. склоны горного массива Бабуган, IIIд – Изобильненское лесничество); IV – южные и юго-восточные склоны ПГ, горные массивы Чамны-Бурун, Бабуган; V – юго-западные склоны г. Урага; VI – ЯГЛЗ (VIa – Ливадийское лесничество, г. Могаби, VIб – Гурзуфское лесничество, VIв – участок буково-грабового леса под зубцами Ай-Петри); VII – ЗкХП; VIII – перевал Бичке; IX – город федерального значения Севастополь, IXa – ЗкБ; X – Бельбекская долина (Xa – окр. с. Соколиное, Xб – окр. с. Новополие, Xв – окр. с. Богатое Ущелье, вдп. Суаткан, Xг – окр. с. Счастливое); XI – буковые сообщества крымских яйл (XIa – яйла Чатырдага, XIб – Ай-Петринская, XIв – Ялтинская; XIг – Никитская; XIд – Долгоруковская); XII – Бахчисарайский р-н, массив Бойка; XIII – Белогорский р-н, верховья р. Суат.

Типы леса: Бк – буковый, ГрБк – грабово-буковый, ДБк – дубово-буковый, ДГрБк – дубово-грабово-буковый, СнБк – сосново-буковый; (О) – с участием осины, (Сн) – сосны, (Т) – тополя.

Эколого-трофические группы: *Mr* – симбиотроф; *Le* – ксилотроф (*Lei* – на неразрушенной древесине, *Lep* – на разрушенной, *Lh* – на погребенной в почве и корнях), *Hu* – гумусовый сапротроф, *Fd* – сапротроф на опаде, *St* – сапротроф на подстилке, *C* – карботроф.

Таксономическая структура: порядки – (число семейств/число родов/число видов); семейства – (число родов/число видов); род – (число видов).

Виды, отмеченные звездочкой (*), впервые приводятся для Крымского полуострова.

A S C O M Y C O T A

LEOTIOMYCETES

HELOTIALES (1/1/1)

Gelatinodiscaceae (1/1)

ASCOCORYNE J. W. Groves & D. E. Wilson (1)

**Ascocoryne sarcoides* (Jacq.) J. W. Groves & D. E. Wilson: *Lei*, *Lep*, IXa, ДГрБк(О) (Свирин С. А.). ООПТ: ЗкБ.

PEZIZOMYCETES

PEZIZALES (2/2/2)

Pezizaceae (1/1)

PEZIZA Dill. ex Fr. (1)

Peziza badia Pers.: *Hu* (факультативный ксилосапротроф), I, Бк.

Sarcoscyphaceae (1/1)

SARCOSCYPHA (Fr.) Boud. (1)

Sarcoscypha coccinea (Gray) Boud.: *Lh*, III, VI, ДрГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

SORDARIOMYCETES

XYLARIALES (1/2/4)

Xylariaceae (2/4)

KRETZSCHMARIA Fr. (1)

Kretzschmaria deusta (Hoffm.) P. M. D. Martin [*Ustulina vulgaris* Tul. & C. Tul.]: *Le*, *P* (факультативный), VI, на древесине бука. ООПТ: ЯГЛЗ.

XYLARIA Hill ex Schrank (3)

Xylaria hypoxylon (L.) Grev.: *Lep*, VIб, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Xylaria longipes Nitschke: *Lep*, Бк.

Xylaria polymorpha (Pers.) Grev.: *Lep*, VIa, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

B A S I D I O M Y C O T A

AGARICOMYCETES

AGARICALES (22/86/265+2)

Agaricaceae (14/33)

AGARICUS L. (7)

Agaricus arvensis Schaeff.: *Hu*, III (ГрБк); IXa, ДГрБк(Т). ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Agaricus haemorrhoidarius Schulzer: *Hu*, VIб, ГрБк; IIIв, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Agaricus meleagris With.: *Hu*, VIб, Бк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Agaricus sylvaticus Schaeff.: *Hu*, II (Бк); VIa, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Agaricus silvicola (Vittad.) Peck: *Hu*, II, Бк.

Agaricus benesii (Pilát) Pilát [*Agaricus squamulifer* (F. H. Møller) Pilát]: *Hu*, Xв, ГрБк.

Agaricus xanthodermus Genev.: *Hu*, V, ДГрБк; II, Бк.

APIOPERDON (Kreisel & D. Krüger) Vizzini (1)

Apioperdon pyriforme (Schaeff.) Vizzini [*Lycoperdon pyriforme* Schaeff.]: *Hu*, *Lei*, I, Бк; IIIг, Бк; IV, ДрГрБк; VII, ГрБк(О); IXa, ДГрБк(О); XIa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ, ЗкХП.

BOVISTA Pers. (1)

Bovista graveolens Schwalb: *Hu*, III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

CHLOROPHYLLUM Masee (1)

Chlorophyllum rhacodes (Vittad.) Vellinga [*Macrolepiota rhacodes* (Vittad) Singer]: *Hu*, III, Бк, ДБк; XIa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкАП.

COPRINUS Pers. (1)

Coprinus comatus (O. F. Müll.) Pers.: *Hu*, VII, БкГр(О). ООПТ: ЗкХП.

CRUCIBULUM Tul. & C. Tul. (1)

Crucibulum laeve (Huds.) Kambly: *St*, III, ГрБк, БкГр. ООПТ: НПКр.

CYATHUS Haller (2)

Cyathus olla (Batsch.) Pers.: *St*, III, Бк, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Cyathus striatus (Huds.) Willd.: *St*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

CYSTODERMA Fayod (1)

Cystoderma amianthinum (Scop.) Fayod: *St*, II, III, Бк. ООПТ: НПКр.

CYSTODERMELLA Harmaja (1)

Cystodermella granulosa (Batsch) Harmaja: *St*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

ECHINODERMA (Locq. ex Bon) Bon (1)

Echinoderma asperum (Pers.) Bon [*Lepiota aspera* (Pers.) Quél., *Lepiota acutesquamosa* (Weinm.) P. Kumm.]: *Hu*, I, Бк; IIIд, Бк, ГрБк; VIг, ГрБк; IXa, БкГрД. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

LEPIOTA (Pers.) Gray (5)

Lepiota brunneoincarnata Chodat & C. Martín: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

- Lepiota clypeolaria* (Bull.) P. Kumm.: *Hu*, I, Бк, ГрБк; III, Бк, ГрБк. ООПТ: НПКр.
Lepiota cristata (Bolton) P. Kumm.: *Hu*, XIa, ГрБк. ООПТ: ЗУЯЧ.
Lepiota ignivolvata Bousset & Joss. ex Joss.: *Hu*, III, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.
Lepiota magnispora Murrill [*Lepiota ventriospora* D. A. Reid], *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
 LEUCOAGARICUS Locq. ex Singer (2)
Leucoagaricus leucothites (Wittad.) Wasser: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Leucoagaricus nymphaeum (Kalchbr.) Bon: *Hu*, IXa, ГрБк; Xв, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ. Включен в ККУ, КК РА, ранее – в КК СССР.
 LYCOPERDON Pers. (6)
Lycoperdon decipiens Durieu & Mont.: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Lycoperdon excipuliforme (Scop.) Pers. [*Calvatia excipuliformis* (Scop.) Perdeck]: *Hu*, III, VI, XIa, Бк, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.
Lycoperdon lividum Pers.: *Hu*, XIa, ГрБк. ООПТ: ЗкБ.
Lycoperdon mammiforme Pers.: *Hu*, III, Бк. Две находки. ООПТ: НПКр.
Lycoperdon molle Pers.: *Hu*, VIб, ДГрБк; VII, ГрБк(О); XIa, Бк, БкД. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкХП.
Lycoperdon perlatum Pers.: *Hu*, I, III, Бк; VIa, СнБк; VIб, ДГрБк; IXa, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ.
 MACROLEPIOTA Singer (3)
Macrolepiota konradii (Huijsman ex P. D. Orton) M. M. Moser: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Macrolepiota mastoidea (Fr.) Singer: *Hu*, III, Бк, ДБк; VIб, Бк; XII, ДГрБк; IXa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Macrolepiota procera (Scop.) Singer: *Hu*, I, Бк, ГрБк; III, Бк, ДБк; IXa, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Amanitaceae (1/13+1)

AMANITA Pers. (13+1)

- Amanita caesarea* (Scop.) Pers.: *Mr*, Шв, г, д, ДБк, V, ДГрБк; VIa, СнБк; VIII, ГрБк; IXa, ДГрБк; Ха, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ. Включен в КК РК и ККС, в ККБ, ККУ, КК РА, ранее – в КК СССР, рекомендован для нового издания КК РФ.
 **Amanita ceciliae* (Berk. & Broome) Bas: *Mr*, IXa, ДГрБк(О) (Свирин С. А.). ООПТ: ЗкБ.
Amanita citrina Pers.: *Mr*, I, III, Бк, ГрБк; VIa, СнБк; IXa, ДГрБк(С). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.
Amanita excelsa (Fr.) Bertill.: *Mr*, IIIa, в, Бк, ДБк; V, ДГрБк. ООПТ: НПКр.
 **Amanita franchetii* (Boud.) Fayod [*Amanita aspera* var. *franchetii* Boud.]: *Mr*, VIa, СнБк; Ха, ДГрБк (Свирин С. А.). ООПТ: ЯГЛЗ.
 **Amanita franchetii* f. *lactella* (E.-J. Gilbert) Neville & Poumarat [*Amanita aspera* f. *lactella* (E.-J. Gilbert) A. G. Parrot]: *Mr*, Ха, ДГрБк (Свирин С. А.) (рис. 1e).
Amanita fulva Fr.: *Mr*, II, Бк.
Amanita gemmata (Fr.) Bertill.: *Mr*, Шв, ДБк; V, Ха, ДГрБк. ООПТ: НПКр.
Amanita ovoidea (Bull.) Link: *Mr*, IIIб, Бк. ООПТ: НПКр. Включен в КК Кк, в ККБ.
Amanita pantherina (DC.) Krombh.: *Mr*, I, Бк; III, Бк, ГрБк, ДБк; V, ДГрБк; VIa, СнБк; IXa, ДГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Amanita phalloides (Vaill. ex Fr.) Link: *Mr*, I, Бк; III, ДГрБк; VIa, СнБк; Xг, СнБк; XIб, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.
Amanita rubescens Pers.: *Mr*, I, III, ГрБк; IV, VIII, IXa, ДГрБк; VIa, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Amanita solitaria (Bull.) E.-J. Gilbert: *Mr*, IXa, ГрБк. ООПТ: ЗкБ. Включен в ККУ, ранее – в КК СССР.
Amanita vaginata (Bull.) Lam.: *Mr*, I, Бк; III, БкГр, ДБк; IV, V, ДГрБк; VIa, СнБк; IXa, БкГрД; Ха, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Bolbitiaceae (1/4)

CONOCYBE Fayod (4)

- Conocybe arrhenii* (Fr.) Kits van Wav. [*Pholiotina arrhenii* (Fr.) S. Imai]: *Hu*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.
Conocybe brunneola Kühner ex Kühner & Watling: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Conocybe pilosella (Pers.) Kühner: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Conocybe tenera (Schaeff.) Fayod: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Cortinariaceae (1/25+1)

CORTINARIUS (Pers.) Gray (25+1)

- Cortinarius alboviolaceus* (Pers.) Fr.: *Mr*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius betuletorum M. M. Moser [*Cortinarius raphanoides* (Pers.) Fr.]: *Mr*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius bulliardii (Pers.) Fr.: *Mr*, III, Бк; IXa, БкГрД. ООПТ: НПКр, ЗкБ. Включен в ККБ.
Cortinarius caeruleus (Schaeff.) Fr.: *Mr*, I, Бк; III, ДБк; VIв, Бк; VII, БкГр(О). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкХП. Включен в ККБ.
Cortinarius callochrous (Pers.) Gray: *Mr*, I, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius caperatus (Pers.) Fr. [*Rozites caperatus* (Pers.) P. Karst.]: *Mr*, I, Бк.
Cortinarius cinnabarinus Fr.: *Mr*, III, XIa, Бк. Две находки. ООПТ: НПКр, ЗкАП.
Cortinarius claroflavus (Rob.) Henry: *Mr*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius collinitus (Sowerby) Gray: *Mr*, I, ГрБк.
Cortinarius elegantior (Fr.) Fr.: *Mr*, I, II, Бк.



Рис. 1. Охраняемые, редкие и новые для Крымского полуострова виды буковых лесов *Hericium coralloides* (a), *Ramaria botrytis* (b), *Clavariadelphus pistillaris* (c), *Cellulariella warnieri* (d), *Amanita franchetii* f. *lactella* (e), *Imperator luteocupreus* (f), *Rubroboletus dupainii* (g), *Imperator torosus* (h). Фото автора (a, d, f, g), С. А. Свирина (c, e, h) и И. В. Ставищенко (b).

- **Cortinarius glaucopus* (Schaeff.) Gray: *Mr*, I, Бк.
 Cortinarius glaucopus* var. *olivaceus* (M. M. Moser) **Quadr.: *Mr*, I, Бк. Одна находка.
Cortinarius infractus (Pers.) Fr.: *Mr*, I, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.
Cortinarius integerrimus Kühner: *Mr*, IV, ДГрБк.
Cortinarius laniger Fr.: *Mr*, III, Бк, ГрБк, ДБк; I, Бк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius multiformis Fr.: *Mr*, I, Бк; VII, ГрБк(О). ООПТ: ЗкХП.
Cortinarius nanceiensis Maire: *Mr*, III, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.
Cortinarius olearioides Rob. Henry [*Cortinarius subfulgens* P. D. Orton]: *Mr*, III, ГрБк; IXa, ГрБкД. Две находки. ООПТ: НПКр, ЗкБ.
Cortinarius prasinus (Schaeff.) Fr.: *Mr*, VII, ГрБк(О); IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ, ЗкХП.
Cortinarius purpurascens Fr.: *Mr*, IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.
Cortinarius subferrugineus (Batsch.) Fr.: *Mr*, Бк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius talus Fr.: *Mr*, IIIб, Бк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius torvus (Fr.) Fr.: *Mr*, III, Бк, ДБк; I, ГрБк. ООПТ: НПКр.
Cortinarius trivialis J. E. Lange: *Mr*, I, Бк; II, ДГрБк; III, БкГрД; IV, ДГрБк; VII, ГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЗкХП.
Cortinarius turgidus Fr.: *Mr*, XII, ДГрБк.
Cortinarius venetus (Fr.) Fr.: *Mr*, XIг, Бк. ООПТ: НПКр.

Entolomataceae (4/8)

CLITOCYBE Klutzing, T. J. Baroni & Bergemann (1)

- Clitocella mundula* (Lasch) Klutzing, T. J. Baroni & Bergemann [*Rhodocybe mundula* (Lasch) Singer]: *St*, IIIб, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

CLITOPILUS (Fr. ex Rabenh.) P. Kumm. (1)

- Clitopilus prunulus* (Scop.) P. Kumm.: *Mr*, III, ГрБкД; VIб, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

ENTOLOMA P. Kumm. (5)

- Entoloma araneosum* (Quél.) M. M. Moser: *St*, *Hu*, III, ГрБк. Одна находка. ООПТ: НПКр.
Entoloma juncinum (Kühner & Romagn.) Noordel: *Mr*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Entoloma rhodopolium (Fr.) P. Kumm.: *Mr*, I, ГрБк; III, Бк, БкД; VIa, СнБк; IXa, БкГрД; XIв, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Entoloma sinuatum (Bull.) P. Kumm.: *Mr*, IIIв, ДБк; IIIг, Бк; V, ДГрБк; VIa, СнБк; IXa, ДГрБк, БкГрД; Ха, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Entoloma saundersii (Fr.) Sacc.: *Mr*, VIa, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

RHODOCYBE Maire (1)

- Rhodocybe nitellina* (Fr.) Papetti: *St*, III, Бк; XIб, ГрБк. Две находки. ООПТ: НПКр, ЗкАП.

Hydnangiaceae (1/2)

LACCARIA Berk et Broome (2)

- Laccaria amethystina* Cooke: *Mr*, *St*, III, Бк, ДБк, ГрБк; Хв, БкГр. ООПТ: НПКр.
Laccaria laccata (Scop.) Cooke: *Mr*, *St*, III, Бк, ДБк, БкД; VIII, IXa, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкБ.

Hygrophoraceae (3/8)

CUPHOPHYLLUS (Donk) Bon (1)

- Cuphophyllus virgineus* (Wulfen) Kovalenko [*Hygrophorus niveus* (Scop.) Fr.]: *Mr*, I, Бк.

HYGROCZYBE (Fr.) P. Kumm. (1)

- Hygrocybe conica* (Schaeff.) P. Kumm.: *Hu*, V, БкГрД.

HYGROPHORUS Fr. (6)

- Hygrophorus chrysodon* (Batsch) Fr.: *Mr*, I, ГрБк; IXa, ГрД. ООПТ: ЗкБ.
Hygrophorus cossus (Sowerby) Fr.: *Mr*, III, Бк, СнБк. ООПТ: НПКр.
Hygrophorus eburneus (Bull.) Fr.: *Mr*, I, III, Бк; VII, ГрБк(О), IXa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкХП, ЗкБ.
Hygrophorus marzuolus (Fr.) Bres.: *Mr*, I, Бк(Сн).
Hygrophorus nemoreus (Pers.) Fr.: *Mr*, III, Бк. ООПТ: НПКр.
Hygrophorus poetarum R. Heim.: *Mr*, I, Бк. Включен в КК Кк и РА, а также в ККБ; рекомендован для включения в новое издание КК РК.

Hymenogastraceae (4/7)

FLAMMULA (Fr.) P. Kumm. (1)

- Flammula alnicola* (Fr.) P. Kumm. [*Pholiota alnicola* (Fr.) Singer]: *Le*, XIб, ГрБк. ООПТ: ЗкАП.

GALERINA Earle (1)

- Galerina marginata* (Batsch) Kühner: *Lep*, IIIд, Бк, БкГр; IIIв, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

GYMNOPIILUS P. Karst. (1)

- Gymnopilus junonius* (Fr.) P. D. Orton: *Lep*, *Lh*, I, Бк; Ха, ДГрБк.

HEBELOMA (Fr.) P. Kumm. (4)

- Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Quél.: *Mr*, I, Бк, ГрБк; III, ДБк. ООПТ: НПКр.
Hebeloma birrus (Fr.) Gillet [*H. pumilum* J. E. Lange]: *Mr*, IIIб, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Hebeloma sinapizans (Paulet) Gillet: *Mr*, VII, ГрБк(О); IXа, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ, ЗкХП.

Hebeloma sinuosum (Fr.) Quél: *Mr*, IIIб, Бк. ООПТ: НПКр.

Inocybaceae (4/20)

CREPIDOTUS (Fr.) Staude (7)

Crepidotus applanatus (Pers.) P. Kumm.: *Lei*, IIIв, Бк; VIб, Бк, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Crepidotus malachius var. *trichiferus* Hesler et A. H. Sm.: *Lei*, *Lep*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Crepidotus macedonicus Pilát: *Lep*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр. Включен в ККУ.

Crepidotus mollis (Schaeff.) Staude: *Lei*, *Lep*, I, ГрБк; IIIд, Бк; VIа, СнБк; VIб, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Crepidotus sinuosus Hesler & A. H. Sm.: *Lep*, IIIб, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Crepidotus cesatii (Rabenh.) Sacc. [*Crepidotus sphaerosporus* (Pat.) J. E. Lange]: *Lei*, IIIд, Бк, ДБк. ООПТ: НПКр.

Crepidotus variabilis (Pers.) P. Kumm.: *Lei*, III, VI, Бк, ГрБк, ДГрБ, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

FLAMMULASTER Earle (3)

Flammulaster erinaceellus (Fr.) Watling: *Le*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Flammulaster limulatus (Fr.) Watling: *Le*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Flammulaster muricatus (Fr.) Watling: *Le*, II, Бк. Одна находка.

INOCYBE (Fr.) Quél. (8)

Inocybe amethystina Kuypers: *Mr*, I, Бк.

Inocybe cervicolor (Pers.) Quél.: *Mr*, I, Бк; III, ДБк. ООПТ: НПКр.

Inocybe cryptocystis D. E. Stuntz: *Mr*, IIIд, Бк, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Inocybe erubescens A. Blytt [*Inocybe patouillardii* Bres.]: *Mr*, I, ГрБк; III, Бк, ДБк, ГрБк; IV, VIб, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Inocybe godeyi Gillet: *Mr*, II, Бк.

Inocybe nitidiuscula (Britzelm.) Lapl.: *Mr*, VIа, Бк. Одна находка. ООПТ: ЯГЛЗ.

Inocybe phaeodisca Kühner: *Mr*, *St*, III, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Inocybe rimosa (Bull.) P. Kumm. [*Inocybe fastigiata* (Schaeff.) Quél.]: *Mr*, I, ГрБк; III, ДБк, Бк, ГрБк; IV, ДГрБк; VI, СнБк; VIв, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

SIMOCYBE P. Karst. (2)

Simocybe centunculus (Fr.) P. Karst.: *Lep*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Simocybe sumptuosa (P. D. Orton) Singer: *Lep*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Lyophyllaceae (4/6)

CALOCYBE Kühner ex Donk (1)

Calocybe favrei (R. Haller Aar. & R. Haller Suhr) Bon [*Lyophyllum favrei* (R. Haller Aar. & R. Haller Suhr) R. Haller Aar. & R. Haller Suhr]: *St*, III, Бк. ООПТ: НПКр. Одна находка. Включен в ККУ.

LYOPHYLLUM P. Karst. (3)

Lyophyllum decastes (Fr.) Singer: *Hu*, *St*, I, ГрБк.

Lyophyllum fumosum (Pers.) P. D. Orton: *Hu*, *St*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Lyophyllum rhopalopodium Cléménçon: *Hu*, *St*, IXа, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

OSSICAULIS Redhead & Ginns (1)

Ossicaulis lignatilis (Pers.) Redhead & Ginns [syn. *Clitocybe lignatilis* (Pers.) P. Karst.]: *Lep*, IIIб,д, Бк. ООПТ: НПКр.

TEPHROCYBE Donk (1)

Tephrocybe ambusta (Fr.) Donk: *C*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Marasmiaceae (3/7)

CHAETOCALATUS Singer (1)

Chaetocalathus craterellus (Durieu & Lév.) Singer: *Lei*, VIа, Бк. Одна находка. ООПТ: ЯГЛЗ.

MARASMIUS Fr. (5)

Marasmius bulliardii Quél.: *St*, III, VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Marasmius cohaerens (Pers.) Cooke & Quél.: *St*, *Fd*, I, ГрБк; III, Бк; XIа, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

Marasmius lupuletorum (Weinm.) Bres.: *St*, III, Бк, ДБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Marasmius rotula (Scop.) Fr.: *Fd*, *St*, III, Бк, ДБк; V, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Marasmius wynneae Berk. & Broome: *Fd*, *St*, I, Бк; III, Бк, ДБк; XIа,б, ГрБк; XIв, Бк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкАП.

MEGACOLLYBIA Kotl. & Pouzar (1)

Megacollybia platyphylla (Pers.) Kotl. & Pouzar: *Lep*, *Lh*, I, Бк, ГрБк; III, Бк; VIа, СнБк; VIв, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Mycenaceae (1/16)

MYCENA (Pers.) Roussel (16)

Mycena abramsii (Murrill) Murrill: *St*, III, СнБк. ООПТ: НПКр.

Mycena arcangeliana Bres.: *Le*, *St*, III, VIб, Бк; VIв, XIа, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.

Mycena citrinomarginata Gillet: *St*, *Lep*, I, ГрБк; III, Бк, ДБк. ООПТ: НПКр.

Mycena crocata (Schrad.) P. Kumm.: *St*, *Le*, III, Бк, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Mycena galepiculata (Scop.) Gray: *Le*, II, ГрБк; III, Бк; VIв, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

- Mycena haematopus* (Pers.) P. Kumm.: *St, Le, I, III, Бк; XIa, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.
Mycena inclinata (Fr.) Quél.: *Lei, Lep, III, Бк*. ООПТ: НПКр.
Mycena metata (Secr. ex Fr.) P. Kumm.: *Lep, St, VIб, Бк*. ООПТ: ЯГЛЗ.
Mycena pelianthina (Fr.) Quél.: *St, III, Бк, ГрБк*. Редкий. Две находки. ООПТ: НПКр.
Mycena polygramma (Bull.) Gray.: *Lep, St, III, Бк, ДБк; XIa, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.
Mycena pura (Pers.) P. Kumm.: *St, I, ГрБк; III, Бк, ДБк; VIв, XIa, ГрБк; XIв, Бк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.
Mycena renatii Quél.: *Lei, Lep, II, ГрБк; III, Бк; VIб, Бк, ДГрБк; IXa, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.
Mycena rosea Gramberg: *St, I, II, Бк; III, ГрБк; IXa, ДГрБк(О); XIa,б, Бк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкАП, ЗкБ.
Mycena vitilis (Fr.) Quél.: *Fd, St, III, VI, Бк, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.
Mycena vulgaris (Pers.) P. Kumm.: *Fd, St, III, ДГрБк; VI, СнБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.
Mycena zephirus (Fr.) P. Kumm.: *St, VIв, XIб, ГрБк*. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкАП.

Omphalotaceae (5/14)

CONNOPUS R. H. Petersen (1)

Connopus acervatus (Fr.) K. W. Hughes, Mather & R. H. Petersen [*Gymnopus acervatus* (Fr.) Murrill, *Collybia acervata* (Fr.) P. Kumm.]: *St, III, Бк, ГрБк, ДГрБк; IIIв, ДГрБк*. ООПТ: НПКр.

GYMNOPUS (Pers.) Roussel. (8)

- Gymnopus alkalivirens* (Singer) Halling [*Collybia alkalivirens* Singer]: *St, IIIб, Бк*. Одна находка. ООПТ: НПКр.
Gymnopus confluens (Pers.) Antonín, Halling & Noordel. [*Collybia confluens* (Pers.) P. Kumm.]: *St, I, Бк; III, Бк, ДБк; XIa, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.
Gymnopus dryophilus (Bull.) Murrill [*Collybia dryophila* (Bull.) P. Kumm.]: *St, I, II, ГрБк; III, повсеместно; IXa, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.
Gymnopus erythropus (Pers.) Antonín, Halling & Noordel. [*Collybia marasmioides* (Sacc.) Bresinky & Stangl.]: *Lep, Lh, III, Бк*. ООПТ: НПКр.
Gymnopus fuscopurpureus (Pers.) Antonín, Halling & Noordel. [*Collybia fuscopurpurea* (Pers.) P. Kumm.]: *St, III, Бк; XIa, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.
Gymnopus fusipes (Bull.) Gray: *St, II, ГрБк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; VIб, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.
Gymnopus hariolorum (Bull.) Antonín, Halling & Noordel. [*Collybia hariolorum* (Bull.) Quél.]: *St, III, Бк*. ООПТ: НПКр.
Gymnopus peronatus (Bolton) Gray [*Collybia peronata* (Bolton) P. Kumm.]: *St, III, Бк; I, Бк, ГрБк; IXa, ГрБкД*. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

MYCETINIS Earle (2)

- Mycetinis alliaceus* (Jacq.) Earle ex A. W. Wilson & Desjardin [*Marasmius alliaceus* (Jacq.) Fr.]: *Lep, St, I, II, Бк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; XIa, Бк; VIб, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.
Mycetinis prasioismus (Fr.) R. H. Petersen [*Marasmius prasioismus* (Fr.) Fr.]: *St, III, Бк, ГрБк*. ООПТ: НПКр.

OMPHALOTUS Fayod (1)

Omphalotus olearius (DC.) Singer [*Clitocybe olearia* (DC.) Maire]: *Lep, III, Бк; XIa, ДБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

RHODOCOLLYBIA Singer (2)

- Rhodocollybia butyracea* (Bull.) Lennox [*Collybia butyracea* (Bull.) P. Kumm.]: *St, III, VI, практически во всех сообществах, включая Бк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.
Rhodocollybia maculata (Alb. & Schwein.) Singer [*Collybia maculata* (Alb. & Schwein.) P. Kumm.]: *St, Hu, I, II, ГрБк; VIб, Бк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Physalacriaceae (8/9)

ARMILLARIA (Fr.) Staude (2)

- Armillaria gallica* Marxm. & Romagn.: *Lep, Lh, P, I, Бк; IXa, Бк ГрД; XIб, Бк; XII, БкГр; XIII, ГрБк*. ООПТ: ЗкАП, ЗкБ.
Armillaria mellea (Vahl) P. Kumm.: *Lep, Lei, P, I, Бк; III, Бк, ГрБк; VII, БкГр(О); IXa, БкГрД; XIa,б,г, ГрБк, ДГрБк; XII, БкГр; XIII, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкХП, ЗкБ, ЗкАП.

CYLINDROBASIDIUM Jülich (1)

Cylindrobasidium evolvens (Fr.) Jülich: *Le, Бк*.

DESARMILLARIA (Herink) R. A. Koch & Aime (1)

Desarmillaria tabescens (Scop.) R. A. Koch & Aime: *Lei, Lep, Lh, P, IXa, ДГрБк*. ООПТ: ЗкБ.

FLAMMULINA P. Karst. (1)

Flammulina velutipes (Curtis) Singer: *Lei, III, Бк, ГрБк; IXa, БкГрД*. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

HYMENOPELLIS R. H. Petersen (1)

Hymenopellis radicata (Relhan) R. H. Petersen [*Xerula radicata* (Relhan) Dörfelt]: *Hu, I, Бк; II, ДГрБк, III, Бк, ГрБк, ДГрБк; VIa, СнБкГрД; VIб,в, IXa, ГрБк; Xв, ДГрБк; XIa, ГрБк; XIв, Бк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.

MUCIDULA Pat. (1)

Mucidula mucida (Schröd.) Pat.: *Lei, I, II, Бк; III, Бк, ГрБк; VIб, ДГрБк; VIв, ГрБк; IXa, ДГрБк; XIa, Бк; XII, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.

PARAXERULA R. H. Petersen (1)

Paraxerula caussei (Maire) R. H. Petersen: *Hu, III, Бк*. Одна находка. ООПТ: НПКр.

XERULA Maire (1)

Xerula pudens (Pers.) Singer [*Xerula longipes* (St. Amans) Maire]: *Hu*, II, Бк; IIIд, БкД; VIб, СнБк; XIа, ДБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pleurotaceae (2/6)

HOHENBUEHELIA Schulzer (3)

Hohenbuehelia mastrucata (Fr.) Singer: *Le*, IIIв, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Hohenbuehelia petaloides (Bull.) Schulzer: *Le*, *Lh*, III, ДБк, Бк, ГрБк; Хв, ГрБк(О). ООПТ: НПКр.

Hohenbuehelia serotina (Pers.) Singer [*Panellus serotinus* (Pers.) Kühner]: *Lei*, XIб, ГрБк. Одна находка. ООПТ: ЗкАП.

PLEUROTUS (Fr.) P. Kumm. (3)

Pleurotus dryinus (Pers.) P. Kumm.: *Lei*, Хг, БкГрД.

Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm.: *Lep*, *Lei*, I, ГрБк; II, Бк; VIа, СнБк; VIб, ГрБк; IXа, ДГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ.

**Pleurotus pulmanarius* (Fr.) Quél.: *Lep*, IIIг, Бк (Свирин С. А.). ООПТ: НПКр.

Pluteaceae (1/15)

PLUTEUS Fr. (15)

Pluteus cervinus (Schaeff.) P. Kumm.: *Le*, *Mr*, I, II, Бк; III, Бк, ДБк; IV, ДГрБк; VIа, СнБк; XIа, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.

Pluteus chrysophaeus (Schaeff.) Quél.: *Le*, IIIд, Бк. ООПТ: НПКр. Включен в КК КЧР.

Pluteus cinereofuscus J. E. Lange: *Le*, *Fd*, I, ГрБк; III, Бк; VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pluteus ephebeus (Fr.) Gillet: *Le*, III, Бк, ДБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pluteus hispidulus (Fr.) Gillet: *Le*, I, ГрБк; IIIд, Бк. ООПТ: НПКр.

Pluteus leoninus (Schaeff.) P. Kumm.: *Lep*, I, Бк; III, Бк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Pluteus nanus (Pers.) P. Kumm.: *Lep*, IIIд, Бк; XIб, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкАП.

Pluteus petasatus (Fr.) Gillet: *Lep*, *Lh*, IXа, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Pluteus podospileus Sacc. & Cub. *Le*, IIIд,в, Бк. ООПТ: НПКр.

Pluteus robertii (Fr.) P. Karst: *Le*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Pluteus romellii (Britzelm.) Sacc.: *Lep*, II, Бк; XIб, ГрБк. ООПТ: ЗкАП.

Pluteus salicinus (Pers.) P. Kumm.: *Lei*, I, ГрБк; IIIд,в, Бк; VIа, СнБк; XIа, ДБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.

Pluteus semibulbosus (Lasch) Quél.: *Le*, I, III, Бк; VIа,б, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pluteus thomsonii (Berk. & Broome) Dennis: *Le*, IIIд, ГрБк. ООПТ: НПКр. Включен в КК КЧР.

Pluteus umbrosus (Pers.) P. Kumm: *Le*, IIIв, Бк. ООПТ: НПКр.

Porotheleaceae (1/1)

PHLOEOMANA Redhead (1)

Phloeomana minutula (Sacc.) Redhead [*Mycena olida* Bres.]: *Le*, IIIг, Бк. ООПТ: НПКр.

Psathyrellaceae (7/20)

COPRINOPSIS P. Karst. (4)

Coprinopsis atramentaria (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo [*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr.]: *Hu*, IIIв, ДГрБк; I, ГрБк; II, Бк; XIа, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

Coprinopsis lagopus (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo [*Coprinus lagopus* (Fr.) Fr.]: *Hu*, VIб, Бк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Coprinopsis picacea (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo [*Coprinus picaceus* (Bull.) Gray]: *Hu*, I, II, Бк; III, Бк, ДБк; VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Coprinopsis spelaiophila (Bas & Uljé) Redhead, Vilgalys & Moncalvo [*Coprinus extingtorius* (Bull.) Fr.]: *Hu*, IIIв, IIIг, Бк. Две находки. ООПТ: НПКр.

COPRINELLUS P. Karst. (4)

Coprinellus disseminatus (Pers.) J. E. Lange [*Coprinus disseminatus* (Pers.) Gray]: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Coprinellus ephemerus (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo [*Coprinus ephemerus* (Bull.) Fr.]: *Hu*, XIа, ДГрБк. ООПТ: ЗУЯЧ.

Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson [*Coprinus micaceus* (Bull.) Fr.]: *Hu*, XIа, ДГрБк; III, Бк, ДБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

Coprinellus silvaticus (Peck) Gminder: *Hu*, I, ГрБк; Хг, СнБк.

CYSTOAGARICUS Singer (1)

Cystoagaricus hirtosquamulosus (Peck) Örstadius & E. Larss. [*Psathyrella hirtosquamulosa* (Peck.) A. H. Sm.]: *Le*, IIIд, ГрБк. ООПТ: НПКр.

HOMOPHRON (Britzelm.) Örstadius & E. Larss. (2)

Homophron cernuum (Vahl) Örstadius & E. Larss. [*Psathyrella cernua* (Vahl) P. Kumm.]: *Hu*, IIIд, Бк. ООПТ: НПКр.

Homophron spadiceum (P. Kumm.) Örstadius & E. Larss. [*Psathyrella spadicea* (P. Kumm.) Singer]: *Hu*, III, ДБк. ООПТ: НПКр.

LACRYMARIA Pat. (1)

Lacrymaria lacrymabunda (Bull.) Pat.: *Hu*, *Lh*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

PARASOLA Redhead, Vilgalys & Hopple (2)

Parasola conopilea (Fr.) Örstadius & E. Larss. [*Psathyrella conopilea* (Fr.) A. Pearson & Dennis]: *Hu*, III, XIa, Бк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

Parasola leiocephala (P. D. Orton) Redhead, Vilgalys & Hopple [*Coprinus leiocephalus* P. D. Orton]: *Hu*, IIIг, VIa, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

PSATHYRELLA (Fr.) Quél. (6)

Psathyrella candolleana (Fr.) Maire: *Hu*, *St*, IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Psathyrella fusca (J. E. Lange) A. Pearson: *Le*, VIa, Бк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Psathyrella gyroflexa (Fr.) Konrad & Maubl.: *Lep*, *Hu*, IIIд, Бк. ООПТ: НПКр.

Psathyrella leucotephra (Berk. & Broome) P. D. Orton: *Lep*, *Lh*, IIIд, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Psathyrella murcida (Fr.) Kits van Wav.: *Lep*, IIIa,д, Бк. ООПТ: НПКр.

Psathyrella piluliformis (Bull.) P. D. Orton: *Le*, *Hu*, VIб, ДГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Schizophyllaceae (1/1)

SCHIZOPHYLLUM Fr. (1)

Schizophyllum commune Fr.: *Le*, III, ДГрБк; VIa, ГрБкСн; VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Strophariaceae (7/15)

AGROCYBE Fayod (1)

Agrocybe praecox (Pers.) Fayod: *Hu*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

CYCLOCYBE Velen. (1)

Cyclocybe erebia (Fr.) Vizzini & Matheny [*Agrocybe erebia* (Fr.) Kühner ex Singer]: *Hu*, IIIд, ГрБк. ООПТ: НПКр.

HYPHOLOMA (Fr.) P. Kumm. (3)

Hypholoma capnoides (Fr.) P. Kumm.: *Lep*, *Lh*, Бк.

Hypholoma fasciculare (Huds.) P. Kumm.: *Lep*, *Lh*, I, Бк; III, Бк, ДБк; VII, БкГр(О); XIa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкХП.

Hypholoma lateritium (Schaeff.) P. Kumm. [*H. sublateritium* (Fr.) Quél.]: *Lep*, III, ГрД, ДБк, Бк, ГрБк; I, Бк. ООПТ: НПКр.

KÜEHNEROMYCES Singer & A. H. Sm. (1)

Kühneromyces mutabilis (Schaeff.) Singer & A. H. Sm.: *Lep*, *Lh*, I, III, Бк. ООПТ: НПКр.

LERATIOMYCES Bresinsky & Manfr. Binder ex Bridge, Spooner, Beever & D. C. Park (1)

Leratiomyces squamosus (Pers.) Bridge & Spooner [*Stropharia squamosa* (Pers.) Quél.]: *Hu*, *St*, I, III, Бк; VIв, ГрБк; XIa, ДГрБк; XIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкАП.

PHOLIOTA (Fr.) P. Kumm. (7)

Pholiota adiposa (Batsch) P. Kumm.: *Lep*, *Lei*, I, III, Бк; VI, ГрБк; IX, БкГрД; XIII, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pholiota carbonaria (Fr.) Singer [*Pholiota highlandensis* (Peck) Singer]: *C*, VIб, ДГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Pholiota gummosa (Lasch) Singer: *Lep*, IIIв, Бк. ООПТ: НПКр.

Pholiota lenta (Pers.) Singer: *Le*, *Lh*, III, Бк, VI, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Pholiota squarrosa (Vahl) P. Kumm.: *Lep*, *Lh*, I, Бк; III, ГрБк, ДБк; IXa, ГрБкД. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкБ.

Pholiota squarrosoides (Peck) Sacc.: *Le*, III, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Pholiota tuberculosa (Schaeff.) P. Kumm. [*P. curvipes* (Pers.) Quél.]: *Lep*, IIIд, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

STROPHARIA (Fr.) Quél. (1)

Stropharia aeruginosa (Curtis) Quél.: *Hu*, *Lep*, I, ГрБк; IIIг, Бк; VIa, СнБк; VIв, Бк; XIa, Бк; XIб, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкАП.

Tricholomataceae (12/34)

ATRACTOSPOROCYBE P. Alvarado, G. Moreno & Vizzini (1)

Atractosporocybe inornata (Sowerby) P. Alvarado, G. Moreno & Vizzini [*Clitocybe inornata* (Sowerby) Gillet]: *St*, I, ГрБк; IIIб, Бк. ООПТ: НПКр.

CLITOCYBE (Fr.) Staude (6)

Clitocybe infundibuliformis (Schaeff.) Quél.: *Hu*, I, Бк, ГрБк; III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Clitocybe nebularis (Batsch) P. Kumm. [*Lepista nebularis* (Fr.) Harmaja]: *Hu*, *St*, I, Бк; III, Бк, ДБк; XIa, ГрБк; XIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкАП.

Clitocybe odora (Bull.) P. Kumm.: *Hu*, I, Бк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; XIa, ГрБк. ООПТ: КрПЗ, ЗУЯЧ.

Clitocybe phaeophthalma (Pers.) Kuyper: *St*, IIIб, Бк. ООПТ: НПКр.

Clitocybe phyllophila (Pers.) P. Kumm. [*Clitocybe cerussata* (Fr.) P. Kumm.]: *St*, I, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Clitocybe suaveolens (Schumach.) P. Kumm.: *St*, I, ГрБк.

COLLYBIA (Fr.) Staude (2)

Collybia cookei (Bres.) J. D. Arnold: *St*, VI, Бк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Collybia ingrata (Schumach.) Quél.: *St*, IIIд, ГрБк. ООПТ: КрПЗ.

INFUNDIBULICYBE Harmaja (2)

Infundibulicybe geotropa (Bull.) Harmaja [*Clitocybe geotropa* (Bull.) Quél.]: *St*, III, ДГрБк; IXa, БкГрД. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Infundibulicybe gibba (Pers.) Harmaja [syn. *Clitocybe gibba* (Pers.) P. Kumm.]: *St*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

LEPISTA (Fr.) W. G. Sm. (1)

Lepista nuda (Bull.) Cooke: *St, Mr, XIa, БкГрД*. ООПТ: ЗУЯЧ.

LEUCOCYBE Vizzini, P. Alvarado, G. Moreno & Consiglio (1)

Leucocybe connata (Schumach.) Vizzini, P. Alvarado, G. Moreno & Consiglio [*Lyophyllum connatum* (Schumach.) Singer]: *Hu, IIIв, Бк*. ООПТ: НПКр.

LEUCOPAXILLUS Boursier (3)

Leucopaxillus paradoxus (Costantin & L. M. Dufour) Boursier: *Hu, St, III, Бк; Ха, СнБк*. ООПТ: НПКр.

Leucopaxillus salmonifolius M. M. Moser & Lamoure: *Hu, St, IIIб, Бк*. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Leucopaxillus tricolor (Peck) Kühner: *Hu, St, IXa, БкДГр; Хб, БкДГр*. ООПТ: ЗкБ. Включен в мониторинговый список КК РФ, ККС, а также в ККБ.

MELANOLEUCA Pat. (2)

Melanoleuca melaleuca (Pers.) Murrill: *Mr, Hu, III, ДБк*. ООПТ: НПКр.

Melanoleuca polioleuca (Fr.) Kühner et Maire: *Mr, Hu, III, Бк, ГрБк*. ООПТ: НПКр.

OMPHALINA Quél. (2)

Omphalina offuciata (Fr.) Bon: *Le, St, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

Omphalina scyphiformis (Fr.) Quél.: *St, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

PARALEPISTA Raitelh. (2)

Paralepista gilva (Pers.) Raitelh. [*Lepista gilva* (Pers.) Rose, *Clitocybe gilva* (Pers.) P. Kumm.]: *St, III, Бк*. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Paralepista flaccida (Sowerby) Vizzini [*Lepista inversa* (Scop.) Pat., *Clitocybe inversa* (Scop.) Quél.]: *Hu, III, ДБк, ГрБк; XIa, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

PHYLLOTOPSIS E.-J. Gilbert & Donk ex Singer (1)

Phyllotopsis nidulans (Pers.) Singer: *Le, Бк*. Редко.

TRICHOLOMA (Fr.) Stauda (11)

Tricholoma album (Schaeff.) P. Kumm.: *Mr, XIг, СнБк*. ООПТ: НПКр.

Tricholoma atosquamosum Sacc.: *Mr, I, Бк; IXa, ГрБкД; XIв, Бк*. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Tricholoma bresadolanium Clémenson: *Mr, III, Бк*. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Tricholoma orirubens Quél.: *Mr, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

Tricholoma pardinum (Pers.) Quél.: *Mr, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

Tricholoma saponaceum (Fr.) P. Kumm.: *Mr, III, ГрБк, ДБк; IXa, ГрБкД*. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Tricholoma sciodes (Pers.) C. Martin: *Mr, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

Tricholoma sejunctum (Sowerby) Quél.: *Mr, III, Бк; IXa, ГрБкД(О)*. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Tricholoma portentosum (Fr.) Quél.: *Mr, I, VIб, Бк*. ООПТ: ЯГЛЗ.

Tricholoma sulphureum (Bull.) P. Kumm.: *Mr, III, ДГрБк*. ООПТ: НПКр.

Tricholoma virgatum (Fr.) P. Kumm.: *Mr, VII, ГрБк(О); VIб, XIб, Бк*. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкХП, ЗкБ.

Tubariaceae (1/1)

TUBARIA (W. G. Sm.) Gillet (1)

Tubaria furfuracea (Pers.) Gillet: *St, III, Бк; VIг, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

AURICULARIALES (1/1/2)

Auriculariaceae (1/2)

AURICULARIA Bull. (2)

Auricularia auricula-judae (Bull.) Quél.: *Lei, I, ГрБк*.

Auricularia mesenterica (Dicks.) Pers.: *Lei, III, Бк; IXa, ГрБк*. ООПТ: ЗкБ.

BOLETALES (6/19/39+1)

Boletaceae (14/34+1)

AUREOBOLETUS Pouzar (1)

**Aureoboletus gentilis* (Quél.) Pouzar: *Mr, VIa, СнБк*. ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в ККБ.

BOLETUS L. (5)

Boletus aereus Bull.: *Mr, IXa, Ха, ДГрБк; Хб, ГрБкД*. ООПТ: ЗкБ. Включен в КК РК, ККС, а также в ККУ, рекомендован для нового издания КК РФ.

Boletus edulis Bull.: *Mr, I, ГрБк; III, ДБк, БкГр, БкД; IV, ДГрБк; VIa, СнБк; VIII, ГрБк*. ООПТ: КрПЗ, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Boletus ferrugineus Schaeff.: *Mr, Бк*.

Boletus reticulatus Schaeff.: *Mr, I, ГрБк; II, Бк; IIIв, V, ДГрБк; VIa, СнБк; VIII, ГрБк; IXa, ГрБк, ДГрБк; X, ДГрБк(О); XIб, XII, XIII, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ, ЗкАП.

Boletus subtomentosus L.: *Mr, I, ГрБк; III, Бк, БкД; V, ДГрБк; VIa, СнБк; VIII, ГрБк; Хв, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

BUTYRIBOLETUS D. Arora & J. L. Frank (3)

Butyriboletus appendiculatus (Schaeff.) D. Arora & J. L. Frank: *Mr, VIa, СнБк; IXa, ГрБк, БкГрД; Ха, ДГрБк*. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ.

**Butyriboletus fechtneri* (Velen.) D. Arora & J. L. Frank [*Boletus fechtneri* Velen]: *Mr, IV, ГрБк; IXa, ГрБк, ДГрБк; Ха, ДГрБк; Хг, Бк* (Свириной С. А.). ООПТ: ПГ, ЗкБ. Включен в КК РА.

**Butyriboletus pseudoregius* (Heinr. Huber) D. Arora & J. L. Frank: *Mr*, IXa, ДГрБк(Т); Ха, ГрБкД (Свирин С. А.). ООПТ: ЗкБ.

CALOBOLETUS Vizzini (2)

**Caloboletus calopus* (Pers.) Vizzini [*Boletus calopus* Pers.]: *Mr*, IV, ДГрБк; IXa, ДГрБк(Т); XIб, Бк (Свирин С. А.). ООПТ: ЗкБ, ЗкАП.

Caloboletus radicans (Pers.) Vizzini [*Boletus radicans* Pers.]: *Mr*, IXa, БкГрД, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

CYANOBOLETUS Gelardi, Vizzini & Simonini (1)

Cyanoboletus pulverulentus (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini: *Mr*, VIa, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в ККБ и КК КЧР.

HEMILECCINUM Šutara (2)

Hemileccinum depilatum (Redeuilh) Šutara: *Mr*, VIII, ГрБк; Хг, ГрБк(О). Включен в ККС, а также в ККБ.

Hemileccinum impolitum (Fr.) Šutara: *Mr*, I, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

IMPERATOR Koller, Assyov, Bellanger, Bertéa, Loizides, G. Marques, P.-A. Moreau,

J. A. Muñoz, Oppicelli, D. Puddu & F. Rich. (2)

**Imperator luteocupreus* (Bertéa & Estadès) Assyov, Bellanger, Bertéa, Courtec., Koller, Loizides, G. Marques, J. A. Muñoz, Oppicelli, D. Puddu, F. Rich. & P.-A. Moreau: *Mr*, VIa, СнБкД; Ха, ДГрБк (рис. 1f). ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в ККБ.

**Imperator torosus* (Fr.) Assyov, Bellanger, Bertéa, Courtec., Koller, Loizides, G. Marques, J. A. Muñoz, Oppicelli, D. Puddu, F. Rich. & P.-A. Moreau [*Boletus torosus* Fr.]: *Mr*, IXa, ДГрБк(О), ДГрБк (Свирин С. А.) (рис. 1h). ООПТ: ЗкБ. Включен в КК РА.

LECCINELLUM Bresinsky & Manfr. Binder (2)

Leccinellum crocipodium (Letell.) Della Magg. & Trassin [*Leccinum crocipodium* (Letell.) Watling, *L. nigrescens* Singer]: *Mr*, IIIв, Бк, ДБк; IV, V, ДГрБк; Ха, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Leccinellum pseudoscabrum (Kallenb.) Mikšik [*Leccinum carpini* (R. Schulz) M. M. Moser ex D. A. Reid, *Leccinum pseudoscabrum* (Kallenb.) Šutara]: *Mr*, I, ГрБк; II, Бк; III, ГрБк; IIIв, ДБк; IV, V, ДГрБк; VIa, СнДБк; VIII, IX, IXa, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

LECCINUM Gray (2)

Leccinum aurantiacum (Bull.) Gray: *Mr*, I, II, ГрБк; III, ГрБк(О); IIIв, ДБк; VII, ГрБк(О); IXa, ДГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЗкХП, ЗкБ.

**Leccinum duriusculum* (Schulzer ex Kalchbr.) Singer: *Mr*, IXa, ДГрБк(О) (Свирин С. А.). ООПТ: ЗкБ.

NEOBOLETUS Gelardi, Simonini & Vizzini (1)

Neoboletus erythropus (Pers.) C. Hahn: *Mr*, III, ДБк; V, ДГрБк; VIa, СнД(Бк); VIб, ДБкГр; VIII, ГрБк; IX, ДБкГр. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

PULCHROBOLETUS Gelardi, Vizzini & Simonini (1)

Pulchroboletus rosealbidus (Alessio & Littini) Gelardi, Vizzini & Simonini: *Mr*, VIa, СнБк; IXa, БкГрД; Хв, ГрБк(О). ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ. Включен в ККБ.

RUBROBOLETUS Kuan Zhao & Zhu L. Yang (5)

**Rubroboletus dupainii* (Boud.) Kuan Zhao & Zhu L. Yang: *Mr*, VIa, СнБк (рис. 1g). В РФ зарегистрирован только в РК и Кк. ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в КК Кк, в ККБ, рекомендован для нового издания КК РФ.

Rubroboletus legaliae (Pilát & Dermek) Della Magg. & Trassin.: *Mr*, IX, БкДГр, ДГрБк, ГрБк; IXa, ДГрБк, ГрБк; Хб, ГрБкД; Хв, ГрБк(О). ООПТ: ЗкБ. Включен в ККС, рекомендован к охране в ряде стран Европы.

Rubroboletus lupinus (Fr.) Costanzo, Gelardi, Simonini & Vizzini: *Mr*, IXa, ДГрБк, ГрБкД. ООПТ: ЗкБ.

Rubroboletus rhodoxanthus (Krombh.) Kuan Zhao & Zhu L. Yang: *Mr*, III, ДБк; V, ДГрБк; VIII, ГрБк; IXa, ДГрБк; Хв, ГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЗкБ. Включен в КК РФ, КК РК, ККС, КК Кк.

Rubroboletus satanas (Lenz) Kuan Zhao & Zhu L. Yang: *Mr*, III, Бк, БкД; IXa, БкГрД, ГрБкД. ООПТ: НПКр, ЗкБ. Включен в ККС, КК КЧР, в ККБ.

SUILLELLUS Murrill (3+1)

Suillessus luridus (Schaeff.) Murrill: *Mr*, I, ГрБк; II, Бк; III, Бк, ДБк; V, ДГрБк; VIII, ДГрБк; IX, ГрБк; IXa, Ха, ДГрБк; ХIв, Бк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Suillessus luridus var. *rubriceps* (Maire) Blanco-Dios: *Mr*, Хв, ДГрБк.

Suillessus pulchrotinctus (Alessio) Blanco-Dios: *Mr*, IX, БкДГр; IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Suillessus queletii (Schulzer) Vizzini, Simonini & Gelardi: *Mr*, VIa, СнБк; VIII, ДГрБк; IX, БкДГр; IXa, Д(Бк,Гр), ГрБк; Ха, ДГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ.

TYLOPILUS P. Karst. (1)

Tylopilus felleus (Bull.) P. Karst.: *Mr*, I, ГрБк; III, Бк, ДБк. ООПТ: НПКр.

XEROCOMELLUS Šutara (3)

Xerocomellus chryseron (Bull.) Šutara: *Mr*, I, ГрБк; II, Бк; III, Бк, ГрБк, БкД; IIIв, ДБк; IV, Бк; V, ДГрБк; VIa, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Xerocomellus porosporus (Imler ex Watling) Šutara: *Mr*, III, БкГр; V, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Xerocomellus pruinatus (Fr. & Hök) Šutara: *Mr*, V, ДГрБк; VIa, СнБк; Ха, БкГрД. ООПТ: ЯГЛЗ.

GYROPORACEAE (1/1)

GYROPORUS Qué. (1)

Gyroporus castaneus (Bull.) Qué.: *Mr*, Хг, ГрБкД. Включен в КК Кк. Рекомендован для нового издания КК РК.

Hygrophoropsidaceae (1/1)

HYGROPHOROPSIS (J. Schröt.) Maire ex Martin-Sans (1)

Hygrophoropsis aurantiaca (Wulfen) Maire [*Clitocybe aurantiaca* (Wulfen) Stud.-Steinh.]: *Lh*, *Lep*, IIIr, Бк; XIa, ДБк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ.

Paxillaceae (1/1)

PAXILLUS Fr. (1)

Paxillus involutus (Batsch) Fr.: *Mr*, I, II, Бк; III, Бк, ГрБк; VIб, ГрБк; IXa, ДГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Rhizopogonaceae (1/1)

RHIZOPOGON Fr. et Nordholm (1)

Rhizopogon roseolus (Corda) Th. Fr.: *Mr*, III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Sclerodermataceae (1/2)

SCLERODERMA Pers. (2)

Scleroderma citrinum Pers.: *Mr*, I, II, ГрБк; III, ДГрБк; VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Scleroderma verrucosum (Bull.) Pers.: *Mr*, III, ДГрБк(Сн); VIб, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

CANTHARELLALES (1/5/7)

Cantharellaceae (5/7)

CANTHARELLUS Adans. ex Fr. (1)

Cantharellus cibarius Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк; II, ГрБк; III, Бк, ГрБк, ГрДБк; IV, V, ДГрБк; VIII, IXa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

CLAVULINA J. Schröt. (3)

Clavulina amethystina (Bull.) Donk: *Hu*, I, ГрБк; XIв, Бк.

Clavulina cinerea (Bull.) J. Schröt.: *Hu*, IXa, XIб, Бк. ООПТ: ЗкАП, ЗкБ.

Clavulina coralloides (L.) J. Schröt. [syn. *C. cristata* (Holmsk.) J. Schröt.]: *Le*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

CRATERELLUS Pers. (1)

Craterellus cornucopioides (L.) Pers.: *Mr*, I, II, III, Бк; VII, ГрБк(О); Ха,г, ДБкГр. ООПТ: НПКр, ЗкХП.

HYDNUM L. (1)

Hydnum repandum L.: *Mr*, I, Бк; IXa, ГрБкД. ООПТ: ЗкБ.

PSEUDOCRATERELLUS Corner (1)

Pseudocraterellus undulatus (Pers.) Rauschert [*Craterellus sinuosus* (Fr.) Fr.]: *Mr/Hu*, I, Бк; Ха, ДГрБк. Две находки.

CORTICIALES (1/1/1)

Corticiaceae (1/1)

VUILLEMINIA Maire (1)

Vuilleminia comedens (Nees) Maire: *Le*, III, VI, ГрБк.

GEASTRALES (1/3/7)

Gastraceae (3/7)

GEASTRUM Pers. (5)

Geastrum berkeleyi Massee: *Hu*, VIб, Бк. Одна находка. ООПТ: ЯГЛЗ.

Geastrum fimbriatum Fr.: *Hu*, *St*, III, Бк, ГрБк; VI, СнБк. ООПТ: НПКр ЯГЛЗ.

Geastrum melanocephalum (Czern.) V. J. Staněk [*Trichaster melanocephalus* Czern.]: *Hu*, *St*, IIIб, Бк. ООПТ: КрПЗ.

Geastrum triplex Jungh.: *Hu*, I (Бк); III (Бк, ГрБк); VIв (ГрБк); XIa (ДГрБк). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ.

Geastrum rufescens Pers.: *Hu*, III, Бк, ГрБк; VI, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ. Включен в КК КЧР.

MYRIOSTOMA Desv. (1)

Myriostoma coliforme (Dicks.) Corda: *Hu*, VIб, БкГрД. ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в Приложение к КК РФ и Приложение I к Бернской конвенции, в ККУ.

SPHAEROBOLUS Tode (1)

Sphaerobolus stellatus Tode: *Le*, IIIв, ДБк, ГрБк. ООПТ: НПКр.

GOMPHALES (2/2/8)

Clavariadelphaceae (1/1)

CLAVARIADELPHUS Donk (1)

Clavariadelphus pistillaris (L.) Donk: *Hu*, I, Бк, ДГрБк; Хв, СнБк; IXa, БкГрД (рис. 1c). ООПТ: ЗкБ. Включен в КК РК, ККС, в КК Кк, в КК РА и КБР, в ККУ; ранее входил в КК СССР.

Gomphaceae (1/7)

RAMARIA Fr. ex Bonord. (7)

Ramaria aurea (Schaeff.) Quél.: *Mr*, I, IIIв,д, Бк; IXa, ГрБкД. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

Ramaria botrytis (Pers.) Bourdot: *Hu/Mr*, III, Бк, ДГрБк; IX, ГрБк(О) (рис. 1b). ООПТ: НПКр. Включен в КК РК.

Ramaria flava (Schaeff.) Quél.: *Mr*, I, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Ramaria formosa (Pers.) Quél.: *Mr*, I, ГрБк; IIIд, Бк, VIII, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

**Ramaria fumigata* (Peck) Corner: *Hu/Mr*, Ха, ДГрБк(С) (Свирин С. А.).

Ramaria pallida (Schaeff.) Ricken [*Ramaria mairei* Donk]: *Hu/Mr*, I, Бк; IXа, ДГрБк(О). ООПТ: ЗкБ.

Ramaria stricta (Pers.) Quél.: *Lei*, *Hu*, I, Бк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

HYMENOGYSALES (3/8/11)

Hymenochaetaceae (6/9)

FUSCOPORIA Murrill (1)

Fuscoporia ferruginosa (Schrad.) Murrill [*Phellinus ferruginosus* (Schrad.) Pat.]: *Lei*, Бк, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

HYMENOGYSAETE Lév. (1)

Hymenochaete rubiginosa (Dicks.) Lév.: *Le*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

INONOTUS P. Karst. (4)

Inonotus cuticularis (Bull.) P. Karst.: *Lei*, III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Inonotus hispidus (Bull.) P. Karst.: *Lei*, I, Бк.

Inonotus nodulosus (Fr.) P. Karst. [*Mensularia nodulosa* (Fr.) T. Wagner & M. Fisch.]: *Lei*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Inonotus obliquus (Fr.) Pilát: *Lei*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

PHELLINUS Quél. (1)

Phellinus igniarius (L.) Quél.: *Le*, I, Бк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; VI, ГрБк, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

PSEUDOINONOTUS T. Wagner & M. Fisch. (1)

Pseudoinonotus dryadeus (Pers.) T. Wagner & M. Fisch. [*Inonotus dryadeus* (Pers.) Murrill.]: *Lei*, *Lep*, I, II, Бк.

XANTHOPORIA Murrill (1)

Xanthoporia radiata (Sowerby) Tura, Zmitr., Wasser, Raats & Nevo [*Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst.]: *Le*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Schizoporaceae (1/1)

SCHIZOPORA Velen. (1)

Schizopora paradoxa (Schrad.) Donk: *Le*, III, Бк, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Incertae sedis (1/1)

TRICHAPTUM Murrill (1)

Trichaptum bifforme (Fr.) Ryvarden [syn. *Hirschioporus pargamensis* (Fr.) Bondartsev & Singer]: *Lei*, III, VIа, ГрБк; VIб, Бк; IXа, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

PHALLALES (1/2/2)

Phallaceae (2/2)

MUTINUS Fr. (1)

Mutinus caninus (Huds.) Fr.: *Hu*, *St*, I, ГрБк; III, Бк, ГрБк, ГрД; VIв, XIд, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ. Включен в ККУ и ККБ; ранее входил в КК СССР.

PHALLUS Junius ex L. (1)

Phallus impudicus L.: *Hu*, *St*, I, Бк; III, Бк, ГрБк; IV, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

POLYPORALES (7/42/59)

Fomitopsidaceae (6/7)

ANTRODIA P. Karst. (1)

Antrodia serialis (Fr.) Donk: *Le*, VIа, СнБк (Ставищенко И. В.). ООПТ: ЯГЛЗ.

DAEDALEA Pers. (1)

Daedalea quercina (L.) Pers.: *Lei*, III, VI, Бк, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

FOMITOPSIS P. Karst. (1)

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst. [*Fomes unguatus* (Schaeff.) Sacc.]: *Lei*, III, Бк, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

ISCHNODERMA P. Karst. (1)

Ischnoderma resinsum (Schrad.) P. Karst.: *Lei*, III, ГрБк; VI, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

LAETIPORUS Murrill. (1)

Laetiporus sulphureus (Bull.) Murrill.: *Lei*, III, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

POSTIA Fr. (2)

Postia caesia (Schrad.) P. Karst. [*Oligoporus caesius* (Schrad.) Gilb. & Ryvarden, *Tyromyces caesius* (Schrad.) Murrill.]: *Le*, Бк.

Postia tephroleuca (Fr.) Jülich [*Oligoporus tephroleucus* (Fr.) Gilb. & Ryvarden]: *Le*, Бк. ООПТ: НПКр.

Ganodermataceae (1/2)

GANODERMA P. Karst. (2)

Ganoderma applanatum (Pers.) Pat.: *Lep*, I, ГрБк; III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst.: *Lep*, III, ДрБк, ДГрБк; VI, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ. Включен в КК РФ, КК РК, ККС, а также в КК Кк, РА, КБР.

Grifolaceae (1/1)

GRIFOLA Gray (1)

Grifola frondosa (Dicks.) Gray: *Lep, Lh, III, Бк, ГрБк, ДГрБк*. ООПТ: НПКр. Включен в КК РФ, региональные КК РК, РА, РСО–А, КБР, Кк, а также в ККБ и ККУ; ранее – в КК СССР.

Meripilaceae (1/1)

MERIPILUS P. Karst. (1)

Meripilus giganteus (Pers.) P. Karst. [*Grifola gigantea* (Pers.) Pilát]: *Lei, I, III, Бк; XIa, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ. Включен в КК РА.

Meruliaceae (7/10)

BJERKANDERA P. Karst. (2)

Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst.: *Lei, III, Бк, ГрБк, БкГр(О)*. ООПТ: НПКр.

Bjerkandera fumosa (Pers.) P. Karst.: *Lei*, на буке.

GLOEOPORUS Mont. (2)

Gloeoporus bourdotii (Pilát) Bondartsev & Singer: *Le, Бк*.

Gloeoporus pannocinctus (Romell.) J. Erikss.: *Le, Бк*.

IRPEX Fr. (1)

Irpex lacteus (Fr.) Fr.: *Lei, Lep, III, ГрБк; VIa, БкГрСн*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

MYCOACIA Donk (1)

Mycoacia uda (Fr.) Donk [*Sarcodontia uda* (Fr.) Nikol.]: *Le, Бк*.

PHLEBIA Fr. (2)

Phlebia radiata Fr.: *Le, III, Бк, ГрБк, ДГрБк*. ООПТ: НПКр.

Plebia tremellosa (Schrad.) Nakasone & Burds. [*Meruleus tremellosus* Schrad.]: *Le, III, Бк, ГрБк, ДГрБк*. ООПТ: НПКр.

SARCODONTIA Schulzer (1)

Sarcodontia delectans (Peck) Spirin [*Spongipellis delectans* (Peck) Murrill.]: *Le, III, ДГрБк*. ООПТ: НПКр.

VITREOPORUS Zmitr. (1)

Vitreoporus dichrous (Fr.) Zmitr. [*Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres.]: *Lep, III, Бк*. ООПТ: НПКр.

Phanerochaetaceae (7/9)

ANTRODIELLA Ryvarden & I. Johans (1)

Antrodiella serpula (P. Karst.) Spirin & Niemelä [*Antrodiella hoehnelii* (Bres.) Niemelä]: *Le, III*, на буке и грабе. ООПТ: НПКр.

BYSSOMERULIUS Parmasto (1)

Byssomerulius corium (Pers.) Parmasto: *Lei*, на буке.

CERIPORIA Donk (2)

Ceriporia purpurea (Fr.) Donk [*Meruliopsis purpurea* (Fr.) Bondartsev]: *Lei, III*, на буке и других лиственных деревьях. ООПТ: НПКр.

Ceriporia viridans (Berk & Broome) Donk: *Lei, Бк*.

CERIPORIOPSIS Domański (2)

Ceriporiopsis gilvescens (Bres.) Domański [*Ceriporia gilvescens* (Bres.) Donk]: *Lei, Бк*.

Ceriporiopsis mucida (Pers.) Gilb. & Ryvarden: *Lep, III, ГрБк*. ООПТ: НПКр.

CLIMACODON P. Karst. (1)

Climacodon septentrionalis (Fr.) P. Karst.: *Le*, на буке.

PHANEROCHAETE P. Karst. (1)

**Phanerochaete tuberculata* (P. Karst.) Parmasto: *Le, I, Бк* (Ставищенко И. В.).

POROSTEREUM Pilát (1)

Porostereum spadiceum (Pers.) Hjortstam & Ryvarden [*Lopharia spadicea* (Pers.) Boidin]: *Le, Бк*.

Polyporaceae (19/29)

AMYLOPORIA Singer (1)

Amyloporia sinuosa (Fr.) Rajchenb., Gorjón & Pildain [*Antrodia sinuosa* (Fr.) P. Karst.]: *Le, Бк*.

CELLULARIELLA Zmitr. & Malysheva (1)

Cellulariella warnieri (Durieu & Mont.) Zmitr. & Malysheva [*Lenzites warnieri* Durieu & Mont.]: *Lep, I, Бк* (рис. 1d). Включен в КК КБР. Рекомендован для нового издания КК РК.

CERIOPORUS Quél. (2)

Ceriporus squamosus (Huds.) Quél. [*Polyporus squamosus* (Huds.) Fr.]: *Lei, Lep, I, Бк; III, ГрБк, ГрБк(О), ДГрБк; VIб, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Ceriporus varius (Pers.) Zmitr. & Kovalenko [*Polyporus varius* (Pers.) Fr.]: *Lei, Lep, Lh, I, II, III, Бк, ГрБк; VIII, ГрБк; IXa, ДГрБк; Xв, ГрБк(О), БкГр; XIб, ГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ, ЗкАП.

CERRENA Gray (1)

Cerrena unicolor (Bull.) Murrill: *Lei, III, ГрБк, ГрБк(О), ДГрБк; VI, ДГрБк*. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

CORIOLOPSIS Murrill (1)

Corioloopsis gallica (Fr.) Ryvarden [*Funalia gallica* (Fr.) Bondartsev & Singer]: *Lei*, III, Бк, ГрБк, ДГрБк; VI, ГрБк, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

DAEDALEOPSIS J. Schröt. (2)

Daedaleopsis confragosa (Bolton) J. Schröt.: *Lei*, I, Бк; IXa, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Daedaleopsis tricolor (Bull.) Bondartsev & Singer: *Lei*, ГрБк.

FIBROPORIA Parmasto (1)

Fibroporia vaillantii (DC.) Parmasto [syn. *Antrodia vaillantii* (DC.) Ryvarden]: *Le*, Бк.

FOMES (Fr.) Fr. (1)

Fomes fomentarius (L.) Fr.: *Lei*, I, Бк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; VI, ГрБк, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

HAPALOPILUS P. Karst. (1)

Hapalopilus rutilans (Pers.) Murrill [*Hapalopilus nidulans* (Fr.) P. Karst.]: *Le*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

LENTINUS Fr. (2)

Lentinus arcularius (Batsch) Zmitr. [*Polyporus arcularius* (Batsch) Fr.]: *Lei*, *Lep*, III, ДГрБк. ООПТ: НПКр. Включен в КК КБР.

Lentinus brumalis (Pers.) Zmitr. [*Polyporus brumalis* (Pers.) Fr.]: *Lei*, *Lep*, III, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

LENZITES Fr. (1)

Lenzites betulinus (L.) Fr.: *Lei*, *Lep*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

NEOFAVOLUS Sotome & T. Hatt. (1)

Neofavolus alveolaris (DC.) Sotome & T. Hatt. [*Polyporus alveolaris* (DC.) Bondartsev & Singer]: *Lei*, II, Бк; III, ДБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

PICIPES Zmitr. & Kovalenko (1)

Picipes melanopus (Pers.) Zmitr. & Kovalenko [syn. *Polyporus melanopus* (Pers.) Fr.]: *Lh*, III, Бк, ГрБк, ДБкГр; IXa, Хв, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

POLYPORUS P. Micheli ex Adans. (2)

Polyporus tuberaster (Jacq. ex Pers.) Fr. [*P. coronatus* Rostk., *P. forquignoni* Quél.]: *Lep*, I, ГрБк; III, ДГрБк; VIII, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Polyporus umbellatus (Pers.) Fr. [*Grifola umbellata* (Pers.) Pilát]: *Lep*, *Lei*, I, II, Бк; III, IX, XII ГрБк. ООПТ: НПКр. Включен в КК РФ, КК РК, а также в КК Кк, КЧР, РА, КБР, в ККБ и ККУ; ранее входил в КК СССР.

PSYCNOPORUS P. Karst. (1)

Psycnoporus cinnabarinus (Jacq.) P. Karst.: *Lei*, *Lep*, I, II, Бк; III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

SKELETOCUTIS Kotl. & Pouzar (2)

Skeletocutis nivea (Jungh.) Jean Keller: *Le*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Skeletocutis semipileata (Peck) Miettinen & A. Korhonen [*Tyromyces semipileatus* (Peck) Murrill]: *Le*, Бк.

TRAMETES Fr. (5)

Trametes gibbosa (Pers.) Fr.: *Le*, III, ДГрБк(О). ООПТ: НПКр.

Trametes hirsuta (Wulfen) Lloyd [*Coriolus hirsutus* (Wulfen) Pat.]: *Le*, III, ДГрБк; VI, ГрБк, СнБк; XIa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкБ.

Trametes pubescens (Schumach.) Pilát: *Le*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Trametes trogii Berk. [*Corioloopsis trogii* (Berk.) Domanski]: *Le*, I, Бк, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

Trametes versicolor (L.) Lloyd [*Coriolus versicolor* (L.) Quél.]: *Lei*, *Lep*, I, Бк; III, ДГрБк; VI, ГрБк, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

TRAMETOPSIS Tomšovský (1)

Trametopsis cervina (Schwein.) Tomšovský [*Trametes cervina* (Schwein.) Bres.]: *Le*, III, ГрБк. ООПТ: НПКр.

TYROMYCES P. Karst. (2)

Tyromyces chioneus (Fr.) P. Karst.: *Le*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Tyromyces lacteus (Fr.) Murrill.: *Le*, II, VIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

RUSSULALES (6/8/57+1)

Auriscalpiaceae (1/1)

ARTOMYCES Jülich (1)

Artomyces pyxidatus (Pers.) Jülich [*Clavicornia pyxidata* (Pers.) Doty]: *Lei*, III, Бк, Бк(Сн); VIa, СнБк; VIб, IXa, ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ. Включен в ККБ.

Hericiaceae (2/2)

HERICIUM Pers. (1)

Hericium coralloides (Scop.) Pers.: *Lei*, I, ГрБк; II, ДГрБк; III, Бк, ГрБк, ДГрБк; IIIг, VIв ГрБк; VII, ГрБк(О); IXa, ДГрБк, ГрБк; XIa, ГрБк; XIб, Бк; XII, ГрБк; XIII, Бк (рис. 1a). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗУЯЧ, ЗкХП, ЗкБ. Включен в КК РК, ККС, а также в КК Кк, РА и КБР, ККУ; ранее входил в КК СССР.

LAXITEXTUM Lentz (1)

Laxitextum bicolor (Pers.) Lentz: *Lei*, на буке.

Lachnocladiaceae (1/1)

SCYTINOSTROMA Donk (1)

Scytinostroma hemidichophyticum Pouzar: *Le*, I, Бк.

Russulaceae (2/50+1)

LACTARIUS Pers. (19)

Lactarius acris (Bolton) Gray: *Mr*, I, ГрБк; III, Бк, ДБк, ГрБк; XIв, Бк. ООПТ: НПКр.

Lactarius blennius (Fr.) Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; II, IIIб,г, Бк; IIIд, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Lactarius chrysorrheus Fr.: *Mr*, VIа, СнБк; IX, БкСн, ГрБк; Xг, ДГрБк(Сн). ООПТ: ЯГЛЗ. Включен в ККС, а также в ККУ.

Lactarius circellatus Fr.: *Mr*, I, ГрБк. Одна находка.

Lactarius controversus Pers.: *Mr*, I, ДГрБк(О); IXа, ДГрБк. ООПТ: ЗкБ.

Lactarius flexuosus Gray.: *Mr*, I, IX, ДГрБк.

Lactarius fuliginosus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, Бк, ДБк, ДГрБк, ДГрБк(О); IIIв, Бк, ДБк; IV, ДГрБк; IXа, БкДГр; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Lactarius insulsus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, ГрБк; III, VI, Бк, ДБк, СнБк; V, ДГрБк; IX, ДГрБк(О); IXа, ДГрБк; Ха, БкГрД. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Lactarius pallidus Pers.: *Mr*, I, ДГрБк(О).

Lactarius picinus Fr.: *Mr*, I, ГрБк. Одна находка.

Lactarius piperatus (L.) Pers.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк, ДГрБк(О); II, ГрБк; IIIа, IV, Бк; V, ДГрБк; VIб, Бк; VII, IX, ГрБк(О). ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкХП.

Lactarius quietus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, II, Бк, ГрБк, ДБк.

Lactarius rufus (Scop.) Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк, ДГрБк(О); II, ГрБк; IIIа,г, Бк; IV, Бк, ГрБк, ДГрБк; V, ДГрБк; VII, Бк; IXа, БкГрД; XIа,в, Бк. ООПТ: НПКр, ЗУЯЧ, ЗкХП, ПГ, ЗкБ.

Lactarius scrobiculatus (Scop.) Fr.: *Mr*, II, ДГрБк.

Lactarius subdulcis (Pers.) Gray: *Mr*, IIIа, ГрБк; IV, ДГрБк; V, ГрБк, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ПГ.

Lactarius tabidus Fr.: *Mr*, I, ГрБк. Одна находка.

Lactarius vellereus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, ГрБк, ДГрБк.

Lactarius vietus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, ГрБк, ДГрБк; II, IV, V, ДГрБк; VIб, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ПГ.

Lactarius volemus (Fr.) Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; II, ДГрБк, IXа, Ха, ГрБк; XIв, Бк. ООПТ: НПКр, ЗкБ.

RUSSULA Pers. (31+1)

Russula adusta (Pers.) Fr.: *Mr*, I, ДГрБк; II, IIIг, ГрБк; IV, ДГрБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula aeruginea Lindblad ex Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; II, Бк, ГрБк; IV, Бк, ГрБк, ДГрБк; V, ДГрБк; VIа, СнБк; VII, ГрБк; VIII, Бк, ГрБк, ДГрБк; IX, IXа, ДГрБк; XIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкАП, ЗкБ.

Russula albonigra (Krombh.) Fr.: *Mr*, III, ДБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula aurea Pers.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; VIб, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Russula badia Quél.: *Mr*, I, ДГрБк.

Russula chloroides (Krombh.) Bres.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; III, ГрДБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula claroflava Grove: *Mr*, II, ДГрБк.

Russula cuprea Krombh.: *Mr*, IIIв,д, Бк. ООПТ: НПКр.

Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr.: *Mr*, I, II, Бк, ГрБк, ДГрБк; IIIв, Бк; V, ДГрБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula decolorans (Fr.) Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк, ДГрБк(О); III, Бк, ГрБк; IV, Бк, ГрБк, ДГрБк; V, ДГрБк; VIа, СнБк; IXа, ДГр. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Russula delica Fr.: *Mr*, I, II, ГрБк, ДГрБк; IIIв,г, ГрБк, ДГрБк; IV, Бк, ГрБк; V, ДГрБк; VIа, СнБк; IX, XIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкАП, ЗкБ.

Russula emetica (Schaeff.) Pers.: *Mr*, III, Бк. ООПТ: НПКр.

Russula faginea Romagn.: *Mr*, I, II, ДГрБк; IIIб, Бк. ООПТ: НПКр.

Russula farinipes Romell.: *Mr*, I, IV, ДГрБк.

Russula fellea (Fr.) Fr.: *Mr*, I, II, ДГрБк; III, ДБк(Сн); IV, ГрБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula foetens Pers.: *Mr*, I, II, Бк, ГрБк, ДГрБк, ДГрБк(О); III, IV, V, Бк, ГрБк, ДБк; VIа, ДБкГр(Сн), ГрБк; IX, IXа, ГрБк(О), ГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ, ЗкБ.

Russula fragilis Fr.: *Mr*, I, ДГрБк, ДГрБк(О); VI, ГрБкД.

Russula integra (L.) Fr.: *Mr*, I, ДГрБк, ДГрБк(О); II, III, ДГрБк; VIа, СнБк; VIв, XIб, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкАП.

Russula laeta Jul. Schäff.: *Mr*, IIIд, Бк. Одна находка. ООПТ: НПКр.

Russula risigallina (Batsch) Sacc. [*R. lutea* (Huds.) Gray]: *Mr*, I, ДГрБк; III, Бк, ДГрБк; IV, Бк; V, ДГрБк; VIа, ДГрБк(Сн), СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula luteotacta Rea: *Mr*, I, ДГрБк, ДГрБк(О); III, Бк, ДГрБк; IV, ДГрБк. ООПТ: НПКр.

Russula maculata Quél.: *Mr*, I, ДГрБк. Одна находка.

Russula medullata Romagn.: *Mr*, XIб, Бк. Одна находка. ООПТ: ЗкАП.

Russula nigricans Bull. Ex Fr.: *Mr*, I, II, Бк, ГрБк, ДГрБк; III, Бк, ДГрБк; V, ДГрБк; VIа, СнБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula olivacea (Schaeff.) Fr.: *Mr*, VIа, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Russula pectinatoides Peck: *Mr*, IIIв,д, Бк. ООПТ: НПКр.

Russula pseudointegra Arnould & Goris: *Mr*, I, IV, V, ДГрБк; VIа, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Russula rosea Pers. [*R. lepida* Fr.]: *Mr*, I, Бк, ДГрБк; III, все сообщества Бк и Д; V, VIб, ДГрБк; VIа, СнБк; IXа, ДГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, ЗкБ.

Russula vesca Fr.: *Mr*, I, Бк, ГрБк, ДГрБк; III, Бк; VIа, СнБк; VIб, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula vinosopurpurea Jul. Schäff.: *Mr*, VIа, СнБк. Одна находка. ООПТ: ЯГЛЗ.

Russula virescens (Schaeff.) Fr.: *Mr*, IIIг, Бк; V, ДГрБк; XIб, Бк. ООПТ: НПКр, ЗкАП.

Russula xerampelina (Schaeff.) Fr.: *Mr*, I, ДГрБк, ДГрБк(О); III, Бк, ДГрБк; IV, ДГрБк; VIа, СнБк; VIб, ДГрБк. ООПТ: НПКр, ЯГЛЗ.

Russula xerampelina (Schaeff.) Fr. var. *olivascens* (Fr.) Quél.: *Mr*, I, ДГрБк.

Stereaceae (1/2)

STEREUM Hill ex Pers. (2)

Stereum hirsutum (Willd.) Pers.: *Lei*, *Lep*, I, Бк; VI, ГрБк, СнБк. ООПТ: ЯГЛЗ.

Stereum tomentosum Van der Byl: *Lei*, *Lep*, I, II, Бк; Xв, ГрБк(О).

Incertae sedis (1/1)

LAETICUTIS Audet (1)

**Laeticutis cristata* (Schaeff.) Audet [*Albatrellus cristatus* (Schaeff.) Kotl. & Pouzar]: *Mr*, Xг, ДСнБк.

THELEPHORALES (1/1/1)

Thelephoraceae (1/1)

THELEPHORA Ehrh. ex Willd. (1)

Thelephora penicillata (Pers.) Fr.: *Mr*, *St*, I, ГрБк. Одна находка.

TRECHISPORALES (1/1/1)

Hydnodontaceae (1/1)

TRECHISPORA P. Karst. (1)

Trechispora candidissima (Schwein.) Bondartsev & Singer [*Cristella candidissima* (Schwein.) Donk]: *Le*, Бк.

TREMELLOMYCETES

TREMELLALES (1/1/1)

Tremellaceae (1/1)

TREMELLA Pers. (1)

Tremella mesenterica Retz.: *Le*, V (ДГрБк); VIг (Бк); IXа, ДГрБк; Xг, ГрБк. ООПТ: ЯГЛЗ, НПКр, ЗкБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, к настоящему времени в буковых лесах Крыма выявлено 468 видов и четыре внутривидовых таксона макромицетов из 185 родов, 59 семейств, 17 порядков, пяти классов, двух отделов. Новыми для полуострова являются 18 видов.

Ведущими по числу видов семействами являются Russulaceae (50 видов и одна разновидность), Boletaceae (34 и 1), Tricholomataceae (34), Agaricaceae (33), Polyporaceae (29), Cortinariaceae (25 и 1), Inocybaceae и Psathyrellaceae (по 20 видов). Объем семейства Russulaceae свидетельствует о близости изучаемой микобиоты к неморальным микобиотам. Коэффициент средней видовой насыщенности семейства 8,1.

Среди родов лидируют *Russula* (31 вид и одна разновидность), *Cortinarius* (25 и 1), *Lactarius* (19), *Mycena* (16), *Pluteus* (15), *Amanita* (13 и 1) и *Tricholoma* (11 видов). Коэффициент средней видовой насыщенности рода 2,6.

Буковые леса Крыма характеризуются хорошо выраженным своеобразием видового состава: исключительно из буковых лесов известны 85 видов, из которых 41 представлен одной–двумя находками. К микокомплексу специфичных для буковых лесов можно отнести 36 видов, 12 из которых являются доминантными и периодически создают аспекты.

Эколого-трофическая структура изучаемой микобиоты представлена 6 группами. Преобладают симбиотрофы (41,6 % видового состава) и ксилотрофы (31,1 %), что иллюстрирует хорошую обеспеченность сообществ бука микоризообразующими видами.

Наибольшее число симбиотрофов связано с основными лесообразующими древесными растениями – буком, дубом и грабом. В монодоминантных буковых сообществах выявлено 319 видов, с грабом в качестве содоминанта – 203 вида, с грабом и дубом – 180, с сосной – 82, с дубом – 65, с грабом, дубом и участием осины – 54 вида.

Раритетная составляющая макромицетов буковых лесов Крыма представлена целым рядом редких видов, частично включенных в различные Красные книги (КК): в КК РФ и региональные КК Крымского п-ова включены 14 видов, для новых изданий рекомендованы пять видов, два из которых ранее входили в КК СССР.

По буковым массивам ООПТ Крымского п-ова макромицеты распределены следующим образом: наибольшее их число выявлено в НПКи, где буковые леса занимают значительную площадь, и ЯГЛЗ – 313 и 139 видов, соответственно. В ЗкБ известно 99 видов, в ЗУЯЧ – 41, в ЗкАП – 24, в ЗкХП – 17, в ПГ – 4 вида. Среди не входящих в ООПТ территорий следует отметить горный массив Чатырдаг – 179 видов, 13 из которых составляют раритетный фонд.

Благодарности. Автор статьи выражает искреннюю благодарность С. А. Свириной за весомый вклад в сбор полевого материала.

Список литературы

- Бондарцев А. С., Зингер Р. А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Труды Ботанического института АН СССР. – 1950. – Сер. 2. – Вып. 6. – С. 499–543.
- Васильева Л. Н. Изучение макроскопических грибов (макромицетов) как компонентов растительных сообществ // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. 1. – С. 378–398.
- Вассер С. П. Флора грибов Украины. Агариковые грибы. – К.: Наукова думка, 1980. – 328 с.
- Вассер С. П. Флора грибов Украины. Аманитальные грибы. – К.: Наукова думка, 1992. – 166 с.
- Волобуев С. В. Афиллофоридные грибы Орловской области: таксономический состав, распространение, экология: Монография. – Спб.: Изд-во «Лань», 2015. – 304 с.
- Визначник грибів України. – К.: Наукова думка, 1972. – Т. V. Кн. 1. – 239 с.
- Визначник грибів України. – К.: Наукова думка, 1979. – Т. V. Кн. 2. – 566 с.
- Гриби природних зон Криму: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України / [Під загальною ред. І. О. Дудки. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 452 с.
- Гуцевич С. А. Гименомицеты основных древесных пород Крымского заповедника // Труды Крымского государственного заповедника. – 1940. – 2. – С. 3–37.
- Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова: монография. – Симферополь: Н. Оріанда, 2012. – 232 с.
- Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. Е. Заповедные ландшафты Тавриды. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2013. – 428 с.
- Зерова М. Я. До флори агарикових грибів Криму // Український ботанічний журнал. – 1962. – Т. XIX, № 5. – С. 94–102.
- Ісіков В. П., Євмененко О. Ф. Дереворуйнівні гриби в Ялтинському гірсько-лісовому заповіднику // Український ботанічний журнал. – 1991. – Т. 48, № 5. – С. 19–22.
- Ісіков В. П. Ксилотрофні макромицети Криму // Український ботанічний журнал. – 2003. – Т. 60, № 4. – С. 447–463.
- Исиков В. П. Грибы на деревьях и кустарниках Крыма. Систематический каталог. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2009.
- Коваленко А. Е. Экологический обзор грибов из порядков Polyporales s.str., Boletales, Agaricales s. Str., Russulales в 25апові лесах центральной части Северо-Западного Кавказа // Микология и фитопатология. – 1980. – Т. 34, вып. 4. – С. 300–314.
- Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений / [Сост. А. М. Бородин и др.]. – М.: Лесная промышленность, 1984. – Т. 2. – 480 с.
- Красная книга Республики Северная Осетия – Алания: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. – Владикавказ: Проект-Пресс, 1999. – 248 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / [Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.]. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. А. В. Ена и А. В. Фатерыга] – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
- Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы / [Отв. ред. С. А. Литвинская]. – Краснодар: [б.и.], 2017. – 850 с.
- Красная книга города Севастополя. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. – 402 с.
- Красная книга Кабардино-Балкарской Республики / [Науч. ред. М. Ч. Залиханов]. – Нальчик: Печатный двор, 2018. – 494 с.
- Плугатарь Ю. В. Леса Крыма: Монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 385 с.
- Придюк М. П. Нагрунтові базидіальні макромицети букових лісів Кримського природного заповідника // Заповідна справа в Україні. – 2002. – Т. 8, вип. 1. – С. 55–59.
- Придюк Н. П. Роды Flammulaster, Phaеоmaramisius и Simocybe (Cortinariaceae) в Украине // Микология и фитопатология. – 2006. – Т. 40, вып. 4. – С. 285–293.

Саркина И. С. Макромицеты заповедного урочища «Яйла Чатырдага» // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2005. – Вып. 15. – С. 139–146.

Саркина И. С. Макромицеты (Basidiomycetes: Russulaceae) буковых лесов горного Крыма // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – 2010. – Вып. 3. – С. 35–41.

Саркина И. С. Аннотированный список сумчатых и базидиальных макромицетов Крымского природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2011. – Вып. 2. – С. 6–42.

Саркина И. С., Придюк Н. П. Аннотированный список сумчатых и базидиальных макромицетов Ялтинского горно-лесного природного заповедника // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2012. – Вып. 3. – С. 45–82.

Саркина И. С. Состояние изученности макромицетов Севастополя: современная база данных для региональной Красной книги // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2016. – Вып. 7. – С. 106–136.

Саркина И. С. Грибы знакомые и незнакомые. Справочник-определитель грибов Крыма. 3-е издание: уточненное и дополненное. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2018. – 488 с.

Саркина И. С. Охраняемые макромицеты Крымского полуострова и Западного Кавказа (Краснодарский край) // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия и экологически сбалансированного природопользования на Западном Кавказе: Материалы Междунар. конф. (Сухум, 5–8 мая 2019 г.). – Нальчик, 2019а. – С. 32.

Саркина И. С. Раритетный фонд макромицетов горного массива Чатырдаг // Заповедники – 2019: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Материалы IX Всероссийской научно-практ. конф. (Симферополь, 9–11 октября 2019 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019б. – С. 285–290.

Светашева Т. Ю., Ребриев Ю. А., Воронина Е. Ю., Коваленко А. Е., Булах Е. М., Горбунова И. А., Кияшко А. А., Кудашова Н. Н., Морозова О. В., Переведенцева Л. Г., Саркина И. С., Ширяева О. С. Предложения в новое издание Красной книги РФ: агарикоидные и гастероидные базидиомицеты // Современная микология в России. Том 6. Материалы 4-го Съезда микологов России. – М.: Нац. Акад. Микол., 2017. – С. 156–158.

Ставищенко И. В. Предварительные данные о видовом разнообразии афиллофороидных грибов охраняемых природных территорий Крыма // Заповедники Крыма – 2016: биологическое и ландшафтное разнообразие, охрана и управление. Тезисы VIII Международной научно-практ. конф. (Симферополь, 28–30 апреля 2016 г.). – Симферополь, 2016. – С. 246–247.

Ставищенко И. В. Редкие виды афиллофоровых грибов охраняемых природных территорий Горного Крыма // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». – 2018. – Вып. 9. – С. 141–142.

Червона книга України. Рослинний світ / [Отв. ред. Я. П. Дідух]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.

Moser M. Remarkable species of Agaricales collected in the Crimean mountains (Ukraine) // Український ботанічний журнал. – 1993. – Т. 50, вип. 4. – С. 93–103.

Prydiuk M. P. Two remarkable species of Crepidotus (Cortinariaceae) from the Crimean Mountains (Ukraine) // Mycologia Balcanica. – 2005. – 2. – P. 161–164.

Red Data Book of the Republic of Bulgaria. Volume 1. Plants and Fungi / [Eds.: Peev, D. et al.] – Sofia: BAS & MOEW, 2015. – 881 p.

Svetasheva T. Yu., Arslanov S. N., Bolshakov S. Yu., Volobuev S. V., Ivanov A. I., Potapov K. O., Ezhov O. N., Sarkina I. S., Khimich Yu. R., Borovichev E. A., Rebriev Yu. A., Ivoilov A. V., Zmitrovich I. V. New species for regional mycobiotas of Russia. 2. Report 2017 // Микология и фитопатология. – 2017. – Т. 51, N 6. – С. 375–389.

Trappe J. M. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae // Botanical Review. – 1962. – Vol. 28, N 4. – P. 538–606.

Sarkina I. S. Macromycetes of beech forests of Mountain Crimea // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 5–26.

The article summarizes data in macromycetes of beech forests of the Mountain Crimea, as well as in their distribution over the beech massifs of natural-territorial complexes of protected areas. A modern annotated list of 468 species with four intraspecies taxa belonging to 185 genera, 59 families, 17 orders, 5 classes, two divisions is presented. Eighteen species are recorded as new ones for the peninsula. It was revealed that the leading families in terms of the number of species are Russulaceae (50 species and 1 variety), Boletaceae (34 and 1), Tricholomataceae (34), Agaricaceae (33), Polyporaceae (29), Cortinariaceae (25 and 1), Inocybaceae and Psathyrellaceae (20 species each). The volume of the Russulaceae family indicates the closeness of the studied mycobiota to nemoral ones. The average species richness coefficient of the family is 8.1. The leading genera are *Russula* (31 species and 1 variety), *Cortinarius* (25 and 1), *Lactarius* (19), *Mycena* (16), *Pluteus* (15), *Amanita* (13 and 1), and *Tricholoma* (11 species). The coefficient of the average genus richness is 2.6. It is established that the Crimean beech forests are characterized by a well-defined originality of the species composition: 85 species are known as growing exclusively in beech forests, of which 41 are represented by one or two findings. The mycocomplex specific to beech forests includes 36 species, 12 of which are dominant and periodically create aspects. The data on the distribution of macromycetes over mono- and polydominant beech communities, ecological and trophic structure, and rare components are presented. It is concluded that the Crimean beech forests are well provided with mycorrhizal species.

Key words: macromycetes, beech forests, protected territories, Mountain Crimea.

Поступила в редакцию 15.07.20

Сосновые леса класса *Erico-Pinetea* Horvat 1959 в Дагестане (Северный Кавказ)

Ермаков Н. Б.^{1,2}, Абдурахманова З. И.³, Плугатарь Ю. В.¹

¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН

Республика Крым, Россия

brunnera@mail.ru

Майкопский государственный технологический университет

Республика Адыгея, Россия

³ Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН

Махачкала, Республика Дагестан Россия

zagidat.abdurahmanova88@mail.ru

В статье представлены результаты классификации травяных сосновых лесов Дагестана методом Браун-Бланке. 68 геоботанических описаний сообществ сосновых лесов, взятых из статьи З. И. Абдурахмановой с соавторами (2018) были классифицированы в составе двух высших категорий растительности – бореальных лесов класса *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 и суб-средиземноморских термофильных лесов класса *Erico-Pinetea* Horvat 1959 на основе количественной классификации. Сравнительный анализ кавказских сообществ класса *Erico-Pinetea* выявил их высокий уровень флористического своеобразия по сравнению с подобными лесами Европы, Западной Азии и Крыма. Это подтверждается уникальными биоклиматическими условиями Дагестана, расположенного на территории с четко выраженным эффектом «дождевой тени» со стороны высоких горных хребтов системы Большого Кавказа, простирающихся на пути переноса западных влажных воздушных масс, что приводит к высокой континентальности климата. Эти важные экологические и флористические особенности травяных сосновых лесов Восточного Кавказа послужили основой описания нового порядка – *Alchemillo sericaceae-Pinetalia sylvestris* ord. nova hoc loco, представляющего крайне восточную часть ареала класса *Erico-Pinetea*. Диагностическая группа видов порядка включает главным образом восточно-эвксинские, кавказские эндемики и евразийские ксерофильные виды: *Juniperus oblonga*, *Alchemilla sericata*, *Galium valantioides*, *Peucedanum ruthenicum*, *Thalictrum foetidum*, *Rosa elasmacantha*, *Filipendula vulgaris*, *Koeleria cristata*, а также диагностические виды подчиненных союзов. Порядок включает два союза демонстрирующих экологические и флористические различия Дагестанских сосновых лесов в результате влияния фактора теплообеспеченности. Союз *Vupleuro polyphylli-Pinion sylvestris* all. nova hoc loco (holotypus of the order) включает травяные сосновые леса с преобладанием теплолюбивых флористических элементов. Дифференциальными видами союза являются *Astrantia major*, *Valeriana alliariifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Pyrethrum coccineum*, *Psephellus daghestanicus*, *Galium rubioides*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Primula macrocalyx*, *Anthriscus sylvestris*, *Amoria ambigua*, *Vupleurum polyphyllum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*, *Climacium dendroides*, *Abietinella abietina*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*. В состав союза включены три ассоциации и два внеанговых «сообщества» (*Carici albae-Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 - holotypus of the alliance, *Ranunculo caucasicae-Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco, *Viburno lanatae-Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019, сообщество *Stachys atherocalyx-Pinus sylvestris*, сообщество *Centaurea phrygia-Pinus sylvestris*). Союз *Onobrichido cornutae-Pinion sylvestris* all. nova hoc loco включает уникальные криофильные сосновые леса с доминированием растений-подушечников и многочисленных константных видов кавказских криофильных и ксерофильных эндемиков. Диагностические виды союза: *Onobrychis cornuta*, *Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Salvia canescens*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpina*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Potentilla recta*, *Teucrium polium*, *Euphorbia virgate*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus alexandri*, *A. fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum dagestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*. В настоящее время союз представлен одной ассоциацией – *Onobrichido cornutae-Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco. Результаты классификации продемонстрировали значительный уровень оригинальности кавказских травяных сосновых лесов и высокий флористический статус Кавказа как одного из важнейших центров современного фиторазнообразия.

Ключевые слова: субсредиземноморская растительность, ботаническая география, классификация, сосновые леса, *Erico-Pinetea*, фитоценология, Кавказ.

ВВЕДЕНИЕ

Леса из кавказской формы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* var. *hamata* = *P. kochiana*) широко распространены на северном Кавказе, однако они не образуют сплошного ареала, а в виде массивов различных размеров встречаются в различных климатических секторах, где локализованы преимущественно в верхней части лесного пояса в диапазоне абсолютных высот 1000–2400 м. Самая крупная часть ареала сосновых лесов расположена в северо-восточной части горной системы на территории Дагестана. Здесь они распространены в среднегорной и высокогорной орографических областях на абсолютных высотах 1600–2500 м. Обширный спектр экологических условий произрастания сосны обыкновенной по ведущим климатическим экологическим градиентам, а также и по характеру подстилающих горных пород обусловил высокое флоро-фитоценотическое разнообразие лесов *Pinus sylvestris* var. *hamata*, а также принадлежность разным высшим синтаксономическим категориям.

Настоящая статья является продолжением классификации светлохвойных лесов Кавказа, первые результаты которой были опубликованы по сообществам сосновых лесов бореального типа (Ермаков и др., 2019). В этой работе на основе проведенного синтаксономического анализа был описан новый союз *Daphno glomeratae*–*Pinion sylvestris* Ermakov et al. 2019, включающий реликтовые бореальные светлохвойные леса, изолированные в настоящее время от основной части ареала в Северной Евразии, но широко распространенные в Плейстоцене по всем южным горным системам Кавказа и Малой Азии. Союз представлен 3-мя ассоциациями и помещен в систему порядка *Pinetalia sylvestris* Oberd. 1957, класса *Vaccinio–Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939. В этой работе были описаны еще 3 ассоциации травяно-зеленомошных сообществ с неясным синтаксономическим статусом. Они коренным образом отличаются от типичных бореальных кустарничково-зеленомошных лесов присутствием четко выраженной группы умеренно сухолюбивых термофильных флористических элементов субсредиземноморского и южно-европейского распространения и сокращением роли типичного бореального флористического элемента.

До настоящего времени литература, посвященная классификации методом Браун-Бланке сосновых лесов (как с доминированием *Pinus sylvestris* var. *hamata*, так и второго вида сосны – *Pinus pityusa*) Кавказа очень скудная (Литвинская, Постернак, 2011; Ермаков и др., 2018, 2019). Из соседних регионов опубликованы данные по синтаксонам субсредиземноморских сосновых лесов *Pinus sylvestris* и *Pinus pallasiana* (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) для территории Крыма (Корженевский, 1986, Корженевский и др., 2003), Передней Азии (главным образом Турции) (Akman et al., 1979; Quézel et al., 1980; Ekim et Akman, 1991; Karaer et al., 1999; Türe et al., 2005, Cansaran et al., 2010; Aksoy et al., 2012; Coban, Willner, 2018; Bergmeier et al., 2019). В них термофильные сосновые травяные леса относятся в класс *Erico–Pinetea* Horvat 1959 и порядки *Erico–Pinetalia* Horvat 1959 и *Pinetalia pallasianae–kochiana* Korzhenevsky 1998. Данные о типах сосновых лесов, определенных на основе эколого-фитоценотического подхода классификации, имеются в публикациях И. И. Тумаджанова (1938, 1980), Б. Ф. Остапенко (1972), В. З. Гулисашвили с соавторами (1975), З. И. Абдурахмановой и Х. У. Алиева (2015), З. И. Абдурахмановой с соавторами (2016). В работе З. И. Абдурахмановой с соавторами (2018) представлена система типологии сосновых лесов Дагестана, в которой было описано 28 типов леса, каждый из которых был задокументирован конкретными геоботаническими описаниями.

Целью статьи выступает представление результатов классификации и анализа синтаксономического положения умеренно сухих термофильных сосновых лесов Дагестана в системе высших единиц Браун-Бланке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основой проведенного исследования выступила выборка из 68 геоботанических описаний сосновых лесов из работы З. И. Абдурахмановой и др. (2018), отнесенных в системе

эколого-фитоценотической классификации преимущественно в группы ассоциаций зеленомошных (*Pineta kochianaе hylocomiosa*), разнотравных (*Pineta kochianaе herbosa*), петрофитных (*Pineta kochianaе petrophytosa*) и шалфеево-эспарцетовых (*Pineta kochianaе salvioso canescentis–onobrychidosa cornutae*) сосновых лесов. Количественная классификация всего ряда геоботанических описаний выполнена с использованием кластерного анализа (Ward's method, Euclidian distance). Окончательное оформление таблицы постоянства видов выполнено в Juice 7.0 (Tichy, 2002). При обработке данных были исключены те виды бриофитов и лишайников, которые являются облигатными эпиксиллами и эпифитами. Классификация выполнена на основе метода Braun-Blanquet (Westhoff, van der Maarel, 1973) и сравнительного синтаксономического анализа с использованием литературы по синтаксономии сосновых лесов разных географических типов из Европы (Ellenberg, 1986; Oberdorfer, 1992; Mucina et al., 1993, 2016; Plugatar, 2015), Малой Азии (Akman et al., 1979; Quézel et al., 1980; Ekim et Akman, 1991; Karaer et al., 1999; Türe et al., 2005; Zupancic, 2007; Cansaran et al., 2010; Aksoy et al., 2012; Coban, Willner, 2018; Bergmeier et al., 2019). Названия синтаксонов приведены в соответствии с Кодексом фитосоциологической номенклатуры (Weber et al., 2000). Демонстрация результатов классификации лесной растительности представлена в таблице постоянства с пятибальной шкалой встречаемости видов (I – 1–20 % II – 21–40 %, III – 41–60 %, IV – 61–80 %, V – 81–100 %), а также шкалы проективного покрытия Браун-Бланке. Для каждого синтаксона дан список соответствующих ему номеров оригинальных геоботанических описаний и таблиц из публикации З. И. Абдурахмановой и др. (2018). Таксономия видов растений приведена в соответствии с С. К. Черепановым (Czerepanov, 1995) и М. С. Игнатовым с соавторами (Ignatov et al., 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты количественной классификации 68 геоботанических описаний сосновых лесов (Ward method, Euclidian distance) продемонстрировали наличие иерархии хорошо различающихся кластеров (дендрограмма на рис. 1). На высшем уровне кластеризации все описания разделились на три четко различимые группы. Первая группа (кластер 1, рис. 1) включила кустарничково-зеленомошные сосновые леса бореального типа, включенные ранее в союз *Daphno glomeratae–Pinion sylvestris* Ермаков, Abdurakhmanova, Potapenko 2019, класс *Vaccinio–Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 (Ермаков и др., 2019), Вторая (кластер 2, рис. 1) и третья (кластер 3, рис. 1) группы объединили разнотравные (и зеленомошно-разнотравные) леса с четко выраженной группой видов субсредиземноморского распространения,

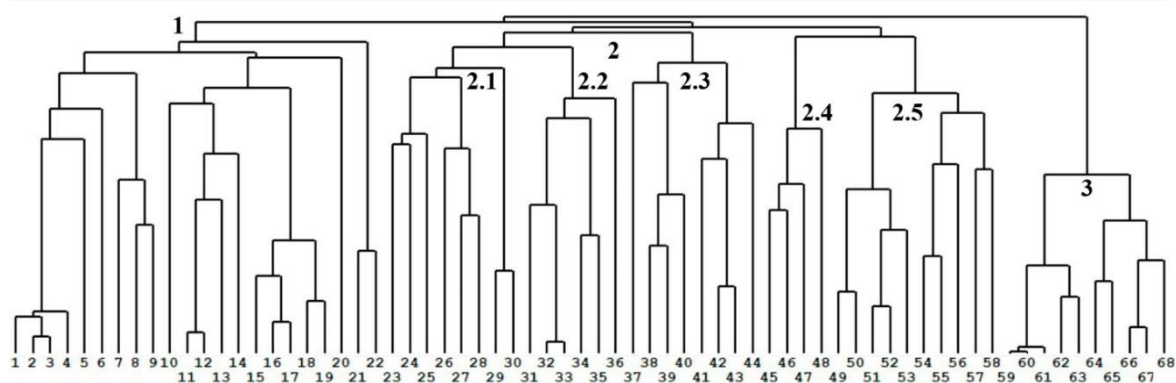


Рис. 1. Результаты кластерного анализа (Ward's method, Euclidian distance)
Синтаксоны: 1 – All. *Daphno glomeratae–Pinion sylvestris*, 2 – All. *Bupleuro polyphylli–Pinion sylvestris*, 3 – All. *Onobrychido cornutae–Pinion sylvestris* и Ass. *Onobrychido cornutae–Pinetum sylvestris*, 2.1 – Ass. *Ranunculo caucasicae–Pinetum sylvestris*, 2.2 – Community *Stachys atherocalyx–Pinus sylvestris*, 2.3 – Ass. *Viburno lanatae–Pinetum sylvestris*, 2.4 - Community *Stachys atherocalyx–Pinus sylvestris*, 2.5 – Ass. *Carici albae–Pinetum sylvestris*.

включенные в класс *Erico–Pinetea* Horvat 1959. При этом группа 2 представляет сосновые ксеро-мезофильные леса с большим участием темофильных умеренно сухолюбивых видов, а группа 3 объединяет флористически своеобразные сосновые леса с многочисленными криопетрофильными видами, из которых выделяются криофиты подушковидной формы. На более низком иерархическом уровне выделено 6 кластеров, которые были интерпретированы в ранге ассоциаций системы Браун-Бланке и внеранговых единиц (сообществ). Поскольку результаты синтаксономического анализа и детальная характеристика лесов союза *Daphno glomeratae–Pinion sylvestris* уже были даны ранее (Ермаков и др., 2019), то в данной статье мы приводим только характеристику единиц, включенных в состав *Erico–Pinetea*, и прежде всего, новых синтаксонов и тех, у которых объем и признаки были уточнены или пересмотрены.

Ass. *Carici albae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 (табл. 1, синтаксон 1).

Diagnostic species: *Campanula collina*, *Gymnadenia conopsea*, *Tanacetum akinfiewii*, *Geranium sylvaticum*, *Centaurea salicifolia*, *Cephalaria gigantea*, *Bromopsis inermis*, *Galium aparine*, *Platanthera bifolia*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum glaberrimum*.

По результатам сравнительного синтаксономического анализа объем данной ассоциации уменьшен по сравнению с оригинальным диагнозом (Ермаков и др., 2019) и в настоящее время она представлена только типичным вариантом (*variant typica*). Сообщества встречаются на горных хребтах, сложенных преимущественно известняковыми породами, в верхней части лесного пояса по крутым каменистым склонам северной экспозиции в диапазоне абсолютных высот 1630–1880 м. Древесный ярус высотой 14–16 м и сомкнутостью 0,6–0,8 образован сосной (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) с постоянной примесью березы (*Betula litwinowii*). Особенностью сообщества выступает наличие хорошо сомкнутого травяного яруса (покрытие 50–85 %) и в разной степени развитого яруса бореальных мхов из *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* и *Dicranum scoparium*. При этом, виды таежных кустарничков и мелкотравья исчезают или значительно сокращают показатели встречаемости по сравнению с синтаксонами типично бореальных сосновых лесов. Вместе тем, в составе ассоциации наблюдается увеличение значимости более теплолюбивых лесных и лугово-лесных мезофильных видов с эвксинским и кавказским типами ареалов (*Juniperus oblonga*, *Alchemilla sericata*, *Briza elatior*, *Campanula collina*, *Peucedanum ruthenicum*, *Chaerophyllum aureum*), а также широко распространенных лесных трав и бриофитов евразийского и голарктического распространения (*Anthriscus sylvestris*, *Bromopsis inermis*, *Carex alba*, *Gymnadenia conopsea*, *Galium aparine*, *Platanthera bifolia*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Climacium dendroides*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*). Четко выраженные флористические связи с евразийским степным элементом проявляются за счет группы степных мезоксерофитов (*Rosa pimpinellifolia*, *Filipendula vulgaris*, *Koeleria cristata*, *Pimpinella saxifraga*, *Thalictrum foetidum*, *Polygonatum verticillatum*, *Abietinella abietina*). Важная особенность ассоциации – значимое фитоценотическое участие умеренно-теплолюбивых евросибирских гемибореальных элементов (*Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Primula macrocalyx*, *Thalictrum minus*, *Achillea millefolium*). Также в составе сообществ наблюдаются флористические связи с центрально-европейско-субсредиземноморскими термофильными сосновыми лесами за счет видов *Helianthemum nummularium*, *Teucrium chamaedrys*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster integerrimus*, *Platanthera chlorantha*, *Leontodon hispidus*, *Carex humilis*, демонстрирующих средние показатели постоянства. Такой сложный состав географически разнородных и экологически контрастных групп видов, демонстрирующих разнообразные флорогенетические связи сосновых лесов с другими зональными типами растительности, во многом является следствием формирования ассоциации в условиях современного континентального и сухого климата Внутреннего Дагестана и также характеризует важные направления их становления в послеледниковый период.

Таблица 1

Синоптическая таблица синтаксонов сосновых лесов

Номер синтаксона Syntaxon nr.		1	2	3	4	5	6
Количество описаний Relevés number		10	9	5	8	4	10
1	2	3	4	5	7	8	9

Ass. *Carici albae*–*Pinetum sylvestris*

<i>Campanula collina</i>	hl	IV ⁺²	I	.	.	.	II
<i>Gymnadenia conopsea</i>	hl	V	III	.	.	.	.
<i>Tanacetum akinfiewii</i>	hl	III	.	.	.	.	.
<i>Geranium sylvaticum</i>	hl	III	II	.	II	1	.
<i>Centaurea salicifolia</i>	hl	III	.	I	.	.	I
<i>Cephalaria gigantea</i>	hl	III	II	I	.	1	.
<i>Bromopsis inermis</i>	hl	III	.	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	hl	III ¹⁻²	.	.	II	1	.
<i>Platanthera bifolia</i>	hl	III	I	.	I	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	hl	II	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum glaberrimum</i>	hl	II	.	I	.	.	.

Ass. *Ranunculo caucasicae*–*Pinetum sylvestris*

<i>Sanionia uncinata</i>	ml	II	V ⁺²	.	I	4 ¹⁻²	.
<i>Ranunculus caucasicus</i>	hl	I	IV	.	II	.	.
<i>Chaerophyllum roseum</i>	hl	.	IV	.	I	.	.
<i>Rhytidium rugosum</i>	ml	.	IV ⁺²	II	II ²⁻³	2 ¹⁻²	.
<i>Galium verum</i>	hl	.	III	.	I	2	.
<i>Pulsatilla albana</i>	hl	.	III	.	.	.	V
<i>Rosa canina</i>	s1	II ¹⁻²	III ⁺²	.	I	.	I
<i>Primula cordifolia</i>	hl	I	III	.	.	2	.
<i>Tortella tortuosa</i>	ml	.	III	.	I	.	.

Community *Stachys atherocalyx*–*Pinus sylvestris*

<i>Spiraea hypericifolia</i>	s1	.	I	IV ⁺²	.	.	III ⁺²
<i>Stachys atherocalyx</i>	hl	.	.	IV	.	1	.
<i>Campanula hohenackeri</i>	hl	.	.	III	.	.	I
<i>Inula britannica</i>	hl	I	.	III	.	.	V ¹⁻²
<i>Briza elatior</i>	hl	II	.	III	.	4	.

Ass. *Viburno lanatae*–*Pinetum sylvestris*

<i>Taxus baccata</i>	s1	.	.	.	V ¹⁻³	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	hl	.	.	.	V ¹⁻²	.	.
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	hl	.	I	.	IV	.	III
<i>Daphne glomerata</i>	hl	.	.	.	IV ¹⁻²	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	hl	.	I	.	IV ¹⁻²	.	.
<i>Rosa oxyodon</i>	s1	I	.	.	IV	2	.
<i>Viola mirabilis</i>	hl	.	III	.	IV	1	I
<i>Asplenium trichomanes</i>	hl	.	I	.	IV	.	II
<i>Ranunculus oreophilus</i>	hl	I	III	.	IV ⁺¹	1	.
<i>Euonymus verrucosa</i>	s1	II	I	I	IV	.	.
<i>Pedicularis condensata</i>	hl	.	I	III ¹⁻²	IV ⁺²	.	.
<i>Astrantia maxima</i>	hl	.	II	.	III ²	.	.
<i>Galium odoratum</i>	hl	II	II	.	III	.	.

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	7	8	9
<i>Sedum oppositifolium</i>	hl	.	III	.	III	1	.
<i>Carex caryophylla</i>	hl	.	II	.	III ¹⁻⁴	.	.
Community <i>Centaurea phrygia</i>–<i>Pinus sylvestris</i>							
<i>Centaurea phrygia</i>	hl	.	II	.	I	4	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	hl	.	.	.	II	4	I
<i>Allium gunibicum</i>	hl	.	I	.	.	3	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	tl	.	.	.	.	3	.
<i>Origanum vulgare</i>	hl	.	III	III	.	3	I
<i>Trifolium arvense</i>	hl	.	.	.	I	3 ⁺¹	.
<i>Scorzonera stricta</i>	hl	.	.	.	.	3	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	hl	II	I	.	.	3	.
Ass. <i>Onobrichido cornutae</i>–<i>Pinetum sylvestris</i>, All. <i>Onobrichido cornutae</i>–<i>Pinion sylvestris</i>							
<i>Onobrychis cornuta</i>	hl	.	.	.	.	.	V ²
<i>Festuca woronowii</i>	hl	.	.	I	.	.	V ²
<i>Gypsophila tenuifolia</i>	hl	I	II	.	.	.	V ¹⁻²
<i>Salvia canescens</i>	hl	.	II	.	.	1	V ²
<i>Androsace koso-poljanskii</i>	hl	.	.	.	.	.	V ⁺²
<i>Galium brachyphyllum</i>	hl	.	.	I	I	.	V
<i>Thymus dagestanicus</i>	hl	II	.	I	.	.	V
<i>Asperula alpina</i>	hl	I	.	.	I	.	V ⁺²
<i>Anthemis dumetorum</i>	hl	.	.	II	.	.	V
<i>Scutellaria oreophila</i>	hl	.	.	.	.	.	V
<i>Satureja subdentata</i>	hl	.	.	.	.	.	IV
<i>Potentilla recta</i>	hl	.	.	.	.	.	IV
<i>Teucrium polium</i>	hl	.	.	.	.	.	IV ⁺²
<i>Euphorbia virgata</i>	hl	.	II	II	.	1	IV
<i>Scabiosa gumbetica</i>	hl	.	.	.	.	1	IV ⁺¹
<i>Astragalus fissuralis</i>	hl	.	.	.	.	.	IV ⁺¹
<i>Seseli alexeenkoi</i>	hl	.	.	.	.	.	IV
<i>Pseudomuscari pallens</i>	hl	I	I	.	.	.	IV
<i>Rhamnus pallasii</i>	s1	I	.	.	.	.	IV
<i>Vincetoxicum funebre</i>	hl	.	.	.	.	.	IV
<i>Astragalus alexandri</i>	hl	I	I	I	.	.	IV ⁺¹
<i>Linum tenuifolium</i>	hl	II	.	.	.	.	IV
<i>Plantago lanceolata</i>	hl	I	II	II	I	1	IV
<i>Jurinea ruprechtii</i>	hl	.	.	.	.	.	III
<i>Helianthemum dagestanicum</i>	hl	.	I	.	.	.	III ⁺¹
<i>Stipa caucasica</i>	hl	.	.	.	.	.	III
<i>Centaurea edmondii</i>	hl	.	.	.	.	.	III
<i>Selaginella helvetica</i>	hl	I	I	.	.	.	III ⁺¹
<i>Scorzonera filifolia</i>	hl	.	.	I	.	.	III
<i>Dracocephalum austriacum</i>	hl	.	.	.	.	.	III
<i>Viola somchetica</i>	hl	.	.	.	.	.	III
<i>Oxytropis lanata</i>	hl	.	.	.	.	.	II

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	7	8	9
All. <i>Bupleuro polyphylli</i>–<i>Pinion sylvestris</i>							
<i>Astrantia major</i>	hl	III ¹⁻²	III	.	II ⁺²	4	.
<i>Valeriana alliariifolia</i>	hl	II	III ¹⁻²	III	II ¹⁻²	1	.
<i>Polygonatum verticillatum</i>	hl	III	III	.	IV	2	.
<i>Pyrethrum coccineum</i>	hl	.	II	.	IV	1	.
<i>Psephellus daghestanicus</i>	hl	III	IV	V	I	.	.
<i>Galium rubioides</i>	hl	.	IV	.	II	4 ⁺²	.
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	hl	III ²	III ⁺²	.	.	4 ²⁻³	.
<i>Rubus saxatilis</i>	hl	III ⁺²	IV	.	I	4 ⁺²	.
<i>Brachypodium pinnatum</i>	hl	I	III ²⁻³	III ²⁻³	II	1	.
<i>Fragaria vesca</i>	hl	I	IV	III	IV ⁺²	3 ¹⁻²	.
<i>Fragaria viridis</i>	hl	III ¹⁻²	.	.	I	.	II
<i>Primula macrocalyx</i>	hl	IV	III	II	II	3	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	hl	IV ⁺²	III	I	.	3 ¹⁻²	.
<i>Amoria ambigua</i>	hl	V ⁺²	V	.	I	2	I
<i>Bupleurum polyphyllum</i>	hl	IV	IV	V	IV	4	I
<i>Hylocomium splendens</i>	ml	V ²⁻³	V ⁺²	I	V ¹⁻³	4 ²⁻³	.
<i>Pleurozium schreberi</i>	ml	IV ²	I	.	I	3	.
<i>Dicranum scoparium</i>	ml	V ⁺²	IV ⁺²	.	V ⁺²	3 ¹⁻²	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	ml	V ²⁻³	IV ⁺²	.	V ²⁻⁴	4 ²⁻³	.
<i>Rhodobryum roseum</i>	ml	V	II	I	IV	4	.
<i>Climacium dendroides</i>	ml	III	III	.	II	4	.
<i>Abietinella abietina</i>	ml	II	III ¹⁻²	III ⁺³	.	3	.
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	ml	IV	II	.	III	3	.
<i>Betula litwinowii</i> incl. <i>B. pendula</i>	t1	IV ¹⁻²	III	.	IV ²	4 ²	.
Ord. <i>Alchemillo sericaceae</i>–<i>Pinetalia sylvestris</i>							
<i>Pinus sylvestris</i> var. <i>hamata</i>	t1	V ³⁻⁵	V ³⁻⁵	V ³⁻⁴	V ⁴⁻⁵	4 ³⁻⁴	V ²⁻⁴
<i>Juniperus oblonga</i>	s1	IV ¹⁻²	III ¹⁻²	V ¹⁻²	V ⁺³	4 ⁺²	V ⁺²
<i>Alchemilla sericata</i>	hl	IV ¹⁻²	IV	IV	IV ¹⁻²	4 ⁺²	IV ¹⁻²
<i>Galium valantioides</i>	hl	V ⁺²	IV	V ⁺²	IV ⁺²	4 ¹⁻²	II ⁺¹
<i>Peucedanum ruthenicum</i>	hl	II	III	III	.	4	III
<i>Thalictrum foetidum</i>	hl	III	II	V ⁺²	III	3	V ⁺¹
<i>Rosa elasmacantha</i>	s1	II	.	I	.	3	V
<i>Filipendula vulgaris</i>	hl	I	III	.	II	3	II
<i>Koeleria cristata</i>	hl	III ⁺¹	I	I	I	1	III ¹⁻²
Cl. <i>Erico</i>–<i>Pinetea</i>							
<i>Cotoneaster integerrimus</i>	s1	IV ⁺¹	IV ⁺²	II	III	3	IV
<i>Berberis vulgaris</i>	s1	I	III	V ⁺²	V ⁺¹	.	IV
<i>Carex humilis</i>	hl	III ¹⁻²	IV ²⁻³	IV ²⁻³	II	.	III ¹⁻²
<i>Teucrium chamaedrys</i>	hl	II ⁺²	II	IV ⁺²	.	4	V ⁺²
<i>Salvia verticillata</i>	hl	II	III	V	.	3 ⁺¹	IV
<i>Rosa pimpinellifolia</i>	s1	II ⁺²	IV ⁺²	IV ⁺¹	II	3	.
<i>Leontodon hispidus</i>	hl	III	II	IV	IV	2	.
<i>Carex alba</i>	hl	V ²⁻²	.	I	.	2 ¹⁻²	.
<i>Platanthera chlorantha</i>	hl	.	II	.	III	1	.
<i>Helianthemum nummularium</i>	hl	II	.	III	.	.	V ⁺²

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	7	8	9
Other species							
<i>Pyrola rotundifolia</i>	hl	III	III	.	IV	3	.
<i>Goodyera repens</i>	hl	I	II	II	I	3	.
<i>Chaerophyllum aureum</i>	hl	II ¹⁻²	I	.	.	2	.
<i>Taraxacum officinale</i>	hl	II	IV	.	II	2	III
<i>Festuca ovina</i>	hl	I	III ¹⁻²	.	.	1	I
<i>Thalictrum minus</i>	hl	.	II	.	I	2	.
<i>Polygonatum orientale</i>	hl	.	II	.	II	3	.
<i>Vicia truncatula</i>	hl	II	II	.	II	2	.
<i>Gentiana cruciata</i>	hl	.	III	.	I	1	.
<i>Poa pratensis</i>	hl	.	III	.	.	.	.
<i>Pohlia nutans</i>	ml	.	III	.	.	.	.
<i>Orthotrichum anomalum</i>	ml	.	II	.	IV	.	.
<i>Leucodon sciuroides</i>	ml	.	II	.	I	3	.
<i>Dicranum majus</i>	ml	.	II	.	.	3	.
<i>Salix caprea</i>	s1	I	.	I	II	3	.
<i>Plagiomnium medium</i>	ml	I	II	.	.	3	.
<i>Aster bessarabicus</i>	hl	.	I	.	.	2	.
<i>Campanula argunensis</i>	hl	.	.	.	.	2	.
<i>Thuidium philibertii</i>	ml	.	II	.	.	2	.
<i>Carpinus betulus</i>	t1	I	.	.	.	2	.
<i>Prunella vulgaris</i>	hl	.	.	.	.	2	.
<i>Trifolium medium</i>	hl	I	.	.	I	2	.
<i>Elytrigia repens</i>	hl	I	.	I	.	1	IV

Примечание к таблице: 1 – Ass. *Carici albae*–*Pinetum sylvestris*, 2 – Ass. *Ranunculo caucasicae*–*Pinetum sylvestris*, 3 – Community *Stachys atherocalyx*–*Pinus sylvestris*, 4 – Ass. *Viburno lanatae*–*Pinetum sylvestris*, 5 – Community *Centaurea phrygia*–*Pinus sylvestris*, 6 – Ass. *Onobrichido cornutae*–*Pinetum sylvestris*. Обозначения: t1 – древесный ярус, s1 – кустарниковый ярус, hl – травяной ярус, ml – моховой ярус.

Виды с постоянством I и II: *Achillea millefolium* (hl) – 1 (II), 2 (II), 3 (I), 4 (I), 6 (II), *Adiantum capillus-veneris* (hl) – 2 (I), 4 (I), *Agrimonia eupatoria* (hl) – 5 (I), *Agrostis tenuis* (hl) – 2 (II), *Ajuga reptans* (hl) – 4 (I), *Alchemilla caucasica* (hl) – 2 (II), *Alyssum daghestanicum* (hl) – 6 (I), *Anthoxanthum alpinum* (hl) – 2 (II), *Armeniaca vulgaris* (s1) – 5 (I), *Artemisia absinthium* (hl) – 6 (II), *A. chamaemelifolia* (hl) – 6 (II), *A. taurica* (hl) – 3 (I), *A. vulgaris* (hl) – 6 (II), *Asperula cristata* (hl) – 2 (I), *A. molluginoides* (hl) – 1 (II), *Asplenium septentrionale* (hl) – 2 (I), *Aster alpinus* (hl) – 2 (I), 5 (I), 6 (II), *Astrantia trifida* (hl) – 2 (I), *Astrodaucus orientalis* (hl) – 5 (I), *Asyneuma campanuloides* (hl) – 5 (I), *Avenella flexuosa* (hl) – 2 (II), *Barbilophozia lycopodioides* (ml) – 2 (I), *Betula raddeana* (t1) – 1 (I), 5 (I), *Bilacunaria microcarpa* (ml) – 6 (II), *Bistorta carnea* (hl) – 2 (I), *Brachythecium campestre* (ml) – 4 (I), 5 (I), *B. salebrosum* (ml) – 1 (I), 5 (I), *Bromopsis aristata* (hl) – 2 (I), *Bromus commutatus* (hl) – 4 (I), 5 (I), *B. mollis* (hl) – 3 (I), *Calamagrostis caucasica* (hl) – 5 (I), *Campanula glomerata* (hl) – 2 (II), *C. sarmatica* (hl) – 2 (I), *C. species* (s1) – 6 (I), *Cardamine impatiens* (hl) – 4 (I), *Carex digitata* (hl) – 5 (I), *Carthamus lanatus* (hl) – 2 (I), 3 (I), 5 (I), *Carum carvi* (hl) – 1 (I), 2 (I), 5 (I), *Centaurea scabiosa* (hl) – 3 (I), 6 (II), *Cerasus incana* (s1) – 6 (I), *Cirsium echinus* (hl) – 2 (II), 3 (I), 5 (I), *Convolvulus ruprechtii* (hl) – 6 (I), *Coronilla coronata* (hl) – 5 (I), *Cotoneaster meyeri* (s1) – 3 (II), *C. nummularius* (s1) – 6 (I), *Cruciata laevipes* (hl) – 2 (II), *Ctenidium molluscum* (hl) – 2 (I), *Cynoglossum officinale* (hl) – 2 (II), *Cystopteris fragilis* (hl) – 4 (II), *Dactylorhiza flavescens* (hl) – 1 (II), *Delphinium crispulum* (hl) – 4 (I), *Dictamnus caucasicus* (hl) – 3 (II), 6 (I), *Distichium capillaceum* (hl) – 1 (II),

2 (II), *Dryopteris filix-mas* (hl) – 2 (I), 4 (I), *Echium russicum* (hl) – 2 (II), 4 (I), 6 (I), *Echium vulgare* (hl) – 1 (II), 2 (II), 5 (1), 6 (II), *Elytrigia gracillima* (s1) – 6 (I), *Encalypta streptocarpa* (ml) – 2 (I), *Ephedra procera* (hl) – 3 (I), 6 (II), *Epipactis helleborine* (hl) – 1 (I), *Erigeron uniflorus* (hl) – 1 (I), 3 (I), *Festuca pratensis* (hl) – 1 (I), 4 (II), *F. valesiaca* (hl) – 4 (I), *Fissidens dubius* (hl) – 4 (I), 5 (1), *F. osmundoides* (ml) – 2 (II), 4 (II), *Fumana procumbens* (hl) – 1 (I), 6 (I), *Gentiana angulosa* (hl) – 5 (1), *G. septemfida* (hl) – 1 (I), *G. species* (hl) – 2 (I), *Geranium robertianum* (hl) – 2 (II), 4 (II), 5 (1), *Gladiolus italicus* (hl) – 1 (I), *Gymnocarpium robertianum* (hl) – 4 (II), *Heracleum asperum* (hl) – 5 (1), *Hieracium echinoides* (hl) – 6 (I), *H. umbellatum* (hl) – 2 (II), *Hierochloa arctica* (hl) – 4 (I), *Hylocomiastrum pyrenaicum* (ml) – 2 (II), *Hylotelephium caucasicum* (hl) – 2 (I), 4 (II), *Hypericum asperuloides* (hl) – 1 (I), 3 (I), 5 (1), *H. perforatum* (hl) – 5 (1), 6 (I), *Hypnum cupressiforme* (ml) – 2 (I), 5 (1), *Inula germanica* (hl) – 5 (1), *Jurinea arachnoidea* (hl) – 6 (II), *Kemulariella rosea* (hl) – 3 (I), 6 (II), *Lactuca serriola* (hl) – 2 (I), *Lathyrus cyaneus* (hl) – 4 (I), *L. pratensis* (hl) – 1 (I), 2 (I), *Lepraria species* (hl) – 2 (I), *Linum hypericifolium* (hl) – 5 (1), *L. nervosum* (hl) – 6 (I), *Lonicera iberica* (s1) – 2 (I), 3 (II), *L. orientalis* (s1) – 4 (I), *L. xylosteum* (s1) – 2 (I), 4 (II), 5 (1), *Lotus corniculatus* (hl) – 1 (I), 6 (I), *Luzula pilosa* (hl) – 2 (I), *Malus orientalis* (s1) – 2 (I), 5 (1), *Medicago caerulea* (hl) – 5 (1), *M. falcata* (hl) – 1 (I), 3 (I), 6 (I), *Melampyrum arvense* (hl) – 3 (I), *Melandrium album* (hl) – 4 (I), *Melica nutans* (hl) – 2 (I), *Mnium ambiguum* (ml) – 2 (I), *M. spinosum* (ml) – 2 (I), 4 (I), *Moneses uniflora* (hl) – 1 (II), 4 (I), *Neottia nidus-avis* (hl) – 1 (I), *Oberna behen* (hl) – 2 (I), *Orchis coriophora* (hl) – 2 (II), 4 (I), *Ornithogalum ponticum* (hl) – 6 (I), *Orobanche gamosepala* (hl) – 4 (I), *Orthilia secunda* (hl) – 2 (II), 4 (II), *Parietaria judaica* (hl) – 3 (I), *Pedicularis condensata* (hl) – 1 (I), *Phleum montanum* (hl) – 2 (I), 3 (I), 5 (1), *Ph. phleoides* (hl) – 3 (II), *Pimpinella rhodantha* (hl) – 2 (I), *Plagiomnium rostratum* (ml) – 4 (I), *P. undulatum* (ml) – 2 (I), 5 (1), *Plantago major* (hl) – 3 (I), 4 (II), 5 (1), *P. media* (hl) – 5 (1), *P. saxatilis* (hl) – 6 (I), *Platanthera bifolia* (hl) – 2 (I), *Poa bulbosa* (hl) – 2 (I), *Polygala anatolica* (hl) – 2 (II), 4 (I), 5 (1), 6 (II), *P. caucasica* (hl) – 4 (I), *Polygonum alpestre* (hl) – 2 (I), *Polypodium vulgare* (hl) – 1 (I), 2 (II), 4 (I), *Polytrichum piliferum* (ml) – 2 (I), *Populus tremula* (t1) – 1 (I), *Potentilla algida* (hl) – 1 (I), *P. erecta* (hl) – 2 (I), *Primula algida* (hl) – 4 (I), *P. ruprechtii* (hl) – 2 (II), *Prunus divaricata* (s1) – 2 (I), 5 (1), *Ptilium crista-castrensis* (ml) – 2 (I), 4 (I), 5 (1), *Pylaisiella polyantha* (ml) – 4 (II), *Pyrus caucasica* (t1) – 1 (I), 5 (1), *Quercus petraea* (t1) – 1 (I), *Ranunculus acris* (hl) – 4 (I), *Reseda globulosa* (hl) – 2 (I), 3 (II), *Rhamnus cathartica* (s1) – 1 (I), 2 (II), 3 (I), *Rh. depressa* (s1) – 6 (II), *Rhinanthus minor* (hl) – 6 (I), *Rh. vernalis* (hl) – 2 (I), *Rhodobryum ontariense* (ml) – 2 (II), 5 (1), *Rosa prokhanovii* (s1) – 5 (1), *Rostraria cristata* (hl) – 1 (II), *Rumex acetosa* (hl) – 4 (I), *R. confertus* (hl) – 1 (I), *Salvia glutinosa* (hl) – 5 (1), *S. tesquicola* (hl) – 4 (I), *Scutellaria species* (hl) – 1 (I), *Securigera varia* (hl) – 3 (II), *Sedum hispanicum* (hl) – 1 (I), 3 (I), *Senecio vernalis* (hl) – 4 (I), *Seseli libanotis* (hl) – 5 (1), *Silene ruprechtii* (hl) – 1 (I), *S. wolgensis* (hl) – 4 (I), *Solidago virgaurea* (hl) – 4 (I), *Sonchus arvensis* (hl) – 6 (II), *Sorbus aucuparia* (s1) – 3 (I), 5 (1), *Stachys macrantha* (hl) – 1 (I), 2 (II), 5 (1), *Stellaria media* (hl) – 2 (I), *Stipa capillata* (hl) – 6 (I), *Swida australis* (s1) – 2 (I), 5 (1), *Taraxacum erythrospermum* (hl) – 6 (II), *Teucrium orientale* (hl) – 4 (I), *Thalictrum simplex* (hl) – 1 (I), 2 (I), 4 (II), 5 (1), *Thesium arvense* (hl) – 3 (I), 6 (II), *Tilia cordata* (t1) – 1 (I), 3 (I), 5 (1), *Tortula ruralis* (hl) – 2 (I), *Tragopogon filifolius* (hl) – 1 (I), 3 (I), 6 (I), *Trifolium alpestre* (hl) – 4 (I), *T. canescens* (hl) – 1 (II), *T. pratense* (hl) – 1 (II), *Trisetum rigidum* (hl) – 1 (I), 3 (I), 6 (II), *Tussilago farfara* (hl) – 4 (I), *Ulmus glabra* (s1) – 4 (I), *Urtica dioica* (hl) – 2 (II), 3 (I), *Vaccinium vitis-idaea* (hl) – 4 (I), *Valeriana cardamines* (hl) – 2 (I), *Veronica chamaedrys* (hl) – 2 (II), 4 (II), *V. gentianoides* (hl) – 1 (II), 3 (I), 4 (II), *V. verna* (hl) – 4 (I), *Vicia balansae* (hl) – 2 (I), 4 (I), *Viola arvensis* (hl) – 1 (II), 3 (I), *V. odorata* (hl) – 1 (I), 2 (II), 4 (II), *Woodsia fragilis* (hl) – 2 (I), 4 (II).

Оригинальные номера таблиц и номера геоботанических описаний (оп.) в публикации 3. И. Абдурахмановой с соавторами (2018), включенных в синтаксоны, представленные в табл. 1:

1. *Carici albae-Pinetum sylvestris* : табл. 2 (оп. 6), табл. 3 (оп. 1, 3–9).

2. *Ranunculo caucasicae-Pinetum sylvestris*: табл. 2 (оп. 1), табл. 4 (оп. 1), табл. 6 (оп. 2), табл. 8 (1, 3, 4), табл. 11 (оп. 3–6).

3. *Community Stachys atherocalyx–Pinus sylvestris*: табл. 3 (оп. 2), табл. 10 (оп. 6–7), табл. 11 (оп. 1, 2).
4. *Viburno lanatae–Pinetum sylvestris*: табл. 2 (оп. 10–14), табл. 4 (оп. 2, 3), табл. 8 (оп. 5).
5. *Community Centaurea phrygia–Pinus sylvestris*: табл. 3 (оп. 12), табл. 6 (оп. 7, 9, 10).
6. *Onobrichido cornutae–Pinetum sylvestris*: табл. 13 (оп. 1–10).

Ass. *Ranunculo caucasicae–Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco (табл. 1, синтаксон 2).

Holotypus – releve 1, table 4 in Abdurakhmanova et al., 2018 – Vegetation of Russia 34: 16 (оп. 1, табл. 4 в З. И. Абдурахманова и др., 2018 – Растительность России 34, стр. 16).

Syn. Carici albae–Pinetum sylvestris var. *Centaurea dahestanica* (Ермаков и др., 2019).

Диагностические виды: *Rosa canina*, *Ranunculus caucasicus*, *Galium verum*, *Chaerophyllum roseum*, *Pulsatilla albana*, *Primula cordifolia*, *Rhytidium rugosum*, *Sanionia uncinata*, *Entodon concinnus*, *Tortella tortuosa*.

Ассоциация *Ranunculo caucasicae–Pinetum sylvestris*, как и предыдущая, встречается на горных хребтах, сложенных преимущественно известняковыми породами, в верхней части лесного пояса по крутым каменистым склонам преимущественно восточной и западной экспозиции в диапазоне абсолютных высот 1600–1820 м. Однако, видовой состав характеризуется более выраженным остепненным характером за счет большего участия лугово-степных мезоксерофитов: *Galium verum*, *Carex humilis*, *Filipendula vulgaris*, *Galium rubioides*, *Campanula glomerata*, *Origanum vulgare*, *Rhytidium rugosum*. На фоне этих признаков наблюдается снижение фитоценотической роли бореальных мхов (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*). В эколого-фитоценотической системе классификации З. И. Абдурахмановой с соавторами (2018) геоботанические описания данного сообщества были включены в состав ассоциаций *Pinetum kochianaе caricoso humilis–hylocomiosum* и *Pinetum kochianaе caricosum humilis*.

Community *Stachys atherocalyx–Pinus sylvestris* (табл. 1, синтаксон 3).

В настоящее время сообщество представлено только пятью описаниями и для более полной характеристики синтаксона требуются дополнительные данные. Это сосновые травяные леса, встречающихся в Высокогорном Дагестане, но на относительно низких абсолютных высотах (1250–1380 м), занимающие склоны гор с хорошо развитыми почвами, подстилаемыми как известняками, так и гранитами. Древесный ярус образован *Pinus sylvestris* var. *hamata* с примесью *Betula pendula*, *Malus orientalis*, *Tilia cordata*, сомкнутость 0,5–0,8. Кустарниковый ярус состоит из *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster integerrimus*, *Euonymus verrucosa*, *Juniperus oblonga*, *Rosa canina*, *R. pimpinellifolia*, *Spiraea hypericifolia*, *Viburnum lantana*. Травяной ярус развит, как правило, хорошо (покрытие 25–85 %), доминирует *Carex humilis*. Константные виды *Alchemilla sericata*, *Vupleurum polyphyllum*, *Euphorbia virgata*, *Galium rubioides*, *G. valantioides*, *Origanum vulgare*, *Peucedanum ruthenicum*, *Psephellus daghestanicus*, *Salvia verticillata*, *Teucrium chamaedrys*, *Thalictrum foetidum*. Моховой ярус развит слабо.

Ass. *Viburno lanatae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 (табл. 1, синтаксон 4).

Diagnostic species: *Taxus baccata*, *Oxalis acetosella*, *Asplenium ruta-muraria*, *Daphne glomerata*, *Pteridium aquilinum*, *Rosa oxyodon*, *Viola mirabilis*, *Asplenium trichomanes*, *Ranunculus oreophilus*, *Euonymus verrucosa*, *Pedicularis condensate*, *Astrantia maxima*, *Galium odoratum*, *Sedum oppositifolium*, *Carex caryophyllea*.

Включение данной ассоциации в состав класса *Erico–Pinetea* потребовало уточнения ее диагностической группы видов без изменения объема синтаксона. Диагностические виды: *Taxus baccata*, *Asplenium ruta-muraria*, *Daphne glomerata*, *Oxalis acetosella*, *Pteridium aquilinum*, *Rosa oxyodon*, *Viola mirabilis*, *Asplenium trichomanes*, *Ranunculus oreophilus*, *Euonymus verrucosa*, *Pedicularis condensata*, *Astrantia maxima*, *Sedum oppositifolium*, *Galium odoratum*, *Carex caryophyllea*.

Эта ассоциация березово-сосновых лесов распространена во Внутреннем Дагестане на крутых склонах горных хребтов преимущественно северной экспозиции. Ее характерной особенностью выступает участие многочисленных теплолюбивых мезофильных видов лесной флоры европейского, евразийского и евросибирского распространения (*Euonymus verrucosa*, *Taxus baccata*, *Viburnum lantana*, *Salix caprea*, *Galium odoratum*, *Geranium robertianum*, *Viola mirabilis*, *Viola odorata*, *Fragaria vesca*, *Pteridium aquilinum*, *Oxalis acetosella*).

Community *Centaurea phrygia*–*Pinus sylvestris* (Табл. 1, синтаксон 5).

В настоящее время сообщество представлено четырьмя геоботаническими описаниями, выведенными из состава ассоциации *Carici albae*–*Pinetum sylvestris* в результате синтаксономической коррекции последней. Сообщество встречается на карбонатных горных породах во Внутреннем Дагестане на абсолютных высотах 1300 – 1750 м. Оно характеризуется средне сомкнутым древесным ярусом (50–55%), а также хорошо развитым травяным ярусом (покрытие 60–80%). От *Carici albae*–*Pinetum sylvestris* отличается отсутствием ее диагностических видов, а также более значимым участием лугово-степных мезоксерофитов: *Galium verum*, *Rhytidium rugosum*, *Centaurea phrygia*, *Origanum vulgare*, *Trifolium arvense*, *Scorzonera stricta*, *Pimpinella saxifraga*. Для определения более точного синтаксономического статуса сообщества необходимы дополнительные первичные данные.

Ass. *Onobrychido cornutae*–*Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco (Табл. 1, синтаксон 6).

Holotypus – releve 5, table 13 in Abdurakhmanova et al., 2018 – Vegetation of Russia 34: 38 (оп. 5, табл. 13 в З. И. Абдурахманова и др., 2018 – Растительность России 34, стр. 38).

Диагностические виды: *Onobrychis cornuta*, *Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Salvia canescens*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpina*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Potentilla recta*, *Teucrium polium*, *Euphorbia virgate*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus alexandri*, *A. fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum daghestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*.

Ассоциация встречается во Внутригорном Дагестане, на горных хребтах, сложенных известняками. Она занимает склоны гор северной и северо-восточной экспозиций, крутизной 20–45°, в диапазоне абсолютных высот 1200–1600 м. Почвы маломощные, карбонатные, щебнистые, часто прерываемые выходами известняковых скал. Эти лесорастительные условия мало благоприятны для произрастания сосны, но, тем не менее, она в виде экологически угнетенной формы формирует древесный ярус высотой 6–12 метров различной сомкнутости (30–70%). Кустарниковый ярус всегда выражен, в нем доминирует подушковидный *Onobrychis cornuta*, присутствуют низкорослые ксероморфные, часто колючие кустарники *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster integerrimus*, *Juniperus oblonga*, *Rosa elasmacantha*. В зависимости от развитости почвенного покрова и присутствия скалистых обнажений покрытие травяного яруса сильно варьирует от 25 до 70%. Он образован злаками *Elytrigia repens*, *Koeleria cristata*, *Festuca woronowii*, подушковидным полукустарничком *Salvia canescens* и видами лугово-степного разнотравья, большинство из которых эндемичны для Кавказа и для Дагестана: *Alchemilla sericata*, *Androsace villosa*, *Anthemis dumetorum*, *Asperula alpina*, *Astragalus alexandri*, *A. fissuralis*, *Euphorbia virgata*, *Gypsophila tenuifolia*, *Inula britannica*, *Linum tenuifolium*, *Muscari pallens*, *Plantago lanceolata*, *Potentilla recta*, *Pulsatilla albana*, *Satureja subdentata*, *Scabiosa gumbetica*, *Scutellaria oreophila*, *Seseli alexeenkoi*, *Vincetoxicum funebre*.

Выполненный сравнительный синтаксономический анализ показал, что все представленные в данной статье синтаксоны травяных сосновых лесов Дагестана могут быть включены в состав класса *Erico-Pinetea* Horvat 1959 на основании присутствия не столь многочисленной, но стабильной группы видов южно-европейского и субсредиземноморского распространения (*Cotoneaster integerrimus*, *Berberis vulgaris*, *Carex humilis*, *C. alba*, *Teucrium chamaedrys*, *Platanthera chlorantha*, *Salvia verticillata*, *Rosa pimpinellifolia*, *Leontodon hispidus*,

Helianthemum nummularium), которые являются диагностическими для данного класса. Эти виды, а также значительное количество экологически близких к ним кавказских умеренно сухолюбивых эндемичных растений позволяют отделить единицы травяных сосновых лесов от кустарничково-моховых лесов бореального типа, ранее включенных в союз *Daphno glomeratae–Pinion sylvestris*, класса *Vaccinio–Piceetea*. Это было четко продемонстрировано результатами кластерного анализа, на котором кустарничково-зеленомошные и травяные сосновые леса выделились в отдельные кластеры на высоком иерархическом уровне (рис. 1). Существенно различающиеся условия экотопов (широкий диапазон абсолютных высот – 1000–2500 м, различия в экспозиции и крутизне склонов, приуроченность к карбонатным, основным и кислым горным породам) способствуют наблюдаемому высокому фитоценоотическому разнообразию группы травяных сосновых лесов, глубоким их флористическим и структурно-фитоценоотическим различиям. Однако, несмотря на это, описанные синтаксоны объединяет то, что они характеризуются ведущей ролью лугово-степных и субальпийско-луговых видов, большинство из которых являются эндемиками Кавказской горной системы. Именно эта флористическая особенность в первую очередь определяет крупные флористические различия дагестанских сообществ *Erico–Pinetea* от южно-европейских лесов порядка *Erico–Pinetalia* Horvat 1959 и географически более близких крымских сообществ порядка *Pinetalia pallasianae–kochianae* Korzhenevsky 1998. При этом необходимо отметить то, что флористические различия обусловлены не только флорогенетическими особенностями становления Кавказской горной системы как крупного центра эндемизма, но и значимыми макроэкологическими различиями. Дагестанские травяные сосновые леса формируются в условиях «дождевой тени» со стороны высоких и протяженных горных хребтов, располагающихся на пути передвижения влажных северо-западных и западных воздушных масс, что обуславливает формирование регионального высоко континентального климата. Эти специфические биоклиматические условия существования сосновых лесов в континентальном климате у восточной границы европейского континента во многом определяют тот факт, что в них наблюдается значительное снижение участия термофильного субсредиземноморского флористического элемента. Фактически на территории Дагестана в особых биоклиматических условиях и интенсивного регионального флорогенеза сформировалась крайне восточная часть ареала флористически своеобразных сосновых лесов субсредиземноморского класса *Erico–Pinetea*. При этом, необходимо отметить то, что дагестанские травяные сосновые леса класса *Erico–Pinetea* оказались флористически неоднородными, и разделились по результатам кластерного анализа на две большие группы с довольно низким уровнем сходства между ними (рис. 1), которые мы относим в разные союзы. Союз *Bupleuro polyphylli–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco включает типичные широко распространенные на Восточном Кавказе сосновые травяные леса с преобладанием термофильных элементов. Holotypus of the alliance is the association *Carici albae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 (Ермаков и др., 2019, Turczaninowia 22 (4): 159) . Diagnostic species: *Astrantia major*, *Valeriana alliariifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Pyrethrum coccineum*, *Psephellus daghestanicus*, *Galium rubioides*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Primula macrocalyx*, *Anthriscus sylvestris*, *Amoria ambigua*, *Bupleurum polyphyllum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*, *Climacium dendroides*, *Abietinella abietina*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*. Они формируются в средней и верхней частях лесного пояса в диапазоне абсолютных высот 1400–2500 м, преимущественно на карбонатных субстратах. Второй союз – *Onobrichido cornutae–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco включает уникальные не только для Кавказа, но и для всего субсредиземноморья криофильные леса, диагностическими видами которого выступают доминирующие подушковидные древесные растения (*Onobrychis cornuta*, *Salvia canescens*) и большая группа константных видов среди которых преобладают кавказские криофильные и ксерофильные эндемики (*Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpina*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Potentilla recta*,

Teucrium polium, *Euphorbia virgate*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Astragalus alexandri*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum dagestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*). Сообщества союза распространены исключительно во Внутригорном Дагестане по крутым склонам гор, в местообитаниях с выходами известняковых подстилающих пород, с сухими слабо развитыми почвами. В настоящее время союз представлен одной ассоциацией – *Onobrichido cornutae–Pinetum sylvestris* (holotypus). Значительное флористическое своеобразие сосновых лесов *Erico–Pinetea* на восточной границе их ареала в Дагестане, обусловленное высоким уровнем кавказского эндемизма и своеобразными климатическими условиями, позволили нам рассматривать эти сообщества в составе особого порядка *Alchemillo sericaceae–Pinetalia sylvestris* ord. nova hoc loco. (Holotypus of the order is the alliance *Bupleuro polyphylli–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco). Diagnostic species of the order are *Juniperus oblonga*, *Alchemilla sericata*, *Galium valantioides*, *Peucedanum ruthenicum*, *Thalictrum foetidum*, *Rosa elasmacantha*, *Filipendula vulgaris*, *Koeleria cristata*, and diagnostic species of subordinated alliances: *Valeriana alliariifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Pyrethrum coccineum*, *Psephellus daghestanicus*, *Galium rubioides*, *Primula macrocalyx*, *Amoria ambigua*, *Onobrychis cornuta*, *Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Salvia canescens*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpine*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Astragalus alexandri*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum dagestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*. Основу этой группы диагностических видов составляют кавказские эндемики.

Продромус термофильных сосновых травяных лесов Дагестана:

Class *Erico–Pinetea* Horvat 1959

Order *Alchemillo sericaceae–Pinetalia sylvestris* ord. nova hoc loco

Alliance *Bupleuro polyphylli–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco

Association *Carici albae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019

Association *Ranunculo caucasicae–Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco

Association *Viburno lanatae–Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019

Community *Stachys atherocalyx–Pinus sylvestris*

Community *Centaurea phrygia–Pinus sylvestris*

Alliance *Onobrichido cornutae–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco

Association *Onobrichido cornutae–Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разнообразие климатических и геолого-геоморфологических условий Дагестана, а также особенности регионального флорогенеза (с высоким уровнем эндемизма) обусловили значительное синтаксономическое многообразие сосновых лесов, которые играют существенную роль в формировании растительного покрова. На основании проведенной классификация сообществ методом Браун-Бланке в данной работе, а также ранее (Ермаков и др. 2019) сосновые леса Кавказа были отнесены в две высшие категории растительности – класс бореальных лесов *Vaccinio–Piceetea* и класс термофильных субсредиземноморских лесов *Erico–Pinetea*. Сравнительный синтаксономический анализ кавказских сообществ последнего класса выявил их высокий уровень флористического своеобразия по сравнению с аналогичными лесами южной Европы, Передней Азии и Крыма, что соответствует уникальным биоклиматическим условиям Дагестана, расположенного в условиях «дождевой тени» по отношению к западному атлантическому переносу влаги, и, как следствие – высокой континентальности климата. Эти экологические и флористические особенности сосновых лесов региона отразились в описании новой высшей категории – порядка *Alchemillo*

sericaceae–Pinetalia sylvestris ord. nova hoc loco, представляющего крайне восточную часть ареала класса *Erico–Pinetea*. По результатам классификации данный порядок представлен двумя союзами, демонстрирующими эколого-флористические различия дагестанских сосновых лесов, обусловленные фактором теплообеспеченности. Союз *Vupleuro polyphylli–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco включает типичные широко распространенные на Восточном Кавказе сосновые травяные леса с преобладанием термофильных флористических элементов. Они формируются в средней и верхней частях лесного пояса в диапазоне абсолютных высот 1400–2500 м, преимущественно на карбонатных субстратах. Второй союз – *Onobrichido cornutae–Pinion sylvestris* all. nova hoc loco включает уникальные не только для Кавказа, но и для всего субсредиземноморья криофильные леса, с доминированием древесных подушковидных растений, а также присутствием обширной группы константных видов – кавказских криофильных и ксерофильных эндемиков. Сообщества союза распространены исключительно во Внутригорном Дагестане по крутым склонам гор, в местообитаниях с выходами известняковых подстилающих пород, с сухими слабо развитыми почвами. Результаты классификации продемонстрировали значительный уровень своеобразия лесной растительности и высокий флористический статус Кавказской горной системы как одного из центров современного фиторазнообразия.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №№ 18-04-00633, 19-54-40005 Абх а), бюджетных тем НБС-ННЦ РАН (проект № 1009-2015-0018), ФИЦ ИнБЮМ «Изучение биоразнообразия и ландшафтной структуры Юго-Восточного Крыма, мониторинг биотических и абиотических компонентов региональных экосистем».

Список литературы

- Абдурахманова З. И., Алиев Х. У. Редкие сообщества *Pinus kochiana* с участием *Taxus baccata* во Внутреннегорном Дагестане // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 159–171.
- Абдурахманова З. И., Алиев Х. У., Нешатаева В. Ю. Сосновые леса из *Pinus kochiana* с участием *Taxus baccata* в Мушудинском ущелье (Внутригорный Дагестан) и вопросы их охраны // Ботанический журнал. – 2016. – Т. 101, № 2. – С. 227–244.
- Абдурахманова З. И., Нешатаев В. Ю., Нешатаева В. Ю. Сосновые леса (*Pineta kochianae*) в Республике Дагестан // Растительность России. – 2018. – № 34. – С. 3–46.
- Гулисашвили В. З., Махатадзе Л. Б., Прилипко Л. И. Растительность Кавказа. – М.: Наука, 1975. – 233 с.
- Ермаков Н. Б., Абдурахманова З. И., Потапенко И. Л. К проблеме синтаксономии сосновых лесов (*Pinus sylvestris* var. *hamata*) с участием бореальных флористических элементов в Дагестане (Северный Кавказ) // Turczaninowia. – 2019. – Т. 22, Вып. 4. – С. 154–171.
- Ермаков Н. Б., Плугатарь Ю. В., Бебия С. М., Лейба В. Д., Ермакова Е. В. Сообщество реликтовых бореальных сосновых (*Pinus sylvestris* var. *hamata* Steven) лесов в растительности Абхазии. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Вып. 129. – С. 9–16.
- Корженевский В. В. Класс *Erico–Pinetea* // Классификация растительности СССР / [Отв. ред. Миркин Б. М.]. – М., 1986. – С. 101–112.
- Корженевский В. В., Багрикова Н. А., Рыфф Л. Э., Левон А. Ф. Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2003. – Вып. 186. – С. 32–63.
- Литвинская С. А., Постернак Я. А. Синтаксономия лесов из сосны пицундской на Северо-Западном Кавказе // Матеріали читань, присвячені к 100-річчю з дня народження Ю. Д. Клеопова «Ю. Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука». – Київ: Фитосоціоцентр, 2002. – С. 245–258.
- Остапенко Б. Ф. Типы лесов Дагестанской АССР. – Махачкала Дагестанское книжное издательство, 1972. – 152 с.
- Плугатарь Ю. В. Леса Крыма. – Ялта: ГБУ РК «НБС-ННЦ», 2015. – 385 с.
- Тумаджанов И. И. Леса Горной Тушетии // Труды Тбилисского ботанического института, 1938. – Т. 5. – С. 105–248.
- Тумаджанов И. И. Восточносредиземноморские сосновые леса // Растительность европейской части СССР / [Под ред. С. А. Грибовой, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко]. – Л.: Наука, 1980. – С. 138–142.
- Akman Y., Barbero M., Quézel P. Contribution a l'étude de la végétation forestière d'Anatolie Méditerranéenne // Phytocoenologia. – 1979. – Vol. 5. – P. 1–79.
- Aksoy N., Çoban S., Tokcan M., Özalp G. The vegetation of Aladag-Sultan Serisi forests in Bolu // Journal for Land Management, Food and Environment. – 2012. – Vol. 63. – P. 15–29.

Bergmeier E., Walentowski H., Güngöroğlu C. Turkish Forest Habitat Types – An Annotated Conspectus Based on the EU Habitats Directive with Suggestions for an Upgrade. In: Practicability of EU Natura 2000 Concept in the Forested Areas of Turkey. – Turkey Foresters' Association Publ., Ankara, 2019. – P. 134–292.

Cansaran A., Kaya Ö. F., Ertekin A. S., Ketenoğlu O. A phytosociological study on Karacumer Mountain of North Anatolia (Amasya, Turkey) // *Acta Botanica Gallica*. – 2010. – Vol. 157, N 1. – P. 65–88.

Coban S., Willner W. Numerical classification of the forest vegetation in the Western Euxine Region of Turkey // *Phytocoenologia*. – 2019. – Vol. 49, N 1. – P. 71–106.

Czerepanov S. K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). – Cambridge University Press, Cambridge, 1995. – 516 p.

Ekim T., Akman Y. Eskişehir ili, Sündiken Dağlarındaki orman vejetasyonunun bitki sosyolojisi bakımından araştırılması // *Turkish Journal of Botany*. – 1991. – Vol. 15, № 1. – P. 28–40.

Ellenberg H. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 4th ed. – Ulmer, Stuttgart, 1986. – 480 p.

Ignatov M. S., Afonina O. M., Ignatova E. A., Abolina A., Akatova T. V., Baisheva E. Z., Bardunov L. V., Baryakina E. A., Belkina O. A., Bezgodov A. G., Boychuk M. A., Cherdantseva V. Y., Czernyadjeva I. V., Doroshina G. Y., Dyachenko A. P., Fedosov V. E., Goldberg I. L., Ivanova E. I., Jukoniene I., Kannukene L., Kazanovsky S. G., Kharzinov Z. K., Kurbatova L. E., Maksimov A. I., Mamatkulov U. K., Manakyan V. A., Maslovsky O. M., Napreenko M. G., Otnyukova T. N., Partyka L. Y., Pisarenko O. Y., Popova N. N., Rykovsky G. F., Tubanova D. Y., Zheleznova G. V., Zolotov V. I. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. – 2006. – Vol. 15, N 1. – 130 p.

Karaer F., Kılınc M., Kutbay H. G. The woody vegetation of the Kelkit Valley // *Turkish Journal of Botany*. – 1999. – Vol. 23. – P. 319–344.

Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J. P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Jakushenko D., Pallas J., Daniëls F., Bergmeier E., Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J., Lysenko T., Didukh Y., Pignatti S., Rodwell J., Capelo J., Weber H., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // *Applied Vegetation Science*. – 2016. – Vol. 19, N 1. – P. 3–264.

Mucina L., Grabherr G., Wallnofer S. (eds). *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil 3. Walder und Gebusche*. – Gustav Fischer, Jena, 1993. – 376 p.

Oberdorfer E. (ed.). *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil 4. Walder und Gebusche*. – Gustav Fischer, Jena, 1992. – 594 p.

Quézel P., Barbéro M., Akman Y. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale // *Phytocoenologia*. – 1980. – Vol. 8. – P. 365–519.

Tichý L. JUICE. Software for Vegetation Classification // *Journal of Vegetation Science*. – 2002. – Vol. 13 – P. 451–453.

Türe C., Tokur S., Ketenoğlu O. Contributions to the syntaxonomy and ecology of the forest and shrub vegetation in Bithynia, Northwestern Anatolia, Turkey // *Phyton*. – 2005. – Vol. 45. – P. 81–115.

Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd ed. // *Journal of Vegetation Science*. – 2000. – Vol. 11, N 5. – P. 739–768.

Westhoff V., Maarel E. van der. The Braun-Blanquet Approach // *Handbook of Vegetation Science*. – 1973. – Vol. 5. – P. 617–726.

Zupancic M. Syntaxonomic problems of the classes *Vaccinio-Piceetea* and *Erico-Pinetea* in Slovenia // *Fitosociologia*. – 2007. – Vol. 44. – P. 3–13.

Ermakov N. B., Abdurakhmanova Z. A., Plugatar Yu. V. Pine forests of the class *Erico-Pinetea* Horvat 1959 from Dagestan (Northern Caucasus) // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 27–42.

The paper represents the results of grass pine forests classification in Dagestan by the Brown-Blanquet method. A number of 68 relevés of pine forests (taken from the paper by Abdurakhmanova et al., 2018) were included in two higher categories of vegetation – the boreal forests of the class *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 and the sub-Mediterranean thermophilous forests of the class *Erico-Pinetea* Horvat 1959 based on the quantitative classification. Comparative syntaxonomic analysis of the Caucasian communities of the *Erico-Pinetea* class revealed their high level of floristic originality in comparison with similar forests of southern Europe, Western Asia and Crimea. This corresponds to the unique bioclimatic conditions of Dagestan located on the territory with a clear effect of "rain shadow" from the high mountain ranges of the Greater Caucasus stretching on the way of the western Atlantic moist air masses that result in the high climate continentality. These essential ecological and floristic peculiarities of the grass pine forests of the Eastern Caucasus provided a basis for the description of a new order - *Alchemillo sericaceae-Pinetalia sylvestris* ord. nova hoc loco representing the extreme eastern part of the *Erico-Pinetea* class range. The diagnostic species group of the order includes dominantly Eastern-Euxinian, Caucasian endemics and Eurasian xerophilous species: *Juniperus oblonga*, *Alchemilla sericata*, *Galium valantioides*, *Peucedanum ruthenicum*, *Thalictrum foetidum*, *Rosa elasmacantha*, *Filipendula vulgaris*, *Koeleria cristata*, as well as diagnostic species of subordinated alliances. The order includes two alliances demonstrating the ecological and floristic differences of Dagestan pine forests due to the thermic factor. The alliance *Bupleuro polyphylli-Pinion sylvestris* all. nova hoc loco (holotypus of the order) includes grass pine forests with predominance of thermophilous floristic elements. Differential species of the alliance are *Astrantia major*, *Valeriana alliariifolia*, *Polygonatum verticillatum*, *Pyrethrum coccineum*, *Psephellus daghestanicus*, *Galium rubioides*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Primula macrocalyx*, *Anthriscus sylvestris*, *Amoria ambigua*, *Bupleurum polyphyllum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*, *Climacium dendroides*, *Abietinella abietina*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Betula litwinowii*, *B. pendula*. Three associations and two non-rank communities were included in the alliance (*Carici albae-Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019 - holotypus of the alliance, *Ranunculo caucasicae-Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco, *Viburno lanatae-Pinetum sylvestris* Ermakov, Abdurakhmanova, Potapenko 2019, community *Stachys atherocalyx-Pinus sylvestris*, community *Centaurea phrygia-Pinus sylvestris*). The alliance *Onobrichido cornutae-Pinion sylvestris* all. nova hoc loco includes unique cryophilous pine forests with predominance of the cushion plants in the ground layer and numerous constant species of Caucasian cryophilous and xerophilous endemics. Diagnostic species of the alliance are *Onobrychis cornuta*, *Festuca woronowii*, *Gypsophila tenuifolia*, *Salvia canescens*, *Rosa elasmacantha*, *Androsace koso-poljanskii*, *Galium brachyphyllum*, *Thymus daghestanicus*, *Asperula alpina*, *Anthemis dumetorum*, *Scutellaria oreophila*, *Satureja subdentata*, *Potentilla recta*, *Teucrium polium*, *Euphorbia virgate*, *Scabiosa gumbetica*, *Astragalus alexandri*, *A. fissuralis*, *Seseli alexeenkoi*, *Pseudomuscari pallens*, *Rhamnus pallasii*, *Vincetoxicum funebre*, *Jurinea ruprechtii*, *Helianthemum dagestanicum*, *Stipa caucasica*, *Centaurea edmondii*, *Selaginella helvetica*, *Scorzonera filifolia*, *Dracocephalum austriacum*, *Viola somchetica*, *Oxytropis lanata*. At present the alliance is represented by a single association – the *Onobrichido cornutae-Pinetum sylvestris* ass. nova hoc loco. The results of the classification have demonstrated a significant level of originality of the Caucasian grass pine forests and a high floristic status of the Caucasus as a one of the important centers of modern phytodiversity.

Key words: submediterranean vegetation, plant geography, classification, pine forests, *Erico-Pinetea*, phytocoenology, Caucasus.

Поступила в редакцию 01.09.20

Новый обзор злаков (Poaceae) Среднего Поволжья

Саксонов С. В.¹, Васюков В. М.¹, Сенатор С. А.²

¹ Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН
Тольятти, Россия

² Главный ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН

Москва, Россия

svsaxonoff@yandex.ru, vvasjukov@yandex.ru, stsenator@yandex.ru

Злаки – одно из крупнейших семейств высших растений, включающее около 12000 видов из 950 родов. В работе представлены современные сведения о таксономическом составе, географическом распространении и условиях обитания злаков юга Среднего Поволжья (в пределах Пензенской, Самарской и Ульяновской областей). Полевые исследования злаков проводилось по всей территории юга Среднего Поволжья, также изучены гербарные коллекции LE, MOSP, MW, PKM, PVB и др. Агростофлора юга Среднего Поволжья представлена 72 родами (включая 2 ноторода) и 221 видом (включая 5 нотовидов). В злаковой флоре юга Среднего Поволжья около 20 охраняемых видов, из них 5 видов включены в Красную книгу Российской Федерации (2008): *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*; 14 видов – в Красную книгу Пензенской области (2013): *Drymochloa sylvatica*, *Festuca wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Melica transsilvanica*, *Scolochloa festucacea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. sareptana*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*, *Trisetum sibiricum*; 18 видов – в Красную книгу Самарской области (2017): *Avenula pubescens*, *Bromopsis benekenii*, *Catabrosella humilis*, *Cinna latifolia*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Elytrigia pruinifera*, *Helictotrichon schellianum*, *Koeleria sclerophylla*, *Pholurus pannonicus*, *Poa saksonovii*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*; 18 видов – в Красную книгу Ульяновской области (2015): *Catabrosella humilis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Festuca cretacea*, *F. wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria sclerophylla*, *Leymus ramosus*, *Nardus stricta*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*. Эндемичным злаком на юге Среднего Поволжья является только *Poa saksonovii*; 5 видов злаков описаны с исследуемой территории: *Festuca wolgensis*, *Koeleria sclerophylla*, *K. transvolgensis*, *Leymus paboanus*, *Poa saksonovii*.

Ключевые слова: Poaceae, охраняемые виды, флора юга Среднего Поволжья, Пензенская область, Самарская область, Ульяновская область.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство злаки (*Gramineae*), или мятликовые (*Poaceae*) – крупнейшее семейство высших растений, включающее около 12000 видов из 950 родов (Цвелёв, Пробатова, 2019).

К злакам принадлежат основные пищевые растения человечества: пшеница, рис и кукуруза, а также многие другие, менее распространенные культуры, дающие крупу и муку: рожь, ячмень, овёс, просо и др., сахарный тростник является источником сахара. Агростофлора – важнейший компонент естественных фитоценозов: различных типов лугов, степей и саванн. Многие из злаков введены в культуру на сеяных лугах. Злаки являются основными кормовыми растениями для животноводства. Ценный строительный материал дают многие бамбуки и тростники; они, как и солома многих культивируемых злаков, идут на производство бумаги. Наконец, многие злаки являются декоративными, а некоторые лекарственными растениями (Цвелёв, Пробатова, 2019).

Цель работы – представить современные сведения о таксономическом составе, географическом распространении и условиях обитания злаков юга Среднего Поволжья (в пределах Пензенской, Самарской и Ульяновской областей).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые исследования злаков нами проводилось на всей территории юга Среднего Поволжья. Изучены гербарные коллекции, хранящиеся в Ботаническом институте

им. В. Л. Комарова РАН (LE), Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова (MW), Московском педагогическом государственном университете (MOSP), Институте экологии Волжского бассейна РАН (PVB), Пензенском государственном университете (PKM) и др. Номенклатура таксонов приведена по монографии «Злаки России» (Цвелёв, Пробатова, 2019); таксоны рангом выше вида (роды, подтрибы, трибы, подсемейства) расположены по системе, принятой в этой работе, виды и нотовиды приведены по алфавиту латинских названий.

Принятые сокращения: Волж.-Дон. – Волжско-Донской район; Заволж. – Заволжский район; Пенз. – Пензенская область; Самар. – Самарская область; Ульянов. – Ульяновская область.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим данным, во флоре юга Среднего Поволжья семейство злаки представлено 72 родами (включая 2 ноторода) и 221 видом (включая 5 нотовидов). В настоящий обзор также включены виды агростофлоры, которые пока не найдены в пределах исследуемой территории, но встречаются близ ее границ, поэтому нахождение их вероятно.

В предыдущем обзоре семейства злаков (Саксонов и др., 2013), включающем 4 административных региона России (Республика Мордовия, Пензенская, Самарская и Ульяновская области), было приведено 210 видов из 70 родов.

Ниже приведен современный обзор злаков юга Среднего Поволжья.

Семейство **Poaceae** Barnhart, nom. cons. – **Gramineae** Juss., nom. cons., nom. alt.
– **Мятликовые**, или **Злаки**

Подсемейство Ehrhartoideae Link – Эрхартовы

Триба Oryzeae Martinov – Рисовые

Подтриба Oryzinae Griseb. – Рисовые

Род *Leersia* Sw. – **Леерсия**

1. *L. oryzoides* (L.) Sw. – **Л. рисовидная** (Цвелёв, Пробатова, 2019: 46). По берегам водоёмов, на болотах и болотистых лугах. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Zizaniinae Benth. – Цицаниевые

Род *Zizania* L. – **Цицания, Водяной рис**

1. *Z. latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf – **Ц. широколистная** (l. c.: 46). По берегам водоёмов, на болотах. Интродуцированный и одичавший вид. Самар.

2. *Z. palustris* L. – **Ц. болотная** (l. c.: 47). По берегам водоёмов, на болотах. Интродуцированный и одичавший вид. Самар.

Подсемейство Pooideae Benth. – Мятликовые

Триба Brachypodieae Harz – Коротконожковые

Род *Brachypodium* P. Beauv. – **Коротконожка**

1. *B. pinnatum* (L.) P. Beauv. – **К. перистая** (l. c.: 49). На лесных полянах и опушках, суходольных лугах, в разреженных лесах, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *B. sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. – **К. лесная** (l. c.: 49). В лиственных и смешанных лесах, на лесных полянах и опушках, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба Hordeae Martinov – Ячmeneвые

Род *Elymus* L. – **Пырейник**

1. *E. caninus* (L.) L. – **П. собачий** (l. c.: 61). В лесах, на лесных полянах и опушках, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *E. fibrosus* (Schrenk) Tzvelev – **П. волокнистый** (l. c.: 67). На лугах, лесных полянах и опушках, приречных песках и галечниках, среди кустарников, у дорог и в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *E. novae-angliae* (Scribn.) Tzvelev – **П. новоанглийский, бескорневищный пырей** (l. c.: 62). Интродуцированный вид в качестве кормового растения и заносного или одичавшего растения у дорог, в населённых пунктах, на лугах и окраинах полей. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *E. sibiricus* L. – **П. сибирский** (l. c.: 70). На лугах, лесных полянах, песках и галечниках речных долин, среди кустарников, у дорог и в населённых пунктах. Заносный или интродуцированный вид. Пенз., Самар., Ульянов.

E. uralensis (Nevski) Tzvelev – **П. уральский** (l. c.: 59). На лугах, лесных полянах, среди кустарников. Возможно нахождение в Самар. (Высокое Заволжье)

Род *Elytrigia* Desv. – **Пырей**

1. *E. elongatiformis* (Drobow) Nevski [*E. repens* (L.) Nevski subsp. *elongatiformis* (Drobow) Tzvelev] – **П. длинноватый** (l. c.: 79). На лугах, лесных полянах, в степях, среди кустарников, на каменистых и мелкоземистых склонах, осыпях, галечниках, у дорог, на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах. Указан для востока Волж.-Дон. р-на.

2. *E. intermedia* (Host) Nevski – **П. средний** (l. c.: 80). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *E. lolioides* (Kar. et Kir.) Nevski – **П. плевеловидный** (l. c.: 80). На каменистых склонах и скалах (особенно меловых и известняковых), в степях, на лесных полянах, песках и галечниках, иногда заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *E. pontica* (Podp.) Holub [? *E. obtusiflora* (DC.) Tzvelev] – **П. понтийский** (l. c.: 76). На солончаковых лугах, солончаках, реже на меловых обнажениях, галечниках. Вид указан для Пенз. (юг) и Самар.

5. *E. pruinifera* (Nevski) Nevski – **П. инееватый** (l. c.: 75). На каменистых склонах и скалах (преимущественно известняковых). Самар. (Жигули).

E. pseudocaesia (Pacz.) Prokudin [*E. repens* (L.) Nevski subsp. *pseudocaesia* (Pacz.) Tzvelev] – **П. ложносизоватый** (l. c.: 79). На солончаковых лугах и солончаках, в степях. Вероятно нахождение в Самар. (Заволжье).

E. reflexiaristata (Nevski) Nevski – **П. отогнутоостый** (l. c.: 74). На каменистых склонах и осыпях. Самар. (указан для окр. пос. Сергиевска).

6. *E. repens* (L.) Nevski – **П. ползучий** (l. c.: 78). На лугах, лесных полянах, песках и галечниках, в качестве сорного растения у дорог, на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

7. *E. trichophora* (Link) Nevski – **П. средний** (l. c.: 80). В степях, на каменистых склонах, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

Примечание. В Пенз. (юг) известен гибрид *E. × tesquicola* (Czerniak.) Prokudin [*E. repens* × *E. trichophora*] – **П. степной** (l. c.: 81).

Род *Agropyron* Gaertn. – **Житняк**

1. *A. desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. – **Ж. пустынный** (l. c.: 84). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, солонцах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *A. imbricatum* Roem. et Schult. – **Ж. черепитчатый** (l. c.: 86). В степях, на суходольных лугах, каменистых склонах, скалах, песках, лесных полянах, галечниках, заносное у дорог, в населённых пунктах, на окраинах полей. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *A. lavrenkoanum* Prokudin – **Ж. Лавренко** (l. c.: 86). На приречных песках, в песчаных степях. Вид указан для Пенз.

4. *A. pectinatum* (M. Vieb.) P. Beauv. – **Ж. гребневидный** (l. c.: 85). В степях, на суходольных лугах, каменистых склонах, скалах, песках, лесных полянах, галечниках, заносное у дорог, в населённых пунктах, на окраинах полей. Пенз., Самар., Ульянов.

5. *A. sibiricum* (Willd.) P. Beauv. [*A. fragile* auct. non (Roth) P. Candargy] – **Ж. сибирский**

(1. с.: 84). На песках, в песчаных степях, иногда у дорог. Самар., Ульянов.

Род *Eremopyrum* (Ledeb.) Jaub. et Spach – **Мортук**

1. *E. orientale* (L.) Jaub. et Spach – **М. восточный** (1. с.: 89). В степях, на песках, глинистых и каменистых склонах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *E. triticeum* (Gaertn.) Nevski – **М. пшеничный** (1. с.: 89). В степях, на песках, каменистых и мелкоземистых склонах, галечниках, солонцах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Aegilops* L. – **Эгилопс**

1. *A. cylindrica* Host – **Э. цилиндрический** (1. с.: 91). На каменистых и мелкоземистых склонах, песках и галечниках, в степях, у дорог. Самар.

Род *Triticum* L. – **Пшеница**

1. *T. aestivum* L. – **П. летняя, п. мягкая** (1. с.: 97). Широко культивируется как пищевое растение, нередко также заносное у дорог и в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *T. dicoccum* Schrank ex Schübl. – **П. двузернянка, полба европейская** (1. с.: 95). Изредка культивируется в опытных посевах, иногда заносное у дорог. Самар., Ульянов.

3. *T. durum* Desf. – **П. твердая** (1. с.: 96). Культивируется как пищевое растение, иногда заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Примечание. В опытных посевах вероятно культивирование *T. volgense* (Flaksb.) Nevski – П. волжской (полбы волжской) (1. с.: 95) и др. видов.

Род *Secale* L. – **Рожь**

1. *S. cereale* L. – **Р. посевная** (1. с.: 99). Широко культивируется как пищевое и кормовое растение, заносное у дорог и в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *S. sylvestre* Host – **Р. дикая** (1. с.: 99). На приречных песках, в песчаных степях, в борах, иногда заносное у дорог. Самар., Ульянов.

Род *Leymus* Hochst. – **Колосняк, Волоснец**

1. *L. akmolinsis* (Drobow) Tzvelev – **К. акмолинский** (1. с.: 108). На солончаковых и солонцеватых лугах, иногда заносное по ж.-д. насыпям. Самар. (Общий Сырт; заносное в г. Сызрань и пос. Обшаровка).

2. *L. angustus* (Trin.) Pilg. – **К. узкоколосый** (1. с.: 106). Заносное на ж.-д. насыпях. Ульянов.

3. *L. arenarius* (L.) Hochst. – **К. песчаный** (1. с.: 104). Культивируется как декоративное растение в населённых пунктах и иногда дичает. Пенз. (г. Пенза), Самар. (г. Тольятти).

4. *L. karelinii* (Turcz.) Tzvelev – **К. Карелина** (1. с.: 106). На солонцеватых лугах, в степях, на приречных песках и галечниках, заносное на ж.-д. насыпях. Пенз. (Сердобск), Самар.

5. *L. litoralis* (Griseb.) Peschkov [*L. secalinus* (Georgi) Tzvelev, p. p.] – **К. прибрежный** (1. с.: 108). Заносное на ж.-д. насыпях. Пенз. (г. Сердобск).

6. *L. paboanus* (Claus) Pilg. – **К. Пабо** (1. с.: 108). На солончаковых лугах, солонцах, в солонцеватых степях, иногда заносное на ж.-д. насыпях. Пенз. (Сердобск), Самар. Описан из Самар. (Заволжье); лектотип: «Ad fl. Kinel, 26 VI 1848, leg. Pabo» (LE).

7. *L. racemosus* (Lam.) Tzvelev – **К. кистистый, волоснец гигинтский** (1. с.: 105). На приречных песках, в песчаных степях, иногда заносное на ж.-д. насыпях. Пенз., Самар., Ульянов.

8. *L. ramosus* (K. Richt.) Tzvelev – **К. ветвистый** (1. с.: 110). В степях, на солонцах, солонцеватых лугах, галечниках, сорное на полях, у дорог. Самар., Ульянов.

Примечание. На приречных песках, в песчаных степях, заносным на ж.-д. насыпях вероятно нахождение *L. klokovii* (Tzvelev) Baikov et Lipin [*L. racemosus* (Lam.) Tzvelev subsp. *klokovii* Tzvelev] – К. Клокова (1. с.: 105), *L. sabulosus* (M. Bieb.) Tzvelev [*L. racemosus* (Lam.) Tzvelev subsp. *sabulosus* (M. Bieb.) Tzvelev] – К. черноморского (1. с.: 105).

Род *Psathyrostachys* Nevski – Ломкоколосник

1. *P. juncea* (Fisch.) Nevski – **Л. ситниковый** (l. c.: 111). В степях, на солонцах и солончаках, каменистых склонах и галечниках, у дорог. Пенз. (г. Пенза, занос), Самар., Ульянов.

Примечание. Растения, произрастающие в Самар. и Ульянов. принадлежат к *P. juncea* (Fisch.) Nevski var. *desertorum* (Kar. et Kir.) Tzvelev = *P. desertorum* (Kar. et Kir.) Agaf. – Л. пустынному (l. c.: 111).

Род *Hordeum* L. – Ячмень

1. *H. bogdanii* Wilensky – **Я. Богдана** (l. c.: 116). На солонцеватых и солончаковых лугах. Ульянов. (овраг Адоевский близ с. Новое Томышево).

2. *H. distichon* L. – **Я. двурядный** (l. c.: 119). Культивируется как пищевое и кормовое растение, но чаще как примесь в посевах ячменя обыкновенного и как заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *H. jubatum* L. – **Я. гривастый** (l. c.: 117). Заносное на лугах, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов. – Рис. 1.

H. leporinum Link – **Я. заячий** (l. c.: 119). Заносное у дорог, в населённых пунктах. Вид указан для Волж.-Дон. р-на; вероятно нахождение заносным в регионе.

4. *H. murinum* L. – **Я. мышинный** (l. c.: 118). Заносное у дорог, в населённых пунктах. Вид указан Ульянов. (окр. пос. Базарный Сызган и г. Инза).

5. *H. nevskianum* Bowden – **Я. Невского** (l. c.: 115). На солонцеватых и солончаковых лугах. Самар., Ульянов. (окр. с. Новочеремшанск).

6. *H. vulgare* L. – **Я. обыкновенный, я. многорядный** (l. c.: 120). Широко культивируется как пищевое и кормовое растение, а также заносное у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род × *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus – Пшенице-рожь

× *T. rimpau* Wittm. [× *Triticale rimpau* (Wittm.) Muntz, nom. illeg.; *Triticum aestivum* × *Secale cereale*] – Пшеница-рожь (Тритикосекале) Римпау (l. c.: 124). Культивируется как пищевое и кормовое растение на полях. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба Bromeneae Martinov – Костровые

Род *Bromopsis* Fourg. – Кострец

1. *B. australis* (Zherebina) Tzvelev et Prob. – **К. южный** (l. c.: 137). В степях, на остепнённых лугах и лесных полянах, у дорог, на окраинах полей. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *B. benekenii* (Lange) Holub [*Bromus benekenii* (Lange) Trimen] – **К. Бенекена** (l. c.: 129). В лиственных и смешанных лесах, на лесных полянах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *B. inermis* (Leyss.) Holub [*Bromus inermis* Leyss.] – **К. безостый** (l. c.: 137). На лугах, приречных песках и галечниках, лесных полянах, в луговых степях, среди кустарников, у дорог, окраинам полей, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *B. ramosa* (Huds.) Holub [*Bromus ramosus* Huds.] – **К. ветвистый** (l. c.: 129). В лиственных и смешанных лесах. Самар. (Жигули).

5. *B. riparia* (Rehmann) Holub [*Bromus riparius* Rehmann] – **К. береговой** (l. c.: 132). На сухих лугах, в степях, на лесных полянах, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

6. *B. taimyrensis* Peschkova [*B. pimpelliana* auct. non (Scribn.) Holub] – **К. таймырский** (l. c.: 134). Заносное по берегам Куйбышевского вдхр. Самар. (окр. с. Новодевичье), Ульянов. (окр. г. Сенгилей).

Род *Anisantha* K. Koch – Неравноцветник

1. *A. sterilis* (L.) Nevski [*Bromus sterilis* L.] – **Н. бесплодный** (l. c.: 139). Заносное у дорог, в населённых пунктах. Самар., Ульянов.

2. *A. tectorum* (L.) Nevski [*Bromus tectorum* L.] – **Н. кровельный** (l. c.: 138). На каменистых и мелкоземистых склонах, осыпях и галечниках, в степях, у дорог, в населённых пунктах, на полях. Пенз., Самар., Ульянов.



Рис. 1. Некоторые виды злаков: *Hordeum jubatum* (a), *Poa saksonovii* (b), *Melica transsilvanica* (c), *Echinochloa tzvelevii* (d) (Самарская обл.; фото С. Саксонова)

Род *Bromus* L. – **Костёр**

1. *B. arvensis* L. – **К. полевой** (l. c.: 142). Сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

B. commutatus Schrad. – **К. переменчивый** (l. c.: 143). Вероятно нахождение у дорог, на ж.-д. насыпях, полях.

2. *B. japonicus* Houtt. – **К. японский** (l. c.: 144). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, песках и галечниках, сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *B. mollis* L. [*B. hordaceus* auct. non L.] – **К. мягкий** (l. c.: 146). На лугах, приречных песках и галечниках, сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *B. secalinus* L. – **К. ржаной** (l. c.: 143). Сорное на полях (особенно ржи и озимой пшеницы), у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

5. *B. squarrosus* L. – **К. растопыренный** (l. c.: 145). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, песках и галечниках, сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

6. *B. wolgensis* Fisch. ex J. Jacq. – **К. волжский** (l. c.: 145). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, песках и галечниках, сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

B. vestitus Schrad. – **К. одетый** (l. c.: 144). Вероятно нахождение в степях, на обнажениях мела и известняка, у дорог.

Триба Poaeae R. Br. – Мятликовые

Подтриба Aveninae J. Presl – Овсяные

Род *Avena* L. – **Овёс**

1. *A. fatua* L. – **О. пустой, овсюг** (l. c.: 151). Сорное на полях (особенно овса), у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *A. persica* Steud. – **О. персидский** (l. c.: 153). Сорное на полях, у дорог, в населённых пунктах. Ульянов.

3. *A. sativa* L. – **О. посевной** (l. c.: 152). Широко культивируется как кормовое и пищевое растение, как заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *A. sterilis* L. – **О. бесплодный** (l. c.: 154). Заносное у дорог, в населённых пунктах. Ульянов.

Примечание. Возможно нахождение сорными на полях, у дорог: *A. aemulans* Nevski – О. подражающего (l. c.: 151), *A. cultiformis* (Malzev) Malzev – О. сходного (l. c.: 151), *A. intermedia* T. Lestib. – О. промежуточного (l. c.: 151), *A. volgensis* (Vavilov) Nevski – О. волжского (специализированный сорняк полбы) (l. c.: 152), а также культивируемыми на полях и заносными у дорог: *A. georgica* Zuccagni – О. тяжёлого (l. c.: 152), *A. orientalis* Schreb. – О. восточного (l. c.: 152).

Род *Helictochloa* Romero Zarco – **Овсец**

1. *H. schelliana* (Hack.) Tzvelev et Prob. [*Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag.] – **О. Шелля** (l. c.: 155). В степях, на сухих лугах и лесных полянах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Avenula* (Dumort.) Dumort. – **Овёсник**

1. *A. pubescens* (Huds.) Dumort. [*Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilger; *Neoholubia pubescens* (Huds.) Tzvelev] – **О. пушистый** (l. c.: 157). На лугах, лесных полянах и опушках, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Helictotrichon* Besser – **Скрученноостник**

1. *H. desertorum* (Less.) Nevski – **С. пустынный** (l. c.: 159). В степях, на каменистых (обычно меловых и известняковых) склонах, песках. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Arrhenatherum* P. Beauv. – Райграс

1. *A. elatius* (L.) P. Beauv. ex J. et C. Presl – **Р. высокий, р. французский** (l. с.: 160). Интродуцированное растение и как заносное на лугах и лесных полянах, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Koeleriinae Asch. et Graebn. – Тонконоговые

Род *Trisetum* Pers. – Трищети́нник

1. *T. sibiricum* Rupr. – **Т. сибирский** (l. с.: 165). На болотистых лугах и лесных полянах, заболоченных разреженных лесах. Пенз., Самар. (окр. с. Левашовка), Ульянов.

Род *Koeleria* Pers. – Тонконог, Келерия

1. *K. cristata* (L.) Pers. [*K. gracilis* Pers.] – **Т. гребенчатый** (l. с.: 176). В степях, на остепнённых лугах и лесных полянах, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *K. delavignei* Czern. ex Domin – **Т. Делявиня** (l. с.: 182). На пойменных, реже суходольных, часто слабо солонцеватых лугах, лесных полянах, в степных западинах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *K. dubjanskyi* Tzvelev – **Т. Дубянского** (l. с.: 183). На песках надпойменных террас, песчаных полянах в сосновых лесах, в песчаных степях. Пенз., Самар., Ульянов.

K. fallax (Domin) Tzvelev – Т. обманчивый (l. с.: 183). Вероятно нахождение в Самар. (Высокое Заволжье) на лугах, лесных полянах и опушках.

K. glauca (Spreng.) DC. s. str. – Т. сизый (l. с.: 183). На юге Среднего Поволжья замещается, главным образом, близким *K. dubjanskyi*.

4. *K. macrantha* (Ledeb.) Schult. – **Т. крупноцветковый** (l. с.: 177). В степях, на каменистых склонах и песках, остепнённых лесных полянах. Пенз., Самар., Ульянов.

5. *K. sabuletorum* (Domin) Klokov – **Т. песчаный** (l. с.: 184). На песках надпойменных террас, в сосновых лесах. Самар. (острова Саратовского вдхр.). Распространение недостаточно изучено, т. к. ранее смешивался с др. близкими видами.

6. *K. sclerophylla* P. A. Smirn. – **Т. жестколистный** (l. с.: 174). На известняковых, реже меловых обнажениях. Самар., Ульянов. Описан с Жигулей; тип: «Жигули, близ сел. Бахилово, 25 VII 1927, № 999, Сацердотов и Спрыгин» (MW).

7. *K. spryginii* Tzvelev – **Т. Спрыгина** (l. с.: 175). На меловых и известняковых обнажениях. Пенз. (Иссинский р-н, с. Николаевка), Самар., Ульянов.

8. *K. theodoriana* (Klokov ex Tzvelev) Tzvelev [*K. sclerophylla* P. A. Smirn. subsp. *theodoriana* Klokov ex Tzvelev] – **Т. Фёдора** (l. с.: 174). ? Самар., Ульянов. Указан для меловых обнажений востока Волж.-Дон. р-на; распространение не изучено, т. к. смешивается с близким *K. sclerophylla* s. str.

9. *K. transvolgensis* Tzvelev – **Т. заволжский** (l. с.: 179). В солонцеватых степях, на солонцах. Самар. (Заволжье, юг). Описан с юга Заволжья Самар.; тип: «Большеглушицкий р-н Самарской обл., в 7 км к сев. от сел. Имилеевка близ дола Таловка, солонец, 6 VII 1929, № 629, И. Тереножкин» (LE).

10. *K. valdevestita* Tzvelev – **Т. густоопушённый** (l. с.: 183). На песках надпойменных террас, в сосновых лесах. Пенз. (восток), Ульянов.

Подтриба Aiginae Fr. – Айровые

Род *Deschampsia* P. Beauv. – Щучка, Луговик

1. *D. cespitosa* (L.) P. Beauv. – **Щ. дернистая** (l. с.: 194). На лугах, лесных полянах и опушках, берегах водоёмов, в разреженных лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

D. parviflora (Thuill.) P. Beauv. – Щ. мелкоцветковая (l. с.: 194). Вид указан для Волж.-Дон. р-на; вероятно нахождение в болотистых лесах, на ключевых болотах.

Род *Avenella* Bluff ex Drejer – Овёсик

1. *A. flexuosa* (L.) Drejer [*Lerchenfeldia flexuosa* (L.) Schur] – **О. извилистый** (l. с.: 196). В лесах, на лесных полянах и опушках, песчаных лугах. Пенз. (окр. с. Дворики).

Подтриба Miliinae Dumort. – Боровые

Род *Milium* L. – Бор, Просяник

1. *M. effusum* L. – **Б. развесистый** (l. с.: 201). В лесах, на лесных полянах и опушках, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Anthoxanthinae A. Gray – Пахучеколосниковые

Род *Hierochloë* R. Br. – Зубровка

H. hirta (Schrank) Borbas – **З. жёстковолосистая** (l. с.: 205). На лугах, лесных полянах и опушках, окраинам болот, песках. Вид известен в Мордовии и Татарстане; вероятно нахождение в регионе.

1. *H. praetermissa* (G. Weim.) Prob. et Tzvelev [*H. hirta* (Schrank) Borbas subsp. *praetermissa* G. Weim.; *H. odorata* auct. non (L.) P. Beauv.] – **З. пропущенная** (l. с.: 206). На лугах, лесных полянах и опушках, окраинам болот, песках. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *H. repens* (Host) P. Beauv. [*H. stepporum* P. A. Smirn.; *Anthoxanthum repens* (Host) Veldkamp] – **З. ползучая, з. степная** (l. с.: 205). На лугах, лесных полянах и опушках, песках надпойменных террас, в луговых степях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Anthoxanthum* L. – Пахучеколосник

1. *A. odoratum* L. – **П. душистый, душистый колосок** (l. с.: 210). На лугах, лесных полянах и опушках, приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Agrostidinae Fr. – Полевицевые

Род *Calamagrostis* Adans. – Вейник

1. *C. arundinacea* (L.) Roth – **В. тростниковый** (l. с.: 217). В лесах, на лесных полянах и вырубках, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *C. canescens* (Weber) Roth – **В. седеющий** (l. с.: 226). На болотах, болотистых лугах, в болотистых лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *C. epigejos* (L.) Roth – **В. наземный** (l. с.: 231). На лугах и лесных полянах, в разреженных лесах, на песках, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *C. glomerata* Boiss. et Buhse [*C. epigejos* (L.) Roth subsp. *glomerata* (Boiss. et Buhse) Tzvelev] – **В. скупенноколосковый** (l. с.: 230). На сухих лугах и лесных полянах, в степях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

C. koibalensis Reverd. – **В. койбальский** (l. с.: 231). В степях, на сухих лугах и солонцах, песках, у дорог. Вид указан для Заволж. р-на; вероятно нахождение в Самар. (Заволжье).

5. *C. neglecta* (Ehrh.) G. Gaertn., В. Mey. et Scherb. – **В. незамеченный** (l. с.: 222). На болотах, болотистых лугах, влажных песчаных местах и галечниках. Самар., Ульянов.

6. *C. phragmitoides* Hartm. [*C. purpurea* (Trin.) Trin. subsp. *phragmitoides* (Hartm.) Tzvelev; *C. langsдорфii* auct. non (Link) Trin.] – **В. тростниковидный** (l. с.: 228). На болотах, болотистых лугах, в болотистых лесах. Пенз. (басс. р. Суры), Самар.

7. *C. pseudophragmites* (Haller f.) Koeler – **В. ложнотростниковый** (l. с.: 232). На приречных песках и галечниках, каменистых склонах. Самар., Ульянов.

Примечание. Для Самар. указан *C. × acutiflora* (Schrad.) DC. [*C. arundinacea* × *C. epigejos*] – **В. острочешуйчатый** (l. с.: 233); для Пенз. указан *C. × vilnensis* Besser [*C. neglecta* × *C. canescens*] – **В. виленский** (l. с.: 235).

Род *Apera* Adans. – Метлица

1. *A. spica-venti* (L.) P. Beauv. – **М. обыкновенная** (l. с.: 236). На полях и плантациях различных культур, на песках и галечниках, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Agrostis* L. – Полевица

1. *A. albida* Trin. – **П. беловатая** (l. с.: 243). На более или менее засоленных лугах. Самар., Ульянов. (по р. Черемшан).

2. *A. breviramea* (Roshev. ex Tzvelev) Kurczenko – **П. короткоцветочковая** (l. c.: 243). На болотах и болотистых лугах, обычно с заметным засолением почвы. Пенз. (Неверкинский р-н, окр. с. Мансуровка), Самар. (басс. р. Самары).

3. *A. canina* L. – **П. собачья** (l. c.: 248). На болотах, болотистых лугах и лесных полянах, в разреженных лесах. Пенз. (северо-восток), Самар., Ульянов.

4. *A. capillaris* L. [*A. tenuis* Sibth.] – **П. тонкая** (l. c.: 246). На лугах, лесных полянах и опушках, приречных песках и галечниках, в разреженных лесах, заносное на полях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

5. *A. diluta* Kurczenko – **П. светлая** (l. c.: 241). На лугах, лесных полянах, по берегам водоёмов, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

6. *A. gigantea* Roth – **П. гигантская** (l. c.: 241). На лугах, приречных песках и галечниках, лесных полянах, в разреженных лесах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

7. *A. karsensis* Litv. – **П. карская** (l. c.: 245). На болотистых лугах, по берегам водоёмов. Пенз. (Нижнеломовский р-н), ? Самар.

A. salsa Korsh. – **П. солончаковая** (l. c.: 243). Вид достоверно известен только на востоке Оренбургской обл. (l. c.) и ошибочно указан для Самар.

8. *A. syreistschikowii* P. A. Smirn. [*A. vinealis* auct. non Schreb.] – **П. Сырейщикова** (l. c.: 249). В степях, на остепнённых лугах и лесных полянах, приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.

9. *A. stolonifera* L. – **П. побегоносная** (l. c.: 244). На лугах, болотах, у берегов водоёмов, на приречных песках и галечниках, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Scolochloinae Tzvelev – Тростянковые

Род *Scolochloa* Link – Тростянка

1. *S. festucacea* Link – **Т. овсяницеvidная** (l. c.: 259). По берегам водоёмов, на болотах и болотистых лугах. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Loliinae Dumort. – Плевеловые

Род *Schedonorus* P. Beauv. – Овсянничник

1. *S. arundinaceus* (Schreb.) Dumort. [*Festuca arundinacea* Schreb.; *F. orientalis* (Hack.) V. I. Krecz. et Bobrov] – **О. тростниковый** (l. c.: 260). На лугах и лесных полянах, по берегам водоёмов. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *S. giganteus* (L.) Holub [*Festuca gigantea* (L.) Vill.] – **О. гигантский** (l. c.: 261). В лесах, на лесных полянах и опушках, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *S. pratensis* (Huds.) P. Beauv. [*Festuca pratensis* Huds.] – **О. луговой** (l. c.: 261). На лугах, лесных полянах и опушках, в разреженных лесах, культивируется на полях и заносное у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Lolium* L. – Плевел

1. *L. multiflorum* Lam. – **П. многоцветковый** (l. c.: 263). Интродуцированный на газонах и заносный в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар.

2. *L. perenne* L. – **П. многолетний** (l. c.: 263). Интродуцированный на газонах и заносный в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *L. temulentum* L. – **П. опьяняющий** (l. c.: 264). Сорное в посевах, чаще яровых культур (особенно ржи), у дорог. Самар., Ульянов.

Род × *Schedolium* Holub – Овсянничико-плевел

1. × *S. loliaceum* (Huds.) Holub [× *Festulolium loliaceum* (Huds.) P. Fourn.; *Schedonorus pratensis* × *Lolium perenne*] – **О.-п. плевеловидный** (l. c.: 265). В населённых пунктах, у дорог. Самар.

Род *Drymochloa* Holub – Лесовка

1. *D. sylvatica* (Pollich) Holub [*Festuca altissima* All.] – **Л. лесная** (l. c.: 266). В лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Festuca* L. – Овсяница

1. *F. arietina* Klokov [*F. wolgensis* P. A. Smirn. subsp. *arietina* (Klokov) Tzvelev] – **О. боровая** (l. c.: 292). На полянах и опушках сосновых лесов, в песчаных степях. Приводится для Среднего Поволжья (l. c.); распространение не изучено.

2. *F. beckeri* (Hack.) Trautv. – **О. Беккера** (l. c.: 294). Вид указан для песков Волж.-Дон. (восток) и Заволж. р-нов; распространение не изучено, т. к. смешивался с близким *F. polesica*.

F. cinerea Vill. – О. пепельная (l. c.: 293). Культивируется как декоративное растение. Самар. (Тольятти).

3. *F. filiformis* Roug. – **О. нитевидная** (l. c.: 297). В сосновых и широколиственных лесах, на песках. Самар. (Жигули).

F. glauca Vill. – О. сизая (l. c.: 293). Культивируется как декоративное растение. Пенз. (Пенза).

4. *F. macutrensis* Zapał. – **О. макутринская** (l. c.: 289). На сухих лугах, пойменных гривах, в сосновых лесах, у дорог. Ульянов. (по р. Большая Якла).

F. ovina L. – О. овечья (l. c.: 295). Вид неоднократно приводился в старой литературе для юга Среднего Поволжья, но, вероятно, указания принадлежат др. видам.

5. *F. polesica* Zapał [*F. beckeri* (Hack.) Trautv. subsp. *polesica* (Zapał.) Tzvelev] – **О. полеская** (l. c.: 294). На приречных песках, в сосновых лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

6. *F. pseudodalmatica* Krajina ex Domin – **О. ложнодалматская** (l. c.: 288). В степях, на солонцах, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

7. *F. pseudovina* Hack. ex Wiesb. – **О. ложноовечья** (l. c.: 286). В степях, на сухих лугах, в разреженных лесах, на песках и обнажениях известняка. Пенз., Самар., Ульянов.

8. *F. rubra* L. – **О. красная** (l. c.: 278). На лугах, лесных полянах, в разреженных лесах, на песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.

9. *F. rupicola* Neuff. – **О. бороздчатая** (l. c.: 288). На каменистых склонах, лесных полянах, в степях, разреженных лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

10. *F. spryginii* Tzvelev [*F. cretacea* T. I. Popov et Proskor. var. *popovii* Tzvelev] – **О. Спрыгина** (l. c.: 281). На меловых обнажениях. Пенз. (Иссинский р-н, окр. с. Николаевка), Самар. (окр. с. Новодевичье), Ульянов. (Сенгилеевские горы).

Примечание. Видимо, указание *F. cretacea* T. I. Popov et Proskor. s. str. (l. c.: 281) для востока Волж.-Дон. р-на принадлежит к *F. spryginii*.

F. trachyphylla (Hack.) Hack. – О. шершаволистная (l. c.: 290). Растение лесной зоны Европейской России, известно в разреженных хвойных и смешанных лесах, на лесных полянах и опушках на севере Волж.-Дон. р-на; вероятно нахождение в регионе заносным у дорог.

11. *F. valesiaca* Schleich. ex Gaudin s. str. – **О. валлисская, типчак** (l. c.: 287). В степях, на сухих лугах, каменистых склонах, песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.

12. *F. wolgensis* P. A. Smirn. s. str. – **О. волжская** (l. c.: 292). На меловых и известняковых обнажениях, в каменистых степях. Пенз. (окр. с. Новый Кряжим), Самар., Ульянов. Описан с Жигулей; лектотип: «Жигули, Малая Бахилова гора, кв. 23, каменистая степь, 11 VI 1940, № 1651, А. Гончарова» (MW).

Подтриба Poinae Dumort. – Мятликовые

Род *Poa* L. – Мятлик

1. *P. angustifolia* L. – **М. узколистный** (l. c.: 330). На лугах и лесных полянах, в степях, приречных песках и галечниках, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *P. bulbosa* L. s. str. – **М. луковичный** (l. c.: 318). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, песках. ? Пенз., Самар., Ульянов.

3. *P. chaixii* Vill. – **М. Шэ** (l. c.: 324). Интродуцированный и заносный вид на лугах в г. Самара, вероятно, исчез (Плаксина, 2001).
4. *P. compressa* L. – **М. сплюснутый** (l. c.: 353). На сухих, часто глинистых и каменистых склонах, у дорог, на пустырях, ж.-д. насыпях. Пенз., Самар., Ульянов.
5. *P. crispa* Thuill. – **М. курчавый** (l. c.: 319). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах, песках и галечниках, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.
6. *P. nemoralis* L. – **М. дубравный** (l. c.: 343). В широколиственных и смешанных лесах (особенно в дубравах), на лесных полянах. Пенз., Самар., Ульянов.
P. olonovae Tzvelev [*P. orientalis* Tzvelev, nom. illeg.] – М. Олоновой (l. c.: 344). Вид ошибочно указан для Самар. (Жигули) [3].
7. *P. palustris* L. – **М. болотный** (l. c.: 341). На сырых лугах, по окраинам болот, на приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.
8. *P. pratensis* L. s. str. – **М. луговой** (l. c.: 328). На лугах, среди кустарников, на лесных полянах, опушках, вырубках, приречных песках и галечниках, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.
9. *P. remota* Forsk. – **М. расставленный** (l. c.: 325). В болотистых лесах, среди кустарников, у лесных ручьев, на болотистых лугах. Пенз., Самар., Ульянов.
10. *P. saksonovii* Tzvelev – **М. Саксонова** (l. c.: 348). На известняковых обнажениях под пологом сосново-широколиственных лесов. Самар. (Жигули). Эндемик. Описан с Жигулей; тип: «Жигули, гора Шелудяк, на утесах, 3 VII 1941, № 2156, М. Золотовский» (LE). – Рис. 1.
11. *P. sibirica* Roshev. – **М. сибирский** (l. c.: 327). В разреженных лесах, на влажных лугах. Самар. (по р. Койковка) (Плаксина, 2001).
P. sylvicola Guss. – М. лесной (l. c.: 320). Приводится для востока Волж.-Дон. р-на; вероятно нахождение на лугах и лесных полянах, по берегам водоёмов.
12. *P. tanfiljewii* Roshev. – **М. Танфильева** (l. c.: 341). На известняковых обнажениях. Самар. (Жигули).
13. *P. transbaicalica* Roshev. [*P. stepposa* (Krylov) Roshev.] – **М. забайкальский, М. степной** (l. c.: 347). На каменистых и щебнистых склонах, скалах, в степях. Пенз., Самар., Ульянов.
14. *P. trivialis* L. – **М. обыкновенный** (l. c.: 320). На лугах и лесных полянах, по берегам водоёмов, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Ochlopa* (Asch. et Graebn.) H. Scholz – **Мятличек**

1. *O. annua* (L.) H. Scholz – **М. обыкновенный** (l. c.: 356). В населённых пунктах, у дорог, на более или менее заосранных лугах и лесных полянах, по берегам водоёмов, на полях и плантациях различных культур. Пенз., Самар., Ульянов.
2. *O. supina* (Schrad.) H. Scholz et Valdés – **М. приземистый** (l. c.: 355). Заносное на влажных лужайках, у дорог. Ульянов. (близ с. Ст. Томышово).

Род *Catabrosella* (Tzvelev) Tzvelev – **Катаброзочка**

1. *C. humilis* (M. Bieb.) Tzvelev – **К. низкая** (l. c.: 359). В каменистых, песчаных и глинистых степях, на солонцах и солончаках. Самар. (Губинско-Троекуровские высоты и Сыртовое Заволжье), Ульянов. (окр. с. Новочеремшанск).

Подтриба Cinninae Caruel – Цинновые

Род *Cinna* L. – **Цинна**

1. *C. latifolia* (Trevir. ex Göpp.) Griseb. – **Ц. широколистная** (l. c.: 366). В сосново-широколиственных и широколиственных лесах, лесных оврагах. Самар. (Жигули: овраг Медвежья Сосны).

Подтриба Puccinelliinae Soreng et J. I. Davis – Бескильницевые

Род *Catabrosa* P. Beauv. – **Поручейница, Катаброза**

1. *C. aquatica* (L.) P. Beauv. – **П. водяная** (l. c.: 370). По берегам водоёмов, на влажных лугах и галечниках, болотах. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Puccinellia* Parl. – **Бескильница, Пуччинеллия**

1. *P. bilykiana* Клоков – **Б. Билыка** (l. c.: 379). Вид приводится для солончаковых лугов и солонцов востока Волж.-Дон. р-на (l. c.) и указан для Самар. (Заволжье: Майтуга) (Плаксина, 2001).

2. *P. distans* (Jacq.) Parl. – **Б. расставленная** (l. c.: 392). На солонцеватых лугах, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *P. dolicholepis* (V. I. Krecz.) Pavlov – **Б. длинночешуйная** (l. c.: 380). На солончаках и солонцах. Пенз. (Сердобский р-н), Самар., Ульянов.

4. *P. Hauptiana* (V. I. Krecz.) Kitag. – **Б. Гаупта** (l. c.: 390). На солонцеватых лугах, заносное у дорог, в населённых пунктах. Пенз. (с. Новоариповка), Самар., Ульянов.

5. *P. tenuissima* (Litv. ex V. I. Krecz.) Pavlov – **Б. тончайшая** (l. c.: 379). На солончаковых лугах и солонцах. Пенз. (Сердобский р-н), Самар., Ульянов.

6. *P. sclerodes* (V. I. Krecz.) V. I. Krecz. ex Drobow [*P. gigantea* auct. non (Grossh.) Grossh.] – **Б. жесткая** (l. c.: 378). На солончаках, солончаковых лугах, по берегам солончатых водоёмов. Пенз. (окр. г. Сердобск), Самар., Ульянов.

Род *Sclerochloa* P. Beauv. – **Жёсткоколосница**

1. *S. dura* (L.) P. Beauv. – **Ж. жёсткая** (l. c.: 394). На засоренных лугах, у дорог. Вероятно, заносное: Самар. (Молодецкий курган).

Подтриба Parapholiinae Caro – Двучешуйниковые

Род *Pholiurus* Trin. – **Чешухвостник**

1. *P. pannonicus* (Host) Trin. – **Ч. паннонский** (l. c.: 396). На солончаковых лугах и солонцах. Самар. (Заволжье).

Подтриба Synosurinae Fr. – Гребенниковые

Род *Dactylis* L. – **Ежа**

1. *D. glomerata* L. – **Е. сборная** (l. c.: 398). На лугах и лесных полянах, в разреженных лесах, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *D. polygama* Horv. – **Е. полигамная** (l. c.: 398). В лиственных и смешанных лесах, на лесных полянах и опушках. Самар. (Жигули). Вероятно, вид распространен шире, т. к. приводится для Волж.-Дон. и Заволж. р-нов (l. c.).

Род *Synosurus* L. – **Гребенник**

1. *S. cristatus* L. – **Г. гребенчатый** (l. c.: 399). Заносное на лугах, в населённых пунктах. Самар. [4].

Подтриба Brizinae Tzvelev – Трясунковые

Род *Briza* L. – **Трясунка**

1. *B. media* L. – **Т. средняя** (l. c.: 401). На лугах, лесных полянах и опушках. Пенз., Самар. (Самара), Ульянов.

Примечание. В культуре и одичавшим вероятно нахождение в регионе *Macrobriza maxima* (L.) Tzvelev – Трясунка крупноколоскового (l. c.: 402).

Подтриба Phalaridinae Fr. – Канареечниковые

Род *Phalaroides* Wolf – **Двукисточник**

1. *P. arundinacea* (L.) Rausch. – **Д. тростниковый** (l. c.: 405). На влажных лугах, по берегам водоёмов и болот, иногда у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *P. japonica* (Steud.) Czerep. [*P. arundinacea* (L.) Rausch. var. *picta* Tzvelev] – **Д. японский, д. пестролистный** (l. c.: 406). Культивируется во всех обл. как декоративное растение в садах и парках, иногда (Пенз.) дичает.

Род *Phalaris* L. – Канареечник

1. *P. canariensis* L. – **К. канарский, канареечное семя** (l. с.: 408). Культивируется как кормовое растение для птиц и как заносное в населённых пунктах, у дорог. Пенз. (г. Пенза), Самар. (г. Самара), Ульянов. (г. Ульяновск).

Подтриба Beckmanniinae Nevski – Бекманниевые

Род *Beckmannia* Host – Бекманния

1. *B. eruciformis* (L.) Host – **Б. обыкновенная** (l. с.: 409). На лугах, по берегам водоёмов, окраинам болот, заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Alopecurinae Dumort. – Лисохвостовые

Род *Phleum* L. – Тимофеевка

1. *P. bertolonii* DC. – **Т. Бертолони** (l. с.: 413). На лугах и лесных полянах, в луговых степях, на открытых каменистых, песчаных и мелкоземистых склонах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *P. phleoides* (L.) H. Karst. – **Т. степная** (l. с.: 411). В степях, на суходольных лугах и лесных полянах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *P. pratense* L. – **Т. луговая** (l. с.: 413). На лугах и лесных полянах, в разреженных лесах, на полях и залежах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Род *Alopecurus* L. – Лисохвост

1. *A. aequalis* Sobol. – **Л. равный** (l. с.: 421). На лугах, болотах, по берегам водоёмов, на приречных песках и галечниках, полях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *A. arundinaceus* Poig. – **Л. тростниковый** (l. с.: 418). На лугах, солончаках, приречных песках и галечниках, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *A. geniculatus* L. – **Л. коленчатый** (l. с.: 420). На лугах, болотах, по берегам водоёмов, на приречных песках и галечниках, полях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

A. myosuroides Huds. – **Л. мышехвостниковидный** (l. с.: 421). Вероятно нахождение заносным в населённых пунктах, у дорог. Известен в Респ. Мордовия.

4. *A. pratensis* L. – **Л. луговой** (l. с.: 417). На лугах и лесных полянах, среди кустарников, по берегам водоёмов, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба Meliceae Link ex Endl. – Перловниковые

Подтриба Glyceriinae Dumort. – Манниковые

Род *Glyceria* R. Br. – Манник

1. *G. arundinacea* Kunth – **М. тростниковый** (l. с.: 426). По берегам водоёмов, на болотистых лугах. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *G. fluitans* (L.) R. Br. – **М. плавающий** (l. с.: 430). По берегам водоёмов, на болотистых лугах и болотах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

G. lithuanica (Gorski) Lindm. – **М. литовский** (l. с.: 427). Вероятно нахождение в болотистых лесах, на болотистых лугах и лесных полянах. Вид известен в Респ. Мордовия.

3. *G. maxima* (Hartm.) Holmb. – **М. большой** (l. с.: 426). По берегам водоёмов, на болотистых лугах и болотах. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *G. notata* Chevall. – **М. замеченный** (l. с.: 429). На болотистых лугах, по берегам водоёмов, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Melicinae Fr. – Перловниковые

Род *Melica* L. – Перловник

1. *M. altissima* L. – **П. высокий** (l. с.: 436). В разреженных лесах, на лесных полянах и опушках. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *M. nutans* L. – **П. поникший** (l. с.: 435). В лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *M. picta* K. Koch – **П. пёстрый** (l. с.: 434). В широколиственных и смешанных лесах, на лесных полянах и опушках. Пенз.

4. *M. transsilvanica* Schur – **П. трансильванский** (l. c.: 436). В степях, на лесных полянах и опушках, каменистых склонах, среди кустарников. Пенз., Самар., Ульянов. – Рис. 1.

Триба Molinieae V. Jirasek – Молиниевые

Род *Molinia* Schrank – **Молиния**

1. *M. caerulea* (L.) Moench – **М. голубая** (l. c.: 441). На лугах, лесных полянах и опушках, окраинах болот, в разреженных хвойных и смешанных лесах. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба Stipeae Dumort. – Ковылевые

Род *Stipa* L. – **Ковыль**

S. anomala P. A. Smirn. – К. необычный (l. c.: 458). Вид ошибочно указан для Пенз.

1. *S. borysthena* Klokov ex Prokudin – **К. приднепровский** (l. c.: 457). В песчаных степях, на песках надпойменных террас. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *S. capillata* L. – **К. волосовидный, волосатик, тырса** (l. c.: 450). В степях, на остепнённых лесных полянах, каменистых склонах и скалах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *S. dasyphylla* (Lindem.) Czern. ex Trautv. – **К. опушённолистный** (l. c.: 455). В степях, на остепнённых лесных полянах. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *S. disjuncta* Klokov – **К. разобшённый** (l. c.: 457). В степях, на остепнённых лесных полянах, обнажениях мела и известняка. Пенз., Самар., ? Ульянов.

5. *S. korshinskyi* Roshev. – **К. Коржинского** (l. c.: 451). В каменистых степях, на обнажениях различных пород. Самар., Ульянов.

6. *S. lessingiana* Trin. et Rupr. – **К. Лессинга** (l. c.: 452). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

7. *S. pennata* L. – **К. перистый** (l. c.: 457). В степях, на остепнённых лесных полянах, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

8. *S. praecapillata* Alechin – **К. предволосовидный** (l. c.: 449). В степях, на каменистых склонах и скалах. Пенз., Самар., Ульянов.

9. *S. pulcherrima* K. Koch [*S. graefiana* Steven] – **К. красивейший** (l. c.: 455). В степях, на остепнённых лесных полянах, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов. – Рис. 2.

S. rubens P.A. Smirn. – К. краснеющий (l. c.: 454). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах. Вид приводится для Волж.-Дон. (северо-восток) и Заволж. р-нов; вероятно нахождение в регионе.

10. *S. sareptana* A. K. Becker s. str. – **К. сарептский** (l. c.: 449). В степях, на солонцах, каменистых и мелкоземистых склонах. ? Пенз., Самар., ? Ульянов.

11. *S. tirsia* Steven – **К. узколиственный** (l. c.: 458). В степях, на остепнённых лесных полянах и опушках, каменистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

12. *S. zalesskii* Wilensky [*S. rubentiformis* P. A. Smirn.] – **К. Залесского** (l. c.: 453). В степях, на каменистых и мелкоземистых склонах. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба Nardeae W.D.J. Koch – Белоусовые

Род *Nardus* L. – **Белоус**

1. *N. stricta* L. – **Б. торчащий** (l. c.: 461). На лугах, лесных полянах, окраинам болот. Пенз., Ульянов.

Триба Arundineae Dumort. – Тростниковые

Род *Phragmites* Adans. – **Тростник**

1. *P. altissimus* (Benth.) Mabilie – **Т. высочайший** (l. c.: 463). Заносное по берегам водоёмов, на болотах и болотистых лугах, у дорог, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов. – Рис. 2.

2. *P. australis* (Cav.) Trin. ex Steud. – **Т. южный** (l. c.: 464). По берегам водоёмов, на болотах и болотистых лугах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.



Рис. 2. Фитоценозы с доминированием *Stipa pulcherrima* (a) и *Phragmites altissimus* (b)
(Самарская обл.; фото С. Сенатора)

3. *P. flavescens* (Custer) Negetschw. – **Т. желтоватый** (л. с.: 464). По берегам водоёмов, на болотистых лугах, болотах, солончаках, у дорог. Вид приурочен к засоленным местообитаниям, указан для востока Волж.-Дон. и Заволж. р-нов.

Подсемейство Chloridoideae Kunth ex Beilschm. – Хлорисовые
Триба Eragrostideae Stapf – Полевичковые
Подтриба Diplachninae Rouy – Змеёвковые
Род *Cleistogenes* Keng – **Змеёвка**

1. *C. squarrosa* (Trin.) Keng – **З. растопыренная** (л. с.: 477). На песках, каменистых склонах, в степях с песчаными и супесчаными почвами. Самар., Ульянов.

Подтриба Eragrostidinae J. Presl – Полевичковые

Род *Eragrostis* Wolf – Полевичка

1. *E. amurensis* Prob. [incl. *E. voronensis* H. Scholz] – **П. амурская** (l. с.: 483). По берегам водоёмов, на песчаных и галечниковых приречных отмелях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *E. minor* Host – **П. малая** (l. с.: 485). На приречных песках и галечниках, полях, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

E. pilosa (L.) P. Beauv. – **П. волосистая** (l. с.: 482). По берегам водоёмов, у дорог. Вид указан для всех обл. Средней России (Алексеев, 2014), но, растения с юга Среднего Поволжья, видимо, принадлежат *E. amurensis* Prob.

3. *E. suaveolens* A. K. Becker ex Claus – **П. пахучая** (l. с.: 484). На приречных песках и галечниках, у дорог. Самар., Ульянов.

Подтриба Sporobolinae Benth. – Спороболусовые

Род *Crypsis* Aiton – Скрытница

1. *C. aculeata* (L.) Aiton – **С. колючая** (l. с.: 492). На солончаках и солончаковых лугах, по берегам солоноватых водоёмов. Самар.

2. *C. alopecuroides* (Piller et Mitterp.) Schrad. – **С. лисохвостовидная** (l. с.: 491). На песчаных и галечниковых отмелях, у берегов водоёмов, на солонцеватых лугах. Пенз., Самар., Ульянов.

3. *C. schoenoides* (L.) Lam. – **С. схенусовидная** (l. с.: 491). На солонцах и солончаках, прибрежных песчаных и галечниковых отмелях, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Chloridinae J. Presl – Хлорисовые

Род *Cynodon* Rich. – Свиной

1. *C. dactylon* (L.) Pers. – **С. пальчатый, бермудская трава**. (l. с.: 493). Заносное в населённых пунктах, у дорог. Самар. (Самара).

Подсемейство Panicoideae Link – Просовые

Триба Paniceae R. Br. – Просовые

Подтриба Panicinae Fr. – Просовые

Род *Panicum* L. – Просо

1. *P. capillare* L. [incl. *P. barbipulvinatum* Nash] – **П. волосовидное** (l. с.: 502). Заносное в населённых пунктах, у дорог, на полях. Пенз., Самар.

2. *P. dichotomiflorum* Michx. – **П. ветвистометельчатое** (l. с.: 500). Заносное в населённых пунктах, у дорог. Самар., Ульянов.

3. *P. miliaceum* L. – **П. посевное** (l. с.: 501). Культивируется на полях, заносное в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

4. *P. ruderale* (Kitag.) D. M. Chang – **П. сорное** (l. с.: 501). Сорное в посевах проса, заносное в населённых пунктах, у дорог. Самар., Ульянов.

Подтриба Brachiariinae Butzin – Ветвянковые

Род *Echinochloa* P. Beauv. – Ежовник, Куриное просо

1. *E. crus-galli* (L.) P. Beauv. – **Е. обыкновенный** (l. с.: 505). Сорное на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

2. *E. spiralis* Vasinger [? *E. occidentalis* (Wiegand) Rydb.] – **Е. спиральный** (l. с.: 505). Сорное на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Самар. (пос. Ягодное), Ульянов. (г. Ульяновск).

3. *E. tzvelevii* Mosyakin ex Mavrodiev et H. Scholz – **Е. Цвелёва** (l. с.: 506). По берегам водоёмов, на песчаных и галечниковых отмелях. Пенз., Самар., Ульянов. – Рис. 1.

Род *Eriochloa* Kunth – Шерстняк

1. *E. villosa* (Thunb.) Kunth – **Ш. мохнатый** (l. с.: 510). Сорное на полях. Самар. (пос. Ягодное).

Род *Digitaria* Haller – **Росичка**

1. *D. aegyptiaca* Willd. – **Р. египетская** (l. с.: 514). На приречных песках и галечниках, полях, в населённых пунктах, у дорог. Самар., Ульянов.
2. *D. ciliaris* (Retz.) Koeler – **Р. реснитчатая** (l. с.: 513). Сорное на плантациях различных культур, в садах и парках, на газонах. ? Самар. (г. Тольятти), Ульянов. (г. Ульяновск).
3. *D. ischaemum* (Schreb.) Muhl. – **Р. обыкновенная** (l. с.: 515). На приречных песках и галечниках, полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.
4. *D. sanguinalis* (L.) Scop. – **Р. кроваво-красная** (l. с.: 514). На приречных песках и галечниках, полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба *Setariinae* Dumort. – Щетинниковые

Род *Setaria* P. Beauv. – **Щетинник**

1. *S. faberi* R.A.W. Herrm. – **Щ. Фабера** (l. с.: 520). На полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Ульянов. (г. Ульяновск).
2. *S. germanica* P. Beauv. – **Щ. германский, могар** (l. с.: 519). Вероятно нахождение культивируемым на полях.
3. *S. italica* (L.) P. Beauv. – **Щ. итальянский, чумиза** (l. с.: 520). Культивируется на полях как кормовое и пищевое растение (в последнее время в культуре редок). Пенз., Самар., Ульянов.
4. *S. maximowiczii* Tzvelev et Prob. [*S. weinmannii* auct. non Roem. et Schult.] – **Щ. Максимовича** (l. с.: 518). На приречных песках и галечниках, заносное на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.
5. *S. pumila* (Poir.) Roem. et Schult. – **Щ. низкий, щ. сизый** (l. с.: 522). На полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог, на засоренных лугах, приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.
6. *S. pycnocoma* (Steud.) Henrard ex Nakai – **Щ. большой** (l. с.: 519). Сорное на полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог, на приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.
7. *S. verticillata* (L.) P. Beauv. – **Щ. мутовчатый** (l. с.: 521). В населённых пунктах, у дорог. Пенз. (г. Пенза).
8. *S. viridis* (L.) P. Beauv. – **Щ. зелёный** (l. с.: 517). На полях и плантациях различных культур, в населённых пунктах, у дорог, на засоренных участках лугов и степей, приречных песках и галечниках. Пенз., Самар., Ульянов.

Триба *Sacchareae* Martinov – Сахарнотростниковые

Подтриба *Saccharinae* Griseb. – Сахарнотростниковые

Род *Miscanthus* Andersson – **Веероцветник**

- M. sacchariflorus* (Maxim.) Benth. – **В. сахароцветный** (l. с.: 529). Культивируется в садах и парках. Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба *Sorghinae* Stapf – Сорговые

Род *Sorghum* Moench – **Сорго**

- S. dochna* (Forssk.) Snowden – **С. дочна, с. сахарное** (l. с.: 533). Вероятно нахождение культивируемым на полях в качестве кормового растения.
1. *S. drummondii* (Steud.) Nees ex Millsp. et Chase [*S. sudanense* (Piper) Stapf] – **С. Друммонда, с. суданское, суданка** (l. с.: 533). Культивируется на полях как кормовое растение, заносное или одичавшее у дорог, на полях, в населённых пунктах. Пенз., Самар., Ульянов.
 2. *S. technicum* (Kögn.) Trab. – **С. техническое, с. веничное** (l. с.: 533). Культивируется как техническое растение (обычно для изготовления веников). Пенз., Самар., Ульянов.

Подтриба Tripsacinae Dumort. – Трипсакумовые
Род *Zea* L. – **Кукуруза, Маис**

1. *Z. mays* L. – **К. обыкновенная, маис** (l. c.: 541). Культивируется на полях как пищевое и кормовое растение, иногда заносное у дорог. Пенз., Самар., Ульянов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из 221 вида злаковой флоры юга Среднего Поволжья 5 включены в Красную книгу Российской Федерации (2008): *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*; 14 видов – в Красную книгу Пензенской области (2013): *Drymochloa sylvatica*, *Festuca wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Melica transsilvanica*, *Scolochloa festucacea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. sareptana*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*, *Trisetum sibiricum*; 18 видов – в Красную книгу Самарской области (2017): *Avenula pubescens*, *Bromopsis benekenii*, *Catabrosella humilis*, *Cinna latifolia*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Elytrigia pruinifera*, *Helictotrichon schellianum*, *Koeleria sclerophylla*, *Pholiurus pannonicus*, *Poa saksonovii*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*; 18 видов – в Красную книгу Ульяновской области (2015): *Catabrosella humilis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Festuca cretacea*, *F. wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria sclerophylla*, *Leymus ramosus*, *Nardus stricta*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*. Эндемичным злаком на юге Среднем Поволжье является только *Poa saksonovii* (Жигулевские горы); 5 видов злаков описаны с исследуемой территории: *Festuca wolgensis*, *Koeleria sclerophylla*, *K. transvolgensis*, *Leymus paboanus*, *Poa saksonovii*.

Благодарности. Авторы выражают признательность д. б. н. Н. Н. Цвелёву (Санкт-Петербург) за ценные консультации и к. б. н. Н. С. Ракову (Ульяновск) за совместные исследования.

Работа выполнена в рамках гос. заданий ИЭВБ РАН – филиала СамНЦ РАН: № АААА-А17-117112040039-7 и № АААА-А17-117112040040-3, а также гос. задания ГБС РАН № 18-118021490111-5.

Список литературы

- Алексеев, Ю. Е. Сем. Gramineae Juss., nom. alter. [Poaceae (R. Br.) Varnh.] – Злаки // Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. – 11-е изд. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. – С. 509–568.
- Красная книга Пензенской области. Т. 1. Грибы, лишайники, мхи, сосудистые растения. – 2-е изд. – Пенза: Пензенская правда, 2013. – 300 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 855 с.
- Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов. – 2-е изд. – Самара: Самарская государственная областная академия (Наяновой), 2017. – 284 с.
- Красная книга Ульяновской области. М.: Буки Веди, 2015. 550 с.
- Плаксина Т. И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. – Самара: Самарский университет, 2001. – 388 с.
- Саксонов, С. В., Васюков В. М., Раков Н. С., Сенатор С. А. Семейство мятликовые (Poaceae) Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15, № 3(1). – С. 332–337.
- Цвелёв, Н. Н., Пробатова Н. С. Злаки России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2019. – 646 с.

Saksonov S. V., Vasjukov V. M., Senator S. A. New review of Poaceae of the Middle Volga region // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 24. P. 43–62.

Grasses one of the largest families of higher plants, including about 12000 species from 950 genera. The paper presents up-to-date information about the taxonomic composition, geographical distribution and habitat conditions of cereals in the South of the Middle Volga region (within the Penza, Samara and Ulyanovsk regions). studies of Grasses were conducted throughout the southern Middle Volga region, and herbarium collections stored in LE, MOSP, MW, PKM, PVB, etc. were also studied. Agrostology the South of the Middle Volga region are 72 genera (including 2 nothogenera) and 221 species (including 5 nothospecies). In the flora of the Southern Middle Volga region, 20 rare species of Grasses, of which 5 species are included in the Red book of the Russian Federation (2008): *Koeleria sclerophylla*, *Stipa dasyphylla*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. zalesskii*; 14 species – in the Red book of the Penza region (2013): *Drymochloa sylvatica*, *Festuca wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Melica transsilvanica*, *Scolochloa festucea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. sareptana*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*, *Trisetum sibiricum*; 18 species – in the Red book of the Samara region (2017): *Avenula pubescens*, *Bromopsis benekenii*, *Catabrosella humilis*, *Cinna latifolia*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Elytrigia pruinifera*, *Helictotrichon schellianum*, *Koeleria sclerophylla*, *Pholiurus pannonicus*, *Poa saksonovii*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*; 18 species – in the Red book of the Ulyanovsk region (2015): *Catabrosella humilis*, *Cleistogenes squarrosa*, *Drymochloa sylvatica*, *Festuca cretacea*, *F. wolgensis*, *Helictotrichon desertorum*, *Koeleria sclerophylla*, *Leymus ramosus*, *Nardus stricta*, *Psathyrostachys juncea*, *Stipa borysthena*, *S. dasyphylla*, *S. korshinskyi*, *S. lessingiana*, *S. pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsia*, *S. zalesskii*. Only *Poa saksonovii* is endemic to the South of the Middle Volga region; 5 types of Grasses are described from the study area: *Festuca wolgensis*, *Koeleria sclerophylla*, *K. transvolgensis*, *Leymus paboanus*, *Poa saksonovii*.

Key words: Poaceae, protected species, flora of the southern Middle Volga region, Penza region, Samara region, Ulyanovsk region.

Поступила в редакцию 11.06.20

УДК 582.29:502.69(470.311)

DOI 10.37279/2414-4738-2020-24-63-74

Предварительные данные о лишайнобиоте парка музея-заповедника «Горки Ленинские» (Московская область)

Черепенина Д. А.^{1,2,3}, Мучник Е. Э.¹

¹ Институт лесоведения РАН
село Успенское, Московская область, Россия
emichnik@outlook.com

² Главный Ботанический сад имени Н. В. Цицина РАН
Москва, Россия
diana0075@mail.ru

³ Российский университет дружбы народов
Москва, Россия

Приводятся результаты первых лишайнологических исследований в старинном парке музея-заповедника «Горки Ленинские» (Ленинский городской округ Московской области). Составлен конспект лишайнобиоты, включающий 71 вид лишайников и 3 вида близких к ним лишайнизированных грибов из 40 родов, 25 семейств. *Acarospora toenium* (Vain.) Räsänen, *Lecania erysibe* (Ach.) Mudd являются новыми видами для Московского региона. Выявлены 4 вида-индикатора биологически ценных лесных и парковых сообществ: *Alyxoria varia*, *Biatoridium monasteriense*, *Chaenotheca stemonea*, *Physconia perisidiosa*. Абсолютный показатель видового богатства лишайнобиоты парка «Горки Ленинские» выше, чем в ранее изученных парках музеев-заповедников «Абрамцево», А. С. Пушкина и музея-усадьбы «Остафьево» – «Русский Парнас». Однако относительный показатель видового богатства (индекс Менхиника) лишайнобиоты парка «Горки Ленинские» ниже, чем у лишайнобиоты парка «Абрамцево», расположенного в районе с меньшей техногенной нагрузкой. На обследованной части территории парка «Горки Ленинские» в лишайнопокрове дуба и берёзы, обладающих «кислым» pH коры в фоновых условиях, нитрофильные виды преобладают над ацидофильными. Выявленное соотношение ацидофилов и нитрофилов, отсутствие высокочувствительных к запылению и загрязнению воздушной среды видов свидетельствуют о значительной антропогенной нагрузке на обследованное парковое сообщество, в частности, об азотном загрязнении.

Ключевые слова: лишайники, лишайнизированные грибы, биоразнообразие, индикаторные виды, редкие виды, *Acarospora toenium*, *Lecania erysibe*, старинный парк, Центральная Россия.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях антропогенно-трансформированных регионов центра Европейской России старинные парки являются «рефугиумами» для сохранения биоразнообразия естественной зональной биоты, в том числе и лишайнобиоты (Лихачёва, 2010; Liira et al., 2020). Парки музеев-заповедников (музеев-усадёб) как часть государственного историко-культурного наследия по режиму охраны соответствуют особо охраняемым природным территориям федерального уровня (Мучник, 2015a), следовательно, их можно рассматривать как перспективные участки для организации экологического мониторинга.

Лишайники парков музеев-заповедников неоднократно становились объектами исследований в Центральной России (Гудовичева, 2001; Мучник, 2014; Gagarina et al., 2020; и др.). Однако парки музеев-заповедников Московского региона (г. Москва и Московская область) мало изучены с лишайнологической точки зрения. Всего на территории Московского региона расположены 14 музеев-заповедников, включающих 21 усадебный парк. В настоящее время более или менее полно изучены парки музеев-заповедников «Абрамцево», А. С. Пушкина (усадьбы «Вязёмы», «Захарово») и музея-усадьбы «Остафьево» – «Русский Парнас» (Мучник, Черепенина, 2017 и др.; Черепенина, Мучник, 2019, 2020), также имеются фрагментарные сведения о лишайниках ещё трёх парков: «Царицыно» (Бязров, 2009a), «Коломенское» и «Лёфортово» (Пчёлкин, 1998; Пчёлкин, Пчёлкина, 2015).

Цель работы – выявить видовое богатство лишенобиоты парка музея-заповедника «Горки Ленинские».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Государственный исторический музей-заповедник «Горки Ленинские» расположен в одноимённом посёлке Ленинского городского округа Московской области (рис. 1а). Территория относится к подзоне хвойно-широколиственных лесов Русской равнины, характеризуется умеренно-континентальным климатом (Колосова, Чурилова, 2004). Усадебные постройки окружены старинным регулярным парком, разбитым в XIX веке (Парк, 2020). Общая площадь музея-заповедника составляет 224,3 га (Государственный..., 2020). В насаждениях преобладают типичные для подзоны хвойно-широколиственных лесов клён остролистный (*Acer platanoides* L.), берёза (*Betula* sp.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). В парке сохранились липовые аллеи, липовая роща, берёзовая аллея, фруктовый сад, а также старовозрастные экземпляры дуба, вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), клёна, липы и ивы белой (*Salix alba* L.); возраст отдельных деревьев превышает 200 и 300 лет.

Сбор и камеральная обработка материалов осуществлялись в 2019–2020 годы с использованием общепринятых лишенологических методов (Степанчикова, Гагарина, 2014) в Институте лесоведения РАН, проверка правильности определений некоторых образцов проведена в лишенологическом гербарии Ботанического института имени В. Л. Комарова (БИН) РАН (LE L).

В парке музея-заповедника обследованы 9 пунктов (рис. 1б): 1 – 55°30'38.4" с. ш., 37°46'27.3" в. д., насаждения берёзы, дуба, ели (*Picea* sp.), липы, рябины (*Sorbus aucuparia* L.) и черёмухи Маака (*Prunus maackii* Rupr.) за музеем В. И. Ленина; 2 – 55°29'20.8" с. ш., 37°39'42.7" в. д., типичные для подзоны насаждения и посадки акации (*Acacia* sp.), боярышника (*Crataegus* sp.), бузины красной (*Sambucus racemosa* L.), вяза, дуба красного (*Quercus rubra* L.), ели, клёна американского (*Acer negundo* L.) и клёна татарского (*Acer tataricum* L.), крушины (*Frangula* sp.), лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), рябины и черёмухи Маака на территории перед Визит-центром (рис. 2); 3 – 55°29'20.2" с. ш., 37°39'44.6" в. д., берёзовая аллея и насаждения дуба, клёна, липы, осины (*Populus tremula* L.); 4 – 55°30'35.4" с. ш., 37°46'22" в. д., молодые посадки берёзы слева от музея В. И. Ленина; 5 – 55°30'13.4" с. ш., 37°45'40.4" в. д., насаждения берёзы, дуба и старые посадки ивы вдоль берега Большого пруда; 6 – 55°30'11.2" с. ш., 37°45'38.3" в. д., плотина; 7 – 55°30'17.9" с. ш., 37°45'47.4" в. д., грот; 8 – 55°30'17.2" с. ш., 37°45'47.2" в. д., старые посадки вяза и липы на спуске к Круглому пруду; 9 – 55°30'16.7" с. ш., 37°45'54.4" в. д., старые посадки вяза во дворе музея-усадыбы.

Идентифицированные образцы (общим числом 542) переданы в гербарий Главного Ботанического Сада имени Н. В. Цицина РАН (МНА). Объём семейств принят согласно R. Lücking et al. (2016). Использована, в основном, номенклатура постоянно обновляемого ресурса (Nordin et al., 2011). Порядок размещения информации в конспекте следующий: название вида, экологическая группа по отношению к кислотности субстрата, субстрат(ы), на котором собран вид, номера пунктов сбора, для новых и редко встречающихся в Московском регионе видов – краткие заметки о распространении. Оценка встречаемости в Московском регионе сделана согласно опубликованным данным (Бязров, 2009а, 2009б; Пчёлкин, Пчёлкина, 2012, 2015; Мучник, 2016, 2018 и др.; Нотов и др., 2018). Выявление видов индикаторов биологически ценных лесных и парковых сообществ подзоны хвойно-широколиственных лесов проведено с использованием работы Е. Э. Мучник (2015б). Экологические группы по отношению к кислотности (рН) субстрата определены согласно субстратным предпочтениям видов в Московском регионе и ряду литературных источников (Инсарова, Инсаров, 1989; Brodo et al., 2001; Jovan, McCune, 2005; Davies et al., 2007; Larsen et al., 2007). Мы выделяем следующие экологические группы лишенобиоты по отношению к

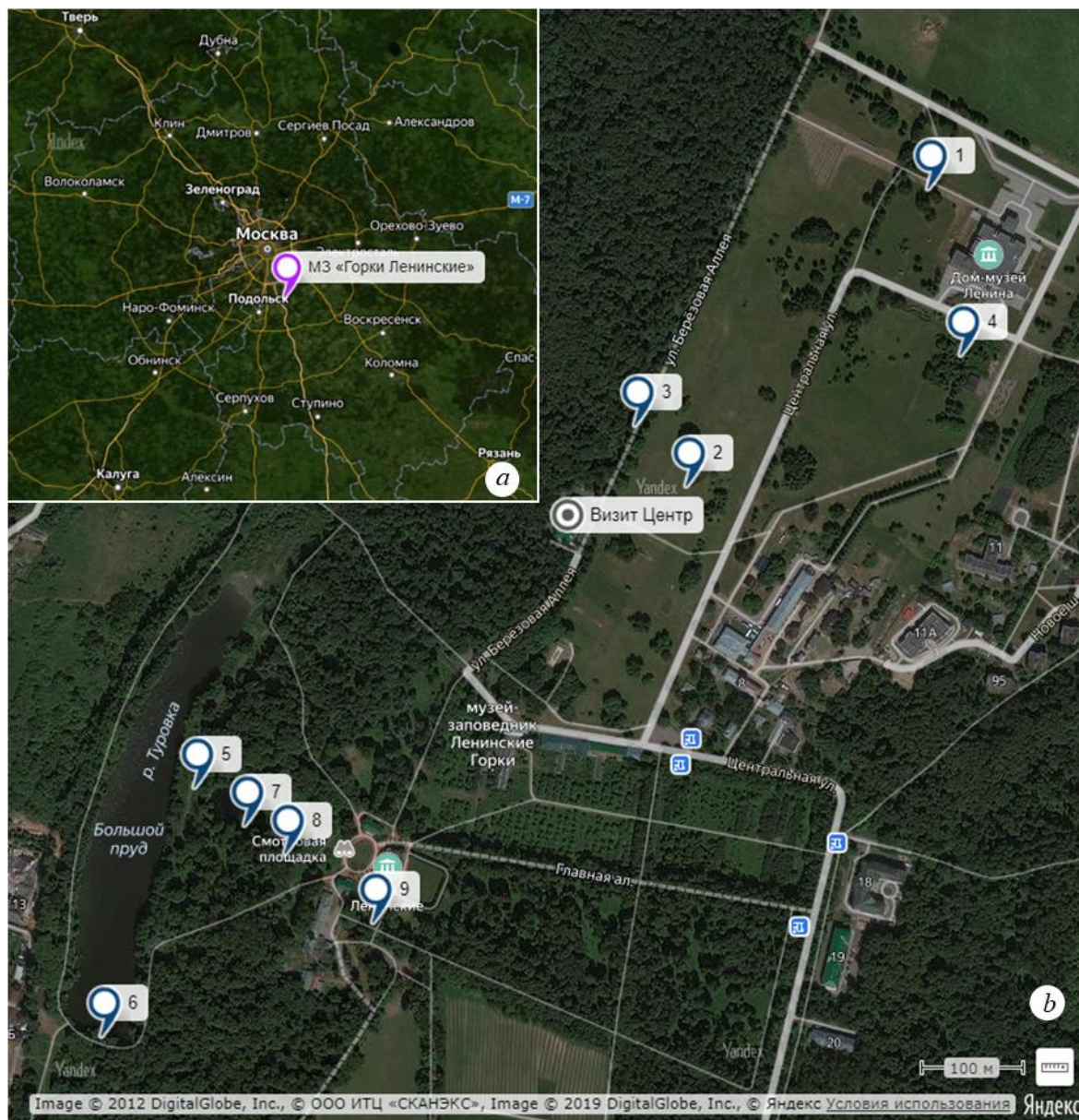


Рис. 1. Местоположение музея-заповедника «Горки Ленинские» (а) и пункты сбора лишайнологических материалов в парке (б)

кислотности субстрата: ацидофилы поселяются на субстратах с $pH=3-4,5$; нитрофилы заселяют субстраты с избытком азота и $pH>4,5-6$; нейтрофилы обитают на субстратах без избытка азота и $pH>4,5-6$; эвритопные встречаются на субстратах различной кислотности ($pH 3-6$). Для определения видового богатства лишайнобиот рассчитан индекс Менхиника (Леонтьев, 2008).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований в парке музея-заповедника «Горки Ленинские» выявлены 71 вид лишайников и 3 вида близких к ним лишайнизированных грибов (в таблице обозначены «+») из 40 родов, включённых в 25 семейств (табл. 1).

Таксономический состав лишенобиоты парка музея-заповедника
«Горки Ленинские»

Семейство	Число родов/видов	Род	Число видов
Acarosporaceae	1/1	<i>Acarospora</i>	1
Arthoniaceae	1/1	<i>Arthonia</i>	1
Arthopyreniaceae	1/1	+ <i>Mycomicrothelia</i>	1
Caliciaceae	1/1	<i>Amandinea</i>	1
Candelariaceae	1/4	<i>Candelariella</i>	4
Catillariaceae	1/1	<i>Catillaria</i>	1
Cladoniaceae	1/4	<i>Cladonia</i>	4
Coniocybaceae	1/2	<i>Chaenotheca</i>	2
Lecanographaceae	1/1	<i>Alyxoria</i>	1
Lecanoraceae	3/13	<i>Lecanora</i>	7
		<i>Lecidella</i>	1
		<i>Myriolecis</i>	5
Monoblastiaceae	1/1	<i>Anisomeridium</i>	1
Naetrocymbaceae	1/1	+ <i>Leptorhaphis</i>	1
Ophioparmaceae	1/1	<i>Hypocenomyce</i>	1
Parmeliaceae	5/5	<i>Evernia</i>	1
		<i>Hypogymnia</i>	1
		<i>Melanelixia</i>	1
		<i>Melanohalea</i>	1
		<i>Parmelia</i>	1
Phlyctidaceae	1/1	<i>Phlyctis</i>	1
Physciaceae	4/14	<i>Phaeophyscia</i>	2
		<i>Physcia</i>	6
		<i>Physconia</i>	4
		<i>Rinodina</i>	2
Ramalinaceae	2/5	<i>Bacidina</i>	1
		<i>Lecania</i>	4
Scoliciosporaceae	1/2	<i>Scoliciosporum</i>	2
Stereocaulaceae	1/2	<i>Lepraria</i>	2
Strangosporaceae	1/1	<i>Strangospora</i>	1
Teloschistaceae	5/6	<i>Athallia</i>	2
		<i>Caloplaca</i>	1
		<i>Polycauliona</i>	1
		<i>Rusavskia</i>	1
		<i>Xanthoria</i>	1
Thelenellaceae	1/1	+ <i>Julella</i>	1
Trapeliaceae	2/2	<i>Placynthiella</i>	1
		<i>Trapeliopsis</i>	1
Verrucariaceae	1/2	<i>Verrucaria</i>	2
Genera incertae sedis	1/1	<i>Biatoridium</i>	1
Всего:	25	40/74	74



Рис. 2. Пункт 2. Посадки на территории перед Визит-центром парка музея-заповедника «Горки Ленинские»

В конспекте приняты следующие обозначения: «*» – вид новый для Московского региона; «+» – близкие к лишайникам нелихенизированные грибы; «!» – индикатор биологически ценных лесных и парковых сообществ; МР – Московский регион; АО – административный округ; ГО – городской округ; МЗ – музей-заповедник; МУ – музей-усадьба; ГПЗ – государственный природный заказник; ГПБЗ – государственный природный биосферный заповедник; окр. – окрестности.

Конспект лишайнобиоты парка музея-заповедника «Горки Ленинские»

1. **Acarospora toenium* (Vain.) Räsänen – нейтрофил; на каменистом искусственном субстрате; 6. Вид широко распространен как на естественных, так и на искусственных каменистых субстратах в центре европейской части России (Мучник и др., 2011).
2. !*Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler – нейтрофил; на коре вяза; 8, 9.
3. *Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid. – эвритоппный; на коре лиственных деревьев и кустарников, лиственницы; 1–5.
4. *Anisomeridium polypori* (Ellis & Everh.) M. E. Bagn – эвритоппный; на коре бузины красной, клёна, крушины; 2, 3.
5. *Arthonia mediella* Nyl. – эвритоппный; на коре берёзы, ели, крушины; 2, 3.
6. *Athallia holocarpa* (Hoffm.) Arup et al. – эврисубстратный; на каменистом искусственном субстрате; 3, 6.
7. *A. pyracea* (Ach.) Arup et al. – нитрофил; на коре берёзы, клёна, осины, рябины, черёмухи Маака, на ветвях липы, лиственного дерева; 1–3.
8. *Bacidina egenula* (Nyl.) Vězda – эвритоппный; на каменистом искусственном субстрате; 2, 6. Местонахождения для МР немногочисленны. Ранее отмечен в ГО Зарайск (окр. деревни Большие Белыничи) на известняке (Мучник, 2016) и в ГО Ступино (ГПЗ «Вальцовский») на известняке (неопубликованные данные Е. Э. Мучник).
9. !*Biatoridium monasteriense* J. Lahm ex Körb. – ацидофил; на коре берёзы; 3.
10. *Caloplaca cerina* (Hedw.) Th. Fr. – нейтрофил; на коре акации, осины, на ветвях лиственного дерева; 2, 3.

11. *Candelariella aurella* (Hoffm.) Zahlbr. – нитрофил; на каменистом искусственном субстрате; 1, 3, 5, 6.
12. *C. efflorescens* R. C. Harris & W. R. Buck – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников; 1–3, 5.
13. *C. vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg. – нитрофил; на коре акации, дуба красного, клёнов остролистного и татарского, липы, лиственного дерева; 2, 3.
14. *C. xanthostigma* (Ach.) Lettau – нитрофил; на коре акации, дуба, крушины; 1, 2.
15. *Catillaria nigroclavata* (Nyl.) Schuler – нейтрофил; на коре акации, клёна, липы, осины, рябины, лиственного дерева; 2, 3.
16. *Chaenotheca stemonea* (Ach.) Müll. Arg. – ацидофил; на коре липы; 8.
17. *Ch. trichialis* (Ach.) Th. Fr. – ацидофил; на коре ивы; 5.
18. *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng. – ацидофил; на коре берёзы, на древесине гниющей; 3, 9.
19. *C. coniocraea* (Flörke) Spreng. – ацидофил; на коре берёзы, на древесине гниющей; 3.
20. *C. digitata* (L.) Hoffm. – ацидофил; на древесине гниющей; 3.
21. *C. fimbriata* (L.) Fr. – ацидофил; на коре берёзы; 3.
22. *Evernia prunastri* (L.) Ach. – ацидофил; на коре берёзы; 1.
23. *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy – ацидофил; на коре берёзы; 3.
24. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. – ацидофил; на коре и ветвях лиственных деревьев, лиственницы; 1–4.
25. *Julella fallaciosa* (Stizenb. ex Arnold) R. C. Harris – ацидофил; на коре берёзы; 3.
26. *Lecania cyrtella* (Ach.) Th. Fr. – нитрофил; на коре акации, боярышника, клёна американского; 2.
27. **L. erysibe* (Ach.) Mudd – нитрофил; на каменистом искусственном субстрате; 6. Ближайшие местонахождения известны из Тверской (Нотов и др., 2011), Владимирской, Рязанской (Жданов, Волоснова, 2012), Тульской (Гудовичева и др., 2015) и Смоленской (Gagarina et al., 2020) областей.
28. *L. fuscella* (Schaer.) A. Massal. – эвритоппный; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников; 1–3.
29. *L. naegeli* (Hepp) Diederich & van den Boom – нитрофил; на коре рябины; 1.
30. *Lecanora albellula* (Nyl.) Th. Fr. – ацидофил; на коре берёзы, лиственницы, сосны, черёмухи Маака, на ветвях дуба; 1–4.
31. *L. allophana* Nyl. – нейтрофил; на коре дуба; 1.
32. *L. carpineae* (L.) Vain. – нейтрофил; на коре дубов черешчатого и красного, рябины, черёмухи Маака, на ветвях липы, лиственного дерева; 1–3.
33. *L. chlarotera* Nyl. – нейтрофил; на коре акации, крушины; 2.
34. *L. leptyroides* (Nyl.) Degel. – нейтрофил; на коре дуба красного; 2.
35. *L. pulicaris* (Pers.) Ach. – ацидофил; на коре берёзы; 3.
36. *L. symmicta* (Ach.) Ach. – эвритоппный; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников, хвойных деревьев; 1–3.
37. *Lecidella patavina* (A. Massal.) Knoph & Leuckert – нейтрофил; на каменистом искусственном субстрате; 6. Местонахождения для МР единичны. Ранее отмечался в ГО Зарайск (окр. деревни Большие Бельнички) на известняке (Мучник, 2016).
38. *Lepraria elobata* Tønsberg – эвритоппный; на коре берёзы, дуба, липы, на древесине гниющей; 3.
39. *L. finkii* (B. de Lesd.) R. C. Harris – эвритоппный; на коре берёзы, на древесине гниющей; 3.
40. *+Leptorhaphis epidermidis* (Ach.) Th. Fr. – ацидофил; на коре берёзы; 1, 3.
41. *Melanelixia glabrata* (Lamy) Sandler & Arup – эвритоппный; на коре берёзы; 1.
42. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al. – эвритоппный; на коре берёзы, дубов черешчатого и красного, клёна, липы, рябины, лиственного дерева, на ветвях липы; 1–3.
43. *+Mycomicrothelia confusa* D. Hawksw. – нейтрофил; на коре липы; 3.

44. *Myriolecis crenulata* (Hook.) Śliwa et al. – нитрофил; на каменистом искусственном субстрате; 6.
45. *M. dispersa* (Pers.) Śliwa et al. – нитрофил; на каменистом искусственном субстрате; 3.
46. *M. hagenii* (Ach.) Śliwa et al. – нитрофил; на коре боярышника, клёнов американского и татарского, лиственницы, ветвях липы, на каменистом искусственном субстрате; 2, 5.
47. *M. persimilis* (Th. Fr.) Śliwa et al. – нейтрофил; на коре клёна; 2. Местонахождения для МР единичны. Ранее отмечен в Сергиево-Посадском ГО (МЗ «Абрамцево») на коре липы (Мучник, Черепенина, 2017).
48. *M. sambuci* (Pers.) Clem. – нитрофил; на коре бузины красной, крушины, ветвях лиственного дерева; 2, 3.
49. *Parmelia sulcata* Taylor – эвритоппный; на коре и ветвях лиственных и хвойных деревьев, кустарников; 1–4.
50. *Phaeophyscia nigricans* (Flörke) Moberg – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников, на каменистом искусственном субстрате; 1–3, 5.
51. *Ph. orbicularis* (Neck.) Moberg – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников, ели, на каменистом искусственном субстрате; 1–6.
- 51а. *Ph. orbicularis* var. *hueiana* (Harm.) Clauzade & Cl. Roux – на ветвях липы; 2. Довольно редкая вариация, отличающаяся морфологически и химически: в соралиях и сердцевине под ними присутствует оранжевый пигмент скирин (Урбанавичюс, 2008). Ранее отмечена в МР на территории ГПЗ «Леса Серебряноборского лесничества» (Мучник, 2018) и МУ «Остафьево» – «Русский Парнас» (Черепенина, Мучник, 2019).
52. *Phlyctis argena* (Spreng.) Flot. – нейтрофил; на коре берёзы; 3.
53. *Physcia adscendens* H. Olivier – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников, хвойных деревьев; 1–4.
54. *Ph. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrng. – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев, ели; 1–3.
55. *Ph. dubia* (Hoffm.) Lettau – нитрофил; на коре дуба, ели, лиственницы, черёмухи Маака; 1–3.
56. *Ph. stellaris* (L.) Nyl. – нитрофил; на коре берёзы; 1.
57. *Ph. tenella* (Scop.) DC. – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев, на каменистом искусственном субстрате; 1–4, 6.
58. *Ph. tribacia* (Ach.) Nyl. – нитрофил; на коре берёзы, черёмухи Маака; 1, 3.
59. *Physconia detersa* (Nyl.) Poelt – нитрофил; на коре берёзы, бузины красной, дуба, клёна татарского, липы, осины, черёмухи Маака; 1–4.
60. *Ph. distorta* (With.) J.R. Laundon – нитрофил; на коре дуба, липы, рябины; 1, 2.
61. *Ph. enteroxantha* (Nyl.) Poelt – нитрофил; на коре лиственных деревьев, лиственницы; 1–5.
62. *!Ph. perisidiosa* (Erichsen) Moberg – нитрофил; на коре лиственного дерева; 2.
63. *Placynthiella icmalea* (Ach.) Coppins & P. James – ацидофил; на древесине гниющей; 3.
64. *Polyscauliona polycarpa* (Hoffm.) Frödén et al. – нитрофил; на коре берёзы, лиственницы, черёмухи Маака, на ветвях берёзы; 1, 2.
65. *Rinodina pyrina* (Ach.) Arnold – эвритоппный; на коре акации, берёзы, боярышника, клёнов остролистного и татарского, лиственницы, черёмухи Маака, на ветвях липы, лиственного дерева; 1–3.
66. *R. septentrionalis* Malme – эвритоппный; на коре дуба красного, клёна татарского, лиственницы, рябины; 2.
67. *Rusavskia elegans* (Link) S.Y. Kondr. & Kärnefelt – нитрофил; на каменистом искусственном субстрате; 3. Местонахождения для МР единичны. Ранее отмечен в ГО Серпухов (Приокско-Террасный ГПБЗ) (Пчёлкин, 2005).
68. *Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vězda – ацидофил; на коре сосны, лиственницы; 2.
69. *S. sarothamni* (Vain.) Vězda – эвритоппный; на коре берёзы, дуба красного, липы; 2, 3.
70. *Strangospora pinicola* (A. Massal.) Körb. – ацидофил; на коре берёзы; 1.

71. *Trapeliopsis flexuosa* (Fr.) Corpins & P. James – ацидофил; на коре дуба, черёмухи Маака; 1.

72. *Verrucaria dolosa* Hepp – эвритоппный; на каменистом искусственном субстрате; 1. Местонахождения для МР единичны. Ранее отмечен в ГО Ступино (ГПЗ «Вальцовский») на известняке (Muchnik et al., 2019).

73. *V. muralis* Ach. – эвритоппный; на каменистом искусственном субстрате; 1, 7.

74. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. – нитрофил; на коре и ветвях лиственных деревьев и кустарников, ели; 1–4.

Наиболее обычные и часто встречающиеся виды, составляющие «ядро» парковой лишенобиоты: *Amandinea punctata*, *Candelariella efflorescens*, *Hypogymnia physodes*, *Lecania fuscella*, *Lecanora symmicta*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia nigricans*, *Ph. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Ph. aipolia*, *Ph. tenella*, *Physconia enteroxantha*, *Xanthoria parietina*.

Acarospora toenium и *Lecania erysibe* – новые виды для Московского региона. Оба вида довольно обычны в Центральной России (Мучник и др., 2011) и, вероятно, тщательные исследования лишайников на каменистых субстратах (как естественных, так и искусственных) покажут более широкое их распространение в Москве и Московской области.

К редким и интересным для паркового сообщества относятся находки (хотя и немногочисленные) индикаторов биологически ценных лесных и парковых сообществ подзоны хвойно-широколиственных лесов: *Alyxoria varia*, *Biatoridium monasteriense*, *Chaenotheca stemonea*, *Physconia perisidiosa*, а также видов преимущественно «лесной» экологии (*Arthonia mediella*, *Chaenotheca trichialis*, *Lepraria finkii*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis flexuosa*) и некоторых эпилитных видов, ранее нечасто отмечавшихся в Московском регионе (*Bacidina egenula*, *Lecidella patavina*, *Rusavskia elegans*, *Verrucaria dolosa*).

В целом, видовое богатство лишенобиоты парка музея-заповедника «Горки Ленинские» выше, чем в обследованных нами ранее парках музея-заповедника «Абрамцево», музея-заповедника А. С. Пушкина и музея-усадьбы «Остафьево» – «Русский Парнас» (табл. 2).

Таблица 2

Видовое богатство лишенобиот обследованных парков

Музей-заповедник	Площадь, га	Количество субстратов	Число видов
Государственный исторический музей-заповедник «Горки Ленинские»	224,3	25	74
Государственный историко-художественный и литературный музей-заповедник «Абрамцево»	50	9	55
Государственный историко-художественный и литературный музей-заповедник А. С. Пушкина (усадьбы «Вязёмы» и «Захарово»)	32	23	58
Государственный музей-усадьба «Остафьево» – «Русский Парнас»	40	18	69

В качестве возможных причин мы рассматриваем более обширную территорию и большее субстратное разнообразие (шире спектр форофитов и наличие каменистых субстратов) в парке «Горки Ленинские» по сравнению с ранее обследованными парками. Однако в этом парковом сообществе пока не обнаружены охраняемые виды, в том числе, и обладающие наиболее высокой чувствительностью к запылению и загрязнению воздуха, что указывает на значительную антропогенную нагрузку на экосистему.

Об этом свидетельствует и сравнение индексов видового богатства (индекс Менхиника) лишенобиот всех обследованных парков (рис. 3).

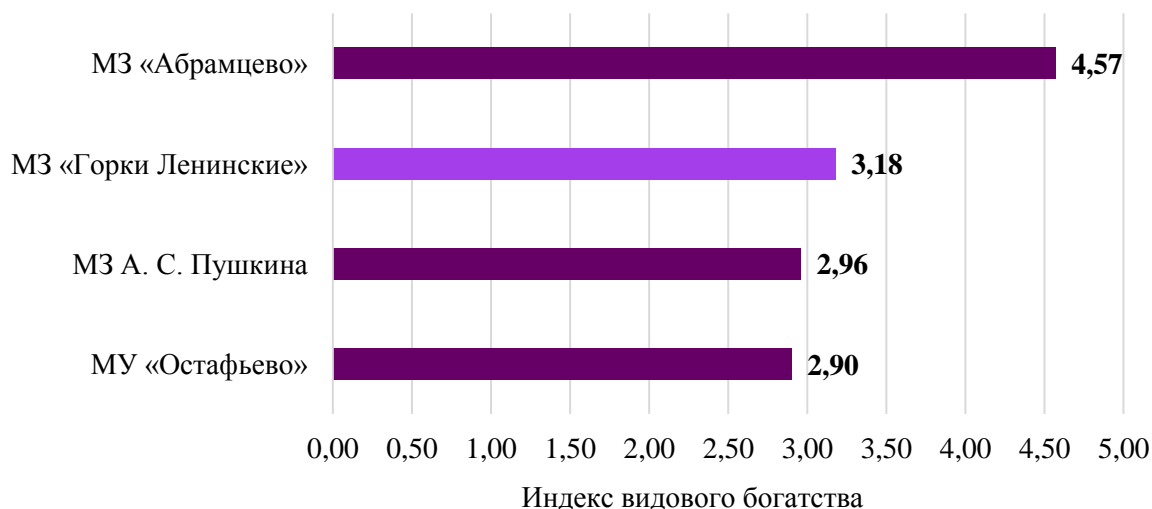


Рис. 3. Индексы видового богатства лишенобиот обследованных парков

Несмотря на количество выявленных видов лишенобиоты в парке «Горки Ленинские», наибольшим индексом видового богатства характеризуется парк «Абрамцево», расположенный в районе с умеренной степенью техногенной нагрузки (Колосова, Чурилова, 2004). Достаточно близкие индексы остальных парков отражают их местоположение в пределах урбанизированных территорий со значительной техногенной нагрузкой.

Косвенным доказательством довольно высокого уровня загрязнения воздушной среды в парке «Горки Ленинские» служит соотношение ацидофильных и нитрофильных видов в лишенопокрыве деревьев-форофитов с «кислым» рН коры в фоновых условиях (Van Herk, 2002; Davies et al., 2007; Root et al., 2015 и др.). Такими foroфитами в обследованном парке является дуб черешчатый и берёза. Кора дуба в фоновых условиях характеризуется рН=4,3 (Инсарова, Инсаров, 1989), однако для Московского региона этот показатель составляет 4,7–4,9 из-за повышенного выпадения азота (Мучник, 2017). У берёзы кора более «кислая» (в фоновых условиях рН=3,7), следовательно, этот субстрат обладает несколько большей буферной ёмкостью к азотному загрязнению, оказывающему подщелачивающее влияние. Очевидно (рис. 4), что на обследованной части территории парка нитрофильные виды преобладают в лишенопокрыве дуба и составляют большую долю в лишенопокрыве берёзы.

Эти факты говорят о значительном азотном загрязнении, причинами которого могут быть как выбросы автотранспорта, так, частично, и проведение каких-то хозяйственных мероприятий по уходу за насаждениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В парке музея-заповедника «Горки Ленинские» выявлены 71 вид лишайников и 3 вида близких к ним лишенолизованных грибов из 40 родов, включённых в 25 семейств, в том числе, 2 новых вида для Московского региона (*Acarospora toenium*, *Lecania erysibe*). Также отмечены 4 вида-индикатора биологически ценных лесных и парковых сообществ: *Alyxoria varia*, *Biatoridium monasteriense*, *Chaenotheca stemonea*, *Physconia perisidiosa*.

Несмотря на более высокий абсолютный показатель видового богатства (число выявленных видов), относительный показатель (индекс Менхиника) лишенобиоты парка музея-заповедника «Горки Ленинские» ниже, чем у лишенобиоты парка музея-заповедника «Абрамцево», расположенного в районе с меньшей техногенной нагрузкой.

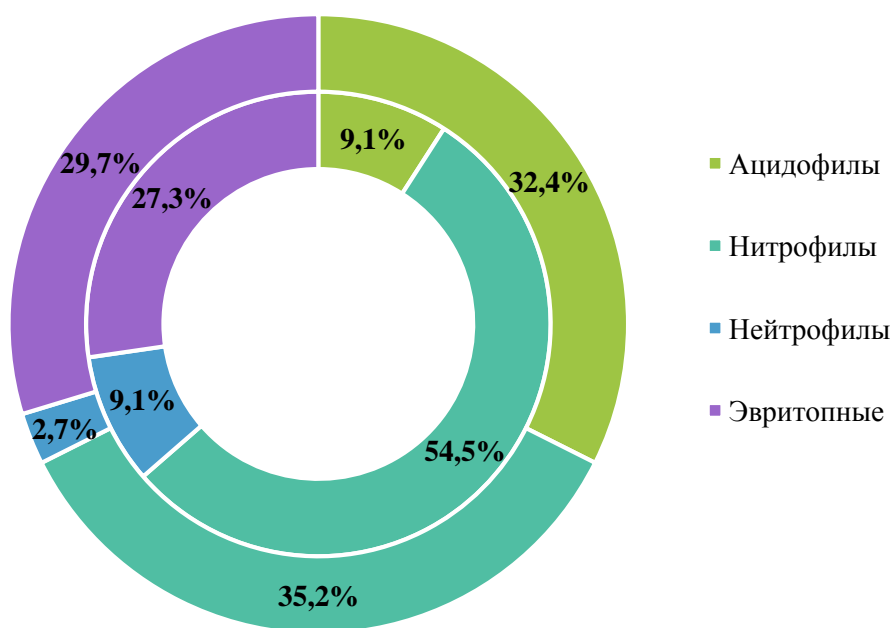


Рис. 4. Распределение экологических групп лишенобиоты по отношению к кислотности субстрата в лишенопокрое дуба черешчатого (внутренний круг) и берёзы (внешний круг) в парке музея-заповедника «Горки Ленинские»

Выявленное соотношение ацидофилов и нитрофилов в лишенопокрое дуба черешчатого и берёзы, отсутствие высокочувствительных к загрязнению воздушной среды видов также свидетельствуют о значительной антропогенной нагрузке на обследованное парковое сообщество, в частности, об азотном загрязнении.

В перспективе планируется продолжение исследований лишенобиоты в парке музея-заповедника «Горки Ленинские» для более детального изучения насаждений вдоль берега Большого пруда, на курганах вятичей, во фруктовом саду и лесопарковой части территории музея-заповедника, где возможны интересные лишенологические находки.

Благодарности. Авторы выражают признательность администрации музея-заповедника «Горки Ленинские» за содействие в организации исследований. Благодарим Dr. O. Breuss (Museum of Natural History Vienna) за определение образца *Verrucaria dolosa*, а также коллектив Лаборатории лишенологии и бриологии БИН РАН за предоставленную возможность работы в гербарии LE L.

Список литературы

Бязров Л. Г. Видовой состав лишенобиоты Московской области [Электронный ресурс]. – Версия 2. – 2009а. – Режим доступа: http://www.sevin.ru/menues1/index_rus.html?..laboratories/biazrov_msk.html (просмотрено: 21.04.2020).

Бязров Л. Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видового разнообразия. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009б. – 146 с.

Государственный исторический музей-заповедник «Горки Ленинские» [Электронный ресурс]. – Музеи России. – 2020. – Режим доступа: <http://www.museum.ru/M446> (просмотрено: 21.04.2020).

Гудовичева А. В. Материалы к лишенофлоре музея-заповедника «Ясная Поляна» // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: сборник научных трудов. – Тула, 2001. – Вып. 1. – С. 3–6.

Гудовичева А. В., Нотов А. А., Гимельбрант Д. Е., Журбенко М. П. Новые для Калужской и Тульской областей виды лишайников, сапротрофных и лишенофильных грибов // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология». – 2015. – № 1. – С. 156–179.

- Жданов И. С., Волоснова Л. Ф. Материалы к лишенофлоре Мещёрской низменности (в пределах Владимирской и Рязанской областей) // *Новости систематики низших растений*. – 2012. – Т. 46. – С. 145–160.
- Инсарова И. Д., Инсаров Г. Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Т. 12. – С. 113–175.
- Колосова Н. Н., Чурилова Е. А. Атлас. Московская область / [Ред. Е. К. Хляпова]. – М.: Изд-во «Просвещение», 2004. – 48 с.
- Лихачёва О. В. Лишайники усадебных парков Псковской области: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Псков, 2010. – 23 с.
- Леонтьев Д. В. Флористический анализ в микологии. – Харьков, 2008. – 110 с.
- Мучник Е. Э., Инсарова И. Д., Казакова М. В. Учебный определитель лишайников Средней России (учебно-методическое пособие). – Рязань: Изд-во РГУ имени С. А. Есенина, 2011. – 360 с.
- Мучник Е. Э. Первые сведения об эпифитных лишайниках парка музея-заповедника «Спасское-Лутовиново» (Орловская область, Центральная Россия) // *Учёные записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки»*. – 2014. – № 6 (62). – С. 71–74.
- Мучник Е. Э. Роль музеев-заповедников Центральной России в сохранении разнообразия региональной лишенобиоты // *Музей-заповедник: Экология и культура. Материалы шестой Международной научно-практической конференции*. – Ростов н/Д: Книга, 2015а. – С. 160–164.
- Мучник Е. Э. Лишайники как индикаторы состояния лесных экосистем центра Европейской России // *Лесотехнический журнал*. – 2015б. – Т. 5, № 3 (19). – С. 65–76.
- Мучник Е. Э. Дополнения к лишенобиоте Московского региона // *Учёные записки Петрозаводского государственного университета. Общая биология*. – 2016. – № 8 (161). – С. 52–57.
- Мучник Е. Э. Лишенобиота как индикатор состояния дубравных сообществ в Московском регионе // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – 2017. – Т. XXVIII, № 6. – С. 5–23.
- Мучник Е. Э. Лишенобиота Серебряноборского опытного лесничества (Московский регион) // *Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Материалы 10-й Международной конференции*. – Москва–Петрозаводск, 2018. – С. 125–128.
- Мучник Е. Э., Черепенина Д. А. К изучению лишенобиоты парка музея-заповедника «Абрамцево» (Московская область) // *Современная микология в России. Материалы 4-го Съезда микологов России*. – М.: Национальная академия микологии, 2017. – Т. 6. – С. 338–340.
- Нотов А. А., Гимельбрант Д. Е., Урбанавичюс Г. П. Аннотированный список лишенофлоры Тверской области. – Тверь: Тверской государственный университет, 2011. – 124 с.
- Нотов А. А., Нотов В. А., Фертиков В. И. О распространении некоторых редких и охраняемых видов лишайников в московской части Национального парка «Завидово» // *Вестник Тверского государственного университета. Серия «Биология и экология»*. – 2018. – №1. – С. 138–150.
- Парк [Электронный ресурс]. – Музей-заповедник «Горки Ленинские» – 2020. – Режим доступа: <http://www.mgoriki.ru/museums/park/> (просмотрено: 21.04.2020).
- Пчёлкин А. В. Распространение лишайников в Москве. – М., 1998. – 21 с.
- Пчёлкин А. В. Сравнение флоры лишайников Москвы и Приокско-Тerrasного заповедника // *Экосистемы Приокско-Тerrasного биосферного заповедника*. – Пушкино, 2005. – С. 95–104.
- Пчёлкин А. В., Пчёлкина Т. А. Первые сведения о лишенобиоте природного парка «Долина реки Сходни в Куркино» (Москва) // *Новости систематики низших растений*. – 2012. – Т. 46. – С. 190–96.
- Пчёлкин А. В., Пчёлкина Т. А. Лишенологические исследования в музее-заповеднике «Коломенское» // *Современная Микология в России. Материалы III Международного микологического форума*. – М.: Национальная академия микологии, 2015. – Т. 4. – С. 345–346.
- Степанчикова И. С., Гагарина Л. В. Сбор, определение и хранение лишенологических коллекций // *Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников* / [Отв. ред. М. П. Андреев, Д. Е. Гимельбрант]. – М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – С. 204–219.
- Урбанавичюс Г. П. *Phaeophyscia* // *Определитель лишайников России*. Вып. 10. *Agyriaceae, Anamylopsoraceae, Aphanopsidaceae, Arthrorhaphidaceae, Brigantiaaceae, Chrysotrichaceae, Clavariaceae, Gomphillaceae, Gypsoplacaceae, Lecanoraceae, Lecideaceae, Mycoblastaceae, Phlyctidaceae, Physciaceae, Pilocarpaceae, Psoraceae, Ramalinaceae, Stereocaulaceae, Vezdaceae, Tricholomataceae*. – СПб.: Наука, 2008. – С. 222–253.
- Черепенина Д. А., Мучник Е. Э. О лишенобиоте парка музея-усадьбы «Остафьево» – «Русский Парнас» (г. Москва) // *Разнообразие растительного мира*. – 2019. – № 3 (3). – С. 45–55.
- Черепенина Д. А., Мучник Е. Э. Лишенологические исследования в парках музеев-заповедников Московского региона: некоторые результаты и перспективы // *Проблемы ботаники: история и современность*. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2020. – С. 377–381.
- Brodo I. M., Sharnoff S. D., Sharnoff S. *Lichens of North America*. – New Haven; London: Yale University Press, 2001. – 795 p.
- Davies L., Bates J. W., Bell J. N., James P. W., Purvis O. W. Diversity and sensitivity of epiphytes to oxides of nitrogen in London // *Environmental Pollution*. – 2007. – Vol. 146, Iss. 2. – P. 299–310.
- Gagarina L. V., Chesnokov S. V., Konoreva L. A., Stepanchikova I. S., Yatsyna A. P., Kataeva O. A., Notov A. A., Zhurbenko M. P. Lichens of the former manors in the Smolensk Region of Russia // *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*. – 2020. – Vol. 54, part 1. – P. 93–116.

Jovan S., McCune B. Air-quality bioindication in the greater Central Valley of California, with epiphytic macrolichen communities // *Ecological Applications*. – 2005. – Vol. 15, Iss. 5. – P. 1712–1726.

Larsen R. S., Bell J. N., James P. W., Chimonides P. J., Rumsey F. J., Tremper A., Purvis O. W. Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air pollution and bark acidity // *Environment Pollution*. – 2007. – Vol. 146, Iss. 2. – P. 332–340.

Liira J., Suija A., Jürjado I. Habitat and host specificity of epiphytic lichens in a rural landscape: cultural heritage habitats as refugia // *Biodiversity and Conservation*. – 2020. – Vol. 29, Iss. 7. – P. 2141–2160.

Lücking R., Hodkinson B. P., Leavitt S. D. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota. Approaching one thousand genera // *The Bryologist*. – 2016. – Vol. 119. – P. 361–416.

Muchnik E. E., Konoreva L. A., Chesnokov S. V., Paukov A. G., Tsurukau A., Gerasimova J. V. New and otherwise noteworthy records of lichenized and lichenicolous fungi from central European Russia // *Herzogia*. – 2019. – Vol. 32, N 1. – P. 111–126.

Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi [Electronic resource]. – Version 29. – April 2011. – The mode of access: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (accessed: 15.05.2020).

Root H. T., Geiser L. H., Jovan S., Neitlich P. Epiphytic macrolichen indication of air quality and climate in interior forested mountains of the Pacific Northwest, USA // *Ecological Indicators*. – 2015. – Vol. 53. – P. 95–105.

Van Herk C.M. Epiphytes on wayside trees as an indicator of eutrophication in the Netherlands // *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. NATO Science Series (Series IV: Earth and Environmental Sciences) / [Eds. P. L. Nimis, C. Scheidegger, P. A. Wolseley]. – Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2002. – Vol. 7. – P. 285–290.

Cherepenina D. A., Muchnik E. E. Preliminary data on the lichen biota of the park of the museum-reserve “Gorki Leninsky” (Moscow oblast) // *Ekosistemy*. 2020. Iss. P. 63–74.

The results of the first lichenological studies in the old park of the museum-reserve “Gorki Leninsky” (Leninsky urban district of the Moscow oblast) are presented. The checklist of lichen biota is given including 71 species of lichens and 3 species of allied non-lichenized fungi from 40 genera, 25 families. *Acarospora moenium* (Vain.) Räsänen, *Lecania erysibe* (Ach.) Mudd are new species for Moscow oblast. Four indicator species of biologically valuable forest and park communities are identified: *Alyxoria varia*, *Biatoridium monasteriense*, *Chaenotheca stemonea*, *Physconia perisidiosa*. The absolute index of lichen biota species richness of the park of the museum-reserve “Gorki Leninsky” is higher than in the previously studied parks of the museum-reserve “Abramtsevo”, the museum-reserve of A. S. Pushkin and the museum-estate “Ostafyevo” – “Russian Parnassus”. However, the relative index of species richness (Menchinic Index) of the lichen biota of the park “Gorki Leninsky” is lower than that of the park “Abramtsevo”, located in the area with less anthropogenic load. Nitrophilic species prevail over acidophilic species in the lichen cover of oak and birch, which have an “acidic” pH of bark in the background conditions, in the surveyed part of the territory of the park “Gorki Leninsky”. The revealed ratio of acidophytes and nitrophytes in the lichen cover of oak and birch, and the absence of species highly sensitive to dusting and air pollution indicate a significant anthropogenic load on the surveyed park community, in particular, nitrogen pollution.

Key words: lichens, allied non-lichenized fungi, biodiversity, indicator species, rare species, *Acarospora moenium*, *Lecania erysibe*, old park, Central Russia.

Поступила в редакцию 29.05.20

УДК 574.3:630*461(470.12)

Лесозаготовительная деятельность как один из основных лимитирующих факторов, определяющих динамику биоразнообразия Вологодчины

Пилипко Е. Н.¹, Харченко Н. Н.², Барцева У. А.¹

¹ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина
Вологда, Россия

² Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,
Воронеж, Россия
Karlovna@ukr.net, ecology@vgtu.ru

Проблема сохранения биоразнообразия в условиях антропогенного прессинга является одной из центральных проблем экологии. Целью исследований являлась оценка восстановления нарушенных в результате лесозаготовительной деятельности экосистем посредством динамики биоразнообразия древесно-кустарниковых и травянистых растений в условиях Вологодской области. Исследования проводились на территории разновозрастных вырубок 12–15 лет (пробные площади № 1 и 2) и сосновых насаждений 105–120 лет (контроль), примыкающих к вырубкам. Пробная площадь № 1 представляет собой хвойный молодняк с малой долей березы на сухих почвах. Пробная площадь № 2 – лиственно-хвойный молодняк с примесью ивы и березы на увлажненных почвах. Объекты исследований находятся на юге Вологодской области (Устюженский район). В ходе исследований применялись классические методы лесотипологического описания подроста, подлеска и живого напочвенного покрова. В результате исследований было выявлено, что, в целом, биоразнообразие вырубок выше, чем на не затронутых рубками территориях. Особенно такая тенденция прослеживается у живого напочвенного покрова за счёт присутствия представителей разных экосистемных групп (ценотипов) – лесных, луговых, лесолуговых и луговых синатропов. По мере зарастания территории вырубки древесно-кустарниковыми видами, живой напочвенный покров будет меняться и, в конечном итоге, приобретёт классический лесной ценотип. Условия восстановления и развития рассматриваемых вырубок разные, несмотря на одинаковый исходный тип леса. Индекс сходства видového разнообразия Жаккара составляет всего 0,2. Территория вырубки с хвойным молодняком является местообитанием для редкого краснокнижного вида Вологодской области – купены лекарственной.

Ключевые слова: биоразнообразие, лесозаготовительная деятельность, вырубка, живой напочвенный покров, подрост, подлесок, Вологодская область.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование биоразнообразия лесных экосистем – область науки, получившая в последние десятилетия интенсивное развитие во всем мире в связи с признанием роли лесов как наиболее эффективной системы, способной сдерживать негативные процессы в биосфере и обеспечить устойчивость среды обитания человека (Исаев, 1995). По мнению А. К. Бродского (2002), развитие современной цивилизации до недавнего времени было по своей природе потребительским. Массовое нарушение и даже уничтожение природных систем «подрывает» видовой разнообразие – необходимое условие стабильности биосферы (Бродский, 2002).

Для лесных экосистем одним из значительных нарушений являются рубки. Сохранение биоразнообразия – один из самых важных принципов устойчивого лесопользования. Исследований в области влияния рубок на биологическое разнообразие леса довольно много, этой проблемой занимались многие учёные (Абатуров, 1991; Бутова, 2010; Дорохов, Меланхолин, 1995, 2006; Шелуха, 2014;). Важность учета и сохранения биологического разнообразия прописана в Лесном Кодексе (2012), Правилах заготовки древесины (Об утверждении правил..., 2016), Законе «Об охране окружающей среды» (2002) и других законодательных актах. Согласно Лесному Кодексу, лесное законодательство обязано

основываться на принципе «устойчивого управления лесами, сохранения биоразнообразия лесов, повышения их потенциала» (Рай и др., 2012).

Сплошные рубки представляют собой наиболее мощный фактор воздействия на биоразнообразие в лесной экосистеме. Следствием их является исчезновение климаксовых и образование производных типов лесных биоценозов, снижение разнообразия видов флоры и фауны, в том числе связанных с мертвой древесиной (Kotiranta, 1996). Изменения, происходящие в лесном сообществе после рубок леса, отчасти похожи на послепожарные. В результате изреживания древостоя снижается сомкнутость крон и увеличивается освещённость всех ярусов насаждения, изменяется влажность воздуха. Создаются благоприятные условия для светлюбивых представителей живого напочвенного покрова и одновременно появляется угроза усыхания древесных, кустарниковых и травянистых видов, получающих излишнее количество солнечной радиации. В случае проведения сплошных рубок кардинально меняются экологические условия всего биогеоценоза. Оголённые верхние слои почвы наиболее интенсивно подвергаются влиянию ветровой эрозии, солнечной инсоляции и выпадающих осадков. Как результат, после рубок леса изменяются химизм и скорость реакций в почве, приводящие к нарушению биологической активности почв (Дорохов, Шелуха, 2014).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись зарастающие вырубki 12–15 лет (пробные площади № 1 и 2) и сосновые насаждения 105–120 лет (контроль), примыкающие к вырубкам и расположенные на юге Вологодской области (Устюженский район).

Пробная площадь № 1 (ПП 1) представляет собой хвойный молодняк с малой долей березы на сухих почвах. Сплошные рубки на данной территории были проведены в 2005 году. Тип вырубki – бруснично-лишайниковый.

Пробная площадь № 2 (ПП 2) – лиственно-хвойный молодняк с примесью ивы и березы на увлажненных почвах. Сплошные рубки проводились в 2008 году. Тип вырубki – крупнотравный.

С целью определения оценки биоразнообразия древесно-кустарниковых и травянистых растений на антропогенно-нарушенных после сплошных рубок территориях, использовались классические методы лесотипологического учёта подроста, подлеска и растительных представителей, входящих в состав живого напочвенного покрова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние сплошных рубок на живой напочвенный покров. На территории хвойного молодняка на сухих почвах всего было учтено 27 видов, входящих в состав живого напочвенного покрова. Из них 16 – травянистая растительность; 3 – высшие споровые (папоротниковидные); 4 – мхов и 4 лишайников.

Все виды в соответствии с их биологическими особенностями были разделены на следующие экосистемные группы (ценотипы): лесные; луговые, лесолуговые (рис. 1). Так как рубка леса является антропогенным воздействием на структуру биоценоза, уместно будет включить в данное распределение луговые и лесные синантропы. Под видами-синантропами понимаются виды, контактирующие с антропогенными биотопами.

На ПП 1 к группе **лесных ценотипов** отнесены следующие 10 видов: брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris* (L.) Hull), купена лекарственная (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce), марьянник луговой (*Melampyrum pratense* L.), костяника каменная (*Rubus saxatilis* L.), плеврозий Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), кладония оленья (*Cladonia rangiferina* (L.) Web.), кладония приальпийская (*Cladonia alpestris* (L.) Rabenh.), кладония бесформенная (*Cladonia deformis* (L.) Hoffm.), цетрария исландская (*Cetraria islandica* (L.) Ach.).

К группе *луговых* 2 вида: луговик дернистый (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv) и ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.).

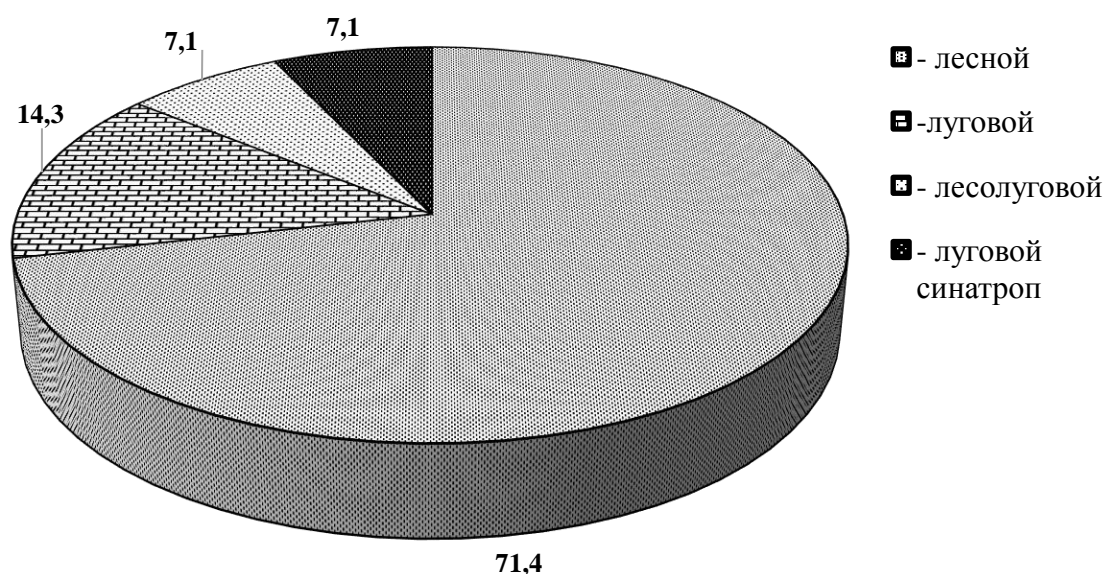


Рис. 1. Распределение видового состава живого напочвенного покрова (%) по экосистемным группам на ПП 1

К *лесолуговому ценотипу* отнесен один вид – земляника обыкновенная (*Fragaria vesca* L.).

В экосистемную группу *луговых синатропов* вошел иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Scop).

В составе травяно-кустарничкового яруса после вырубki произошли значительные изменения. В особенности эти изменения носят качественный и количественный характер. На исследуемой вырубке разнообразие гораздо выше, чем в коренных лесах, где заложены контрольные участки. В мохово-лишайниковом ярусе большого разнообразия не наблюдается, хотя обилие и встречаемость видов увеличились.

На контрольном участке, не затронутом лесозаготовительной деятельностью и примыкающем к вырубке 2005 года (ПП 1) разнообразие видов значительно меньше. Встречаются лишь лесные ценотипы: брусника, вереск обыкновенный, плеурозий шребера, кладония оленья, кладония приальпийская.

Один из представленных видов является редким и занесен в Красную книгу Вологодской области – купена лекарственная (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce). Данный вид был отмечен на одной из 15 площадок, заложенных на пробной площади № 1. Купена лекарственная предпочитает сухие светлые сосновые леса, неприхотлива к условиям увлажнения, богатству почв и освещенности. Условия произрастания на данном участке для этого вида весьма благоприятны. Купена лекарственная является ключевым объектом, поэтому необходимо создать и сохранять в дальнейшем буферную зону вокруг места нахождения вида, равную средней высоте древостоя (не меньше 20 м) и организовать биологический контроль.

На территории лиственно-хвойных молодняков с примесью ивы и березы на увлажненных почвах (ПП 2) в видовом составе нами выявлены 20 видов травяно-кустарничковых и мохово-лишайниковых растений. К лесному ценотипу (рис. 2) отнесены: брусника, вереск обыкновенный, багульник болотный (*Ledum palustre* L.), голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.), майник двулистный *Maianthemum bifolium* L.) F.W.Schmidt), ожика волосистая (*Luzula pilosa* L.) Willd), марьянник луговой, щитовник

картузианский (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P.Fuchs), седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.) U.Manns & Anderb.), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella* L.), плеурозий Шребера, политрихум обыкновенный (*Polýtrichum commune* Hedw), сфагнум Гиргензона (*Sphagnum girgensohnii* L.), маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha* L.).

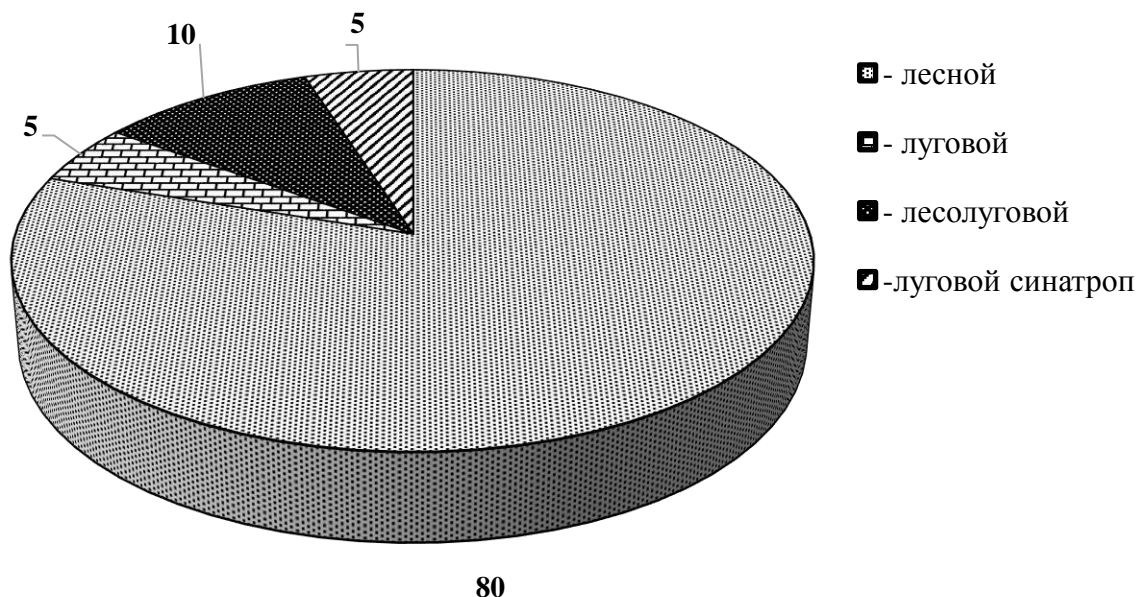


Рис. 2. Распределение видового состава живого напочвенного покрова (%) по экосистемным группам на ПП 2

Из **луговых синатропов** встречаются только луговик дернистый (*Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv) и иван-чай узколистный.

Из растений **лесолуговой** экосистемы на ПП 2 встречаются хвощ полевой (*Equisétum arvense* L.) и земляника обыкновенная.

Отмечено, что на контрольном участке, примыкающем к вырубке 2008 года (ПП 2) находятся лишь лесные виды брусника, черника обыкновенная, плеурозий Шребера, политрихум обыкновенный, сфагнум Гиргензона, кладония оленья.

На всех участках распространены преимущественно многолетние растения, однолетние представлены одним видом – марьянник луговой.

В связи с тем, что объектами исследования были 12–15-летние вырубки с хорошо развитым здоровым подростом и подлеском, доля лесной растительности довольно высока 71,4 % и 80,0 % соответственно. Такие изменения характерны для 3–4 этапов изменения видового состава растительности на вырубке (Уланова, 2006). Когда мелколиственные породы выходят из яруса трав, а подрост начинает формировать сомкнутый ярус, луговая растительность постепенно исчезает. Происходит смена лугового флористического состава на лесной.

Влияние сплошных рубок на подрост. В ходе исследования вырубки с хвойным молодняком и примесью берёзы на сухих почвах выявили, что подрост сосны, ели и березы, в целом, составили 7548 шт./га. Из них на долю сосны приходится 91,8 %; ели – 4,3 % и березы – 3,9 %. На контрольном участке, не затронутом хозяйственной деятельностью в качестве подроста, береза отсутствует, сосны и ели 611 шт./га (рис. 3).

На территории вырубки с лиственно-хвойным молодняком и примесью ивы и берёзы на увлажнённых почвах преобладает подрост сосны (90,7 %), подрост ели, берёзы и ивы имеет малые доли в составе подроста (рис. 4). Такое распределение пород несколько не характерно

для условий произрастания так как сосна не является типичным растением для увлажнённых почв, но на данной вырубке она чувствует себя вполне нормально. Так же на влажность почв на данной вырубке указывает появление влаголюбивой ивы.

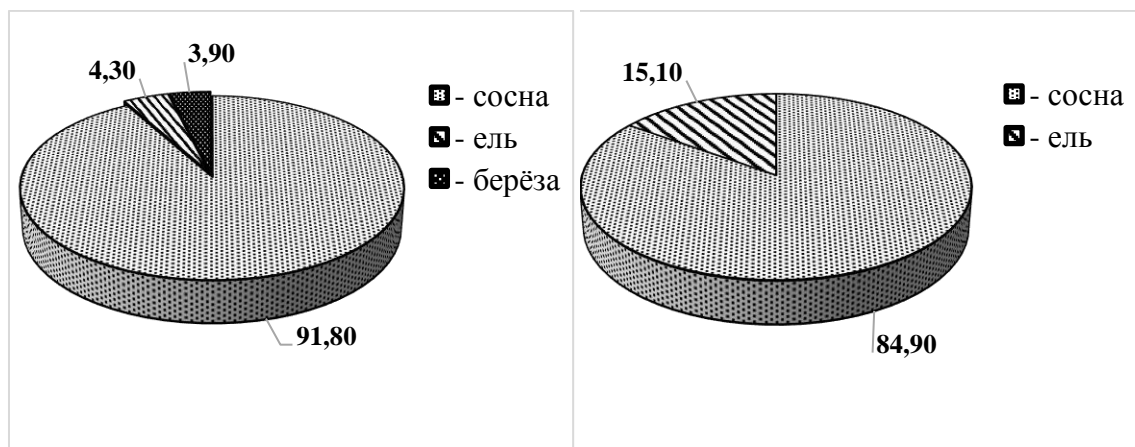


Рис. 3. Распределение подроста по породам (%) на пробной площади № 1 и на территории контрольного участка

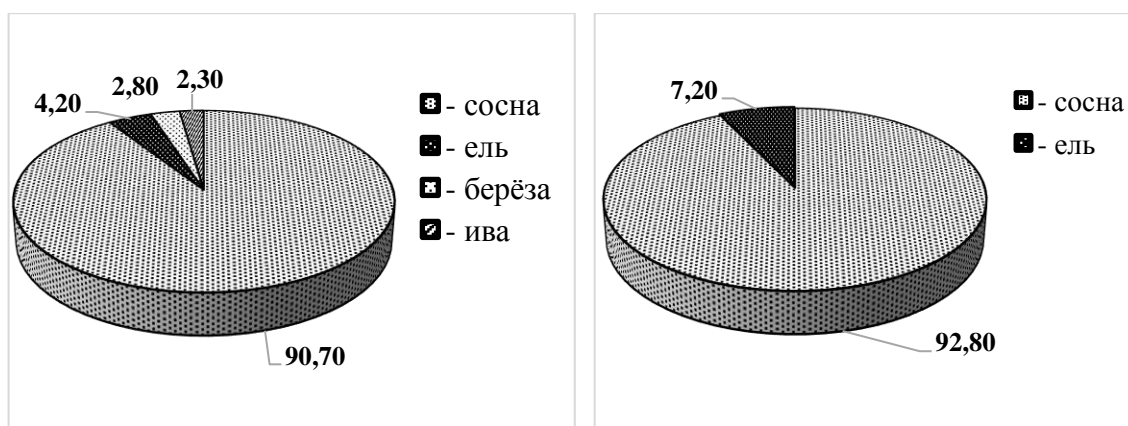


Рис. 4. Распределение подроста по породам (%) на пробной площади № 2 и на территории контрольного участка

На всех пробных площадях отмечено преобладание здорового подроста. На ПП 1 доля здорового подроста составила 96,1 %; сомнительного – 1,6 %; сухого – 2,3 %. При этом категории сомнительного и сухого подроста образует только сосна. Это связано с тем, что при вырубке подрост подвергся резкому изменению внешних условий: излишнее физиологическое испарение, влияние солнечной радиации и тепла в летний период и заморозков и ветра в зимнее время года и других факторов. Через некоторое время подрост адаптировался к условиям существования, что объясняет довольно низкий процент сомнительного и сухого подроста. На контрольном участке, примыкающем к ПП 1 сомнительный и сухой подрост отсутствует, доля здорового подроста составляет 100 %, что связано с отсутствием хозяйственной деятельности.

На вырубке с лиственно-хвойным молодняком (ПП 2) успешно развивается здоровый подрост, доля которого составляет 100 %. Такой высокий процент здорового подроста объясняется его успешным ростом и развитием на благоприятных почвах, а также его защищённостью под пологом берёзы. Поэтому хвойный подрост не успел негативно отреагировать на удаление верхнего яруса (Cajander, 1934; Vaartaj, 1952).

Влияние сплошных рубок на подлесок. Из всех пробных площадей, максимальное разнообразие подлесочных пород было выявлено на контрольном участке, примыкающем к вырубке с лиственно-хвойным молодняком на увлажнённых почвах и представлено тремя видами - можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), крушина ломкая (*Frangula alnus* (L.) Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). Общая густота подлеска на этом участке составляет 300 экз./га. На территории вырубки с зарастанием лиственно-хвойным молодняком с примесью берёзы и ивы (ПП 2) к подлеску, была отнесена малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) с густотой 633 экз./га. Такое решение было принято, поскольку малина представляет собой многолетний полукустарник. Крушина ломкая на данном участке представлена 66 экз./га.

На территории вырубки с хвойным молодняком на сухих почвах (ПП 1) разнообразие подлесочных пород скудное и представлено всего двумя видами: Можжевельник обыкновенный и Крушина ломкая. Густота подлеска на вырубке составляет 932 экз./га. Примыкающий к ПП 2 контрольный участок занимает лишь одна подлесочная порода – Можжевельник обыкновенный с густотой 166 экз./га (табл. 1).

Таблица 1

Распределение подлеска исследуемых площадей по категории крупности

№ ПП	Название вида	Высота, м			Итого, шт.	
		Менее 0,5	0,6–1,5	Более 1,5	На ПП	На га
ПП 1	Можжевельник обыкновенный <i>Juniperus communis</i>	-	4	10	14	466
	Крушина ломкая <i>Frangula alnus</i>	6	8		14	466
Контроль ПП 1	Можжевельник обыкновенный <i>Juniperus communis</i>	-	1	5	5	166
ПП 2	Крушина ломкая <i>Frangula alnus</i>	-	-	1	1	33
	Малина обыкновенная <i>Rubus idaeus</i>	-	19	-	-	633
Контроль ПП 2	Можжевельник обыкновенный <i>Juniperus communis</i>	2	1	-	3	100
	Крушина ломкая <i>Frangula alnus</i>	2	-	1	3	100
	Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i>	3	-	-	3	100

На территории вырубки с лиственно-хвойным молодняком (ПП 2) и на расположенном рядом контрольном участке, разнообразие подлеска намного превышает показатели на вырубке с хвойным молодняком и примыкающему к ней контрольному участку. Скорее всего, это связано с высоким увлажнением почв, что создаёт благоприятные условия для произрастания малины, крушины и рябины. Малина не терпит засухи, поэтому ее распространение на ПП 1 затруднительно в связи с сухими почвами.

Сходство видового состава исследуемых участков по растительности. Для установления сходства видового разнообразия площадей, на которых проводились исследования использовались индексы Жаккара (Kj) и Съеренсена–Чекановского (Ks).

Общее флористическое богатство исследуемых площадей представлено в таблице 2.

Таблица 2

Флористическое богатство исследуемых площадей (количество видов)

Наименование элементов насаждения	ПП 1	Контроль, прилегающий к ПП 1	ПП 2	Контроль, прилегающий к ПП 2
Подрост	3	2	4	2
Подлесок	2	1	2	3
Травянистые растения	9	2	13	2
Мхи	1	1	4	3
Лишайники	4	2	0	1
Высшие споровые	0	0	3	0
Всего	19	8	26	11

Индекс сходства Жаккара указывает на то, что только 15–20 % одинаковых видов встречаются во всех биоценозах. По большей части это коренные виды на данных участках (Ковязин, Нгуен, 2009).

Сравнивая обе вырубки по индексу сходства видового разнообразия Жаккара, следует отметить, что его величина довольно низкая 0,2. Этот показатель показывает, что сравниваемые площади мало похожи, несмотря на одинаковые исходные типы леса.

В результате лесозаготовительной деятельности, вышедшие из-под сосняка брусничного площади, абсолютно разные. После удаления основного древостоя, транспирация резко сократилась, что привело к снижению суммарной величины испарения. На вырубке с лиственно-хвойным молодняком на увлажнённых почвах грунтовые воды залегают выше, поэтому увеличение влажности почвы на данном участке проявилось как следствие данных процессов (Буренина, 2009). Индекс Съёренсена–Чекановского свидетельствует о том, что около четверти числа зафиксированных видов встречаются на обеих вырубках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведённых исследований по влиянию сплошной рубки на биологическое разнообразие растительности было выявлено, что спустя десятилетие прослеживается увеличение разнообразия видов (Рай, Сласников, 2012). Сплошные рубки оказывают влияние на развитие неустойчивых биоценозов, которые имеют способность к динамичности. Увеличение разнообразия всех видов на данном этапе не постоянно, и по мере развития древостоя будет снижаться. Этот процесс на момент исследования прослеживается на начальной стадии, что подтверждает увеличение лесной растительности во флористическом составе.

Видовое разнообразие на обеих вырубках довольно низкое – 0,2, несмотря на одинаковые условия исходного типа леса. Следовательно, лимитирующим фактором при восстановлении нарушенных территорий являются не исходные условия, а условия восстановления данной территории – тип почв, их влажность и гранулометрический состав, температура воздуха, скорость ветра, а также способ рубки и степень нарушенности лесохозяйственной территории. Вырубка с хвойным молодняком является местообитанием для такого редкого краснокнижного вида в Вологодской области как купена лекарственная, для сохранения которого необходимо проводить биологический контроль.

Список литературы

Абатуров А. В., Меланхолин П. Н. Опыт рубок ухода в березняках I группы // Лесопользование в лесах различной категории защитности. – Москва: Минлеспрот, – 1991. – 1 с.

Бродский А. К. Введение в проблемы биоразнообразия: иллюстрированный справочник. – Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, – 2002. – 144 с.

Буренина Т. А., Федотова Е. В., Овчинникова Н. Ф. Изменение водного баланса лесных территорий в связи с антропогенной трансформацией растительного покрова // Эколого-географические аспекты лесообразовательного процесса: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск: Изд-во ин-та леса СО РАН, – 2009. – С. 237–239.

Бурова Н. В., Торбик Д. Н., Феклистов П. А. Изменение флористического разнообразия после выборочных рубок в ельниках черничных // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник, – 2010. – № 5. – 51 с.

Дорохов К. В., Шелуха В. П. Влияние антропогенных воздействий на динамику трофической структуры и плотности мезофауны // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2014. – Т. 18, Вып. 4. – С. 103–111.

Исаев А. С., Носова Л. М., Пузаченко Ю. Г. Биологическое разнообразие лесов России // Биологическое разнообразие лесных экосистем: сборник статей по материалам Всероссийского совещания. – 1995. – С. 3–10.

Ковязин В. Ф., Нгуен Т. Л. Оценка видового разнообразия биоценозов Санкт-Петербурга // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 2009. – С. 72–79.

Меланхолин П. Н. Изменение биоразнообразия в нижнем ярусе березняка после рубок ухода // Биологическое разнообразие лесных экосистем: тезисы докладов Всероссийского совещания. – Москва, – 1995. – 279–280 с.

Меланхолин П. Н. Изменение видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса при различных антропогенных нагрузках на лесные экосистемы // Лесоведение. – Москва, – 2006. – № 6. – 58 с.

Об охране окружающей среды: Федер. Закон от 10.01.2002. – № 7-ФЗ // Государственная Дума РФ. – 2002. – № 2874.

Об утверждении правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации. Приказ Минприроды России N 474 от 13.09.2016 // Справочная правовая система «Консультант Плюс». Раздел «Законодательство». Информ. банк «Эксперт-приложение».

Рай Е. А., Бурова Н. В., Слассников С. И. Влияние оставления деревьев при сплошной рубке на флористическое разнообразие // Научный журнал. Серия «Естественные науки». – 2012. – № 3. – С. 54– 8.

Рай Е. А., Слассников С. И. Влияние сплошнолесечных рубок на биоразнообразие нижних ярусов растительности // Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург: УГЛТУ, – 2012. – Ч. 1. – С. 113 – 116.

Лесной кодекс Российской Федерации. – Москва: Библиотечка «Российской Газеты», – 2012. – 656 с.

Уланова Н. Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России): автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Москва: МГУ, – 2006. – 46 с.

Cajander E. K. Kuusen taimistojen vapauttamisen jalkeisesta pituuskasvusta. – Commun. Inst. For. Fenn., – 1934. – 59 с.

Kotiranta H. Niemela T. Uhanalaiset kaavat Suomessa, – Helsinki, –1996. – 184 p.

Vaartaj O. Alikasvosasemasta vapuatettujen mannyn taimistojen toipumisesta ja merkityksesta metasanhoidossa. – Acta For. Fenn., – 1952. – 133 с.

Pilipko E. N., Kharchenko N. N. Bartzeva U. F. Logging activity as one of the main limiting factors that determine the dynamics of Vologda region's biodiversity // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 75–82.

The problem of biodiversity conservation under anthropogenic pressure is one of the central problems of ecology. The purpose of study was to assess the restoration of ecosystems disturbed as a result of logging activities through the dynamics of tree, tree and shrubbery, and herbaceous plant biodiversity in the conditions within the Vologda Region. The research was carried out on the territory of many-aged (12–15 years old) cuttings (indicator plots № 1 and 2) and 105–120 years old pine plantations (control) adjacent to cuttings. Indicator plot № 1 is the young coniferous growth with a small proportion of birch on dry soils. Indicator plot № 2 is the young broadleaf and coniferous growth with willow and birch on moist soils. The study objects are located in the south of the Vologda Region (Ustyuzhensky District). In the studies, the classical methods of forest typological description of young growth, forest understorey, and forest live cover were used. As a result of research, it was found that, in general, the biodiversity of cuttings is higher than in the areas not affected by logging. This trend is especially observed in forest live cover due to the presence of representatives of different ecosystem groups (coenotypes) – forest, meadow, forest-meadow and meadow sinatropes. As the cutting area becomes colonization by tree and shrubbery species, the forest live cover will change and eventually make an acquisition the classic forest coenotype. The conditions for restoration and development of the cuttings under consideration are different despite the same initial type of forest. The Jaccard similarity coefficient of species diversity is only 0.2. The cutting area with young coniferous growth is a habitat for a rare Red Book species of the Vologda Region – angular Solomon's seal.

Key words: biodiversity, logging activity, cutting, forest live cover, young growth, forest understorey, Vologda Region.

Поступила в редакцию 23.07.20

Влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника

Дусаева Г. Х., Калмыкова О. Г., Дусаева Н. В.

Институт степи Уральского отделения РАН
Оренбург, Россия
16guluy@mail.ru, o.k.81@list.ru, maksutova1@mail.ru

Степные экосистемы являются наименее защищенными от воздействия пирогенного фактора. Изучение закономерностей восстановления растительного покрова в горевших степных фитоценозах, является актуальной проблемой, что связано с широким распространением пожаров в степной зоне в настоящее время. Возрастающая частота и площадь пожаров, говорит о тенденции активизации пожаров, что в конечном итоге может привести к существенным экологическим последствиям. Нами изучено воздействие пирогенного фактора на динамику запасов подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника. Территория исследования расположена в степной зоне Предуралья. Общая площадь участка составляет 45 км². В августе 2014 года на участке сгорело более 20 км² заповедной степи, после чего была заложена 2 мониторинговых участка, каждый участок включал в себя контрольную (Б) и горевшую (А) площадку. Исследования были проведены в 2015–2016 годы. В каждом сообществе проводили геоботанические описания; учеты надземной и подземной фитомассы в весенний, летний, осенний периоды. Полученные образцы подземной фитомассы промывали, высушивали при 105 °С и взвешивали. Образцы надземной фитомассы высушивались до воздушно-сухого состояния. В результате сравнения негоревших и пострадавших от огня площадок на всех участках не было выявлено статистически значимых различий по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни ($\alpha < 0,05$) в общих запасах подземной фитомассы и запасах живой подземной фитомассы. В запасах подземной мортмассы различия выявлены ко второму году исследования на одном участке.

Ключевые слова: запасы подземной фитомассы, пирогенный фактор, степные особо охраняемые природные территории, Оренбургский заповедник, Оренбургская область.

ВВЕДЕНИЕ

Основной запас фитомассы (растительного вещества) в степных экосистемах депонирован в почве. Сосредоточенность основного запаса фитомассы в почве является результатом приспособления растительных сообществ к условиям аридного климата степной зоны (Базилевич, 1993; Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1994; Гаджиев и др., 2002; Романова, 2002; Титлянова, Самбуу, 2016).

Подземная фитомасса является основным источником гумусовых веществ в почвах степных биогеоценозов (Кононова, 1963; Титлянова, 1984). В этой связи становится особенно актуальным изучение сезонных и разногодичных закономерностей накопления подземной фитомассы (Ушачева, 1998). Показатели запасов подземной фитомассы дают представление о количестве растительного вещества, протекании биологического круговорота, а также позволяют определить влияние на растения факторов внешней среды и приспособления к ним (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1994). Несмотря на достаточную степень изученности влияния пожаров на видовой состав, геоботанические характеристики фитоценозов, динамику надземной фитомассы, исследований посвященных динамике запасов подземной фитомассы степей недостаточно. В России пожары, в контексте их воздействия на подземную фитомассу степей изучались в Бурятии (Бутуханов и др., 2016) и Туве (Дапылдай, 2013; Титлянова, Самбуу, 2016).

Цель наших исследований – изучить влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника в Беляевском районе Оренбургской области. Участок площадью 45 км² расположен в восточной части Предуральяского краевого прогиба (Степной заповедник..., 1996). В ботанико-географическом отношении этот заповедный кластер расположен в подзоне разнотравно-дерновиннозлаковых Заволжско-Казахстанских степей (Зоны и типы поясности..., 1999а, 1999б; Сафронова, Калмыкова, 2012).

Общая площадь участка составляет 45 км². В августе 2014 года на участке сгорело более 20 км² заповедной степи, после чего было заложено 2 мониторинговых участка, каждый участок включал в себя контрольную (Б) и горевшую (А) площадку (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика мониторинговых участков

Год	Площадки	5А (гарь)	5Б (контроль)	6А (гарь)	6Б (контроль)
	Показатель				
2015	Название сообщества	Разнотравно-типчачово-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>)	Разнотравно-типчачово-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> , <i>Poa transbaicalica</i> и петрофитными элементами	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами
	Проективное покрытие	45–47 %	90 %	55 %	97–98 %
2016	Название сообщества	Луковичномятливо-разнотравно-типчачово-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-типчачово-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами
	Проективное покрытие	55 %	90 %	78–80 %	95–97 %

Климат Буртинской степи имеет хорошо выраженные черты континентальности с холодной суровой зимой (январь –15,8 °С), сухим жарким летом – (+22 °С). Среднегодовое количество осадков 327 мм; общая сумма тепла – (+2600 °С) (Степной заповедник «Оренбургский»..., 1996). Годы исследования по погодным условиям (основываясь на значениях гидротермического коэффициента Селянинова) характеризовались как слабо засушливый – 2015 год и удовлетворительно влажный – 2016 год.

Особенности почвенного покрова участка «Буртинская степь» связаны с близким залеганием от поверхности плотных коренных пород и ландшафтно-экологическими характеристиками территории. Почвы участка представлены черноземами южными (обычными), карбонатными, неполноразвитыми. Все они характеризуются укороченным почвенным профилем и наличием щебенки (гальки) с поверхности и по всему профилю (Климентьев и др., 2001).

Геоботанические описания были выполнены с использованием стандартных геоботанических методик (Вальтер, Алехин, 1936; Ярошенко, 1961; Полевая геоботаника, 1964, 1972) на постоянных пробных площадях размером 10×10 м. Учет динамики надземного растительного вещества проводили с помощью методики Н. И. Базилевич, А. А. Титляновой (1978). Укосы проводили в каждом сообществе в течение вегетационного сезона: в весенний, летний и осенний периоды. Растения срезали вровень с почвой, на площадках по 0,25 м² в 3-х кратной повторности. В лабораторных условиях образцы взвешивались, и оценивался запас каждого компонента растительного вещества – масса органов растений на единицу площади в момент исследования.

Учет подземных органов производился методом монолитов (Шалыт, 1949, 1960) на площадках, заложенных для учета надземной фитомассы. После проведения укосов и сбора подстилки вынимали монолит размером 0,25 м² каждые 10 см до глубины 50 см в 3-х кратной повторности с каждого участка. Отобранные пробы отмывались в воде с помощью сеток и сит с отверстиями 0,5 мм. Разделение подземной фитомассы на живую и мертвую проводилось с помощью методики С. А. Алиева (1966). В емкость (например, ведро) набирали воду, погружали весь образец и медленно перемешивали рукой: живые корни – оседали, а мертвые всплывали. Далее в полевых условиях образцы просушивали и взвешивали до воздушно-сухого состояния. В лаборатории живые и мертвые корни высушивали при 105 °С до абсолютно сухого состояния (пока величина навески между взвешиваниями не изменялась) в сушильном шкафу (ШС-40ПЗ). Обработанные навески, соответствующие определенной части растительного покрова, собранные в один период и с одного участка суммировали и пересчитывали в г/м².

Запасы растительного вещества обозначали следующими символами: G – живая надземная фитомасса, L – подстилка, D – ветошь, R – живая подземная фитомасса, V – подземная мортмасса. Вся надземная фитомасса сушилась до воздушно-сухого состояния, затем взвешивалась с точностью 0,05 г.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 6.1. Для оценки статистической значимости различий запасов фитомассы и ее компонентов на горевших и контрольных площадках применяли U-критерий Манна-Уитни ($\alpha < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованных нами фитоценозах в подзоне разнотравно-дерновиннозлаковых степей на южных черноземах в течение двух лет запасы подземной фитомассы контрольных сообществ незначительно превышали запасы горевших, за исключением июля 2015 года (площадка 5А) (рис. 1).

Общие запасы подземной фитомассы в слое 0–50 см в контрольных сообществах изменялись в 2015 году от 1089 г/м² до 2566 г/м², а в горевших от 920 г/м² до 1853 г/м². В следующем году запасы негоревших фитоценозов варьировали от 1324 г/м² до 2053 г/м², в горевших сообществах от 1123 г/м² до 1916 г/м². И в контрольных и в горевших сообществах максимальный запас подземной фитомассы в основном приходился на летне-осенний период, когда максимального развития достигли основные доминанты сообщества (злаки, разнотравье). Минимальные показатели на обоих участках характерны для весеннего периода (рис. 1).

Основная масса подземного растительного вещества концентрируется в гумусовом горизонте, некоторые корни степных видов проникают на глубину 80–150 см (Титлянова и

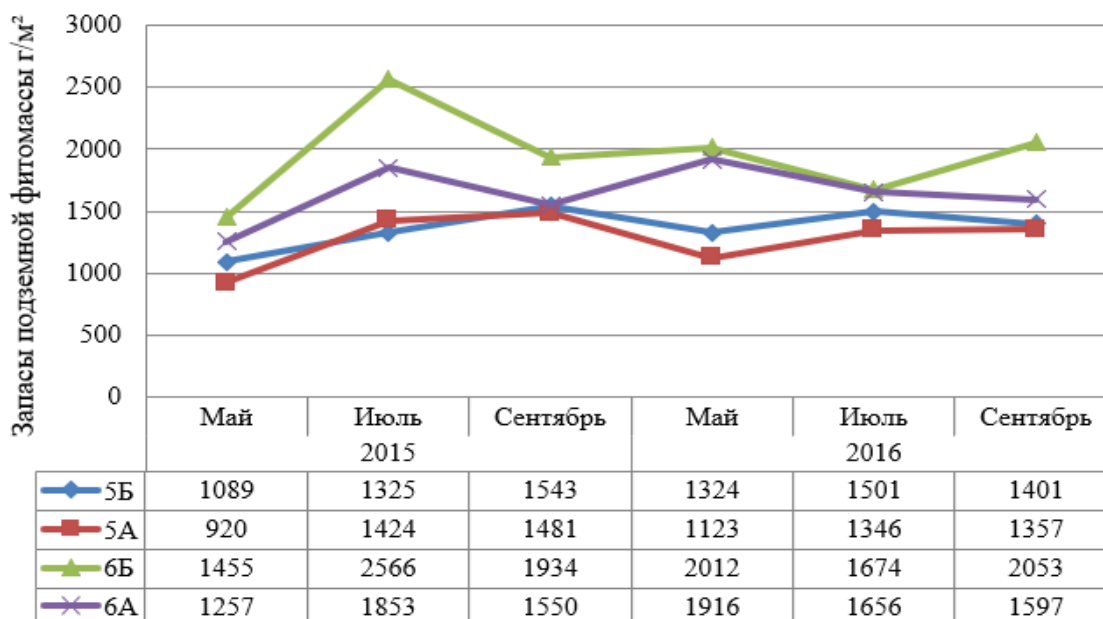


Рис. 1. Динамика запасов подземной фитомассы в 2015–2016 годах в горевших (А) и негоревших (Б) фитоценозах

др., 1996). В нашем исследовании в верхнем слое почвы 0–20 см было сосредоточено от 74 % до 88 % подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ, что согласуется с данными А. А. Титляновой и др. (1996). Было выявлено, что в слое почвы 0–20 см сконцентрировано от 50 % до 90 % подземной растительной массы.

Статистически значимых различий между величинами общих запасов подземной фитомассы (R+V) горевших и негоревших растительных сообществ не было выявлено при анализе данных с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$) ни для одной исследованной площадки в оба года исследования. Следовательно, выгорание фитоценозов в разнотравно-дерновиннозлаковых степей незначительно влияет на величину запасов подземной фитомассы.

В структуре подземной фитомассы во все сезоны значительно преобладал живой компонент. Запасы живой подземной (R) фитомассы в 2015 году в контрольных сообществах изменялись от 734 г/м² до 2061 г/м², на горевших участках – от 736 г/м² до 1315 г/м². В 2016 году в не затронутых пожаром сообществах они составляли от 930 г/м² до 1558 г/м², в горевших фитоценозах – от 852 г/м² до 1354 г/м² (рис. 2).

Доля живой подземной фитомассы в естественных степных экосистемах по данным А. А. Титляновой, Н. П. Косых, Н. П. Миронычевой-Токаревой (1994) составляет 20–50 % от общего запаса подземной фитомассы. Подземная мортмасса может составлять от 30 % до 70 % всего подземного вещества. Согласно материалам Н. И. Базилевич, О. С. Гребенщикова, А. А. Тишкова (1986) запасы живых подземных органов травяных сообществ часто составляют более половины, а иногда 1/3 и 1/4 от общих запасов живой и мертвой подземной массы. В настоящих степях и в известной мере в северной части сухих степей на Европейской территории России доля живых подземных органов составляет 50–80 %. По данным Н. И. Саввиновой и Н. А. Панковой (1942) в сухих степях Саратовской области на темно-каштановых почвах доля живых подземных органов превышает 60 % (Базилевич, Гребенщиков, Тишков, 1986).

На мониторинговых участках «Буртинской степи» доля живой подземной фитомассы от общих запасов подземной фитомассы в горевших сообществах в мае 2015 года составляла 80–81 %, тогда как в контрольных фитоценозах этот показатель изменялся в пределах 66–67 %,

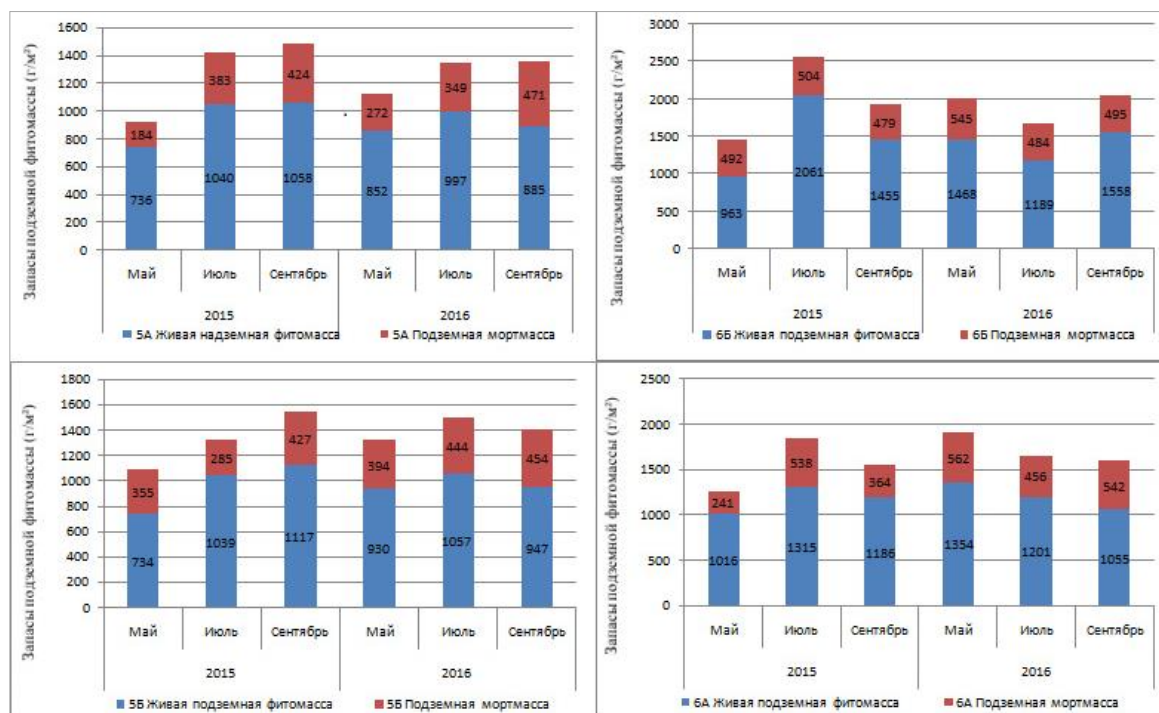


Рис. 2. Динамика живых и мертвых подземных органов растений в 2015–2016 годах

причем вес запасов живой фитомассы в парах площадок (горевшая / негоревшая) были примерно одинаковыми. Такой эффект достигался за счет значительного снижения в горевших фитоценозах подземной мортмассы. В остальной период доля запасов живой подземной фитомассы варьировала в пределах 70–80 % в горевших и контрольных сообществах. Во второй год исследования доля запасов живой подземной фитомассы в горевших и контрольных сообществах изменялась от 65 до 75 %.

Сезонная динамика запасов живой подземной фитомассы была сходной в пределах мониторингового участка и определялась скорее типом сообщества, а не его повреждением пожаром (рис. 3). Например, на площадке № 5 запасы живой надземной фитомассы горевших и контрольных сообществ в 2015 году увеличивались с мая по сентябрь, а в 2016 году увеличивались с мая по июль и снижались к сентябрю, при этом величины запасов этого компонента в горевшем и аналогичном ему негоревшем фитоценозах были очень близки друг к другу, что говорит о минимальном воздействии пирогенного фактора. На площадке № 6 сезонная динамика этого показателя в горевшем и негоревшем фитоценозах в целом была сходной (за исключением сентября 2016 года), но величина запасов горевших сообществ – значительно ниже в летне-осенний период 2015 года и осенний 2016 года.

А. А. Тилянова и А. Д. Самбуу (2016), описывали возрастание запасов живой подземной фитомассы после пожара. Они отмечали, что пал стимулировал рост новых корней и корневищ и отмирание старых. В то же время под действием высоких температур отмирали не только живые корни до пала, но и старые подземные органы. Большое накопление живых подземных органов и быстрое использование хранящихся в них запасных веществ в случае необходимости – адаптивная стратегия растений (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1996).

Нам не удалось пронаблюдать эффекта повышения запасов живой подземной фитомассы после пожара. Статистически значимых различий по U-критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$) между запасами живой подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ не выявлено ни в один из вегетационных сезонов.

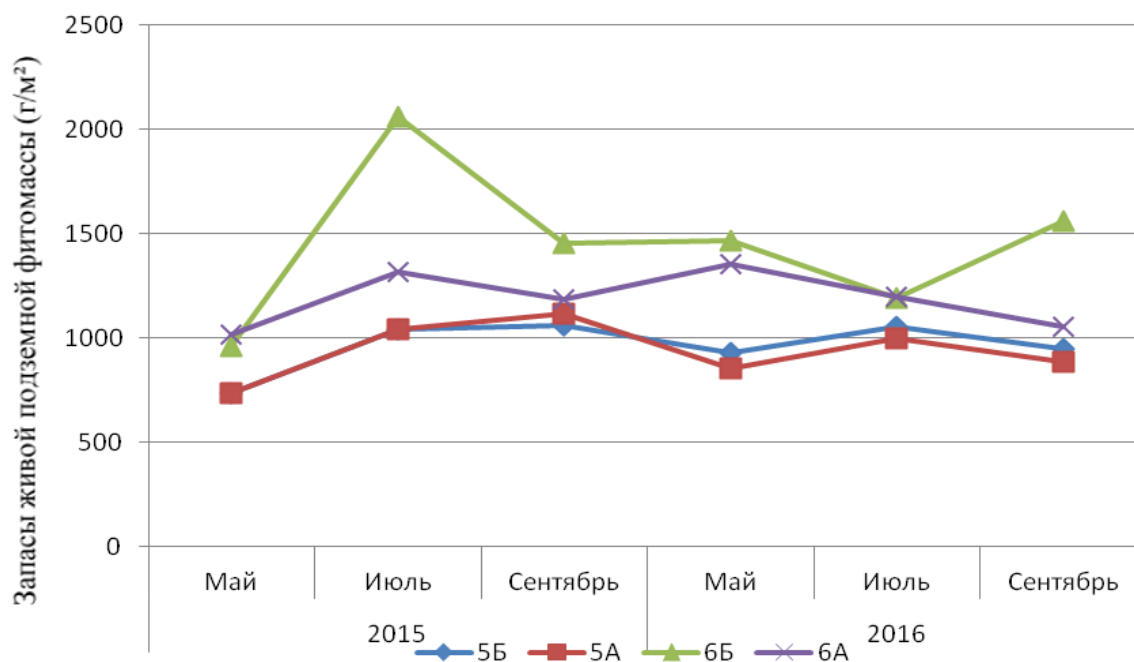


Рис. 3. Динамика запасов живой подземной фитомассы в 2015–2016 годах

Запасы подземной мортмассы в горевших сообществах изменялись в 2015 году от 184 г/м² до 538 г/м² – в горевших фитоценозах и от 285 г/м² до 504 г/м² – в негоревших, а во второй год после пожара – от 272 г/м² до 562 г/м² и от 394 до 545 г/м² соответственно.

В мае 2015 года запасы подземной мортмассы и их доля были значительно ниже, чем в контрольных сообществах, что связано с интенсификацией процессов деструкции на горячих в первое время после пожара (рис. 4). Доля подземной мортмассы от общих запасов подземной фитомассы в горевших и контрольных сообществах изменялась в пределах – 18–19 % и 32–34 % соответственно. В летний период запас подземной мортмассы на горячих резко возрос, что связано с усиленным переходом живых корней в подземную мортмассу, т.е. с процессом минерализации. К концу вегетационного сезона величины запасов подземной мортмассы горевших и контрольных сообществ сравнялись. Доля подземной мортмассы в летне-осенний период в сравниваемых парах горевших и контрольных сообществ была очень близкой друг к другу и изменялась в пределах от 20 до 29 %.

В 2016 году величины подземной мортмассы в горевших фитоценозах приходят в соответствие с контрольными участками. Динамика запасов подземной мортмассы горевших и контрольных площадок № 5 и 6 имеет сходный тренд. И только на площадке № 5 величины запасов различаются. Доля подземной мортмассы от общих запасов подземной фитомассы варьировала в течение этого вегетационного периода от 24 % до 34 %, увеличиваясь к осеннему периоду.

При сравнении значений запасов подземной мортмассы при помощи непараметрического U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$) в 2015 году статистически значимых различий между этим показателем в горевшем и негоревшем фитоценозах не было выявлено ни на участке № 5, ни на участке № 6. В 2016 году на площадке № 5 запасы подземной мортмассы негоревших сообществ статистически значимо отличались (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$) от горевших и были больше в начале вегетационного периода в 1,5 раза. На площадке № 6 сохранилась тенденция 2015 года.

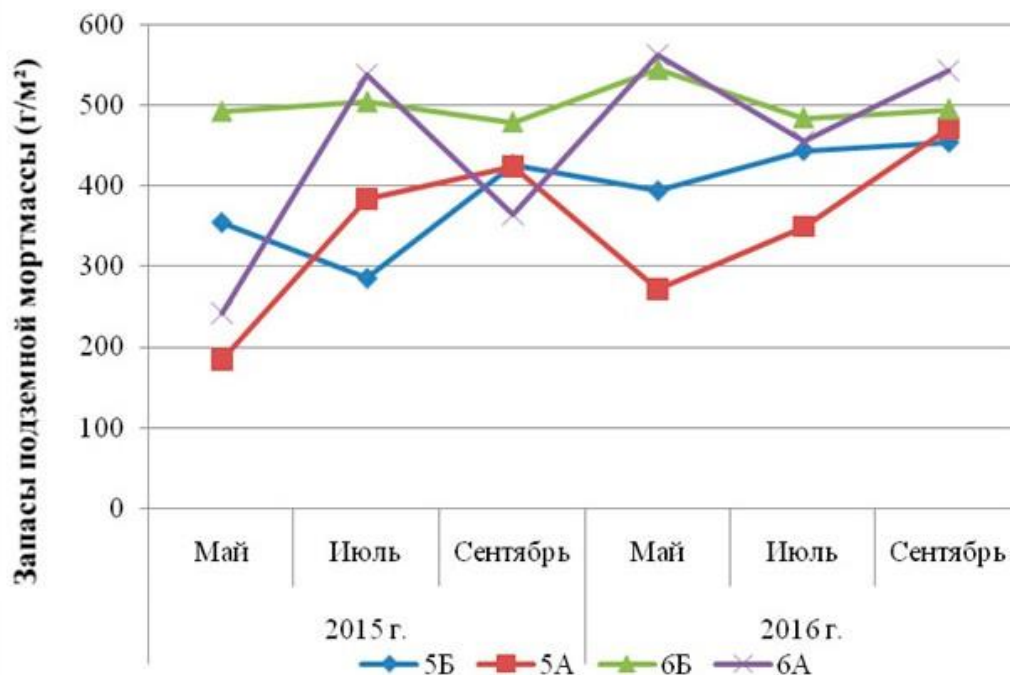


Рис. 4. Динамика запасов подземной мортмассы в 2015–2016 годах

При рассмотрении запасов надземной и подземной фитомассы на эталонных и горевших участках можно отметить, что запасы надземной фитомассы в первые два года после пожара меньше запасов контрольных сообществ на протяжении всего вегетационного периода (рис. 5 и 6). В первые годы после пожара величины запасов надземной фитомассы не достигали значений, характерных для контрольных участков и статистически значимо отличались (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$)), что подтвердилось и данными проективного покрытия фитоценозов. Величины общих запасов подземной фитомассы горевших и негоревших сообществ были очень близки, и статистически значимых различий между ними (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни $p < 0,05$) в течение всего периода исследования не было выявлено. Эти результаты согласуются и подтверждают мнение А. А. Титляновой (2017) отмечавшей, что надземная и подземная части растительного сообщества имеют различную устойчивость к факторам окружающей среды. Любой фактор оказывает меньшее влияние на подземный ярус по сравнению с надземным.

Структура запасов растительного вещества – одна из важнейших характеристик экосистемы. Значительные запасы зеленой фитомассы и живых корней свидетельствуют о высокой интенсивности продукционного процесса, а большие запасы мортмассы – о низких скоростях деструкционного процесса. По изменению соотношения запасов можно судить об изменении скорости созидания и разрушения растительного вещества. Для характеристики структуры растительного вещества существует несколько соотношений R/V , R/G , $R+V/G+D+L$ (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1996; Романова, 2002).

Запасы подземной фитомассы в сравниваемых фитоценозах превышают запасы надземной массы ($R+V/G+D+L$) в горевших сообществах в 8–19 раз в первый год после пожара и в 5–7 раз во второй (рис. 5 и 6). Поскольку величины запасов подземной фитомассы существенно не отклонялись от значений контрольных фитоценозов и, по-видимому, мало изменялись после пожара, то такое уменьшение различий обозначенных показателей ко второму году исследования следует связывать с увеличением запасов надземной фитомассы и приближением их к контрольным значениям.

Влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов участка «Буртинская степь» Оренбургского заповедника

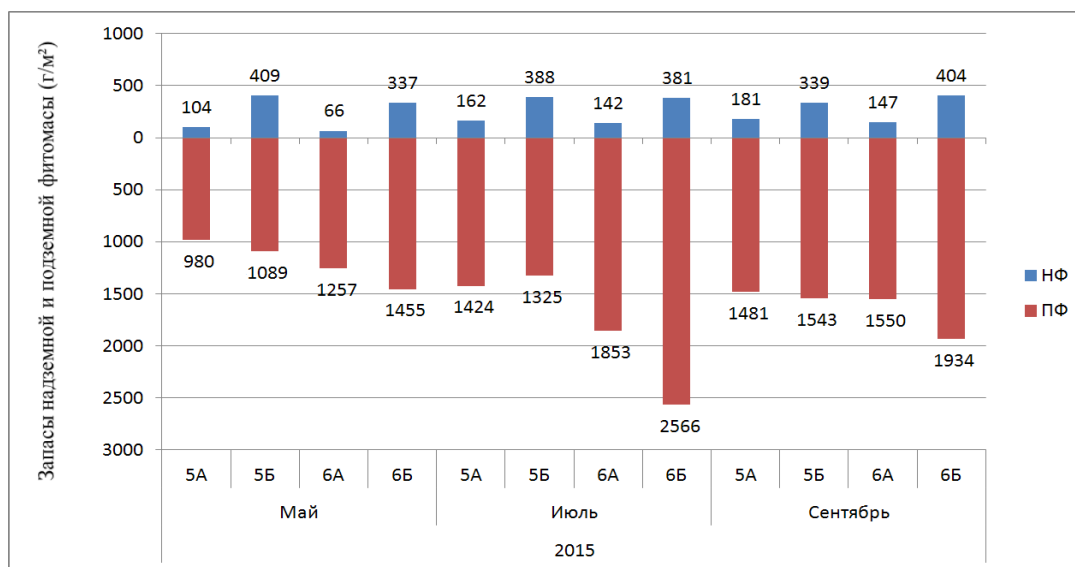


Рис. 5. Динамика запасов надземной (НФ) и подземной фитомассы (ПФ) в 2015 году

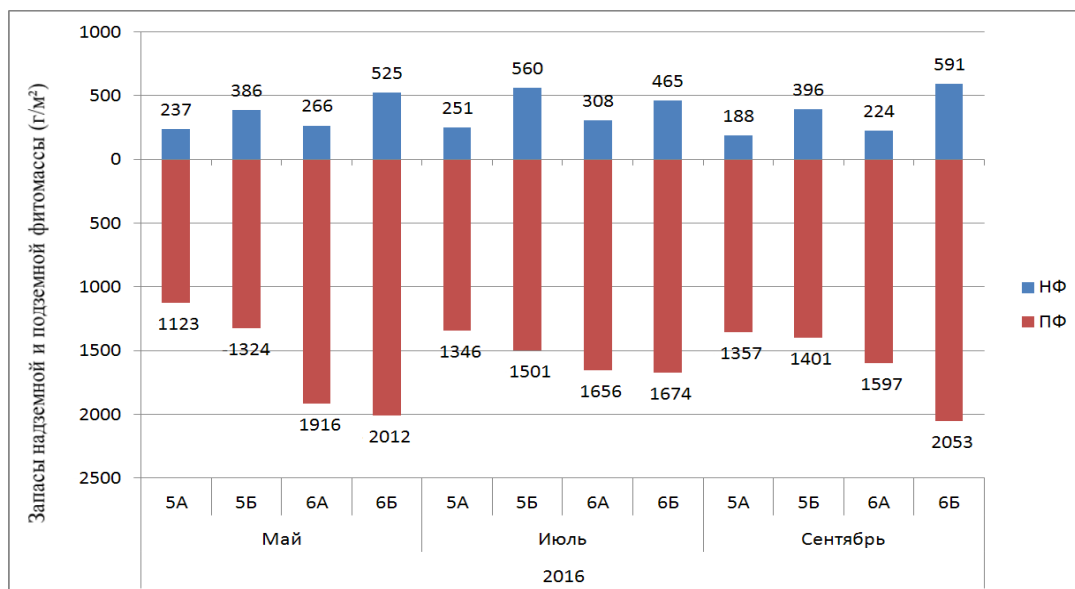


Рис. 6. Динамика запасов надземной (НФ) и подземной (ПФ) фитомассы в 2016 году

Таким образом, соотношение запасов надземной и подземной фитомассы горевших сообществ в разнотравно-дерновиннозлаковых степях постепенно приближаются к значениям, характерным для негоревших фитоценозов, в которых оно составляло в 2015 году – 2,5–7, в 2016 году – 2,5–4.

Отношение R/V в горевших и негоревших сообществах было почти одинаковым: в 2015 году 2,5–4 в горевших и 2–4 негоревших, в 2016 году от 2–3 и в тех и в других.

Соотношение R/G показывает, что в горевших сообществах для обеспечения 1 грамма живой надземной фитомассы водой и питательными веществами требовалось 8–18,5 г живых подземных органов в 2015 году, и 7–15 г в 2016 году. В контрольных сообществах в 2015–2016 годах для 1 г живой надземной фитомассы требуется 6–15 г подземной фитомассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные в разнотравно-дерновиннозлаковых степях течение двух вегетационных сезонов на территории участка «Буртинская степь» Оренбургского заповедника выявили, что на запасы подземной фитомассы горевших и контрольных площадок были близки и выгорание степных фитоценозов влияет на них незначительно. Общие запасы подземной фитомассы в слое 0–50 см в контрольных сообществах изменялись в 2015–2016 годах от 1089 г/м² до 2566 г/м², а в горевших от 920 г/м² до 1916 г/м². Статистически значимых различий между величинами общих запасов подземной фитомассы горевших и контрольных растительных сообществ не было выявлено. Наибольший вклад в общие запасы подземной фитомассы вносила живая подземная фитомасса. Ее запасы в 2015–2016 годах в контрольных сообществах изменялись от 734 г/м² до 2061 г/м², на горевших участках – от 736 г/м² до 1354 г/м². Статистически значимых различий между запасами живой подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ не выявлено ни в один из вегетационных сезонов. Однако, сезонная динамика запасов живой подземной фитомассы была сходной в пределах мониторингового участка и определялась скорее типом сообщества, а не его повреждением пожаром. Запасы подземной мортмассы в горевших сообществах изменялись в 2015–2016 годах от 184 г/м² до 562 г/м² – в горевших фитоценозах и от 285 г/м² до 545 г/м² – в контрольных. При сравнении значений запасов подземной мортмассы в 2015 году статистически значимых различий между этим показателем в горевшем и негоревшем фитоценозе не было выявлено, однако значительно изменилась их динамика. Во второй год исследования запасы подземной мортмассы контрольных сообществ статистически значимо различались только на участке № 5.

Результаты проведенного исследования дополняют данные о воздействии пожаров на растительный покров степей. По результатам исследования выявлены некоторые особенности постпирогенного изменения степных фитоценозов, в том числе динамики запасов надземной, подземной фитомассы, которые могут учитываться при сохранении степных экосистем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института степи УрО РАН «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

Список литературы

- Алиев С. А. Условия накопления и природа органического вещества почв. – Баку: АН АССР, 1966. – 281 с.
- Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
- Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
- Базилевич Н. И., Титлянова А. А., Смирнов В. В., Родин Л. Е., Нечаева Н. И., Левин Ф. И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 183 с.
- Бутуханов А. Б., Алтаев А. А., Годорхоева Т. Б., Содбоева С. Ч. Формирование структуры подземной массы растений лугово-степных сообществ в зависимости от пирогенного фактора // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XIII Убсунурского Международного симпозиума (Кызыл, 4-7 июля 2016 г.). – Кызыл: Изд-во ФГБОУ «Тувинский государственный университет», 2016. – С. 156–161.
- Вальтер Г. Алехин В. Основы ботанической географии. – М.; Л.: Биомедгиз, 1936. – 715 с.
- Гаджиев И. М., Королук А. Ю., Титлянова А. А., Андриевский В. С., Баяртогтох Б., Гришина Л. Г., Косых Н. П., Кыргыз Ч. О., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П., Самбуу А. Д., Смелянский И. Э. Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 299 с.
- Дапылдай А. Б. Динамика пирогенной растительности настоящих степей Центрально-Тувинской котловины // Вестник Тувинского государственного университета. – 2013. – № 2. – С. 152–155.
- Зоны и типы пояса растительности России и сопредельных территорий. Карта для высших учебных заведений. М. 1 : 8 000 000 / [Под ред. Г. Н. Огуреевой]. – М.: Интеграция, 1999а. – 2 л.
- Зоны и типы пояса растительности. Пояснительный текст и легенда к карте М. 1 : 8 000 000 / [Под ред. Г. Н. Огуреевой]. – М.: Интеграция, 1999б. – 64 с.
- Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М.: АН СССР, 1963. – 314 с.

- Климентьев А. И., Чибилёв А. А., Блохин Е. В., Грошев И. В. Красная книга почв Оренбургской области. – Екатеринбург: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, 2001. – 295 с.
- Полевая геоботаника. Т. III. / [Под общей редакцией Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина]. – М.: Издательство Акад. Наук СССР, 1964. – 530 с.
- Полевая геоботаника. Т. IV. / [Под общей редакцией Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина]. – Л.: Наука, 1972. – 330 с.
- Романова И. П. Структура надземной и подземной фитомассы и ее связь с почвенным органическим веществом в степях Тувы: На примере Убсу-Нурской котловины: дис. ... канд. биол. наук спец. 03.00.05 Ботаника, почвоведение. – Томск: ТГУ, 2002. – 213 с.
- Савиннова Н. И., Панкова Н. А. Корневая система растительности целинных участков степей Заволжья и новый метод ее изучения // Сборник памяти академика В. Р. Вильямса. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1942. – С. 177–218.
- Сафронова И. Н., Калмыкова О. Г. Вопросы зональности и роль заповедников в их решении // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1(6). – С. 1638–1641.
- Степной заповедник «Оренбургский»: физико-географическая и экологическая характеристика / [Под ред. А. А. Чибилёва]. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 167 с.
- Титлянова А. А. Изменение продуктивности степей при пастбищной нагрузке и при их восстановлении // Проблемы охраны генофонда и управление экосистемами в заповедниках степной и полупустынной зон: Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Аскания-Нова, 21-25 мая 1984 г.) – Аскания-Нова; М., 1984. – С. 118–182.
- Титлянова А. А., Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П. Корни, как компонент биоты почв Сибири в травяных экосистемах // Почвоведение. – 1994. – № 12. – С. 43–50.
- Титлянова А. А., Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. – Новосибирск: Наука, 1996. – 128 с.
- Титлянова А. А., Самбуу А. Д. Сукцессии в травяных экосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 191 с.
- Титлянова А. А., Шибарева С. В. Новые оценки запасов фитомассы и чистая первичная продукция степных экосистем Сибири и Казахстана // Известия РАН, серия географическая. – 2017. – № 4. – С. 43–55.
- Ушачева Т. И. Динамика накопления подземной фитомассы в почвах заповедника «Аскания-Нова» // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф. Е. Фальц-Фейна: Проблеми екомоніторингу та збереження біорізноманіття. – Асканія-Нова, 1998. – С. 136–139.
- Шалыт М. С. Методика изучения корневой системы травянистых полукустарниковых и кустарниковых растений и ценозов в естественных условиях // Полевая геоботаника. (Науч.- метод. записки Главного управления по заповедникам РСФСР. Вып. 12). – М., 1949. – С. 186–220.
- Шалыт М. С. Методика изучения морфологии и экологии подземных частей отдельных растений и растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 369–447.
- Ярошенко П. Д. Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1961. – 474 с.

Dusaeva G. Kh., Kalmykova O. G., Dusaeva N. V. Fire influence on dynamics of steppe phytocenoses below-ground phytomass in Burtinskaya steppe (Orenburg Reserve) // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 83–92.

Steppe ecosystems are the most vulnerable to the influence of the pyrogenic factor. The study of the regularities of the vegetation cover restoration in the burnt steppe phytocenoses is urgent, as it is connected with the wide spread of fires in the steppe zone at present time. The increasing frequency and area of fires indicate a tendency of fires intensification, which ultimately can lead to significant environmental consequences. The authors studied the effect of pyrogenic factors on the dynamics of below-ground phytomass stocks of steppe phytocenoses on the territory of the sector “Burtinskaya Steppe” in Orenburg Reserve. The research area is located in the steppe zone of the Zavolzhsk-Ural region. The total area of the sector is 45 km². In August 2014, more than 20 km² of protected steppe burned on the site. After the fire two monitoring plots were laid, each plot included a control (B) and a burnt (A) plot. The research was conducted in 2015–2016. The geobotanical descriptions, registration of the above-ground and below-ground phytomass were conducted in spring, summer and autumn periods for each community. The obtained samples of below-ground phytomass were washed, dried at 105 °C and weighed. All above-ground phytomass was dried to air-dry state. The comparison of unburned and fire-damaged plots at all sites did not reveal statistically significant differences according to the nonparametric Mann-Whitney U-test ($\alpha < 0.05$) in the total stocks of below-ground phytomass and stocks of living below-ground phytomass. Differences in the stocks of dead below-ground phytomass were revealed by the second year of the study at one plot.

Key words: stocks of below-ground phytomass, pyrogenic factor, steppe protected area, Orenburg Reserve, Orenburg region.

Поступила в редакцию 06.08.20

УДК 582.475:58.032(292.471)

Особенности водного обмена *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* в условиях прогрессирующей почвенной засухи Южного берега Крыма

Ильницкий О. А., Паштецкий А. В., Плугатарь Ю. В.

Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
Ялта, Республика Крым, Россия
pashteckiy@gmail.com

Изучена экофизиологическая реакция *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmbое на воздействие прогрессирующей почвенной засухи, определены зоны оптимума и пороговые значения влажности почвы, температуры и освещенности, ограничивающие фотосинтез и транспирацию данного вида в условиях Южного берега Крыма. Выявлены генотипические особенности *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* для поддержания оптимального в соответствии с условиями среды водного баланса. Найдены оптимумы исследуемых параметров: влажности почвы 55–70 % НВ, освещенности 500–1000 мкмоль/(м²с), видимого фотосинтеза 10–12 мкмоль/(м²с). Изучен экофизиологический ответ растений на водный дефицит, получена информация о влиянии его интенсивности и длительности. В результате глубокой засухи видимый фотосинтез снижается от 10–12 мкмоль/(м²с) при влажности почвы 56–58 % НВ до 0,31 мкмоль/(м²с), и равен суммарному дыханию при влажности почвы 21–22 % НВ. Доля суммарного дыхания от гроссфотосинтеза при сильном водном стрессе составляет 64–65 %, в отсутствие стресс-факторов – 25–30 %. После жесткой засухи и двух поливов для восстановления исследуемых параметров до исходных значений потребовалось примерно двое суток. Начало восстановления тургора после полива наступает через 1,5–2 ч. Найден температурный максимум нетто-фотосинтеза, который можно рассматривать как тепловую точку компенсации, и он равен 37 °С. При интродукции данного вида в разные регионы, результаты проведенных исследований позволяют сравнить полученные нами гидротермальные характеристики с климатическими условиями конкретного региона и оценить возможности его выращивания.

Ключевые слова: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, интенсивность видимого фотосинтеза, температурно-световые оптимумы, эколого-физиологическая характеристика.

ВВЕДЕНИЕ

Особенности климата Южного берега Крыма (ЮБК), являющимся регионом сухих субтропиков, позволяют сохранять естественную растительность, закладывать новые и реконструировать существующие зеленые насаждения, находящиеся в условиях микроклимата, формируемого окружающей средой (Анненков и др., 1984).

При подборе таких видов растений необходимо изучение различных процессов жизнедеятельности в условиях их произрастания.

Целью работы было исследование зависимостей интенсивности фотосинтеза *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmbое от основных факторов внешней среды при воздействии прогрессирующей почвенной засухи, позволяющих определить оптимальные и ограничивающие условия их произрастания (Плугатарь и др., 2015).

Скорость фотосинтеза быстро реагирует на изменение внешних условий и отражает состояние растения на всех стадиях онтогенеза. Считается, что максимально возможная величина скорости фотосинтеза генетически детерминирована (Meletiyou-Christou, Rhizoroulou, 2017). Полученные результаты исследований позволяют интерпретировать их как потенциальную эколого-физиологическую характеристику изучаемого вида.

Известно мало работ по изучению реакции данного вида на сезонные изменения климата в условиях Крыма и юга Украины (Korshikov et al., 2004; Korshikov et al., 2011) и толерантности их к летней засухе, а также у растений произрастающих в Средиземноморском

регионе сухих субтропиков, в том числе и на различных видах и подвидах сосны черной *Pinus nigra* subsp.

Сосна чёрная *Pinus nigra* subsp. *laricio* занимают собой значительную часть площади лесов ($3,5 \times 10^6$ га) в Средиземноморском регионе, от Марокко до Турции. Для исследования сезонного функционирования и толерантности к летней засухе (университет Корсики – Франция), провели полевые исследования на данном виде в естественном горном сосновом лесу (Lara et al., 2017). В ответ на летнюю засуху, наблюдается снижение газообмена и ксилемного потока, которое регулируется устьичной проводимостью. В то же время увеличивается эффективность использования воды и снижение ограничения проводимости мезофилла. Такая реакция на летнюю засуху показывает, возможности *Pinus nigra* subsp. *laricio* пройти физиологическую адаптацию к изменению климата. В бассейне Средиземного моря, количество осадков, как ожидается, снизится более чем на 25–30 % к концу 21-го века, вероятно, сопровождаясь повышением на 4–5 °С среднегодовых температур (Giorgi, Lionello, 2008).

Кроме того, эти результаты служат важной основой для дальнейшего понимания экофизиологических ответов на изменяющиеся факторы окружающей среды.

Исследования по изучению потоков углерода от листовой поверхности до ландшафтного уровня в условиях засухи (Sperlich et al., 2015) проводились в парке Коллсерола, (Барселона, Испания) на различных видах, в том числе и на сосне алеппской (*Pinus halepensis* Mill.). Авторы изучали зависимость сезонной акклиматизации фотосинтеза и морфологии в освещенных солнцем и затененных листьях в естественных условиях. Сильная засуха индуцировала раннее старение листьев и при этом значительно увеличилась масса листа на единицу площади. Затемненные листья (хвоя) имели более низкие фотосинтезирующие потенциалы и не смогли смягчить негативные последствия в периоды стресса. Проведенные исследования объясняют реакцию растительности на абиотические стрессы и обладают большим потенциалом для снижения неопределенности в наземных биосферных моделях, особенно в условиях засухи.

Для разработки научных основ выращивания саженцев и изучения влияния интенсивности светового излучения на фотосинтетические характеристики и эффективность водопользования *Pinus tabulaeformis* (родина – бассейн Средиземного моря, Китай) была проведена серия опытов в полузасушливой области на опытной станции Пекинского лесотехнического университета (Zhang et al., 2007).

Результаты исследований показали, что интенсивность видимого фотосинтеза и транспирации при возрастании освещенности увеличивались, однако из-за нехватки воды в почве, устьичная проводимость уменьшается и может создать защитный механизм для предотвращения большего потребления воды и газообмена листьев.

Показано, что саженцы *Pinus tabulaeformis* особенно страдают от сильного света, приводящего к сдерживанию роста. Полученные результаты исследований позволили разработать научные основы выращивания саженцев для регионов с экстремальными факторами внешней среды.

Цель настоящей работы – изучение экофизиологической реакции *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* на воздействие прогрессирующей почвенной засухи, определение зоны оптимума и пороговых значений влажности почвы, температуры и освещенности, лимитирующих фотосинтез вида на ЮБК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сосна крымская (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Средиземноморский горный, доминирующий вид. Ареал растения включает Крым, главным образом южный склон Яйлы, юг Украины и Кавказ (Korshikov et al., 2004, 2011). Дерево высотой 20–30 (до 45) м. Крона широкая, пирамидальная, у более старых деревьев плоская, зонтикообразная. Ветви горизонтальные, с загнутыми вверх побегами. Кора чёрная или тёмно-бурая, глубоко-бороздчатая, в верхней части ствола красноватая. Молодые побеги жёлто-бурые, блестящие.

Почки крупные с прямыми, не отогнутыми чешуями, хвоя тёмно-зелёная, плотная, несколько изогнутая, длиной 8–12 см, шириной 1,6–2,1 мм. «Пылит» сосна крымская в начале мая. Шишки крупные, с коричневыми лоснящимися щитками. Семена темно-серые, крапчатые, матовые, крупнее, чем у сосны обыкновенной. Шишки созревают в августе – сентябре на третьем году вегетации. В ареале, в основном, произрастает на каменистых почвах, содержащих известь. Хорошо растёт на суглинистых и глинисто-известняковых почвах. Сосна крымская очень светолюбива и относительно влаголюбива. Хорошо развивается как в нижнем, так и среднегорном и верхнем лесном поясе на высотах 500–900 м над уровнем моря. На высотах выше 700 м, в условиях, с повышенной влажностью и более частыми осадками в виде дождя и снега, крымская сосна имеет наиболее интенсивный прирост, и формирует сомкнутые древостои (Korshikov et al., 2011).

Исследования проводились в условиях теплицы на территории центрального отделения Никитского ботанического сада (участок «Лавровое»). Растения – саженцы 3–4 лет, выращенные из черенков. Время проведения опытов: апрель – ноябрь 2017–2018 годы.

Для непрерывной автоматической регистрации газообмена интактных листьев (хвои), роста растений и водного баланса использовали монитор фотосинтеза РТМ-48А и фитомонитор РМ-11z (Ильницкий и др., 2018). Система монитора РТМ-48А оснащена четырьмя листовыми камерами, подключенными к монитору. Рабочая зона стандартной камеры LC-4В составляет 20 см² и применима для самых разных листьев. Датчик температуры дополнительно установлен в камере LC-4В для измерения устьичной проводимости листа. Измерение суммарной скорости фотосинтеза в верхней части побега на хвое первого года вегетации проводили каждые 15–20 минут. Естественная концентрация CO₂ в воздухе равнялась, примерно, 0,04 %. Для характеристики газообмена листьев использовали значения видимого фотосинтеза (Pn, мкмоль/(м²с)) и устьичной проводимости (gs, мм/с) в диапазоне фотосинтетического активного излучения (I) от 0 до 2000 мкмоль/(м²с). Фотосинтетически активную радиацию и другие параметры окружающей среды: температуру и влажность воздуха измеряли датчиками метео-модуля РТН-48, подключенными к цифровому входу системы РТМ-48А. Температуру хвои – датчиком LT-1P, влажность почвы – датчиком SMS-5P, подключенными к аналоговым входам РТМ-48А.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием прикладных компьютерных программ Statistica 10 (“Statsoft Inc.”, США) и Microsoft Excel 2010. Для моделирования и сглаживания двумерных данных использованы методы наименьших квадратов и робастной локально-взвешенной регрессии (Statistica 10). Все расчеты осуществляли при уровне значимости $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения динамики интенсивности нетто фотосинтеза – *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* и основных факторов внешней среды была проведена серия опытов в тепличных условиях, что позволило определить оптимальные и ограничивающие условия произрастания данного вида. Результаты исследований позволяют получить ряд экологических и физиологических характеристик жизнедеятельности данного вида в условиях его произрастания.

В наших исследованиях в начале опыта при влажности почвы (Wп) в сосудах 20–22 % (56–58 % НВ) наблюдали стабильный суточный газообмен (рис. 1а), и различия между опытным и контрольным растениями видимым фотосинтезом были незначительными Pn1, Pn2=10–12 мкмоль/(м²с). После прекращения полива опытных растений вследствие интенсивной эвапотранспирации содержание влаги в почве быстро уменьшалось. При снижении влажности почвы до значения 17–18 % (48–50 % НВ) значения видимого фотосинтеза между опытными и контрольными растениями составляли соответственно 9,5 и 10,5 мкмоль/м²с и почти не различались (рис. 1б). Дальнейшее снижение влажности почвы до 7–9 % (18–20 % НВ) привело к резкому уменьшению скорости видимого фотосинтеза – практически до нуля (рис. 1б).

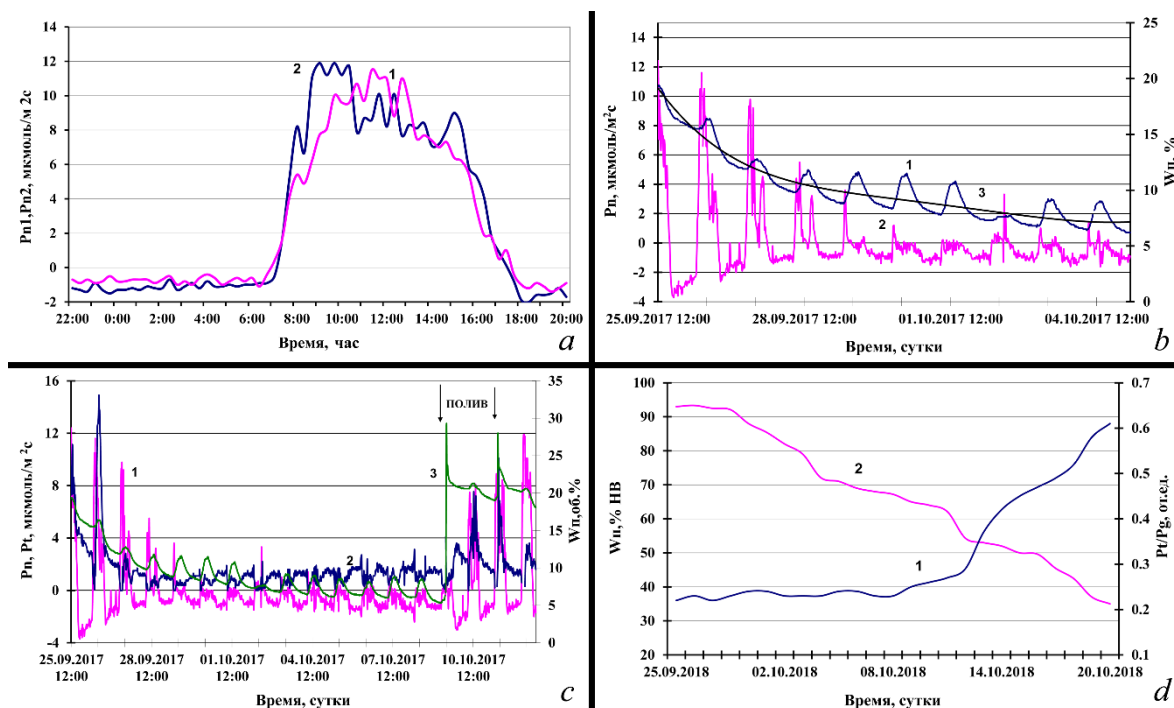


Рис. 1. Зависимость фотосинтетической активности и водного режима хвои от влагообеспеченности растения в условиях почвенной засухи

a – между скоростью видимого фотосинтеза опытного (1) и контрольного (2) растений; b – скоростью видимого фотосинтеза (2) и влажностью почвы (1), линия тренда (3); c – скоростью видимого фотосинтеза (1), суммарного дыхания листа (2) и влажностью почвы (3); d – соотношением R_t / P_g (2) и влажностью почвы (1).

Важную роль в клетках фотосинтезирующих органов растений на свету играет дыхание, а поддержание энергетического баланса между двумя основополагающими процессами – фотосинтезом и дыханием – основа адаптации растений в ответ на воздействие стрессовых факторов (Гармаш, 2016). Основная цель механизма регуляции энергетического баланса – установление при стрессе нового равновесного состояния основных энерготрансформирующих процессов и, соответственно, нового соотношения дыхания и фотосинтеза. Суммарное дыхание (R_t) включает фотодыхание (R_{PR}), реакции Мелера, темновое (R_D) или митохондриальное дыхание (цикл Кребса, гликолиз, дыхательная цепь) (Рахманкулова, 2009).

Эти соотношения процессов фотосинтеза и дыхания (рис. 1c) отражают состояние оптимального энергетического баланса растений, когда приход (ассимиляция в процессе фотосинтеза) максимизирован, а расход (окисление в процессе дыхания) является минимальным (Рахманкулова, 2009). По мнению некоторых авторов, фотодыханию принадлежит особая координирующая роль в регуляции энергетического баланса (Дроздов, 1995).

В условиях прогрессирующей почвенной засухи от умеренной к жесткой (до 18–20 % НВ) комплексное воздействие водного дефицита и высоких температур приводило к ингибированию фотосинтеза и дыхания (рис. 1c).

На протяжении опыта (25 сентября – 13 октября) наблюдалось синхронное снижение этих параметров и перед поливом – световой фотосинтез (P_n) и суммарное дыхание (P_t) до величины 0,31 мкмоль/(м²с) при влажности почвы 8–9 % (21–22 % НВ). Полив был проведен 9 октября в 11:40, а через сутки после полива $P_n = P_t = 7,5$ мкмоль/(м²с). Начало восстановления тургора после полива наступает через 1,5–2 ч. Перед повторным поливом (11 октября в 10:00) наблюдалось увеличение исследуемых параметров до $P_n = 8,9$ мкмоль/(м²с). Спустя сутки

после полива (12 октября в 13:00) наблюдалось восстановление видимого фотосинтеза до $P_n=11-12$ мкмоль/(м²с) при $W_p=58-60$ % НВ. Таким образом, для восстановления исследуемых параметров поле глубокой засухи до исходных значений потребовалось примерно двое суток. Засуха и высокие температуры вызывают закрытие устьиц, что ограничивает поступление CO₂ в хлоропласт, тем самым активируя оксигеназную функцию Рубиско и впоследствии фотодыхание. Для многих растений была найдена прямая зависимость между активизацией фотодыхания и толерантностью к абиотическим стрессам – засухе, солевому стрессу, высоким интенсивностям освещения, высоким температурам и другим (Рахманкулова, 2009).

Для оценки адаптационных затрат растений при водном стрессе использовали интенсивность гроссфотосинтеза (истинного фотосинтеза) и суммарного дыхания (рис. 1d). Доля дыхательных затрат (R_i) от истинного фотосинтеза (P_g) служит интегральным показателем энергетического баланса целого растения (R_i / P_g) и согласованности основных физиологических процессов – фотосинтеза, дыхания, транспорта ассимилятов, роста и других. Показано, что при выращивании растения в оптимальных условиях это соотношение достаточно консервативно и видонеспецифично. Известно, что даже небольшое отклонение внешних условий от оптимальных, приводит к изменению соотношения R_i / P_g , как правило, в сторону увеличения в результате возникновения дополнительных дыхательных затрат на адаптацию растений (R_a), возрастания диссипативных процессов или снижения гроссфотосинтеза. Именно фотосинтез и дыхание – главные продуценты АФК, которые, накапливаясь в избыточном количестве, сигнализируют о дисбалансе R_i / P_g , запускают процессы антиоксидантной защиты, что способствует установлению баланса между ними. При стрессе, как правило, это соотношение возрастает за счет увеличения суммарного дыхания на величину R_a (адаптационная составляющая дыхания), которая более значительна у менее устойчивых к конкретному стрессу вида растений (Larcher, 2003). Согласно принципу энергетического минимума, новое соотношение R_i / P_g , имеет минимально возможное в данных условиях значение.

Установлено, что при отсутствии прогрессирующей почвенной засухи при влажности почвы с 56–58% НВ доля дыхательных затрат от истинного фотосинтеза по сравнению с контролем составляла примерно 30 %. При снижении влажности почвы до 18–20 % НВ доля дыхательных затрат R_i / P_g увеличилась до 65 % по сравнению с контролем (рис. 1d), что, на наш взгляд, служит защитной реакцией на обезвоживание. Полученные соотношения процессов фотосинтеза и дыхания, определяющих материальный и энергетический баланс системы, отражают закономерности количественной организации целого растения в оптимальных условиях и под воздействием данного стресса (Дроздов, Курец, 2003).

Для различных видов растений (засухоустойчивых или влаголюбивых) оптимальное значение влажности почвы может варьировать в широких пределах и этот показатель также может сильно различаться. Интенсивность факторов, обеспечивающих достижение оптимума видимого фотосинтеза, позволяет определить экологические оптимумы исследуемого генотипа (Meletiou-Christou, Rhizopoulou, 2017). Мы определили зоны эколого-физиологического оптимума изучаемого вида как функцию $P_n=f(I, W_s)$ (рис. 2a). Вверху графика приведены уравнения нелинейных регрессий зависимостей между этими параметрами. За зону оптимума принимали условия среды, обеспечивающие интенсивность газообмена или другого зависящего параметра выше 90 % максимального (Рахманкулова, 2009). Найдены оптимумы исследуемых параметров и уравнения нелинейной регрессии (рис. 2a): $W_p=55-70$ % НВ, $I=500-1000$ мкмоль/(м²с), $P_n=10-12$ мкмоль/(м²с).

Определена зависимость ширины открывания устьиц от увеличения уровня углекислого газа в листьях при повышении температуры и низкой влажности почвы и воздуха (усиление дыхания и фотодыхания), а также водного дефицита в тканях при высоких температурах (рис. 2b).

При перегреве хвои продуктивность фотосинтеза резко снижается и одновременно высвобождается большое количество CO₂ при повышении интенсивности дыхания (R_i),

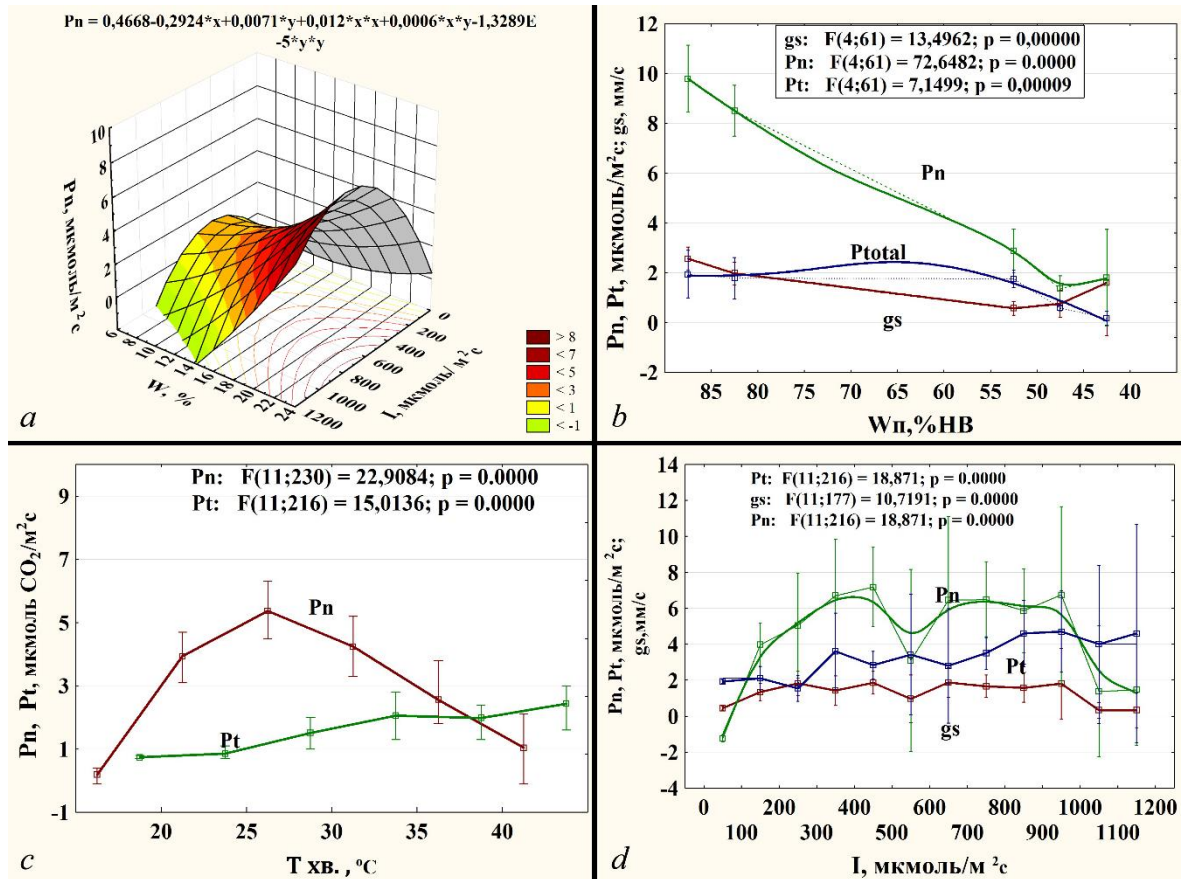


Рис. 2. Зависимость различных процессов жизнедеятельности *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* а – скорости видимого фотосинтеза (P_n) от влажности почвы ($W_{\text{п}}$) и освещенности (I); б – скорости видимого фотосинтеза (P_n), суммарного дыхания (P_t), устьичной проводимости (g_s) от влажности почвы ($W_{\text{п}}$); в – скорости видимого фотосинтеза (P_n), суммарного дыхания (P_t) от температуры хвои ($T_{\text{хв.}}$); д – скорости видимого фотосинтеза (P_n), суммарного дыхания (P_t), устьичной проводимости (g_s) от освещенности (I).

оптимальные температуры которого выше, чем у фотосинтеза. В этих условиях дыхание служит поставщиком энергии для репарации поврежденных органелл и клеточных функций. Кривые фотосинтеза и дыхания в определенной точке пересекаются, и отмечается равновесие между повышением скорости дыхания и ингибированием нетто-фотосинтеза (рис. 2с). Для данного вида температурный максимум нетто-фотосинтеза (так называемая, тепловая точка компенсации) равен 37°C (Larcher, 2003).

Определена взаимосвязь между устьичной проводимостью, видимым фотосинтезом, дыханием и интенсивностью освещенности (рис. 2д). Между P_n и g_s существует положительная корреляционная зависимость, между P_t и g_s – отрицательная. Для P_n оптимальный диапазон освещенности находится при $I=500\text{--}1000$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{c})$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены генотипические особенности *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* для поддержания оптимального в соответствии с условиями среды водного баланса. Найдены оптимумы исследуемых параметров: $W_{\text{п}}=55\text{--}70$ % HB, $I=500\text{--}1000$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{c})$, $P_n=10\text{--}12$ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{c})$.

Экофизиологическая реакция растений на водный дефицит позволила получить информацию о влиянии длительности и интенсивности и водного стресса.

В результате глубокой засухи P_n снижается от $P_n=10-12$ мкмоль/(м²с) при $W_p=56-58$ % НВ до $P_n=P_t=0,31$ мкмоль/(м²с) при $W_p=21-22$ % НВ.

Доля суммарного дыхания от гроссфотосинтеза при сильном водном стрессе составляет 64–65 %, в отсутствие стресс-факторов – 25–30 %.

После жестокой засухи и двух поливов для восстановления исследуемых параметров до исходных значений потребовалось примерно двое суток. Начало восстановления тургора после полива наступает через 1,5–2 ч.

Найден температурный максимум нетто-фотосинтеза, который можно рассматривать как тепловую точку компенсации, и он равен 37 °С.

При интродукции данного вида в разные регионы, результаты проведенных исследований позволяют сравнить полученные нами экофизиологические характеристики с климатическими условиями конкретного региона и оценить возможности его выращивания.

Список литературы

- Анненков А. А., Иванов В. Ф., Хохрин А. В., Акимов Ю. А. Методические рекомендации по изыскательским работам для проектирования объектов озеленения в Крыму. – Ялта, 1984. – 26 с.
- Гармаш Е. В. Митохондриальное дыхание фотосинтезирующей клетки // Физиология растений. – 2016. – Т. 63, № 1. – С. 17–30.
- Дроздов С. Н. Влияние света и температуры на нетто-фотосинтез и дыхание *Betula pendula* var. *pendula* и *Betula pendula* var. *carelica* (Betulaceae) / С. Н. Дроздов, Э. Г. Попов, В. К. Курец и др. // Ботанический журнал. – 1995. – Т. 80, № 3. – С. 60–64.
- Дроздов С. Н., Курец В. К. Некоторые аспекты экологической физиологии растений. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 172 с.
- Ильницкий О. А., Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П. Методология, приборная база и практика проведения фитомониторинга. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 233 с.
- Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П., Ильницкий О. А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 162 с.
- Рахманкулова З. Ф. Уровни регуляции энергетического обмена в растении // Вестник Башкирского университета. – 2009. – Т. 14, № 3 (I). – С. 1141–1154.
- Рахманкулова З. Ф. Энергетический баланс целого растения в норме и при неблагоприятных внешних условиях // Журнал общей биологии. – 2002. – Т. 63. – С. 239–248.
- Giorgi F., Lionello P. Climate change projections for the Mediterranean region // Global and Planetary Change. – 2008. – Vol. 63, P. 90–104. DOI:10.1016/j.gloplacha.2007.09.005.
- Korshikov I. I., Ducci F., Terliga N. S., Bychkov S. A., Gorlova E. M. Allozyme variation of *Pinus pallasiana* D. Don in Natural Crimean populations and in plantations in technogenously-polluted areas of the Ukraine steppes // Annals of Forest Science. – 2004. – Vol. 61. – P. 389–396. DOI: 10.1051/forest:2004032.
- Korshikov I. I., Mudrik E. A., Krasnoshtan O. V., Velikorid'ko T. I., Kalafat L. A., Podgornii D. Yu. Age Dynamics of the Population Gene Pool of the Crimean Pine (*Pinus pallasiana* D. Don) in Crimea // Cytology and Genetics. – 2011. – Vol. 45, N. 1. – P. 33–37.
- Lapa G., Morandini F., Ferrat L. Sap flow and photosynthetic response to climate and drought of *Pinus nigra* in a Mediterranean natural forest // Trees. – 2017. – Vol. 31, issue 5. – P. 1711–1721. DOI 10.1007/s00468-017-1580-0.
- Larcher W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. – 506 p.
- Meletiου-Christou M. S., Rhizopoulou S. Leaf functional traits of four evergreen species growing in Mediterranean environmental conditions // Acta Physiologiae Plantarum. – 2017. – V. 39, N 1. – P. 34–46. DOI: 10.1007/s11738-016-2330-4.
- Sperlich D., Chang C. T., Peñuelas J., Gracia C., Sabaté S. Seasonal variability of foliar photosynthetic and morphological traits and drought impacts in a Mediterranean mixed forest // Tree Physiology. – 2015. – Vol. 35. – P. 501–520. DOI:10.1093/treephys/tpv017.
- Zhang W. Q., He K. N., Wang Y. Q., Wang B. T., Deng J. T., Zhou Y., Zhong X. J., Li Z. Q. Effects of light radiation intensity on photosynthetic characteristics and water use efficiency of *Platycladus orientalis* and *Pinus tabulaeformis* seedlings // Frontiers of Forestry in China. – 2007. – Vol. 2, issue 2. – P. 192–197. DOI: 10.1007/s11461-007-0031-2.

Ilitsky O. A., Pashtetsky A. V., Plugatar Yu. V. Water relation features of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* under progressive soil drought stress of the Southern Coast of Crimea // Ekosistemy. 2020. Iss. P. 93–100.

The ecophysiological reaction of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe on the effects of progressive soil drought, the zones of optimum and threshold values of soil moisture, temperature and illumination, limiting photosynthesis and transpiration of this species in the conditions of the Southern Coast of Crimea were determined. The genotypic features of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* for maintainance of optimal water balance in accordance with the environmental conditions were identified. The optimum values of the studied parameters were found: $W_s = 55\text{--}70\%$ FC, $I = 500\text{--}1000\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$, $P_n = 10\text{--}12\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$. The ecophysiological response of plants to water deficiency was studied, information was obtained on the effect of the intensity and duration of water stress. In result of deep drought, P_n decreases from $P_n = 10\text{--}12\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ at $W_s = 56\text{--}58\%$ FC to $P_n = P_{\text{total}} = 0.311\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\text{s})$ at $W_s = 21\text{--}22\%$ FC and was equal to dark respiration with soil humidity of 21–22 % HB. The share of total respiration from gross-photosynthesis influenced by strong water stress is 64–65 %, in the absence of stress-factors it was 25–30 %. The restoration of the studied parameters to their original values after a severe drought and two irrigations took about two days. The restoration of turgor after watering began in 1.5–2 hours. The maximum temperature of the net photosynthesis, which can be considered a thermal compensation point was found and it was equal to 38 °C. When this species was introduced to different regions, the results of the conducted studies allowed to compare the obtained hydrothermal characteristics with the climatic conditions of a particular region and evaluate the possibilities of its cultivation.

Key words: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, intensity of visible photosynthesis, temperature and light optimum, ecological and physiological characteristics.

Поступила в редакцию 31.08.20

Сравнительный анализ морфолого-анатомической структуры годовичных слоев сосны обыкновенной в мшистом и орляковом типах леса

Хох А. Н.¹, Звягинцев В. Б.²

¹ Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь
Iann1hoh@gmail.com

² Белорусский государственный технологический университет
Минск, Республика Беларусь
mycolog@tut.by

Известно, что жизненная форма любого растения определяется его наследственными качествами. Однако в зависимости от условий места произрастания в природе наблюдается некоторая вариационность не только внешних особенностей одних и тех же растений, но и признаков их анатомического строения. В статье представлены результаты исследований клеточных структур годовичных слоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающей в мшистом (*Pinetum pleurozium*) и орляковом (*Pinetum pteridiosum*) типах леса. В соответствии с принятыми в области лесоведения и лесной таксации методиками заложено по 10 временных пробных площадей для каждого из исследуемых типов леса. С учетом строения годовичных слоев у хвойных в исследовании были определены количественные параметры радиального прироста и основных размерных показателей ранних и поздних трахеид. Установлено, что к наиболее изменчивым относится ширина годовичного слоя и количество трахеид в радиальном ряду, к наименее – тангенциальные размеры трахеид. В целом обобщение полученных данных показало, что из исследованных 16 размерных характеристик сосняк мшистый характеризуется большими значениями радиального диаметра ранних трахеид (6 %) и их полостей (3 %), а также большей площадью полостей (7 %), сосняк орляковый, в свою очередь, имеет большую ширину поздней древесины в годовичном слое (16 %) и количество поздних трахеид (10 %). На этом основании, с целью снижения временных затрат на проведение исследований в дальнейшем рекомендуется проводить измерения только данных параметров. Проведенный кластерный анализ подтвердил правильность выбранных показателей для установления типа леса.

Ключевые слова: тип леса, сосна обыкновенная, микроанатомическая структура, трахеиды, кластерный анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Сосна обыкновенная в условиях умеренного климата является природно-прогрессивным эдификатором с наиболее широким диапазоном экологической пластичности по отношению к таким важнейшим средообразующим факторам как богатство и увлажненность почвы (Юркевич, 1984). Сосняки успешно произрастают на гидротопках от очень сухих до мокрых и в трофотопках от боров до субдубрав. Этим обусловлено богатство лесотипологической структуры лесов сосновой формации. Среди выделенных геоботаниками 13 типов леса в Республике Беларусь преобладают сосняки мшистые, орляковые и черничные, занимающие в совокупности более 2/3 площади сосновых лесов. Столь широкое различие почвенных условий мест произрастания сосняков обуславливает существенные различия в отклике радиального прироста на факторы экзогенного характера.

В настоящее время для Республики Беларусь выделяют 3 группы сосняков, обладающих схожими характеристиками радиального прироста: 1 – произрастающие на почвах неустойчивого и нормального увлажнения (*Pinetum cladinosum*, *Pinetum vaccinosum*, *Pinetum cladinosum*, *Pinetum pleurozium*, *Pinetum pteridiosum*, *Pinetum oxalidosum* и *Pinetum myrtillosum*); 2 – произрастающие на почвах избыточного увлажнения (сосняки *Pinetum ledosum* и *Pinetum polytrichosum*), 3 – произрастающие на верховых болотах (*Pinetum caricoso-sphagnosum* и *Pinetum sphagnosum*) (Хох, 2019). Их дифференциация основана на сравнении угнетений прироста и формы древесно-кольцевых хронологий.

Таким образом, любое растение является индикатором условий внешней среды его местообитания (Górska, 2019), а это справедливо и для каждой отдельной его клетки. Более того, информация о кратковременных изменениях внешней среды, содержащаяся в клеточных структурах, значительно многообразнее, чем информация, заключенная на макроуровне (Кищенко, 2014; Andrianantenaina, 2019), что указывает на актуальность проведения исследований в данной области.

Мы полагаем, что совокупность дендрохронологической информации и сведений о клеточных структурах должна привести к сужению групповой принадлежности и вывести на новый уровень решение вопросов, связанных с установлением условий произрастания.

С учетом доминирования в республике суходольных сосняков, их высокой продуктивности, хозяйственной ценности и лучшего качества получаемых сортиментов, в качестве объектов исследования нами были выбраны сосновые насаждения мшистого и орлякового типов леса, занимающие в совокупности более 60 % площади сосновых лесов.

Цель работы – выяснить возможность проведения дифференциации сосняков, произрастающих в мшистом и орляковом типах леса, по микроанатомической структуре годовичных слоев.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использован дендрохронологический материал (буровые керны) с 20 временных пробных площадей (далее – ВПП), заложенных во время полевых работ в 2016–2017 годы на территории Брестской области Республики Беларусь; по 10 для каждого из исследуемых типов леса. Буровые керны отбирались у деревьев сосны высших классов Крафта (господствующие и согосподствующие) возрастным буром «Haglof» с противоположных сторон перпендикулярно-продольной оси ствола дерева на высоте 1,3 м от поверхности земли (Шиятов, 2000).

Определение состава и структуры сосновых насаждений на них проводилось с использованием общепринятых в геоботанике, лесоводстве и лесной таксации методов (Мелехов, 2004). При характеристике ВПП учитывались стандартные характеристики: относительное положение места, состав пород, средний диаметр, высота и возраст модельных деревьев, почвенные характеристики, густота, состав подроста, его высота и возраст.

Краткая лесоводственно-таксационная характеристика объектов исследования представлена в таблице 1.

С каждой ВПП исследовалось по 10 буровых кернов. Подготовка микропрепаратов для последующего изучения морфолого-анатомических параметров заключалась в размягчении кернов путем вываривания в кипятке в течение 15 мин., получении поперечных срезов древесины толщиной 20 мкм с помощью санного микротомы Leica SM2010R с ручным управлением и закреплении полученных препаратов в глицерине.

Препараты срезов анализировались с помощью программы MCview (ЛОМО-Microsystems, РФ) в последних 20 годовичных слоях керна для более достоверного сравнения, размерные характеристики измерялись в 5 рядах клеток в каждом слое «методом сплошного измерения» с точностью ≤ 2 мкм. Средние показатели получали усреднением результатов измерений по годовичным слоям каждого из исследованных деревьев на ВПП. Полученные данные в дальнейшем автоматически преобразовывались в сводную электронную таблицу формата .xlsx. Для разграничения ранних и поздних трахеид применяли «правило Морка», согласно которому поздние трахеиды начинаются с клетки, у которой радиальная толщина двойной клеточной стенки больше или равна полуширине люмена (Barnett, 2009).

Статистическая обработка материалов исследования проводилась с использованием статистических пакетов Microsoft Excel v.10.0, SPSS v.22.0 и Statistica v.10.0. Применялись следующие методы: одномерная описательная статистика для каждого из исследуемых параметров, сравнение двух средних с использованием t-критерия для независимых выборок (различия считали достоверными при $p < 0,05$), кластерный анализ.

Таблица 1

Общие сведения об исследованных древостоях сосны обыкновенной

Тип леса	№№ ВПП	Лесничество	Квартал, выдел	ТУМ	Состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота
Сосняк мшистый	1	Брестское	1, 26	A2	10С	85	I	0,7
	2	Брестское	8, 3	A2	9С1Б	95	II	0,6
	3	Брестское	11, 11	A2	10С+Д+Б	100	II	0,7
	4	Пелищенское	164, 12	A2	10С	85	I	0,5
	5	Пелищенское	161, 5	A2	10С+Б	85	I	0,6
	6	Пелищенское	123, 5	A2	8С2Б+ОС	95	I	0,5
	7	Пелищенское	114, 67	A2	8С2Б+ОС	95	I	0,5
	8	Высоковское	36, 4	A2	10С	95	I	0,6
	9	Высоковское	36, 11	A2	10С+Б	95	I	0,5
	10	Высоковское	36, 13	A2	10С	95	I	0,7
Сосняк орляковый	11	Брестское	6, 13	B2	10С	90	I	0,6
	12	Брестское	7, 5	B2	8С2Б	95	I	0,7
	13	Брестское	8, 14	B2	9С1Б	90	I	0,7
	14	Брестское	49, 3	B2	10С	95	I	0,7
	15	Пелищенское	4, 1	B2	10С	85	I	0,7
	16	Пелищенское	51, 7	B2	10С	85	I	0,7
	17	Пелищенское	51, 7	B2	10С+Б	85	I	0,7
	18	Пелищенское	52, 9	B2	10С+Б	85	I	0,7
	19	Каменецкое	2, 11	B2	10С	95	I	0,6
	20	Каменецкое	2, 22	B2	10С	100	I	0,6

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего, отметим, что показатель точности опыта при определении средней арифметической величины размерных характеристик морфолого-анатомической структуры годичных слоев сосны обыкновенной не превышал 5 %, коэффициент вариации – 17 %, а показатель достоверности среднего значения не опускался ниже 18 %, то есть рассчитанные средние значения являются достоверными.

Поскольку важным условием, определяющим возможность применения параметрических методов (t-критерий), является подчинение анализируемых данных закону нормального распределения, прежде всего для каждого измеряемого параметра была проведена проверка нормальности распределения с помощью W-теста Шапиро-Уилка. В результате установлено, что для всех параметров $p > 0,05$, поэтому можно заключить, что анализируемые распределения не отличаются от нормального. Пример гистограммы распределения значений признака и ожидаемой нормальной кривой представлен на рисунке 1.

По результатам проведенного исследования установлено, что наиболее изменчивыми признаками древесины сосны являются ширина годичного слоя и число ранних и поздних трахеид в радиальном ряду. У 20 исследуемых ВПП индивидуальная изменчивость числа клеток варьирует от 11 до 18 %, ширины годичного кольца от 11 до 27 %. В свою очередь, тангенциальные размеры трахеид наименее подвержены изменению количественных характеристик (коэффициент вариации составил около 2 %), а потому в ряде исследований данные параметры вообще не учитывают (Björklund, 2020).

Сравнивая полученные значения исследуемых морфолого-анатомических характеристик, можно отметить, что различий в средней ширине годичных слоев между сосняком мшистым и сосняком орляковым не выявлено, что косвенно подтверждает тот факт, что общие тенденции древесно-кольцевых хронологий (многолетние и погодичные колебания) для данных типов леса весьма схожи. По ширине поздней древесины для исследованных типов леса были выявлены статистически значимые различия (рис. 2 и рис. 3). При этом отметим, что корреляция между шириной годичного слоя у сосняка мшистого была более сильной ($r > 0,8$; $p < 0,05$), чем у сосняка орлякового ($r < 0,8$; $p < 0,05$).

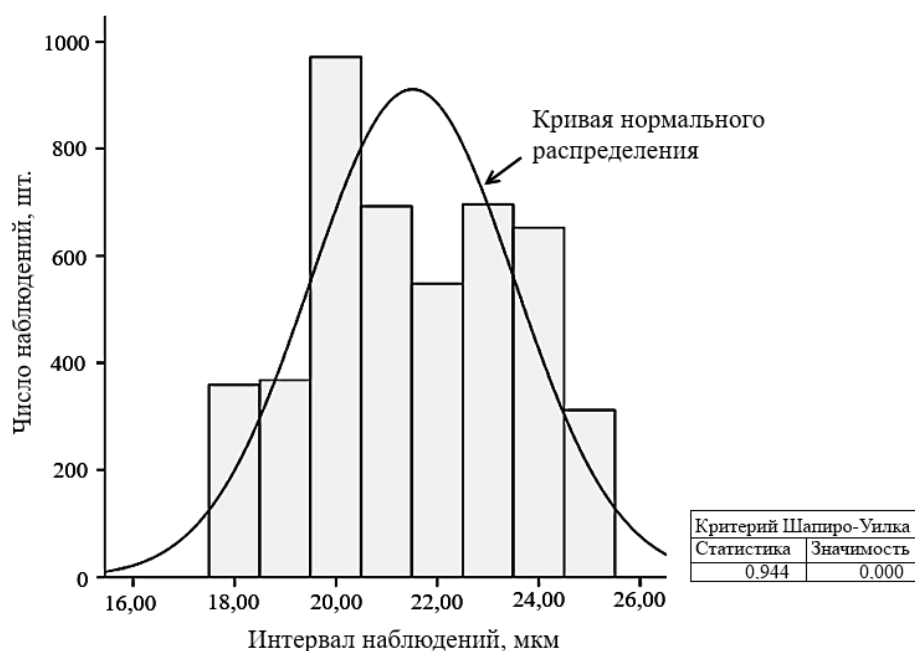


Рис. 1. Гистограмма распределения количества поздних трахеид в годичном слое
Примечание к рисунку. Проверяемое распределение является нормальным и вычислено из данных.

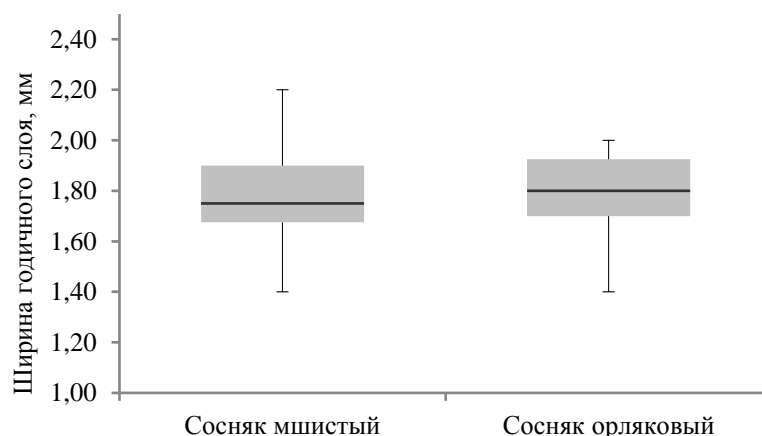


Рис. 2. Ширина годичных слоев в сосняке мшистом и сосняке орляковом

В таблице 2 представлены количественные показатели морфолого-анатомических параметров годичных слоев сосны обыкновенной отдельно для каждого из исследованных типов леса.

Что касается размерных параметров трахеид, то значительные различия наблюдались для радиальных размеров как самих ранних трахеид, так и их полостей, площади полости ранних трахеид; для поздних трахеид были выявлены различия по количеству поздних трахеид в радиальном ряду годичного слоя.

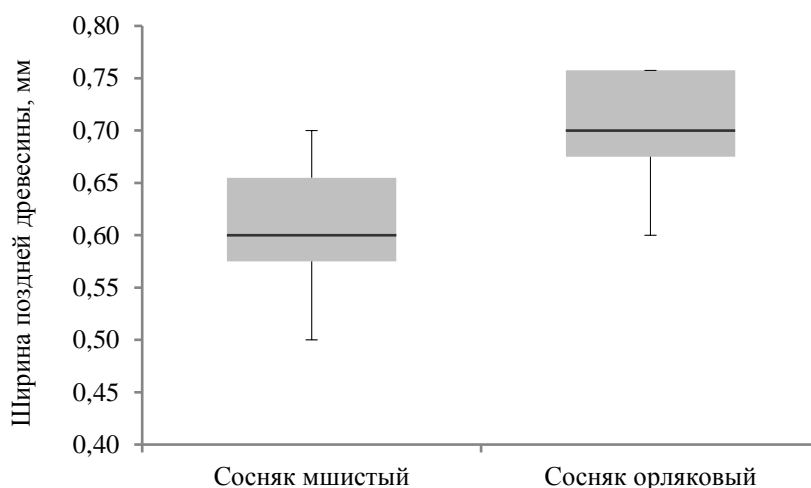


Рис. 3. Ширина поздней древесины в сосняке мшистом и сосняке орляковом

Таблица 2

Рассчитанные размерные характеристики

Признак	Измеряемый параметр	Сосняк мшистый		Сосняк орляковый		Изменения, %	p-value*
		М	SD	М	SD		
Радиальный прирост	ШГС, мм	1,82	0,31	1,84	0,28	1	0,38
	ШПД, мм	0,60	0,07	0,71	0,12	16	0,01
Ранние трахеиды	N, шт.	26,30	2,91	28,30	1,25	7	0,03
	T, мкм	35,28	1,74	34,65	1,20	-2	0,18
	R, мкм	38,47	1,28	36,36	2,16	-6	0,01
	L _T , мкм	32,86	1,25	31,70	2,00	-4	0,07
	L _R , мкм	35,86	1,05	34,78	1,32	-3	0,03
	S _{кк} , мкм ²	326,07	34,13	333,84	31,10	2	0,30
Поздние трахеиды	S _п , мкм ²	1016,13	87,55	943,03	69,78	-7	0,03
	N, шт.	21,70	1,24	24,00	1,33	10	0,01
	T, мкм	25,69	2,14	25,43	1,86	-1	0,39
	R, мкм	28,75	1,55	29,43	1,73	2	0,18
	L _T , мкм	19,94	1,11	20,38	1,65	2	0,25
	L _R , мкм	20,61	0,99	21,31	1,08	-3	0,26
S _{кк} , мкм ²	621,24	40,74	627,19	44,85	0	0,36	
S _п , мкм ²	117,34	26,56	121,22	29,24	3	0,24	

Примечание к таблице: * жирным шрифтом выделены достоверные различия; ШГС – ширина годичного слоя; ШПД – ширина зоны поздней древесины; N – количество трахеид в радиальном ряду годичного слоя; T – тангенциальный размер трахеиды; R – радиальный размер трахеиды; L_T – тангенциальный размер полости трахеиды; L_R – радиальный размер полости трахеиды; S_{кк} – площадь клеточной стенки трахеиды; S_п – площадь полости трахеиды; М – среднее значение; SD – среднеквадратичное отклонение параметра.

Таким образом, для сосняка мшистого характерны большие значения R (6 %), L_R (3 %) и S_п (7 %) ранних трахеид; в свою очередь сосняк орляковый имеет большую ШПД в годичном слое (16 %) и N поздних трахеид (10 %).

Ввиду достаточно большего количества исследованных в работе параметров, дальнейшая дифференциация исследованных ВПП проводилась с использованием кластерного анализа, основное назначение которого – разбиение множества исследуемых образцов на однородные, в некотором смысле, группы или кластеры. В анализ были включены только те параметры трахеид годичных слоев, для которых были выявлены статистически значимые различия.

Метрика для учета различий – обычное евклидово расстояние (Euclidean distance), алгоритм кластеризации – метод Уорда (Ward's method). Полученные результаты,

отражающие связь между исследованными временными пробными площадями, представлены на дендрограмме (рис. 4).

Результат кластерного анализа 20 ВПП, представленный на рисунке 4, свидетельствует о разделении исследуемых образцов на две группы, каждая из которых полностью соответствует каждому из исследованных типов леса:

- а) ВПП №1–10 – сосняк мшистый (*Pinetum pleurozium*);
- б) ВПП № 11–20 – сосняк орляковый (*Pinetum pteridiosum*).

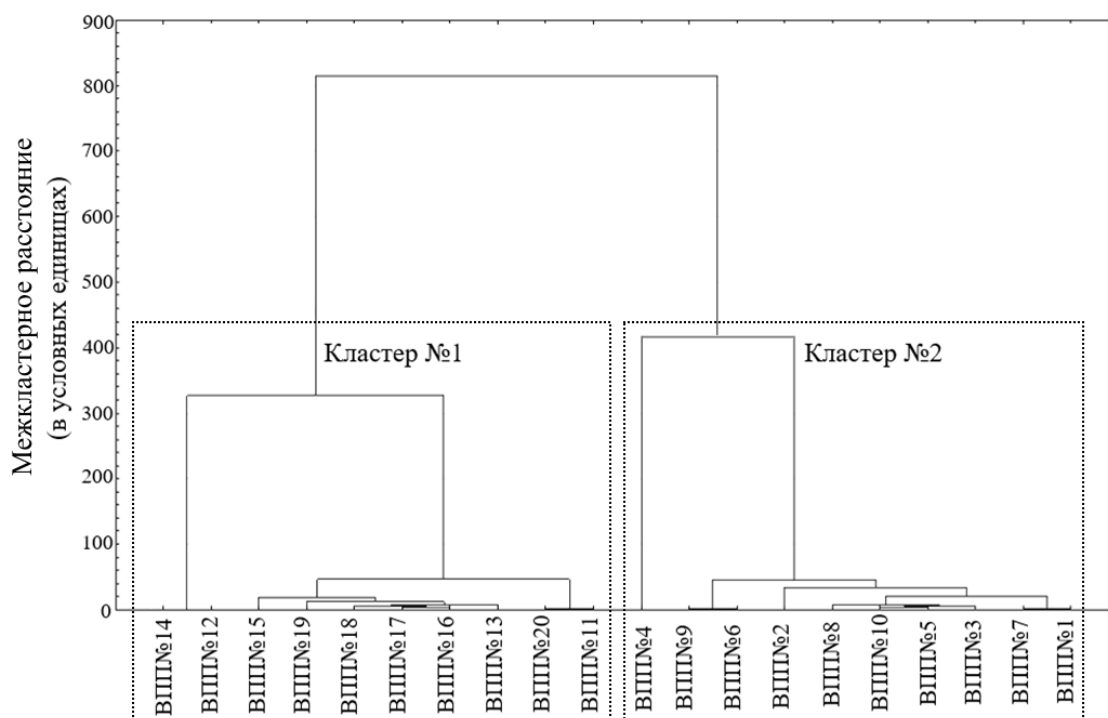


Рис. 4. Дендрограмма (метод Уорда, евклидово расстояние)

Обобщение полученных данных показало, что для дифференциации сосны обыкновенной, произрастающей в мшистом и орляковом типах леса, из 16 исследованных параметров микроанатомической структуры годичных слоев, наиболее информативны 6. На этом основании, с целью снижения временных затрат на проведение исследований, что имеет большое значение для судебно-экспертной практики, можно рекомендовать в дальнейшем анализировать только следующие параметры: ширину поздней древесины в годичном слое, радиальные размеры ранних трахеид, радиальные размеры их полостей, площадь полости ранних трахеид и количество поздних трахеид.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены новые экспериментальные данные и выявлена закономерная изменчивость морфолого-анатомической структуры годичных слоев сосны обыкновенной в зависимости от типа леса. Показана значимость отдельных размерных характеристик для установления типа леса. Установлено, что радиальные размеры трахеид и их полостей, площадь полости ранних трахеид, а также количество поздних трахеид могут служить маркерами для проведения дифференцирования мшистого и орлякового типов леса, даже несмотря на довольно схожие лесорастительные условия произрастания.

В целом полученные результаты говорят о том, что анатомо-экологическое исследование клеточных структур древесины для каждого из существующих типов леса, соединенное с исследованием общих параметров радиального прироста, позволит определять растения, выросшие в определенных условиях. Однако при этом требуется проведение исследований по комплексу признаков и на достаточно большом (репрезентативном) материале.

Работа была выполнена в рамках задания 3.2.01 «Разработка новых подходов к судебно-экспертному исследованию объектов растительного происхождения» по государственной программе научных исследований «Информатика, космос и безопасность», подпрограмма «Научное обеспечение безопасности человека, общества и государства» (№ госрегистрации 20160444).

Список литературы

- Кищенко И. Т. Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне // Принципы экологии. – 2014. – № 2 (10) – С. 26–32.
- Мелехов И. С. Лесоведение. – М.: МГУЛ, 2004. – 398 с.
- Хох А. Н., Ермохин М. В. Установление места происхождения лесоматериалов из древесины сосны дендрохронологическим методом // Криміналістичний вісник. – 2019. – №. 2. – С. 67–74. DOI: 10.37025/1992-4437/2019-32-2-67.
- Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., Мазепа В. С., Наурызбаев М. М., Хантемиров Р. М. М 545 Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методич. пособие. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
- Юркевич И. Д., Ловчий Н. Ф. Сосновые леса Белоруссии. – Минск, 1984. – 175 с.
- Andrianantainaina A. N., Rathgeber C. B., Pérez-de-Lis G., Cuny H., Ruelle, J. Quantifying intra-annual dynamics of carbon sequestration in the forming wood: a novel histologic approach // Annals of Forest Science. – 2019. – Vol. 76, N 3. – P. 62.
- Barnett J., Jeronimidis G. Wood quality and its biological basis. – Oxford : Blackwell, 2009. – 226 p.
- Björklund, J., Seftigen K., Fonti P., Nievergelt D., von Arx G. Dendroclimatic potential of dendroanatomy in temperature-sensitive *Pinus sylvestris* // Dendrochronologia. – 2020. – Vol. 60. – P. 1–9.
- Górska M., Roszyk E. Wood structure of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing on flotation tailings // Folia Forestalia Polonica. – 2019. – Vol. 61, N 2. – P. 112–122.

Khokh A.N., Zviagintsev V. B. Comparative analysis of a morphological and anatomical structure of annual layers of the Scots pine in moss-covered and bracken forests // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 101–107.

It is a well-known fact that life form of any plant is determined by its genetic characteristics. However, depending on the conditions of natural habitat, there are certain variations of not only external specific features of the same plants, but also of their anatomic organization. The article provides the results of the cell structure examinations of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) growing in moss-covered (*Pinetum pleurozium*) and bracken (*Pinetum pleurozium*) forests. Ten temporary experimental sites for each type of forest were set according to methods used in forest sciences and forest taxation. Taking into account the structure of annual layers of conifers, the study determined the quantitative parameters of radial growth and the main size indicators of early and late tracheids. It is revealed that the width of an annual layer and the quantity of tracheids in a radial row belong to the most changeable parameters, while tangential dimensions of tracheids belong to the least changeable parameters. In general, the analyses of obtained data from 18 dimensional characteristics showed that moss-covered pine forest is characterized by the greater value of a radial diameter of early tracheids (6 %) and their cavities (3 %), as well as greater cavity areas (3 %); a bracken pine forest, in turn, has a greater width of latewood in an annual layer (16 %) and thickness of a cell wall of late tracheids (10 %). Therefore, it is recommended to measure only these specific parameters to reduce the time spent on conducting researches in future. The cluster analysis confirmed that the morphological and anatomical characteristics are effective indicators to define the forest type.

Key words: forest type, Scots pine, microanatomical structure, tracheids, cluster analysis.

Поступила в редакцию 04.06.20

УДК 582.47:581.522.4(470.56)

Определение степени адаптивной способности, декоративности и успешности интродукции некоторых хвойных деревьев и кустарников в условиях Оренбуржья (на примере города Оренбурга)

Кухлевская Ю. Ф., Колтунова А. И., Пикалова Е. В.

Оренбургский государственный университет, Ботанический сад

Оренбург, Россия

v.kuhlevsky@yandex.ru, koltunova47@mail.ru, pikalova.e.v@mail.ru

Хвойные растения, благодаря своим экологическим и биологическим особенностям, широко используются в озеленении населенных пунктов. Ассортимент зеленых насаждений Оренбуржья отличается малочисленностью видового и формового состава. Увеличение разнообразия используемых растений происходит за счет внедрения в зеленое строительство растений-интродуцентов. В условиях данного региона, состав хвойных деревьев и кустарников представлен, главным образом, представителями семейств Pinaceae Lindl. и Cupressaceae Nees. Изучение процесса акклиматизации интродуцентов, перспективности использования в условиях сухостепной зоны Оренбургской области, их декоративных особенностей дает информацию о более широких возможностях и способах применения хвойных интродуцентов для массового внедрения, с целью увеличения породного состава при подборе насаждений для озеленения. В материалах исследования дана комплексная оценка состояния 18-ти наиболее востребованных и имеющих большую ценность интродуцентов родов *Biota* Endl., *Thuja* L., *Juniperus* L., *Pinus* L., *Picea* A. Dietr., *Larix* Mill., произрастающих в парках, скверах и садах на территории г. Оренбурга. В процессе изучения с применением общепринятых методик, установлено, что используемые растения отличаются высокой пластичностью и хорошо приспосабливаются к климатическим особенностям места произрастания. Имеются небольшие повреждения побегов низкими температурами, но это никак не влияет на облик растения и не снижает его декоративный эффект. Все объекты исследования, за исключением сосны сибирской или кедровой, перспективны для использования в зеленом строительстве Оренбуржья, при условии соблюдения агротехнических мероприятий по уходу за растениями.

Ключевые слова: семейство Pinaceae, семейство Cupressaceae, интродуценты, озеленение населенных пунктов, акклиматизация растений, декоративность, перспективность интродукции, коэффициент корреляции.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время довольно широко распространено введение в культуру устойчивых, перспективных и ценных пород растений-интродуцентов, за счет которых происходит увеличение ассортимента декоративной древесной растительности, используемой в благоустройстве городской среды (Деденко и др., 2016).

Использование хвойных растений в озеленении населенных пунктов имеет большой практический интерес, поскольку данные породы способны выделять в окружающий воздух летучие вещества – фитонциды, которые обладают противомикробным действием (Borg-Karlsson et al., 1985), также известно о способности голосеменных растений ионизировать воздух, тем самым благотворно влияя на организм человека (Bonan et al., 1992; Чернышев и др., 2007). Хвойные деревья и кустарники обладают свойством сохранять свои декоративные качества на протяжении целого года, а большое разнообразие садовых форм, отличающихся различной окраской хвои (зеленый, голубой, желтый цвета и множество оттенков) и формой кроны (стелющиеся, шаровидные, подушковидные, плакучие, конические, колонновидные и др.) делают их объектом интереса большинства озеленителей и ландшафтных дизайнеров (Нора, 1981; Vidakovic, 1991; Кухлевская, 2018).

Согласно данным О. Ф. Балыкова (2008), количественный состав голосеменных растений в зеленых насаждениях города Оренбурга составляют всего 0,5 %. В настоящее время количественный и породный состав хвойных растений в посадках значительно расширился,

главным образом за счет представителей семейств Сосновые (Pinaceae) и Кипарисовые (Cupressaceae) (Абаимов и др., 2007). На территории Оренбургской области, произрастают в диком виде сосна обыкновенная (Бузулукский бор, Кваркенский, Соль-Илецкий, Кувандыкский, Бугурусланский районы), можжевельник казацкий встречается очень редко (Кувандыкский, Саракташский, Беляевский районы) (Мамаев, 1983; Рябинина, Князев, 2009).

В последние годы, в результате проведения различных экологических акций, субботников и реализации региональных проектов, происходят активные посадки различных видов растений (в том числе хвойных растений) в парках, садах и скверах населенных пунктов области. Большой вклад в увеличении разнообразия на территории города Оренбурга вносят посадки на придомовых территориях, приусадебных участках, рядом с административными зданиями силами местного населения, волонтерскими организациями (Герасимова и др., 2017).

Климатические особенности Оренбуржья серьезно усложняют подбор древесных и кустарниковых пород для применения их в зеленом строительстве, в связи с чем, изучение особенностей процесса интродукции декоративных растений является, безусловно, актуальным в условиях данного региона.

Основными лимитирующими факторами среды, которые в наибольшей степени влияют на процесс интродукции растений, в условиях резко континентального климата Оренбургской области являются:

- довольно продолжительная (более 4 месяцев) зима с низкими температурами (–40–49 °С) и возвратными заморозками;
- жаркое, сопровождающееся суховеями, засушливое лето (35–40 °С);
- высокое колебание средней годовой амплитуды воздушных температур (36–37 °С);
- недостаточное и неравномерное распределение количества атмосферных осадков (260–450 мм в год) (Чибилёв 1995, 1996, 2000).

Таким образом, для подбора устойчивых и эффективных зеленых насаждений в условиях сухостепной зоны Оренбуржья необходимо учитывать их адаптивные способности, перспективность использования интродуцентов для данной климатической зоны, а также возможность сохранять свой декоративный облик на протяжении длительного времени.

Цель исследования – провести комплексную оценку адаптивных возможностей, декоративности и интродукционной устойчивости хвойных деревьев и кустарников для выявления наиболее перспективных видов и форм при использовании в зеленом строительстве в природно-климатических условиях Оренбуржья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования послужили наиболее востребованные и имеющие большую ценность хвойные интродуценты родов *Biota*, *Thuja*, *Juniperus*, *Pinus*, *Picea*, *Larix*, произрастающие в парках, скверах и садах на территории города Оренбурга. Всего для изучения было взято 10 видов и 8 декоративных форм деревьев и кустарников.

Степень акклиматизации хвойных древесных и кустарниковых растений-интродуцентов в условиях города Оренбурга оценивали по методике, разработанной Н. А. Кохно (1980), по вычислению балла адаптации или акклиматизационного числа.

В зависимости от климатических особенностей региона устанавливается коэффициент весомости признака, сумма которого в целом составляет 20 единиц. Для нашей природной зоны были приняты следующие коэффициенты: засухоустойчивость – 7, зимостойкость – 6, показатель генеративного развития – 5, показатель роста – 2.

Результаты степени акклиматизации оценивали по шкале: 100–80 баллов акклиматизации – полная; 79–60 баллов – хорошая; 59–40 баллов – удовлетворительная; 39–20 баллов – слабая; менее 20 баллов – акклиматизация очень слабая (Гнаткович, 2014).

Степень декоративности хвойных древесных и кустарниковых растений оценивали по методике, предложенной Я. А. Крековой, А. В. Данчевой, С. В. Залесовым (2015) для оценки

декоративных признаков представителей рода *Picea*, с ее модификацией под представителей рода *Juniperus* (Савушкина и др., 2015).

Декоративные параметры растений (период декоративности, архитектура кроны, окраска хвои в летний период, окраска хвои в зимний период, декоративность шишек, аромат, состояние растения) оценивали от 1 до 5 баллов, в переводе на коэффициент значимости признака. По сумме баллов растения распределялись по шкале: 75–80 баллов – высокодекоративные; 60–74 балла – декоративные; 45–59 баллов – среднедекоративные и менее 44 баллов – малодекоративные.

Интегральную оценку перспективности интродуцируемых растений в условиях города Оренбурга изучали по общепринятой методике Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН (Лапин, Сиднева, 1973; Рысин и др., 2009).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel, модуль «Описательная статистика». Рассчитывали значение коэффициента корреляции Пирсона (r) и оценивали тесноту корреляционной связи по шкале Чеддока (Ишхарян, Карпенко, 2016), где при сильной связи коэффициент Пирсона (r) колеблется в пределах от $\pm 0,7$ до ± 1 , средней связи – от $\pm 0,3$ до $\pm 0,699$ и слабой связи – от 0 до $\pm 0,299$. Для проверки качества построенной модели вычисляли величину достоверности аппроксимации (R^2), чем ближе значение R^2 к единице, тем более качественна модель (Воскобойников, 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки степени акклиматизации хвойных древесных и кустарниковых растений в условиях сухостепной зоны города Оренбурга представлены в таблице 1.

Согласно расчетам акклиматизационного числа все интродуценты в условиях нашего региона имеют полную и хорошую степень адаптации.

Хорошей степенью адаптации характеризуются 3 растения: *Juniperus communis* «Horstman» и *Juniperus squamata*, снижение балла адаптации произошло за счет умеренного роста в культуре, способности размножаться только вегетативным способом в силу отсутствия всходов у семян, обмерзания однолетних побегов (50–100 %) и более старых частей растения; *Pinus sibirica* отличается слабым характером роста, отсутствием цветения и вегетативного размножения, в особо засушливые периоды хвоя теряет тургор.

Остальные 15 интродуцентов имеют наивысший балл адаптации и полную степень адаптации. Растения обладают интенсивным и ежегодным приростом побегов, регулярно плодоносят (за исключением *Thuja occidentalis* «Danica» и «Spiralis», *Juniperus sabina* «Arcadia», у которых либо семена не дают всходов, либо растение цветет, но не плодоносит), зимо- и засухоустойчивы.

Результаты оценки степени декоративности изучаемых растений приведены в таблице 2.

Данные таблицы 2 показывают, что все изучаемые хвойные растения отличаются по степени декоративности и распределяются между тремя группами. В группу высокодекоративные растения вошли 10 интродуцентов без признаков повреждения, которые обладали плотной однородной кроной, хвоя имела приятный аромат, шишки и шишкоягоды способствовали увеличению декоративного эффекта. Некоторые растения обладали одноцветной, зеленой хвоей (*Thuja occidentalis* «Columna», «Smaragd», «Danica», «Spiralis», *Juniperus communis*, *Pinus mugo* var. *mughus*, *Picea abies*, *Picea obovata*), имели бурый налет на концах побегов в зимний период (*Juniperus sabina* «Tamariscifolia»), но это никак не отразилось на общем балле декоративности.

К группе декоративные растения были отнесены 7 интродуцентов. Снижение декоративности произошло за счет наличия у растений данной группы среднеоднородной, среднеплотной зеленой хвои, с охвоённостью 61–80 % и имеющих отличия по окраске хвои в зимний период от летней окраски. Жизненное состояние *Juniperus communis* «Horstman»,

Таблица 1

Оценка степени акклиматизации хвойных древесных и кустарниковых растений в условиях города Оренбурга

Название растения	P/PB ₁	Гр/ГрB ₂	Зм/ЗмB ₃	Зс/ЗсB ₄	Балл адаптации	Степень адаптации
<i>Biota orientalis</i> L.	4/8	4/20	4/24	5/35	87	Полная
<i>Thuja occidentalis</i> L.	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Thuja occidentalis</i> L. «Columna»	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Thuja occidentalis</i> L. «Smaragd»	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Thuja occidentalis</i> L. «Danica»	3/6	3/15	5/30	5/35	86	Полная
<i>Thuja occidentalis</i> L. «Spiralis»	4/8	3/15	5/30	5/35	88	Полная
<i>Juniperus communis</i> L.	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Juniperus communis</i> «Horstman»	3/6	3/15	3/18	5/35	74	Хорошая
<i>Juniperus sabina</i> L. «Tamariscifolia»	5/10	4/20	5/30	5/35	95	Полная
<i>Juniperus sabina</i> L. «Arcadia»	4/8	2/10	5/30	5/35	83	Полная
<i>Juniperus chinensis</i> L. «Stricta»	4/8	4/20	4/24	5/35	87	Полная
<i>Juniperus squamata</i> Lamb.	3/6	3/15	2/12	5/35	68	Хорошая
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	2/4	1/5	5/30	4/28	67	Хорошая
<i>Pinus mugo</i> Turra var. <i>mughus</i>	3/6	4/20	5/30	5/35	91	Полная
<i>Picea pungens</i> Engelm.	4/8	4/20	5/30	4/28	86	Полная
<i>Picea abies</i> L.	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	4/8	4/20	5/30	5/35	93	Полная
<i>Larix sibirica</i> Mill.	4/8	4/20	5/30	4/28	86	Полная

Примечание к таблице: P – показатель характера роста; Гр – показатель характера генеративного развития; Зм – показатель оценки зимостойкости; Зс – показатель оценки засухоустойчивости; В_n – коэффициент весомости признака.

Juniperus squamata, *Pinus sibirica* оценивалось в 4 балла (ослабленные растения), что произошло за счет повреждения побегов низкими температурами и отсутствия регулярного прироста.

Единственный объект исследования, *Larix sibirica*, вошел в группу среднедекоративные растения, набрав 52 балла. В отличие от всех остальных интродуцентов, которые сохраняют декоративный эффект на протяжении всего года, лиственница сибирская сбрасывает хвою в зимний период, и, следовательно, декоративна только вегетационный сезон. Окраска хвои летом имеет зеленый цвет, что также снижает общий балл декоративности для данной хвойной породы, но в целом растение имеет хорошее жизненное состояние, без каких-либо признаков ослабления.

Таблица 2

Оценка степени декоративности хвойных древесных и кустарниковых растений в условиях города Оренбурга

Название растения	Декоративный признак							ОБ	ГД
	ПД	АК	ОХЛ	ОХЗ	ДШ	А	СР		
	P=4	P=4	P=3	P=3	P=2	P=1	P=1	max 90	
<i>Biota orientalis</i>	5/20*	5/20*	3/9*	2/6*	4/8*	4/4*	5/5*	72	II
<i>Thuja occidentalis</i>	5/20	4/16	2/6	4/12	4/8	4/4	5/5	71	II
<i>Thuja occidentalis</i> «Columna»	5/20	5/20	2/6	4/12	4/8	4/4	5/5	75	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Smaragd»	5/20	5/20	2/6	4/12	4/8	4/4	5/5	75	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Danica»	5/20	5/20	2/6	4/12	4/8	4/4	5/5	75	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Spiralis»	5/20	5/20	2/6	4/12	4/8	4/4	5/5	75	I
<i>Juniperus communis</i>	5/20	5/20	2/6	4/12	5/10	4/4	5/5	77	I
<i>Juniperus communis</i> «Horstman»	5/20	4/16	2/6	4/12	5/10	4/4	4/4	72	II
<i>Juniperus sabina</i> «Tamariscifolia»	5/20	5/20	4/12	2/6	5/10	2/2	5/5	75	I
<i>Juniperus sabina</i> «Arcadia»	5/20	5/20	2/6	3/9	5/10	2/2	5/5	72	II
<i>Juniperus chinensis</i> «Stricta»	5/20	5/20	4/12	2/6	3/6	4/4	5/5	73	II
<i>Juniperus squamata</i>	5/20	3/12	4/12	2/6	4/8	4/4	4/4	66	II
<i>Pinus sibirica</i>	5/20	3/12	3/9	5/15	4/8	3/3	4/4	71	II
<i>Pinus mugo</i> var. <i>mughus</i>	5/20	5/20	2/6	5/15	4/8	4/4	5/5	78	I
<i>Picea pungens</i>	5/20	5/20	5/15	5/15	4/8	4/4	5/5	87	I
<i>Picea abies</i>	5/20	5/20	2/6	5/15	4/8	4/4	5/5	77	I
<i>Picea obovata</i>	5/20	5/20	2/6	5/15	4/8	4/4	5/5	77	I
<i>Larix sibirica</i>	4/16	4/16	1/3	0	4/8	4/4	5/5	52	III

Примечание к таблице: * – балл / балл с учетом переводного коэффициента; ПД – период декоративности; АК – архитектура кроны; ОХЛ – окраска хвои в летний период; ОХЗ – окраска хвои в зимний период; ДШ – декоративность шишек; А – аромат; СР – состояние растения; ОБ – общий балл; P – переводной коэффициент; ГД – группа декоративности.

Результаты интегральной оценки успешности интродукции исследуемых растений показаны в таблице 3.

По данным проведенных исследований видно, что все интродуценты по перспективности интродукции распределились между тремя группами. В наиболее многочисленную группу – «вполне перспективные» – вошли 14 объектов исследования, которые в условиях города Оренбурга характеризуются полным одревеснением побегов, высокой зимостойкостью, сохранением присущей им жизненной формы, высокой побегообразовательной способностью, наличием регулярного прироста, полным вызреванием семян, выращиванием только с помощью искусственного посева.

Таблица 3

Интегральная оценка перспективности интродуцируемых растений в условиях города Оренбурга

Название растения	Показатели в баллах							ОО	ГП
	ОП	З	СФР	ПС	ПВ	СГР	СРК		
<i>Biota orientalis</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Thuja occidentalis</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Columna»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Smaragd»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Danica»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Thuja occidentalis</i> «Spiralis»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Juniperus communis</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Juniperus communis</i> «Horstman»	15	20	5	3	5	25	7	80	II
<i>Juniperus sabina</i> «Tamariscifolia»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Juniperus sabina</i> «Arcadia»	20	25	10	5	5	15	3	83	II
<i>Juniperus chinensis</i> «Stricta»	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Juniperus squamata</i>	15	20	5	5	5	25	7	82	II
<i>Pinus sibirica</i>	20	25	10	5	2	1	3	66	III
<i>Pinus mugo</i> var. <i>mughus</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Picea pungens</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Picea abies</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Picea obovata</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I
<i>Larix sibirica</i>	20	25	10	5	5	25	7	97	I

Примечание к таблице: ОП – одревеснение побегов; З – зимостойкость; СФР – сохранение формы роста; ПС – побегообразовательная способность; ПВ – прирост в высоту; СГР – способность к генеративному размножению; СРК – способы размножения в культуре; ОО – общая оценка; ГП – группа перспективности; * – по шкале предварительной оценке перспективности интродукции молодых растений.

В группу «перспективные растения» включены 3 растения рода можжевельник – *Juniperus communis* «Horstman» (средняя побегообразовательная способность), *Juniperus sabina* «Arcadia» (цветет, но не плодоносит, как следствие, возможный способ размножения только искусственный) и *Juniperus squamata* (побеги одревесневают не полностью и обмерзают при низких температурах, но благодаря интенсивному росту и побегообразовательной способности, восстанавливают наземную часть).

Pinus sibirica отнесен в группу «менее перспективные растения», набрав по сумме показателей 66 баллов. Интродуцент отличается отсутствием ежегодного прироста, цветения и способностью размножаться только искусственным путем.

На основе всех наблюдений, с использованием конечных результатов оценки, был проведен корреляционно-регрессионный анализ. С помощью инструмента Microsoft Office Excel «Пакет анализа» построена корреляционная матрица, представленная в таблице 4.

По всем анализируемым показателям выявлена зависимость между оценками перспективности интродукции и адаптации (по остальным показателям теснота связи была очень слабой). Коэффициент корреляции равен $r = 0,88$, что означает, согласно шкале Чеддока, наличие сильной, прямой связи между показателями. Наглядно поле корреляции и уравнение зависимости степени акклиматизации от перспективности интродукции растений представлено на рисунке 1.

Таблица 4

Корреляционная матрица по анализируемым показателям (коэффициенты корреляции отображены на пересечении столбцов и строк между соответствующими показателями)

Анализируемый показатель	Оценка адаптации	Оценка перспективности интродукции	Оценка декоративности
Оценка адаптации	1	–	–
Оценка перспективности интродукции	0,88	1	–
Оценка декоративности	0,34	0,26	1

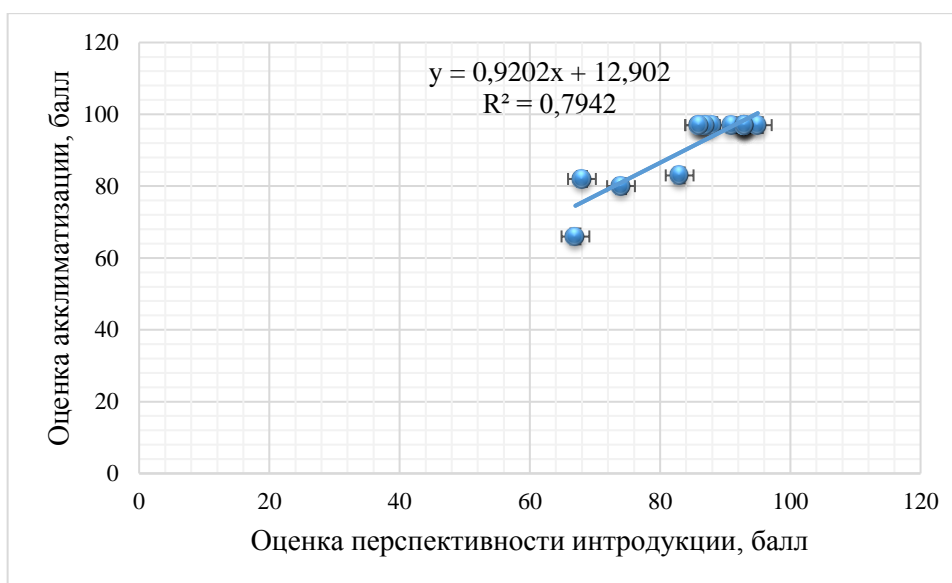


Рис. 1. Поле корреляции зависимости степени акклиматизации от перспективности интродукции растений

Величина достоверности аппроксимации $R^2=0,7942$, позволяет судить о том, что построенная модель оптимального качества и вполне достоверна.

Таким образом, опираясь на проведенный корреляционно-регрессионный анализ, перспективность интродукции изучаемых хвойных деревьев и кустарников зависит от того, насколько растение адаптировалось к климатическим условиям региона. Связь между степенью декоративности с показателями интродукции и акклиматизации растений имела низкие значения коэффициента Пирсона. Это объясняется тем, что подобранный породный состав, входящий в ассортимент растений, используемых для озеленения Оренбуржья отличается отсутствием интродуцентов, которые по шкале декоративности получили бы оценку менее 44 баллов (малодекоративные). Объекты исследования имеют способность сохранять свои декоративные качества вне зависимости от стадии адаптации, интродукции. Даже если и имеются какие-либо факторы, которые снижают декоративные свойства интродуцентов, изучаемые растения обладают приемлемой степенью декоративности.

ВЫВОДЫ

1. Хвойные растения, используемые в озеленении города Оренбурга обладают довольно высокой пластичностью, следовательно, способны успешно адаптироваться к новым

условиям произрастания. Полную степень адаптации имеют 83 % обследуемых интродуцентов, хорошую – 17 %.

2. Благодаря своим эколого-биологическим особенностям (устойчивость к низким и высоким температурам, засухоустойчивость, слабая поражаемость болезнями и вредителями, высокая побегообразовательная способность, разнообразие по форме кроны и окраски хвои) объекты исследования в условиях сухостепной зоны Оренбуржья сохраняют свои декоративные свойства на протяжении целого года. К группе высокодекоративные растения (I) отнесены 55 % древесных интродуцентов, декоративные (II) – 39 %, среднедекоративные (III) – 5 %.

3. 78 % изучаемых хвойных растений имеют I группу перспективности («вполне перспективные»), 16 % интродуцентов – II группу перспективности («перспективные»), к «менее перспективным» (III) отнесены всего 6 % растений. Таким образом, практически все интродуценты, за исключением *Pinus sibirica*, перспективны для использования в городском зеленом строительстве. За счет данных видов и форм растений возможно расширение ассортимента зеленых насаждений для объектов озеленения общего пользования.

Список литературы

- Абаимов В. Ф., Колтунова А. И., Панина Г. А. Создание городских зеленых насаждений в условиях степной зоны Южно-Уральского региона: учебное пособие. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007. – 66 с.
- Балыков О. Ф. Природное наследие Оренбурга в конце XX века. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2008. – 381 с.
- Воскобойников Ю. Е. Эконометрика в Excel: учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ, 2005. – 156 с.
- Герасимова Е. Ю., Абаимов В. Ф., Кулагин А. А. Декоративные формы и сорта хвойных древесных растений, рекомендуемые для озеленения Южно-Уральского региона: на примере г. Оренбурга // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (66), ч. 1. – С. 108–111.
- Гнаткович П. С. Комплексная оценка адаптивной способности и перспективности древесных интродуцентов в условиях Восточной Сибири (на примере г. Братска) // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 3 (23). – С. 197–205.
- Дедеко Т. П., Хазова Е. П. Интродукция декоративных древесных и кустарниковых пород: лабораторный практикум. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2016. – 87 с.
- Ишханян М. В., Карпенко Н. В. Эконометрика // Парная регрессия: Учебное пособие. Ч. 1. – М.: МГУПС(МИИТ), 2016. – 117 с.
- Карпун Ю. Н. Основы интродукции растений // Hortus botanicus [Электронный ресурс]. – 2004. – Т. 2. – С. 17–32. Режим доступа: http://hb.karelia.ru/files/redaktor_pdf/1366053594.pdf (дата обращения: 28.07.2020).
- Кохно Н. А. К методике оценки успешности интродукции лиственных древесных растений // Теория и методы интродукции растений и зеленого строительства. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 129–135.
- Крекова Я. А., Данчева А. В., Залесов С. В. Оценка декоративных признаков у видов рода *Picea* Dieterl в Северном Казахстане // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2015. – № 1. Режим доступа: www.science-education.ru/121-17204 (дата обращения: 28.07.2020).
- Кухлевская Ю. Ф. К вопросу о декоративности некоторых представителей рода *Juniperus* L. при интродукции в условиях г. Оренбурга // Зеленая инфраструктура городской среды: современное состояние и перспективы развития. Сборник статей II международной научно-практической конференции (29 – 30 августа 2018 г.). – Москва: Издательство ООО «Конверт», 2018. – С. 108–110.
- Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7–67
- Мамаев С. А. Виды хвойных на Урале и их использование в озеленении. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. – 110 с.
- Рысин С. Л., Плотникова Л. С., Немова Е. М., Гринаш М. Н. Мониторинг интродуцированных древесных пород на урбанизированных территориях // Мониторинг природного наследия. – М., 2009. – С. 132–168.
- Рябинина З. Н., Князев М. С. Определитель сосудистых растений Оренбургской области. – М.: Тов. таучн. изд. КМК, 2009. – 758 с.
- Савушкина И. Г., Сеит-Аблаева С. С. Методика оценки декоративности представителей рода *Juniperus* L. // Экосистемы. – 2015. – Вып. 1. – С. 97–105.
- Чернышов М. П., Арефьев Ю. Ф., Титов Е. В., Беспаленко О. Н., Дорофеева В. Д., Кругляк В. В., Пятых А. М. Хвойные породы в озеленении Центральной России. – М.: Колос, 2007. – 328 с.
- Чибилёв А. А. Природа Оренбургской области // Физико-географический и историко-географический очерк. – Оренбург, 1995. – Часть I. – 128 с.
- Чибилёв А. А. Природное наследие Оренбургской области. – Оренбург: Оренбургское книжное издательство, 1996. – 384 с.
- Чибилёв А. А. Энциклопедия «Оренбуржье»: Том 1. Природа. – Калуга: Золотая аллея, 2000. – 192 с.

Bonan G. B., Pollard D. & Thompson S. L. Effects of boreal forest vegetation on global climate // Nature 359. – 1992. – P. 716–718.

Borg-Karlsson A. K., Eidmann R. R., Lindstrom M., Norin T., Wiersma N. Odoriferous compounds from the flowers of the conifers *Picea abies*, *Pinus silvestris* and *Larix sibirica* // Phytochemistry 24. – 1985. – P. 455–456.

Hora B. The Oxford encyclopaedia of trees of the world. – Oxford University Press, 1981. – 288 p.

Vidakovic M. Conifers, morphology and variation. – CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 1991. – 754 p.

Kuhlevskaya Yu. F., Koltunova A. I., Pikalova E. V. Defining the degree of adaptive ability, decorative and successful introduction of some coniferous trees and shrubs in Orenburg Region (on the example of Orenburg) // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 108–116.

Coniferous plants, due to their ecological and biological features, are widely used in landscaping. The assortment of green plantations in Orenburg region is characterized by a small number of species and forms. Variety of plants used for green construction increases mostly due to introduced plants. In the conditions of this region, the composition of coniferous trees and shrubs is mainly represented by samples Pinaceae Lindl. and Cupressaceae Nees families. The study of the process of introduced species acclimatization, the prospects of their use in the conditions of Orenburg region dry-steppe zone and their decorative features gives information about wider possibilities and methods of using coniferous introduced species for mass application, in order to increase the breed composition when selecting plants for landscaping. The research provides a comprehensive assessment of the state of 18 most popular and valuable introduced genera *Biota* Endl., *Thuja* L., *Juniperus* L., *Pinus* L., *Picea* A. Dietr., *Larix* Mill., growing in parks, squares and gardens on the territory of Orenburg. The researchers applied generally accepted methods to prove that studied plants were highly plastic and adapted well to the climatic conditions of the place of growth. Some small shoots were insignificantly damaged by low temperatures, but this it did not affect the appearance of the plant and did not reduce its decorative effect. All the objects of this research, with the exception of Siberian pine or cedar, are found perspective for green landscape construction in Orenburg Region, provided that agrotechnical measures for plant care are observed.

Key words: Pinaceae family, Cupressaceae family, introducents, landscaping of localities, acclimatization of plants, decorative properties, prospects of introduction, correlation coefficient.

Поступила в редакцию 29.07.20

УДК 634.8.04(292.471):58.02-046.52

Оценка теплообеспеченности территории Крымского полуострова для производства винограда на основе анализа закономерностей пространственного варьирования индекса Уинклера

Рыбалко Е. А., Баранова Н. В., Борисова В. Ю.

*Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН
Россия, Республика Крым
agroeco-magarach@yandex.ru*

Рассчитано среднее многолетнее значение индекса Уинклера за вегетационный период в точках расположения метеостанций с длинным рядом метеонаблюдений на территории Крымского полуострова. При расчетах использовали многолетние данные за 34 года по 17 метеостанциям Крымского полуострова. Установлено, что в зависимости от географического положения метеостанции на территории Крымского полуострова значения индекса Уинклера, находятся на уровне от 1512 (Белогорск) до 1987 (Ялта). Для выявления закономерностей пространственного распределения индекса Уинклера создана сеть из 15 опорных точек, совпадающих с месторасположением метеостанций, располагающих длинным рядом наблюдений. Проанализированы при помощи технологий геоинформационного моделирования закономерности пространственного варьирования величины индекса Уинклера за вегетационный период. В результате проведенного анализа были получены модели, описывающие данные закономерности. С помощью полученных моделей, разработана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения величины индекса Уинклера, на основе которой на территории Крымского полуострова выделено 6 зон. Наиболее высокие значения изучаемого индекса получены в юго-западной, юго-восточной и южной прибрежных частях полуострова. Полученная модель, в сочетании с современными геоинформационными технологиями дает возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда.

Ключевые слова: индекс Уинклера, теплообеспеченность территории, виноград, вегетационный период, математическая модель, цифровая карта, Крымский полуостров.

ВВЕДЕНИЕ

Качество винограда для получения виноградарско-винодельческой продукции существенным образом зависит от агроэкологических условий территории его возделывания. Конкретные условия имеют различные значения для разных возрастных периодов и годовичных фаз развития виноградной лозы, а также для частей растения, отличающихся разными стадиями развития (Наумова, Новикова, 2015).

Обеспеченность вегетационного периода теплом является основным климатическим требованием для винограда. Температура колеблется в зависимости от времени и под влиянием географических и топографических условий местности. Основу агроклиматического районирования должен составить учет термических ресурсов за вегетационный период.

Теплообеспеченность территории является важным фактором окружающей среды, оказывающим влияние на урожайность винограда и качество продукции (Фурса, Фурса, 2001). Одним из основных таких показателей является индекс Уинклера. Данный показатель обуславливает принципиальную возможность выращивания того или иного сорта на заданной территории (Amerine et Winkler, 1944).

Выделение агроклиматических районов для оптимального размещения виноградных насаждений основано на соответствии требований промышленного сорта винограда природным ресурсам конкретного региона возделывания (Рапча, 2002; Гаджиев, 2004; Иванченко и др., 2010; Егоров, Петров, 2017)

При закладке виноградных насаждений важно определить пространственное варьирование уровня теплообеспеченности территории, используя данные ближайшей метеостанции (Иванченко и др., 2010, Рыбалко и др., 2016; Рыбалко, Баранова, 2019).

До настоящего времени вопросы по исследованию температурных показателей за вегетационный период с использованием современных методов математического моделирования и географических информационных систем на территории Крымского полуострова проводились в ограниченных масштабах. Поэтому решение данной задачи остается актуальной.

Цель данной работы – изучить теплообеспеченность территории Крымского полуострова для производства винограда на основе анализа закономерностей пространственного варьирования индекса Уинклера, характеризующего вегетационный период на территории полуострова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базе сектора агроэкологии отделения виноградарства «ВННИИВиВ «Магарач» РАН».

Материалами служили электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985–2018 годы (Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым).

Работа выполнена в соответствии с методиками по оптимизации размещения виноградных насаждений (Рекомендации 575/46.00334830.002-94)

Анализ пространственных данных и их моделирование проводились с использованием географических информационных систем. Расчет индекса Уинклера проведен в соответствии с резолюцией МОВВ 423-2012 RESOLUTION OIV-VITI 423-2012 REV1 и методикой с обновлениями в 2018 году (Cornelis van Leeuwen and Benjamin Bois, 2018). Подгонка (подбор) коэффициентов в математической модели производилась методом наименьших квадратов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сбор и анализ метеорологической информации, необходимой для расчёта индекса Уинклера за вегетационный период: температура воздуха выше 10 °С, позволили рассчитать среднее многолетнее значение агроклиматического индекса в точках расположения метеостанций с длинным рядом метеонаблюдений на территории Крымского полуострова. При расчетах нами были использованы многолетние данные за 34 года по 17 метеостанциям Крымского полуострова (рис. 1).

Установлено, что значения индекса Уинклера, рассчитанные для 17 пунктов расположения метеостанций Крымского полуострова, находятся в интервале от 1512 (Белогорск) до 1987 (Ялта).

Для выявления закономерностей пространственного распределения индекса Уинклера создана сеть из 15 опорных точек, совпадающих с месторасположением метеостанций, располагающих длинным рядом наблюдений. С помощью ГИС-технологий для каждой опорной точки вычислены величины агроэкологических факторов, которые могут оказывать влияние на пространственное варьирование изучаемых индексов: абсолютная высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона, географическая широта, расстояние до моря или другого крупного водоёма. Далее производился подбор нескольких математических моделей, которые сравнивались между собой по величине ошибки между расчётными и фактическими данными в опорных точках. Для каждой модели производилась подгонка коэффициентов для минимизации ошибок. По результатам сравнения выбиралась наиболее точная модель, которая в дальнейшем использовалась для построения цифровых карт пространственного распределения изучаемого климатического индекса.

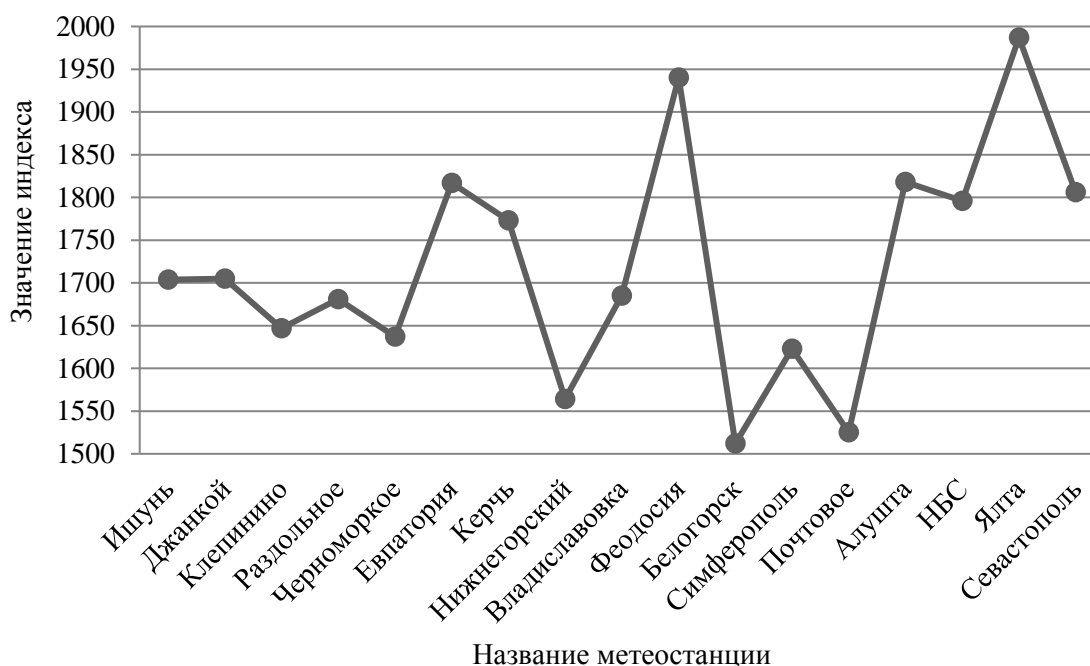


Рис. 1. Средние многолетние значения индекса Уинклера за вегетационный период для 17 пунктов Крыма

Поскольку методика расчёта индекса Уинклера несколько схожа с расчётом сумм активных температур, то было выдвинуто предположение, что закономерности пространственного варьирования этих двух показателей могут оказаться сходными. Поэтому для описания пространственного распределения величины индекса Уинклера были выбраны два варианта формулы Софрони–Энтензона – с поправкой для условий Крымского полуострова (Рекомендации, 1993) и с уточнением по географической широте анализируемой местности (Рыбалко, 2014), показавшие хорошие результаты при расчёте величины суммы активных температур. Вместо суммы активных температур в формулы подставлялись значения индекса Уинклера.

По результатам подгонки коэффициентов была произведена адаптация вышеуказанных формул для расчёта индекса Уинклера:

$$WI = WI_1 * \frac{\cos[\gamma + \arctg(\operatorname{tg} i * \cos \alpha * \cos h_0)]}{\cos \gamma_1} - 0,74 * (h - h_1), (1)$$

где WI – значение индекса Уинклера в анализируемой точке; WI_1 – среднее многолетнее значение индекса Уинклера на ближайшей метеостанции; γ – широта местности, для которой определяется индекс Уинклера, градусы; i – крутизна склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы; α – экспозиция склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы; h_0 – высота солнца в истинный полдень, градусы; h_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м; h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м; γ_1 – широта метеостанции, градусы.

$$WI = WI_1 * \frac{\cos[\gamma + \arctg(\operatorname{tg} i * \cos \alpha * \cos h_0)]}{\cos \gamma_1} - 0,74 * (h - h_1) + 150 * (\gamma_1 - \gamma), (2)$$

где WI – значение индекса Уинклера в анализируемой точке; WI_1 – среднее многолетнее значение индекса Уинклера на ближайшей метеостанции; γ – широта местности, для которой определяется индекс Уинклера, градусы; i – крутизна склона в точке, для которой ведётся

расчёт, градусы; α – экспозиция склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы; h_0 – высота солнца в истинный полдень, градусы; h_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м; h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м; γ_1 – широта метеостанции, градусы.

В качестве альтернативы была построена также линейная многофакторная модель:

$$WI = WI_{1+1,2} * (h_1 - h) + 240 * (\gamma_1 - \gamma), \quad (3)$$

где WI – значение индекса Уинклера в анализируемой точке; WI_1 – среднее многолетнее значение индекса Уинклера на ближайшей метеостанции; H_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м; h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м; γ_1 – широта метеостанции, градусы; γ – широта местности, для которой определяется индекс Уинклера, градусы.

Результаты расчёта величины индекса Уинклера по трём вышеприведенным моделям и их сравнение с фактическими данными в опорных точках показаны в таблице 1.

По результатам сравнения установлено, что наибольшей точностью обладает модель (2). При этом средняя абсолютная ошибка составила 38, то есть модель завышает расчётные данные относительно фактических. Поэтому в модель внесена поправка на эту величину, в результате чего получена модель (4), превосходящая по точности все остальные рассматриваемые модели (табл. 1).

$$WI = WI_1 * \frac{\cos[\gamma + \arctg(\tg \alpha * \cos h_0)]}{\cos \gamma_1} - 0,74 * (h - h_1) + 150 * (\gamma_1 - \gamma) - 38, \quad (4)$$

Таблица 1

Некоторые биометрические показатели математических моделей для расчёта индекса Уинклера

Показатель	Модель (1)	Модель (2)	Модель (3)	Модель (4)
Средняя абсолютная ошибка	62	38	104	0
Средняя квадратичная ошибка	133	107	137	100
Средняя относительная ошибка, %	6,4	5,0	6,5	4,7

Для разработки цифровой крупномасштабной карты пространственного распределения величины индекса Уинклера на территории Крымского полуострова была выбрана модель (4), как наиболее точная в анализируемых условиях. В результате классификации полученной карты территория Крыма была разделена на 6 зон (рис. 2, табл. 2).

Наиболее высокие значения индекса Уинклера получены в юго-западной, юго-восточной и южной прибрежных частях полуострова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчитано среднее многолетнее значение индекса Уинклера за вегетационный период в точках расположения метеостанций с длинным рядом наблюдений на территории Крымского полуострова. Установлено, что в зависимости от географического положения метеостанции на территории Крымского полуострова значения индекса Уинклера, находятся на уровне от 1512 (Белогорск) до 1987 (Ялта). Проанализированы при помощи технологий геоинформационного моделирования закономерности пространственного варьирования величины индекса Уинклера за вегетационный период. В результате проведенного анализа

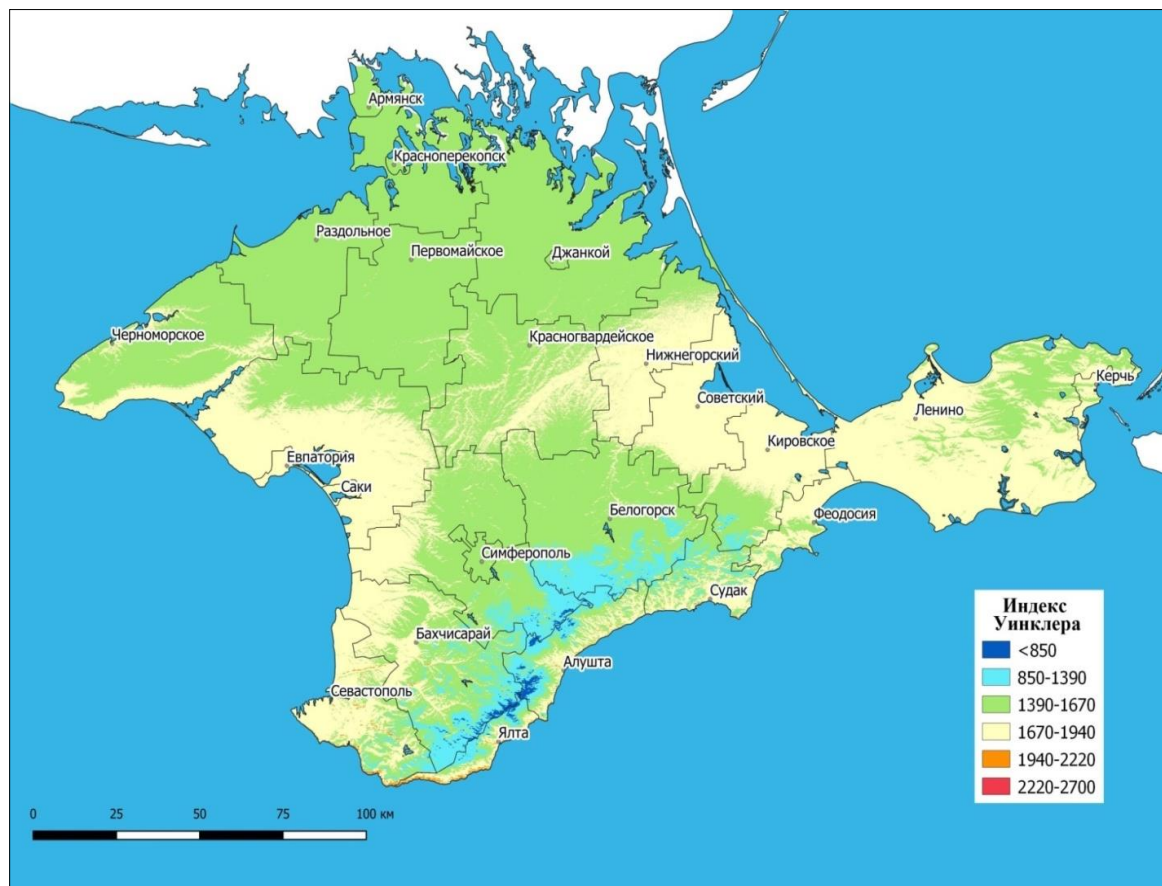


Рис. 2. Цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного варьирования индекса Уинклера на территории Крымского полуострова

Таблица 2

Характеристика шести зон Крымского полуострова, выделенных по величине индекса Уинклера

Номер зоны	Индекс Уинклера	Площадь зоны (тыс. га) и ее доля от всей площади Крыма (%)	
		тыс. га	%
1	< 850	8,4	0,3
2	850–1390	133,5	5,2
3	1390–1670	1449,3	56,6
4	1670–1940	963,5	37,6
5	1940–2220	7,4	0,3
6	2220–2700	0,2	0,007
Всего		2562,1	100

были получены модели, описывающие данные закономерности. С помощью полученных моделей, разработана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения величины индекса Уинклера, на основе которой на территории Крымского полуострова выделено 6 зон. Наиболее высокие значения изучаемого индекса получены в юго-западной, юго-восточной и южной прибрежных частях полуострова. Полученная модель, в сочетании с современными геоинформационными технологиями дает

возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» по теме «Исследование закономерностей пространственного варьирования агроклиматических показателей, характеризующих период вегетации винограда в условиях Крымского полуострова и влияющих на качество виноградарско-винодельческой продукции», № АААА-А19-119030690030-8.

Список литературы

Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС», 1985–2018 гг.

Гаджиев М. С. Агроэкологические и социально-экономические основы устойчивого развития виноградарства. Плодоводства и виноделия Южного Дагестана в XXI веке: Монография. – Махачкала: изд-во «Юпитер», 2004. – 392 с.

Егоров Е. А., Петров В. С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – С. 51–54.

Иванченко В. И., Тимофеев Р. Г., Баранова Н. В., Рыбалко Е. А. Оценка теплообеспеченности и морозоопасности земель Предгорного отделения ГП АФ «Магарач» в контексте перспектив развития промышленного виноградарства // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2010. – № 1. – С. 10–11.

Иванченко В. И., Баранова Н. В., Тимофеев Р. Г., Рыбалко Е. А. Методологические подходы к решению задачи по оценке эффективности размещения промышленных виноградников в зависимости от их сортового состава и агроэкологических условий местности на примере земель ГП АФ «Магарач» Бахчисарайского района // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2010. – № 4. – С. 10–12.

Наумова Л. Г., Новикова Л. Ю. Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 5. – С. 46–50.

Иванченко В. И., Баранова Н. В., Корсакова С. П., Рыбалко Е. А. Оптимизация размещения столовых сортов винограда в зависимости от агроэкологических ресурсов АР Крым: Тематический сборник – Ялта: НИВиВ «Магарач», 2010. – 60 с.

Рекомендации 575/46.00334830. 002–94 «Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму» ИВиВ «Магарач». – Ялта, 1993. – 68 с.

Рапча М. П. Научные основы ампелоэкологической оценки и освоения виноградо-винодельческих центров республики Молдова. – Кишинев, 2002. – 332 с.

Рыбалко Е. А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // Магарач. Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 2. – С. 10–11.

Рыбалко Е. А., Баранова Н. В., Твардовская Л. Б. Разработка крупномасштабной картографической модели пространственного распределения теплообеспеченности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда с учётом морфометрических особенностей рельефа // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2016. – Т. 11. – С. 17–22.

Рыбалко Е. А., Баранова Н. В. Анализ динамики и разработка прогноза пространственного распределения теплообеспеченности территории Крымского полуострова // Системы контроля окружающей среды – 2019. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. – Севастополь, 12–13 сентября 2019 г. – Севастополь: ИК ИПТС, 2019. – С. 127.

Фурса Д. И., Фурса В. П. Влияние микроклиматических особенностей Южного берега Крыма на специализацию виноградно-винодельческой промышленности // Труды научного центра виноградарства и виноделия. – Ялта НИВиВ «Магарач», 2001. – Т. 3. – С. 15–21.

Amerine M. A., Winkler A. J. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*. 1944. 15(6): 493–673.

Cornelis van Leeuwen and Benjamin Bois. Update in unified terroir zoning methodologies // 2E3S Web of Conferences 50, 01044 (2018) XII Congreso Internacional Terroir.

Rybalko E. A., Baranova N. V., Borisova V. Yu. Estimation of the heat provision of the territory of the Crimean Peninsula for grapes yielding basing on the analysis of spatial variation patterns of the Winkler index // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 117–123.

The quality of grapes for viticulture and winemaking products significantly depends on the agro-ecological conditions of the territory of cultivation. Definition of agro-climatic areas for the optimal placement of vineyards is based on the compliance of requirements of grapes industrial assortment with the natural resources of the region of cultivation. In the course of research, the average value of the Winkler Index of many years for the growing season in the weather station locations with a long series of weather observations on the territory of the Crimean Peninsula was calculated. Long-term data for 30 years of 17 weather stations on the Crimean Peninsula was used for calculations. Depending on the geographical location of the weather station on the territory of the Crimean Peninsula, the values of the Winkler Index stand at the level from 1512 (Belogorsk) to 1987 (Yalta). A network of 15 reference points that coincide with the location of weather stations with a long series of observations was created to identify the patterns of spatial distribution of the Winkler Index. The regularities of spatial variation of the Winkler Index value for the growing season were analyzed using geo-information modeling technologies. Models describing these patterns were obtained as a result of the analysis. A large-scale digital cartographic model of the spatial distribution of the Winkler Index value was developed, using the models, on the basis of which 6 zones were distinguished on the territory of the Crimean Peninsula. The highest values of the studied Index were registered in the South-Western, South-Eastern and Southern coastal areas of the Peninsula. The resulting model, combined with modern geo-information technologies, can be used to automate the analysis of the degree of suitability of the territory for grapes cultivation.

Key words: Winkler Index, heat provision of the territory, grapes, growing season, mathematical model, digital map, the Crimean Peninsula.

Поступила в редакцию 29.05.20

УДК 57.044:332.368-032.32(1-924.7)

Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Центрального Кавказа, Западного Кавказа и Республики Крым к загрязнению нефтью

*Мощенко Д. И., Кузина А. А., Колесников С. И., Тер-Мисакянц Т. А.,
Неведомая Е. Н., Казеев К. Ш.*

*Академия биологии и биотехнологий имени Д. И. Ивановского
Южный федеральный университет
Ростов-на-Дону, Россия
dimoshenko@sfedu.ru*

Исследовано загрязнение нефтью бурых лесных почв Центрального и Западного Кавказа, а также Республики Крым. Биодиагностику проводили по результатам биологических показателей, так как они являются наиболее чувствительными к химическому загрязнению. Было отмечено, что загрязнение бурых лесных почв нефтью вызывает ухудшение их биологических свойств (микробиологические, ферментативные параметры, а также влияет на показатели роста и развитие растений). Усредненный ряд устойчивости бурых лесных почв к загрязнению нефтью по территориальной принадлежности: Центральный Кавказ \geq Республика Крым $>$ Западный Кавказ. На основании степени нарушения экологических функций почвы получены ориентировочные значения предельно допустимого содержания нефти в бурых лесных почвах Центрального и Западного Кавказа, Республики Крым, которые целесообразно использовать для разработки региональных экологических нормативов.

Ключевые слова: нефть, загрязнение, бурые лесные почвы, биотестирование, Центральный Кавказ, Западный Кавказ, Республика Крым, нормирование, региональные предельно допустимые концентрации.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяные углеводороды, попадая в почву, оказывают неблагоприятное воздействие на почвенную биоту, а, следовательно, создают условия стресса и изменения для наземных экосистем. Один литр отработанной нефти может загрязнить до 3784 м² почвы. Загрязненные участки являются непригодными для сельского хозяйства в течение до 100 лет (Chin et al., 2012).

Загрязнение почвы нефтью изменяет ее свойства, что приводит к плохой аэрации, иммобилизации питательных веществ и снижению pH, которые в значительной степени определяют плодородие почвы (Shukry et al., 2013). Эти изменения приводят к нарушению биологического равновесия почвы, которое выражается в снижении жизнедеятельности микроорганизмов (Das and Chandran, 2011). Таким образом, почва становится менее продуктивной (Plohl et al., 2002). Нефть относят к категории умеренно опасных веществ (ГОСТ 12.1.007-76) загрязняющих окружающую среду и оказывает негативное влияние на здоровье человека.

Цель исследований – биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Центрального и Западного Кавказа, а также Республики Крым к загрязнению нефтью и разработка региональных предельно допустимых концентраций нефти в почве.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы бурые лесные почвы, которые характеризуется кислой реакцией среды (pH 4,9), тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, низкой биологической активностью. Эти почвы формируются в экосистемах смешанных широколиственных лесов и характерны для буково-грабовых лесов.

Для модельных исследований почву отбирали из верхнего слоя 0–10 см в окрестностях города Теберды (Карачаево-Черкесская Республика, Карачаевский городской округ, 43°23'11.06"С, 41°42'20.32"В), села Горское (Краснодарский край, Туапсинский район, 44°45'47.28"С, 038°43.894' В), Ангарского перевала (Республика Крым, 44°45'47.28"С, 34°20'32.94"В). Загрязнение нефтью проводили в концентрации – 1, 5 и 10 % от массы почвы, так как ПДК для нефти не разработана. Нефть, используемая в исследовании, имеет малое количество механических примесей, среднюю плотность, среднее содержание хлористых солей и серы (Химическая энциклопедия, 1992). Загрязнение почвы нефтью до 10 % от массы почвы и более часто встречается в районах нефтедобычи, транспортировки и переработки нефти (Трофимов и др., 2000; Пиковский, 2003). Образцы для лабораторно-аналитического исследования отбирали через 30 дней после загрязнения. При оценке химического воздействия на почву этот срок является наиболее информативным (Колесников и др., 2008).

Биологические параметры в почвах, исследовали согласно общепринятым методам в биологии, почвоведении и экологии. (Казеев и др., 2016). Они представлены в таблице 1.

Таблица 1

Лабораторно-аналитические методы исследования почв

Показатель	Метод
Общая численность бактерий	По Д. Г. Звягинцеву, П. А. Кожевину
Активность каталазы	По А. Ш. Галстяну
Активность дегидрогеназ	По А. Ш. Галстяну в модификации Ф. Х. Хазиева
Численность бактерий рода <i>Azotobacter</i>	Метод комочков обрастания на среде Эшби
Целлюлозолитическая активность	По разложению хлопчатобумажного полотна
Фитотоксические свойства почвы	По изменению показателей прорастания семян (всхожесть) и интенсивности начального роста проростков (длина корней)

Для комплексной оценки результатов исследования, использовали интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы. (Колесников и др., 2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Загрязнение бурых лесных почв нефтью, приводит к угнетению их эколого-биологических показателей. Это выражается в снижении численности бактерий, обилия бактерий рода *Azotobacter*, активности каталазы и дегидрогеназ, длины корней растений редиса. Генетические свойства почвы, природа и концентрация загрязняющего вещества определяют степень снижения биологических показателей.

На рисунках 1–4 представлены результаты устойчивости бурых лесных почв по биологическим показателям.

В результате исследования установлено, что загрязнение бурой лесной почвы Центрального Кавказа нефтью ведет, в большинстве случаев, к снижению биологической активности почвы. В вариантах целлюлозолитической способности почвы с концентрацией нефти равной 10 % воздействие на почвенную биоту достаточно велико, о чем свидетельствует не разложившееся хлопчатобумажное полотно. В случае обилия бактерии рода *Azotobacter*, при концентрации нефти равной 5 % и 10 % токсическое воздействие имеет схожую силу.

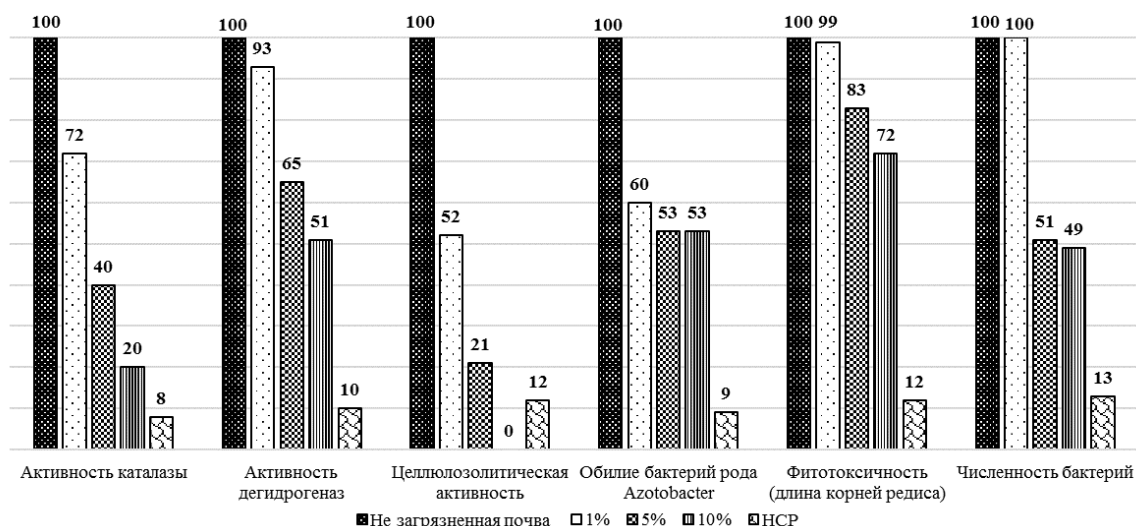


Рис. 1. Изменение биологических показателей бурой лесной почвы Центрального Кавказа после загрязнения нефтью, % от контроля

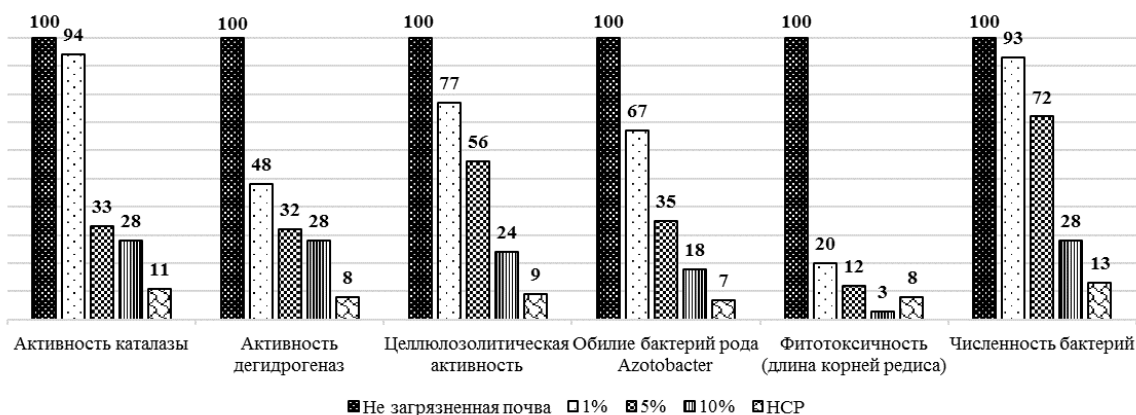


Рис. 2. Изменение биологических показателей бурой лесной почвы Западного Кавказа после загрязнения нефтью, % от контроля

Загрязнение бурой лесной почвы Западного Кавказа нефтью приводит к снижению: микробиологических показателей, ферментативной активности, целлюлозолитической способности и численности бактерий. Нефть оказала существенное влияние на фитотоксические свойства бурой лесной почвы (длина корней редиса). Наблюдалась прямая зависимость снижения фитотоксических показателей от концентрации нефти: чем выше доза, тем меньше длина корней редиса.

При загрязнении бурой лесной почвы Республики Крым установлено отрицательное влияние нефти на ферментативную активность. Активность дегидрогеназ снижалась сильнее, чем активность каталазы. Так же существенное отрицательное воздействие нефти даже при малых концентрациях можно отметить в вариантах обилия бактерий рода *Azotobacter*.

На основании полученных данных (рис. 4), можно сделать вывод, что наиболее устойчивой к загрязнению нефтью является бурая лесная почва, отобранная на территории Центрального Кавказа. Промежуточную устойчивость проявила бурая лесная почва, отобранная на территории Республики Крым. Наименее устойчивой, является бурая лесная почва Западного Кавказа.

Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв
Центрального Кавказа, Западного Кавказа и Республики Крым к загрязнению нефтью

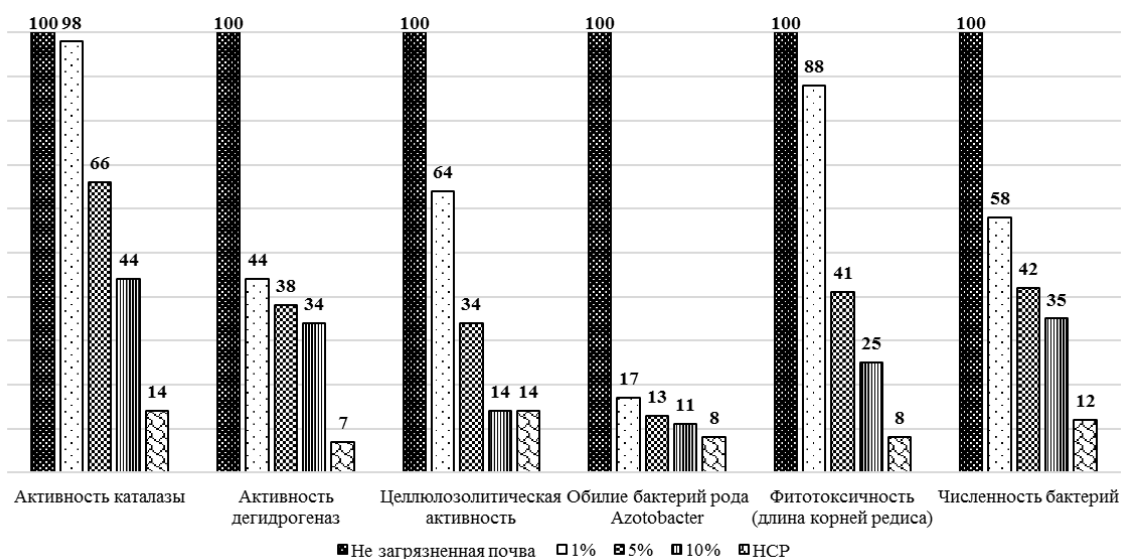


Рис. 3. Изменение биологических показателей бурой лесной почвы Республики Крым после загрязнения нефтью, % от контроля

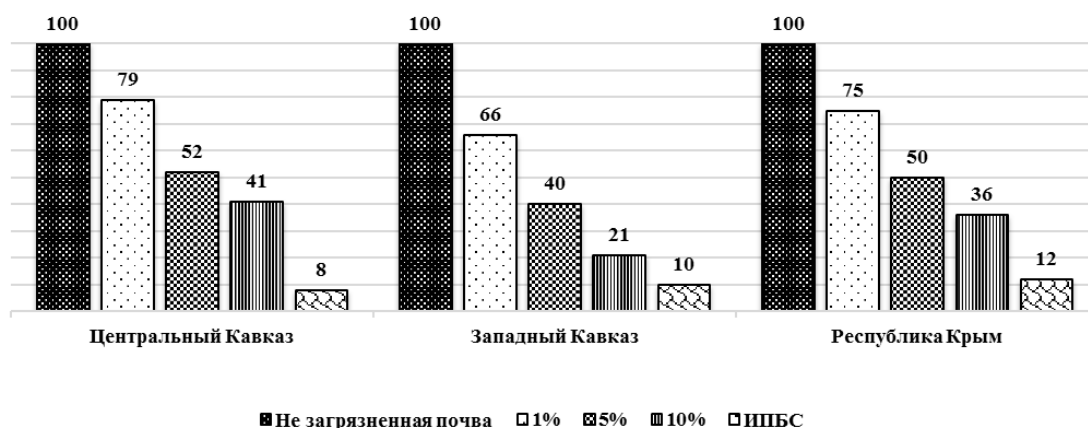


Рис. 4. Изменение ИПБС бурых лесных почв после загрязнения нефтью, % от контроля

Обобщив полученные данные, можно построить усредненный ряд устойчивости бурых лесных почв к загрязнению нефтью по территориальной принадлежности: Центральный Кавказ \geq Республика Крым $>$ Западный Кавказ.

Устойчивость почв к загрязнению нефтью зависит от их биологической активности и степени оструктуренности. Хорошая оструктуренность почв обеспечивает поддержание водно-воздушного режима, важного для биологических процессов, а высокая биологическая активность способствует высокой скорости разложения нефти в почве (Колесников и др., 2013).

В данном исследовании с помощью уравнений регрессии, отражающих зависимость снижения значений ИПБС от содержания в почве загрязняющего вещества были получены ориентировочные значения для разработки региональных нормативов предельно допустимого содержания нефти в бурых лесных почвах Центрального Кавказа, Западного Кавказа, Республики Крым (табл. 2).

Таблица 2

Ориентировочные значения для разработки региональных нормативов предельно допустимого содержания нефти в бурых лесных почвах по степени нарушения экофункций

Степень загрязнения почв	Не загрязненные	Загрязненные слабо	Загрязненные средне	Загрязненные сильно
Изменение выполняемых функций почвы ¹	–	Информационные	Химические, физико-химические, биохимические, целостные	Физические
Снижение интегрального показателя ²	<5 %	5–10 %	10–25 %	>25 %
Регион	Содержание нефти в почве, %			
Центральный Кавказ	<0,15	0,15–0,25	0,25–1,50	>1,50
Западный Кавказ	<0,15	0,15–0,20	0,20–0,50	>0,5
Республика Крым	<0,15	0,15–0,25	0,25–1,50	>1,50

Примечание к таблице. Классификация экологических функций по Г. В. Добровольскому и Е. Д. Никитину (1990); Определение интегрального показателя по С. И. Колесникову, К. Ш. Казееву и В. Ф. Валькову (2000).

ВЫВОДЫ

1. Загрязнение бурых лесных почв Центрального Кавказа, Западного Кавказа и Республики Крым нефтью, приводит к снижению значений всех биологических показателей: общей численности бактерий, обилия бактерий рода *Azotobacter*, активности каталазы и дегидрогеназ, целлюлозолитической способности, длины корней редиса.

2. Бурые лесные почвы Центрального Кавказа, Западного Кавказа, Республики Крым показали относительно низкую устойчивость к загрязнению нефтью. Нами был построен усредненный ряд устойчивости бурых лесных почв к загрязнению нефтью по территориальной принадлежности: Центральный Кавказ ≥ Республика Крым > Западный Кавказ.

3. На основании степени нарушения экологических функций почвы получены ориентировочные значения предельно допустимого содержания нефти в бурых лесных почвах Центрального Кавказа, Западного Кавказа, Республики Крым, которые целесообразно использовать для разработки региональных экологических нормативов (рПДК).

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11).

Список литературы

- ГОСТ Р. 12.1. 007-76 Вредные вещества // Классификация и общие требования безопасности. – М., Издательство стандартов, 1976. – 7 с.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). – М.: Наука, 1990. – 261 с.
- Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Южный федеральный университет – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 356 с.
- Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. – Ростов-н/Д: СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.

Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф., Азнаурьян Д. К., Жаркова М. Г. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. – Ростов-на-Дону: Изд-во: Ростиздат, 2007. – 192 с.

Колесников С. И., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф., Тлехас З. Р. Устойчивость почв Республики Адыгея к химическому загрязнению. – Ростов н/Д: Эверест, 2008. – 156 с.

Колесников С. И., Спивакова, Н. А., Везденеева, Л. С., Кузнецова, Ю. С., Казеев, К. Ш. Влияние модельного загрязнения нефтью на биологические свойства почв сухих степей и полупустынь юга России // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, №. 2 (55). – С. 58–63.

Пиковский Ю. И., Геннадиев А. Н., Чернянский С. С., Сахаров Г. Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение, – 2003. №. 9. – С. 1132–1140.

Трофимов С. Я., Аммосова Я. М., Орлов Д. С., Осипова Н. Н., Суханова Н. И. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестник Московского Университета. Серия 17: Почвоведение. – 2000. № 2. – С.30–34.

Химическая энциклопедия: В 5 т.: – т. 3. [Гл. ред. И. Л. Кнунянц]. – М.: Большая Российская энциклопедия, – 1992. – 639 с.

Chin S. C., Shafiq N., Nuruddin F. Effects of used engine oil in reinforced concrete beams: the structural behaviour //International Journal of Civil and Geological Engineering. – 2012, N 6. – P. 83–90.

Das N., Chandran P. Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview //Biotechnology research international. – 2011. – P. 1–14.

Plohl K., Leskovsek H., Bricelj M. Biological degradation of motor oil in water // Acta Chimica Slovenica. – 2002, Vol. 49, N 2. – P. 279–290.

Shukry W. M., Al-Hawas G. H. S., Al-Moaikal R. M. S., El-Bendary M. A. Effect of petroleum crude oil on mineral nutrient elements, soil properties and bacterial biomass of the rhizosphere of jojoba // British journal of environment and climate change. – 2013, – Vol. 3, N 1, – P. 103–118.

Moshchenko D. I., Kuzina A. A., Kolesnikov S. I., Ter-Misakyants T. A., Nevedomaya E. N., Kazeev K. Sh. Biodiagnostics of resistance of brown forest soils of Central Caucasus, Western Caucasus and the Republic of Crimea to oil pollution // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 124–129.

Brown forest soils pollution by oil of the Central and Western Caucasus, as well as the Republic of Crimea was studied. Biodiagnostics was conducted on the basis of biological indicators, as they are the most sensitive to chemical contamination. It was noted that brown forest soils pollution by oil caused deterioration of their biological features, such as microbiological indicators, enzymatic activity of the soil, deterioration of plant growth and development. The averaged series of brown forest soil resistance to pollution by oil by territory made the following sequence: Central Caucasus \geq Republic of Crimea $>$ Western Caucasus. On the basis of the degree of reduction of environmental functions of the soil, approximate values of maximum permissible concentration of oil in brown forest soils of the Republic of Crimea, Central and Western Caucasus were obtained, which should be used for the development of regional environmental standards.

Key words: oil, pollution, brown forest soils, biotesting, Central Caucasus, Western Caucasus, Republic of Crimea, regulatory actions, regional maximum permissible concentrations.

Поступила в редакцию 08.10.20

Влияние антропогенного загрязнения на водоросли-макрофиты Авачинской губы (Юго-восточная Камчатка)

Кашутин А. Н., Егорова Е. В., Кашутина И. А., Розалева Н. Л.

Камчатский государственный технический университет

Петропавловск-Камчатский, Россия

Egorova_bam@rambler.ru, kashutinaia@yandex.ru

Приводятся результаты оценки источников и степени антропогенного загрязнения Авачинской губы (юго-восточная Камчатка). Основными источниками антропогенного загрязнения акватории губы и прилегающей местности являются города и посёлки, расположенные на её берегах, а также её притоки – реки Авача и Паратунка. Отмечено хроническое загрязнение бухты: нефтепродуктами, фенолами, детергентами, солями тяжелых металлов, радиоактивными веществами. В прибрежных водах полуострова Камчатка сосредоточены самые значительные запасы бурых водорослей, главным образом представителей порядка ламинариевых, в том числе *Fucus distichus* subsp. *evanescens* и *Eualaria fistulosa*. В Авачинской губе микропопуляции некоторых видов водорослей претерпели изменения, так бурые водоросли *Eualaria fistulosa* в настоящее время встречаются только в горле Авачинской губы. По последним данным *E. fistulosa* присутствует в губе в очень малом количестве, в штормовых выбросах она присутствует единично и только в виде отдельных частей. По совокупности признаков к наиболее загрязненным, гипертрофическим участкам побережья можно отнести весь берег от сопки Никольской, бухту Раковую, куты бухт Моховая и Сероглазка, Петропавловский ковш, где практически уничтожен весь пояс фукоидов. Обращается внимание на необходимость постоянного экологического мониторинга Авачинской губы, а также проведение технологических реконструкций канализационных стоков и очистных сооружений, а также подъем затонувших судов и другого крупного металлического мусора.

Ключевые слова: Авачинская губа, окружающая среда, экологический мониторинг, источники антропогенного загрязнения, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, *Eualaria fistulosa*.

ВВЕДЕНИЕ

Рост народонаселения, интенсификация хозяйственной деятельности, появление многих отсутствующих ранее технологий в последние десятилетия неизмеримо усилили антропогенный пресс на биосферу по сравнению с его уровнем, сложившимся на протяжении всей предшествующей истории цивилизации.

Современное понимание экологической безопасности морей РФ включает комплекс фундаментальных научных знаний, высокоэффективных технологий и технических средств, действенных мероприятий и научно-обоснованных государственных решений. Этот комплекс направлен на сохранение и эффективный мониторинг продукционного потенциала и биологического разнообразия морских акваторий в условиях реальных климатических изменений, активной промышленно-хозяйственной деятельности в прибрежных зонах и на шельфе, антропогенного загрязнения прибрежных акваторий (Альтернативный маршрут..., 2010).

В одном из наиболее основательных аналитических трудов о современном состоянии окружающей среды в России утверждается, что «человечество уже живёт в разрушающемся мире в условиях всё нарастающего жестокого экологического кризиса, который превращается в кризис всей цивилизации» (Лосев и др., 1993).

Водные пространства морей и океанов – конечные вместилища для подавляющего большинства отходов. Миллионы лет в моря и океаны поступали вещества, приносимые речными водами. К измельченным горным породам и частичкам почвы, переносимым водными потоками и за счет атмосферных явлений с континентов в Мировой океан, после появления человечества присоединились продукты его жизнедеятельности. Морские экосистемы подвергаются антропогенному воздействию химических токсикантов. Среди них

выделяют нефтяные углеводороды, пестициды, радионуклиды и токсичные элементы (мышьяк, свинец, кадмий), которые негативно влияют на существование гидробионтов (Огородников, 2003; Гусарова, 2005; Ковековдова, 2006).

Не стала исключением и Авачинская губа (Юго-восточная Камчатка). На ее берегах расположены базы военно-морского флота, торгового, нефтеналивного и рыбного флотов, нефтехранилища, судоремонтные и рыбоперерабатывающие предприятия, и она многие десятилетия служит естественным приемником всех хозяйственно-бытовых и производственных стоков Петропавловско-Елизовского-Вилучинской агломерации, где проживает три четверти населения края.

В связи с усилением хозяйственного освоения территории Камчатского края в последние десять лет все больше вопросов возникает у различных органов власти и природопользователей об особенностях определения размера вреда водным биологическим ресурсам при осуществлении хозяйственной и иной деятельности. В городе Петропавловск-Камчатском 4–8 октября 2010 года на совместном выездном заседании Комитета Совета Федерации по природным ресурсам и охраны окружающей среды и Комиссии Совета Федерации по национальной морской политике рассмотрен вопрос «Об экологическом состоянии припортовых морских акваторий России и мерах по их оздоровлению».

До сих пор обобщающих факторов влияющих на экологическое состояние Авачинской губы не существует, так как до настоящего времени на акватории губы проводились только гидрохимические исследования. Однако наиболее полную и объективную картину можно получить только по совокупности данных гидрохимических и гидробиологических исследований, охватывающих как собственно водную среду, так и обитающих в ней водорослей-макрофитов.

Поскольку водоросли реагируют на токсические воздействия среды, извлекая из морской воды и концентрируя многие элементы, в том числе и токсичные, данные свойства макрофитов позволяют рекомендовать их в качестве организмов-мониторов (Shiber, 1978; Саенко, 1992). В связи с этим необходимо проведение регулярного мониторинга. Проведённый анализ научной литературы показал, что в Авачинской губе такими объектами могут служить бурые водоросли, такие как *Fucus distichus* subsp. *evanescens* и *Eualaria fistulosa*, обладающие наиболее адекватными и информативными ответными реакциями на действие антропогенного фактора. Они, как литоральные и сублиторальные организмы, в большой степени способны переносить изменения условий среды и стресс, чем виды открытого моря (Герлах, 1985). Поэтому они более резистентны к действию многих загрязняющих веществ.

Начало альгологическим исследованиям в Авачинской губе положила Вторая Камчатская, или Великая Северная экспедиция Витуса Беринга 1737–1743 годах. Специальные гидробиологические исследования стали проводиться лишь с 30-х годов прошлого века. В 1934–1939 годах изучением литорали этого района занимался сотрудник Камчатской морской станции Государственного гидрологического института Гидрометслужбы, позднее Камчатского отделения ТИНРО Н. Н. Спасский (1961). В 1982–1989 годах, бентос Авачинской бухты интенсивно изучался группой сотрудников Камчатского отдела ИБМ ДВО АН СССР и Камчатского отдела ТИГ ДВО АН СССР под руководством В. В. Ошуркова (Ошурков и др., 1989; Ошурков, 2000).

Нами в 2016–2019 годах были проведены круглогодичные наблюдения всего побережья губы, что позволило дать более полное представление о распространении бурых водорослей *F. distichus* и *E. fistulosa* в районах губы подверженных антропогенному загрязнению.

Экологические исследования Авачинской губы проводили лишь эпизодически и бессистемно, а имеющиеся данные по гидрохимическому фону, содержанию загрязняющих веществ и состоянию водного населения губы сейчас в значительной мере устарели.

Цель наших исследований – провести анализ современного экологического состояния Авачинской губы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы литературные данные и результаты собственных исследований. Методологический подход к научному и экспериментальному обоснованию исследования заключался в изучении экологической обстановки в Авачинской губе полуострова Камчатка в период с 2016 года по 2019 год. В 2019 году в Аккредитованном испытательном лабораторном центре Центра гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае проведен контроль за соблюдением требований СанПин 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения». Для проведения анализа произведен забор морской воды напротив Театральной площади (бухта Култучная, омывающая центральный городской пляж), куда поступают стоки Мехзавода, из озера Култучное и из одного из городских коллекторов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ниже представлены физико-географическая характеристика Авачинской губы и сведения об антропогенном влиянии на обитателей Авачинской губы, в частности, на водоросли-макрофиты.

Физико-географическая характеристика Авачинской губы. Происхождение водоёма – вулканотектоническое – примерно 600 тыс. лет (верхнеалейское время) (Дмитриев, Ежов, 1977). Авачинская губа расположена на восточном (океанском) побережье, в южной половине Камчатского полуострова, представляет собой грубоизометричный водоём, соединённый узким (3 км) проходом в океан.

Губа почти целиком расположена на юго-восточном окончании грабенообразной впадины долины реки Авача. Побережье губы изрезано множеством удобных бухт, полуостровов, мысов, подводных и надводных скал. Берега в большинстве скалистые, либо крутосклонные, за исключением северо-западной и западной части, где в дельте рек Авача и Паратунка они низменные, песчаные или пологосклонные, как в районе бухты Крашенинникова.

Морское дно преимущественно песчаное, в центральной части чёрные илы покрывают 45 % площади дна на глубинах более 22–23 м. У городского берега илы доходят до глубин 14–21 м, что, видимо, связано с антропогенным влиянием. Коричневые илы (более 25 %) опоясывают полосой различной ширины всю бухту на глубине 5–20 м, слабо представлены у городского берега. Наибольшие площади заняты в южной части у выхода в горло и опускаются до глубины 23 м, и видимо, является результатом воздействия открытого океана. Серый ил сходный с чёрным илом, расположен на небольших глубинах 3–5 м (Чуян, 2001).

Для губы характерны неправильные полусуточные приливы с сильно выраженным суточным неравенством полных вод, имеющих небольшие колебания по высоте. Средняя продолжительность стояния полных вод около 14 ч. Одним из таких факторов, заметно влияющих на состояние уровня, является атмосферное давление, при понижении давления уровень моря повышается, а при повышении наоборот понижается. В летний период, во время прилива, поступающая из Тихого океана вода солёностью 31–32 ‰ распространяется вдоль восточного побережья губы, а по западной половине губы скатываются опреснённые до 2–5 ‰ (в июне, июле) воды эстуариев рек Паратунка, Авача и других водоемов. Суммарные течения «горла» захватывают всю толщу воды, с уменьшением максимальной скорости в придонном слое (Кашутин, 2019). Температура воды у поверхности летом 6–13 °С. Сплошной ледяной покров образуется редко, обычно он взламывается ветром и судами.

Источники загрязнения вод Авачинской губы и их влияние на бурые водоросли, в том числе *F. distichus* subsp. *evanescens*, *E. fistulosa*. Авачинская губа является естественным приемником всех хозяйственно-бытовых и производственных стоков Петропавловско-Елизовского-Вилучинской агломерации. В 2018 году в губу с вышеуказанных поселений было сброшено в общей сложности сточной, транзитной и другой воды 0,48 км³/год, и общее количество загрязняющих веществ в сточных водах относительно

2017 года возросло на 8,0 %. В 2018 году относительно данных 2017 года несколько увеличился объем нормативно-очищенных сточных вод (на 6,7 %). Связано это с увеличением сброса сточной воды от населения и абонентов КГУП «Камчатский водоканал», поступающей на канализационные очистные сооружения (КОС) «Чавыча».

В настоящее время в городе Петропавловск-Камчатский нет единой канализационной схемы, так как система канализации выполнена фрагментарно. В результате такого расположения районов водоотведения, значительная часть стоков (из 49 выпусков) вообще не поступает на очистные сооружения. Так на сегодняшний день 46,57 % хозяйственно-бытовых сточных вод города сбрасываются в водные объекты без очистки через выпуски, находящиеся в различных районах города, 53,43 % сточных вод проходят механическую и биологическую очистку.

Система водоотведения Елизовского муниципального района является децентрализованной, и водоотведение производится в изолированные системы, собирающие сточные воды отдельных предприятий, групп жилых зданий и жилых районов и через выпуски сбрасываются в реки, протекающие на территории города и пригородной зоны: реки Авача и Паратунка (табл.1). Очистке подвергается лишь небольшая часть стоков (около 10 % общего объема водоотведения из 20 выпусков).

Таблица 1

Общая характеристика стока загрязненных вод в реки Авача и реки Паратунка

Река-приемник сточных вод	Количество выпусков	Общий сброс, тыс. куб. м/год
Авача	12	3660,9
Паратунка	23	7656,1

В городе Вилючинск очистка стоков не осуществляется, водоотведение производится через три выпуска. Дренажные, талые и ливневые воды, на территории жилого района Рыбачий (Вилючинского городского округа), в централизованные сети хозяйственно-бытовой канализации не попадают, отвод осуществляется по рельефу за счет уклонов поверхности. Основными показателями канализационных сбросов в воды Авачинской губы являются: сульфат-анион (сульфаты SO₄), БПКполн, ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля, нефти и нефтепродуктов. По сравнению с данными 2017 года в 2019 году произошло увеличение сбросов детергентов от 20 до 30 %, а нефти и нефтепродуктов – на 45 %.

Загрязнение нефтепродуктами. Важнейшие антропогенные источники нефтяного загрязнения Авачинской губы морские – морской транспорт, военные корабли, рыбодобывающие и суда различного назначения, трубопроводы, установки и устройства, для перекачки нефтепродуктов используемые во время бункеровки судов (Бескдид, Дурягина, 2010.).

В ряде участков побережья Авачинской губы наблюдаются относительно регулярные разливы нефтепродуктов, обусловленные спецификой производственной деятельности береговых предприятий. К этому необходимо добавить почти ежегодные аварийные залповые сбросы нефтепродуктов с разной локализацией. Наибольшее загрязнение нефтепродуктами наблюдается у северо-восточного берега в районе морского порта и нефтебаз. По остальной акватории губы нефтепродукты распределяются относительно равномерно, так приливно-отливные течения и ветер разносят их по поверхности всей губы.

С конца 70-х и до начала 90-х годов концентрация нефтепродуктов в воде оставалась примерно одинаковой и составляла в среднем 0,45–0,70 мг/л (9–14 ПДК) на поверхности и 0,30–0,70 мг/л у дна. Их максимальные значения на поверхности в этот период, без учета залповых выбросов, достигали 4,1 мг/л (82 ПДК), а у дна – 3,6 мг/л (72 ПДК). В этот период в Авачинской губе постоянно содержалось около 1000 т нефтепродуктов (Березовская, 1988).

В последние годы количество нефтепродуктов загрязняющих губу, снизилось. Максимальное значение – 3,6 ПДК было зафиксировано на выходе из Авачинской губы (придонный горизонт). Содержание растворенных нефтяных углеводородов, по сравнению с 2017 года, в целом по Авачинской губе снизилось в 2 раза и составило 1 ПДК, однако в 2018 году превысила санитарную норму в 37 % (Доклад об экологической..., 2018).

У рассматриваемого нами вида бурой водоросли *F. distichus* при малой концентрации в воде машинного масла наблюдается даже некоторая стимуляция фотосинтеза, а при тех же концентрациях дизельного топлива он снижается. Влияние нефтепродуктов на развитие макроводоросли *E. fistulosa* ещё только предстоит изучить, так как анализ литературных данных не дает полного представления о воздействии на неё углеводов.

В связи с постоянным загрязнением вод губы нефтепродуктами, пояс фукоидов городского побережья испытывает негативное воздействие нефтяных пленок. Во время отливов на отдельных участках растения *F. distichus* полностью покрыты нефтепродуктами, что хорошо видно по характерному блеску слоевища. Все это приводит к аномалиям морфологического развития (Копылов, Павлова, 1998). В тоже время *E. fistulosa* более устойчива к влиянию нефтепродуктов, но точные данные о воздействии отсутствуют.

Загрязнение фенолами. Соединения фенольной природы широко распространены в растительном мире. Фенол, как и нефтепродукты, относится к токсическим веществам с неспецифическим действием (Гапочка, 1981). У водорослей фенол кроме неспецифического воздействия проявляет некоторые элементы специфического действия. При исследовании влияния фенолов на рост морских водорослей установлено, что их токсичность зависит от уровня проявления клеточного лизиса, обусловленного денатурацией белковых соединений протеинов, входящих в состав их клеток. Как антиоксиданты они препятствуют процессам окисления и тем самым подавляют клеточное дыхание и фотосинтез водорослей. Замедление дыхания вызывает у растений снижение обмена веществ, препятствует передвижению ассимилянтов, экскреции, делению клеток и так далее. Доходя до определенного уровня, оно определяет состояние, близкое к анабиозу (Ерохин, Карнаухов, 1981). Как известно, реки выносят в губу до 29 т фенола, образующегося в основном в результате разложения животных и растительных остатков. Значительное количество фенолов попадает в губу со стоками городских канализационных вод.

С середины 70-х до начала 90-х годов концентрация фенолов в воде колебалась в широких пределах – от 0 до 0,135 мг/л. В среднем она составляла 0,010–0,020 мг/л (10–20 ПДК), как на поверхности, так и у дна. Максимальные значения на поверхности в этот период достигали 0,127 мг/л (127 ПДК), а у дна – 0,135 мг/л (135 ПДК). Средняя концентрация фенолов по всей толще воды за этот период равнялась 0,015 мг/л (15 ПДК) (Очеретяна, 2017). С начала 90-х по 2019 содержание фенолов изменялось от 0 до 0,09 мг/л (90 ПДК) при среднем значении 0,01 мг/л (10 ПДК). Наибольшее загрязнение акватории губы фенолами наблюдается в прибрежной полосе у северо-восточного берега.

Загрязнение синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ). Синтетические поверхностно-активные вещества в отличие от нефти и фенолов в естественных условиях в природе не встречаются. Они стали поступать в окружающую среду с 70-х годов XX столетия.

В результате своей высокой поверхностной активности синтетические моющие вещества способны вызывать растворение белков, липидов, каротиноидов, а также диссоциацию белковых комплексов, инактивацию нефтеокисляющих и других микроорганизмов. Многие СПАВ токсичны по отношению к фито- и зоопланктону, поскольку они способны увеличивать проницаемость, клеточных мембран и включаться в белки (Вербина, 1980).

В Авачинской губе гибели макроводорослей под воздействием СПАВ не наблюдалось, поскольку их концентрации незначительно превышают ПДК. С середины 70-х годов и до настоящего времени концентрация СПАВ в воде губы колебалась от 0,0 до 0,01 мг/л. В среднем по всей толще воды она составляла 0,13 мг/л. Это не намного превышает ПДК, которая по этому поллютанту составляет 0,1 мг/л (Постановление Правительства..., 2012). В 2018 году ни в одной из отобранных проб не обнаружено нарушения критерия качества по

СПАВ. Наиболее загрязненным является участок берега, находящийся между бухтой Сероглазка и мысом Сигнальный.

Загрязнение тяжелыми металлами. В 1990–1993 годах по заказу Государственного комитета по охране окружающей среды в Камчатской области (Камчатоблкомприрода) Всероссийский научно-исследовательский институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ) провел работу по оценке состояния загрязнения акватории Авачинской губы токсичными элементами и радионуклидами (Копылов, Павлова, 1998).

Было установлено, что доля чистых, относительно чистых и слабо загрязненных грунтов составляет около 70 % обследованной территории. Остальные 30 % площади губы являются умеренно-, повышено- и высокозагрязненными. В тоже время в прибрежье и у самой верхней границы шельфа доля загрязненных грунтов достигает почти 100 %.

Наиболее загрязненные участки почти целиком располагаются в верхних отделах шельфа и характерны для районов порта, СРМЗ, бухт Раковой, Сероглазка и Завойко. Эти концентрации настолько велики, что делают практически невозможными обитание многоклеточных донных организмов.

Вопросу взаимодействия тяжелых металлов и морских макрофитов посвящено довольно много исследований, в большей части из которых водоросли-макрофиты, преимущественно фукусовые, рассматриваются как объекты мониторинга, способные улавливать изменения в содержании тяжелых металлов в различных биотипах эстуариев и прибрежных вод моря (Bryan, 1971; Fuge, 1973; Bohn, 1979).

В отечественной литературе данная проблема наиболее подробно обсуждается в обзорах и оригинальных работах К. С. Бурдина с коллегами (Бурдин, 1990), Н. К. Христофоровой (Христофорова, 1989, 2012), В. А. Березовской (Березовская, 2002).

В процессе эволюции у водорослей выработалась способность накапливать некоторые металлы в 1000–10000 раз больше по сравнению с их содержанием в воде (Bailey, Stokes, 1985).

На представителях фукусовых была показана способность обмениваться некоторыми элементами с водой даже мертвыми водорослями, что говорит о наличии как биологических, так и физико-химических механизмов концентрирования – биоаккумуляционного и биосорбционного усвоения металлов (Гавриленко, 1988).

Из всех тяжелых металлов одним из наиболее токсичных является ртуть (Hg). Не менее опасен для макрофитов свинец (Pb). О воздействии свинца на морские водоросли известно пока мало. Ряд макрофитов способен к его накоплению, не демонстрируя при этом сильных отклонений от нормы. К числу таких видов относится, например, *Fucus vesiculosus*, который накапливает до 135 мкг/г свинца.

Интоксикация фукуса медью (Cu) выражается в ингибировании их ферментативных систем. При ее концентрации 301 мкг/г от сухой массы наблюдается отмирание слоевищ у представителей фукусовых.

Цинк (Zn) в малых дозах стимулирует рост. На живые организмы Авачинской губы он, скорее всего, не оказывает сильного воздействия, поскольку из-за повышенного природного фона этого элемента (сульфидная минерализация пород, слагающих берега губы) и способности к накоплению, например, у *F. distichus* до 2207 мкг/г.

Не смотря на то, что Авачинский залив подвержен большой антропогенной нагрузке, содержание токсичных веществ не превышает ПДК, это лишний раз свидетельствует о ценности водорослей, произрастающих в районе их возможного активного лова.

Одним из источников поступления тяжелых металлов в губу являются затонувшие суда, которые негативно влияют на безопасность судоходства, на экологическую обстановку в акватории бухты и сохранение её рыбопромыслового значения. По состоянию на июль 2019 года в Авачинской губе находится более 68 корпусов кораблей, судов и их фрагментов общим весом около 220 тыс. тонн. Наибольшее количество находится в бухтах Южная, Крашенинникова, Сельдевая и акватории в районе мыса Санникова. Более того, учитывая тот факт, что полного обследования Авачинской губы никем не осуществлялось, можем предположить, что в затопленном состоянии находятся и другие неучтенные объекты

(Трямкина, Бородина, 2014).

Радиоактивность морской воды Авачинской губы. Вода Мирового океана содержит природные радиоактивные вещества, среди которых наибольшие средние концентрации имеют следующие радионуклиды, Бк/кг (в порядке снижения их удельной активности): ^{40}K – 12; ^{87}Rb – 0,14; ^{14}C – 0,052; ^{238}U – 0,037; ^{210}Po – 0,002; ^{226}Ra – 0,001.

Гидрофлора приобретает радиоактивность в основном за счет адсорбции радионуклидов из воды на покровных тканях водорослей. Дозы, влекущие за собой 50 % гибель, для водорослей – выше 80–500 Гр (Сивинцев и др., 2005).

Испытания ядерного оружия, приведшие к загрязнению морской воды техногенными радионуклидами ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ и другими, затопление в морях отходов, не учитывали, казавшийся практически безграничным объем воды в Мировом океане и его разбавляющую способность, привели к ухудшению свойств окружающей среды.

Источниками потенциальной радиационной опасности на южном берегу Авачинской губы являются расположенные на территории ЗАТО Вилючинского городского округа - база атомных подводных лодок ВМФ России, завод по их ремонту, а также хранилище твердых и жидких радиоактивных отходов. Предполагалось, что в 2014–2015 годах накопленные отходы будут вывезены с территории края (Яблоков, 2012). На сегодняшний день информации о вывозе твердых и жидких радиоактивных отходов нет.

Анализ радиоэкологической обстановки в пунктах базирования, отстоя и обеспечения АПЛ в Дальневосточном регионе показал, что техногенные радионуклиды, эпизодически поступаая в морскую воду, локализируются в пределах внутренних акваторий и не выходят за их внешние границы. Это подтверждается результатами исследований и во втором по значимости узле сосредоточения ядерных и радиационных объектов флота в бухтах Крашенинникова и Сельдевая на полуострове Камчатка (Арутюнян, Большов, Боровой, Велихов, 2018).

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что вдоль береговой черты и на границах раздела акватории, которые отделяют пункт базирования и отстоя, выведенных для утилизации АПЛ от береговой технической базы и выход из бухты Крашенинникова, содержание ^{137}Cs соответствует фону (2–6 Бк/кг).

В. В. Потаповым и С. В. Мурадовым (2013), 11 декабря 2012 года были отобраны два образца поверхностных вод Авачинской губы и проанализированы в Аккредитованном испытательном лабораторном центре Центра гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае. Проба 1 – вода из «грязной» акватории вблизи СРМЗ, проба 2 – вода из «чистой» акватории вблизи Трех Братьев, бухта ЖБФ. Результаты представлены таблице 2.

Таблица 2

Радиологические показатели проб Авачинской губы (по Потапову, Мурадову, 2013)

Определяемые показатели	Проба 1, Бк/кг	Проба 2, Бк/л	Гигиенический норматив
Суммарная альфа-активность	не опр.	0	0
Суммарная бета-активность	не опр.	0	1,0
Цезий-137	0,4	0	11,0
Цезий-134	0	0	7,2
Йод	0	0,8	6,2
Калий-40	233,17	не опр.	-
Радий-226	13,3	не опр.	-
Торий-232	2,5	не опр.	-

Анализ данных таблицы 2 показал, что определяемые показатели не превышают гигиенические нормативы.

Санитарно-микробиологическое состояние Авачинской губы. Обзор экологической изученности Авачинской губы показал, что, несмотря на важное рекреационное и рыбохозяйственное значение этого водоема, его экологические исследования проводили лишь эпизодически и бессистемно (за исключением макрофитобентоса), а имеющиеся данные по гидрохимическому фону, содержанию загрязняющих веществ и состоянию водного населения губы сейчас в значительной мере устарели. Результаты комплексных исследований КамчатНИРО в 2013 году позволили получить новые данные по сезонной динамике гидрологических, гидрохимических, гидробиологических (фито- и зоопланктон) и санитарно-микробиологических характеристик Авачинской губы (Лепская и др., 2014).

По санитарно-микробиологическим показателям наиболее неблагополучной акваторией Авачинской губы в 2013 году оказалась бухта Култучная, омывающая центральный городской пляж, куда поступают стоки Мехзавода, из озера Култучное и из одного из городских коллекторов. Именно здесь отмечена повышенная концентрация микроорганизмов, кишечной палочки и патогенов, опасных для рыб - патогена –*Pseudomonas* spp (Лепская и др., 2014).

Максимум содержания кишечной палочки приходится на весну и приурочен к прибрежным станциям, граничащим с населенными берегами. Потенциально опасный патоген *Vibrio* spp. был найден только летом и осенью и только в придонном слое. *Pseudomonas* spp., напротив, был обнаружен в основном весной, как на прибрежных станциях, так и в центральной части бухты, в поверхностных и придонных водах (рис. 1). Причины такого распределения еще предстоит выяснить (Лепская и др., 2014).

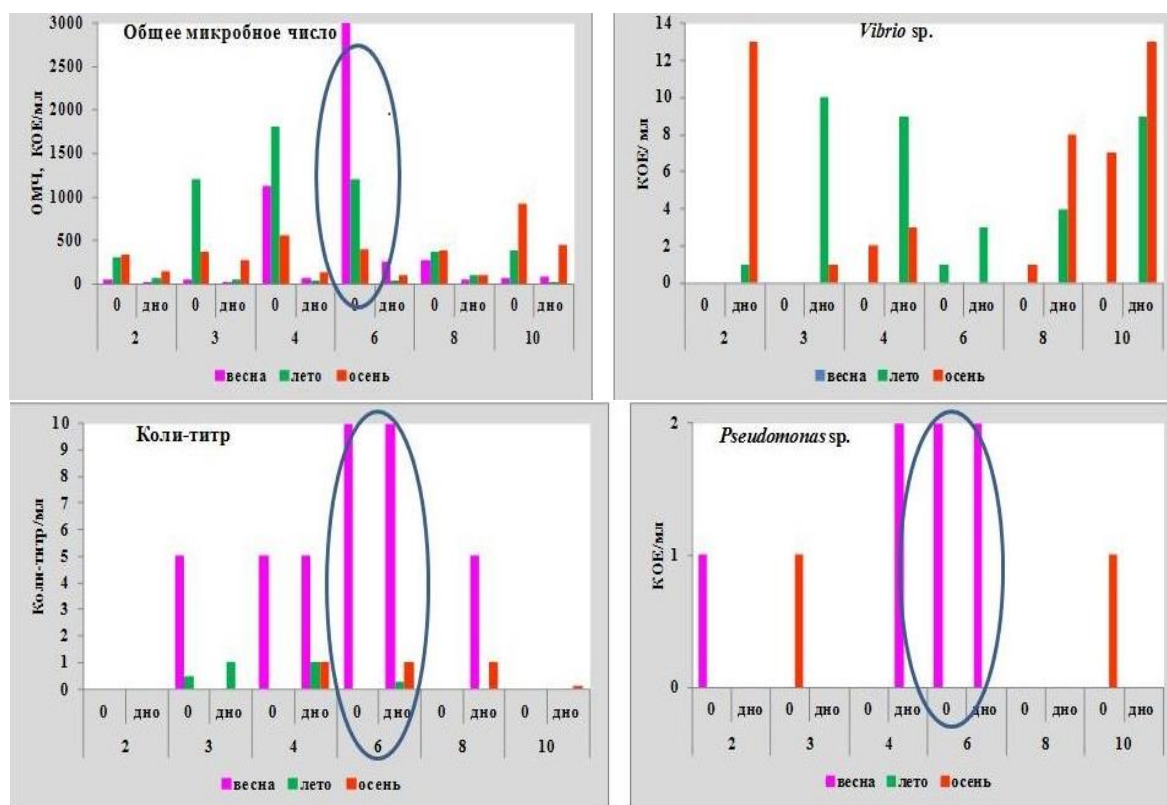


Рис. 1. Сезонная изменчивость микробиологического состояния Авачинской бухты в 2013 году

В целом по результатам исследований, можно сделать вывод, что большая часть бухты пребывает в удовлетворительном состоянии и имеет значительный потенциал для самоочищения. Но если распространить исследования на литораль и бентосные сообщества,

прибавить определение поллютантов, то картина сложится далеко не такая оптимистичная.

В 2019 году авторами в Аккредитованном испытательном лабораторном центре Центра гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае был проведен контроль за соблюдением требований СанПин 2.1.5.2582-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения» в бухте Култучная, омывающей центральный городской пляж, куда поступают стоки СРМЗ. Из озера Култучное и из одного из городских коллекторов взяты образцы воды. Результаты молекулярно-биологических исследований прибрежной воды городского пляжа бухты Култучная представлены в таблице 3. По результатам исследований, проведенным в центре Центра гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае в 2019 году можно сделать вывод, что определяемые показатели (РНК Rotavirus группы А, РНК Norovirus 2 генотип, РНК Astrovirus, РНК Enterovirus) в водах, омывающих центральный городской пляж, напротив Театральной площади (бухта Култучная), отсутствуют.

Таблица 3

Результаты молекулярно-биологических исследований прибрежной воды городского пляжа бухты Култучная в 2019 году

Запись в реестре	Определяемые показатели	Результаты исследования	Допустимый уровень	НД на методы исследований
Регистрационный № 87	РНК Rotavirus группы А	Не обнаружено	Не допускается	Инструкция по применению т-с «Амплисенс ОКИ – скрин-FL» МУК 4.2.2746-10
	РНК Norovirus 2 генотип	Не обнаружено	Не допускается	Инструкция по применению т-с «Амплисенс ОКИ – скрин-FL» МУК 4.2.2746-10
	РНК Astrovirus	Не обнаружено	Не допускается	Инструкция по применению т-с «Амплисенс ОКИ – скрин-FL» МУК 4.2.2746-10
	РНК Enterovirus	Не обнаружено	Не допускается	Инструкция по применению т-с «Амплисенс Enterovirus FL 4.2.2746-10

Считаем, что такие исследования в дальнейшем необходимо распространить на все учтенные и неучтенные сточные канализационные воды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, следует сказать, что экологическая обстановка в Авачинской губе и прилегающим к ней районам значительно благополучнее, чем в большинстве других субъектах РФ. Однако следует отметить, что, несмотря на это, анализ размещения источников загрязнения показал следующие:

1. По санитарно-микробиологическим показателям наиболее неблагоприятной акваторией Авачинской губы в 2013 году оказалась бухта Култучная, омывающая центральный городской пляж, именно здесь была отмечена повышенная концентрация микроорганизмов, кишечной палочки и патогенов, опасных для рыб (Лепская и др., 2014) – патогена – *Pseudomonas* spp. По результатам исследований в 2019 году показатели (РНК Rotavirus группы А, РНК Norovirus 2 генотип, РНК Astrovirus, РНК Enterovirus) в водах, омывающих центральный городской пляж, напротив Театральной площади (бухта Култучная), отсутствуют;

2. Радиационная обстановка на территории Камчатского края и Авачинской губы существенно не изменяется и остается в целом удовлетворительной;

3. Анализ размещения источников загрязнения и воздействия загрязняющих веществ в восточном и юго-восточном побережье Авачинской губы показывают, что наибольшему

антропогенному воздействию подвержена литоральная зона шельфа;

4. Среди населяющих шельф гидробионтов особая роль принадлежит водорослям, так как им в этих районах принадлежит основная средообразующая и продукционная роль;

5. В Авачинской губе микропопуляции некоторых видов водорослей претерпели изменения, так бурые водоросли *Eualaria fistulosa* в настоящее время встречаются только в горле Авачинской губы, являясь видом с ограниченным распространением и мезосапробом, расположились в прибойном проточном месте. По последним альгологическим данным *Eualaria fistulosa* присутствует в Авачинской губе в очень малом количестве, в штормовых выбросах в этом районе она часто встречалась, теперь же можно найти отдельные части этой водоросли;

6. В результате постоянного воздействия загрязняющих веществ на гидробионты одни виды макрофитов претерпели адаптивные изменения и мутации, а другие – вообще исчезли из биоты;

7. По совокупности признаков к наиболее загрязненным, гипертоксичным, участкам побережья можно отнести весь берег от сопки Никольской, бухту Раковую, куты бухт Моховая и Сероглазка, Петропавловский ковш. Здесь практически уничтожен весь пояс фукоидов.

Проведенный анализ различных источников показал, что на существование экосистем бурых водорослей-макрофитов юго-восточного побережья Камчатки оказывают влияние различные биотические и абиотические факторы. Воздействие этих факторов зачастую губительно для макрофитов и оказывает на их распространение и распределение в пространстве. Являясь неотъемлемой частью природных экосистем Камчатки, макроводоросли играют важную роль в развитии природы и нуждаются в тщательном изучении и охране. Многочисленные факты свидетельствуют о сильнейшем давлении на них антропогенного фактора. Многолетние наблюдения над флорой водорослей и водными экосистемами демонстрируют высокие темпы сукцессионных процессов в водной среде. Об этом свидетельствует также высокая чувствительность многих стенотопных видов водорослей к воздействию факторов внешней среды, на чем базируется их широкое использование в качестве биологических индикаторов и тест-объектов. Особенно нуждаются в охране морские водоросли-макрофиты, являющиеся объектом промысла или страдающие в результате морской нефтедобычи.

Благодарности. Выражаем благодарность научному руководителю Ключковой Нине Григорьевне, доктору биологических наук, советнику ректора по научно-исследовательской работе и инновациям, а также Климовой Анне Валерьевне, кандидату биологических наук, заведующему сектором коллективного использования научного оборудования отдела науки и инноваций, ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» за помощь в написании статьи.

Список литературы

- Альтернативный маршрут транспортирования. [Электронный ресурс] Информ. Агент. «Атомные связи». – 2010. – Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2010/01/18/8152> (просмотрено 19.11.2018).
- Арутюнян Р. В., Большов Л. А., Боровой А. А., Велихов Е. П. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1». Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: 2018. – 408 с. – ил. – ISBN 978-5-9907220-5-7 (в пер.)
- Березовская В. А. Гидрохимический режим Авачинской губы: автореф. дис. ... канд. географ. наук.: спец. 25.00.36 Геоэкология. – Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 1988. – 25 с.
- Бескдид П. П., Дурягина Е. Г. Загрязнение морской среды нефтью и нефтепродуктами // Эксплуатация морского транспорта. Новороссийск. – 2010. – № 4 (62). – С. 51–55
- Вербина Н. М. Гидромикробиология. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 283 с.
- Гапочка Л. Д. Об адаптации водорослей. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 80 с.
- Гавриленко Е. Е. Изучение аккумуляции и токсичности некоторых тяжелых металлов у водных макрофитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.18 Гидробиология, 03.00.12 Физиология и биохимия растений. – Новосибирск, МГУ, 1988. – 24 с.
- Герлах С. А. Загрязнение морей. Диагноз и терапия. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 264 с.
- Гусарова И. С., Иванова Н. В., Шапошникова Т. В. Адаптивные реакции ламинарии японской *Laminaria*

- japonica* Aresch.) к условиям хронического загрязнения среды тяжелыми металлами // Известия ТИНРО. – 2005. – Т. 143. – С. 140–148
- Дмитриев В. Д., Ежов Б. В. К вопросу о происхождении Авачинской губы // Вопросы географии Камчатки. – 1977. – Вып. 7. – С. 45–48
- Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2017 году. – Министерство природных ресурсов экологии Камчатского края. [Электронный ресурс] – Петропавловск-Камчатский, 2018. – 377 с. Режим доступа: <https://www.kamgov.ru/files/5b4fb19e396630.52633855.pdf> 20.f (просмотрено 19.04.2019).
- Ерохин В. Е., Карнаухов В. Н. Состояние энергетического аппарата макрофитов в норме и при фенольной интоксикации // Экология моря. – 1981. – Вып. 6. – С. 61–66.
- Кашутин А. Н., Климова А. В., Егорова Е. В. Физико-географические условия водного баланса Авачинской губы // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2019. – №1 (39) – С. 16–21.
- Ковековдова, Л. Т., Симоконь М. В., Кику Д. П. Токсичные элементы в промысловых гидробионтах прибрежных акваторий северо-западной части Японского моря // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7, № 1 (25). – С. 185–190
- Копылов Б. И., Павлова В. П. Экология Авачинской губы: источники загрязнения, проблемы, решения, перспективы: Сборник научных трудов по экологии и охране окружающей среды Авачинской бухты. – Петропавловск-Камчатский. – Токио, 1998. – С. 11–18.
- Клочкова Н. Г., Березовская В. А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, – 2001. – 208 с.
- Лепская Е. В., Тепнин О. Б., Коломейцев В. В. и др. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 5–21
- Лосев К. С., Горшков В. Г., Кондратьев К. Я. и др. Проблемы экологии России. Russia in environmental crisis. – М., ВИНТИ, 1993. – 349 с.
- Огородников А. А., Нигматулина Л. В. Оценка антропогенного сброса в Уссурийский залив (зал. Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО, – 2003. – Т. 133. – С. 256–263
- Очеретяна С. О. Видовой состав и структура альгосообществ «зеленых приливов» в Авачинской губе и устойчивость зеленых водорослей-макрофитов к неблагоприятному воздействию дисс., спец. 03.02.08. [Электронный ресурс] – 2017. <https://www.disscat.com/content/vidovoi-sostav-i-struktura-algosoobshchestv-zelenykh-prilivov-v-avachinskoi-gube-i-ustoichiv> (просмотрено 15.09.2019).
- Постановление Правительства Камчатского края от 24.10.2012 г. № 488-П [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kamgov.ru/document/frontend-document/view-пра?id=16180> (просмотрено 19.04.2019).
- Потапов В. В., Мурадов С. В., Каплина А. М. Водоросли макрофиты как концентраторы тяжелых металлов // Сборник научных трудов: «Экология Камчатки и устойчивое развитие региона». Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – С. 230–233.
- Саенко Г. Н. Металлы и галогены в морских организмах. – М.: Наука, 1992. – 200 с.
- Сивинцев Ю. В., Вакуловский С. М., Васильев А. П. и др. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию: Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»). – М.: ИздАТ, 2005. – 624 с.
- Тряпкина Е. А., Бородин В. В. Экологические проблемы Авачинской бухты // Успехи современного естествознания. [Электронный ресурс] – 2014. – № 8. – С. 79–80. Режим доступа: <https://www.natural-sciences.ru/article/view?id=34029> (просмотрено 07.02.2018).
- Чуян Г. Н. Особенности осадконакопления в Авачинской губе // Сборник научных трудов: Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей, 2001. – Вып. 2. – С. 194–195.
- Яблоков А. В. Фукусима опаснее для России, чем думали. Сайт «Эхо Москвы». – 2012. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.echo.msk.ru/blog/yablokov/832056-echo> (просмотрено 07.02.2018).
- Bailey R. S., Stokes P. M. Evaluation of filamentous as biomonitors of metal accumulation on softwater lakes: A multivariate approach. (Aquat.Toxicol.and Hazard Assessment 7 th symp., Milwaukee, Wis.). – Philadelphia, 1985. – 177 p.
- Shiber J., Washburn E. E. Lead, mercury and certain nutrient element in *Ulva lactuca* (linnaeus) from Ras Beurut, Lebanon // Springer Nature Switzerland AG. Hydrobiologia. – 1978. – Vol. 61, № 2. – P. 187–192. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00018750>

Kashutin A. N., Egorova E. V., Kashutina I. A., Rogalyova N. L. Influence of anthropogenic pollution on macrophyte algae of Avacha Bay (Southeastern Kamchatka) // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 130–141.

The results of assessing the sources and degree of anthropogenic pollution of the Avacha Bay (southeastern Kamchatka) are presented. The main sources of anthropogenic pollution of the bay and surrounding areas are towns and villages located on its shores, as well as its tributaries - the Avacha and Paratunka rivers. The Bay is permanently polluted with petroleum products, phenols, detergents, salts of heavy metals, and radioactive substances. The coastal waters of the Kamchatka Peninsula contain the most significant reserves of brown algae, mainly represented by the kelp order, including *Fucus distichus* subsp. *evanescens* and *Eualaria fistulosa*. In the Avacha Bay, micropopulations of some species of algae underwent changes, so the brown algae *Eualaria fistulosa* is currently found only in the estuary of the Avacha Bay. According to the latest data, *E. fistulosa* is found in the Bay in very small amounts, and in storm emissions it is recorded in the form of separate individual parts. The complex of indicators proves that the most contaminated hypertoxic sections of the coast include the shoreline starting from the Nikolskaya hill, coasts of Rakovaya, Mokhovaya, Seroglazka, and Petropavlovskiy Kovsh bays, where the entire furoid belt was almost destroyed. The authors highlight the importance of regular environmental monitoring of the Avacha Bay. Much attention is given to urgency of technological reconstruction of sewage and sewage treatment plants, as well as the lifting of sunken ships and other large metal garbage.

Key words: Avacha Bay, environment, environmental monitoring, sources of anthropogenic pollution, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, *Eualaria fistulosa*.

Поступила в редакцию 22.05.20

Биогенные элементы (азот и фосфор) в Харанорском водохранилище

Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН
Россия, Чита
gazhit@bk.ru*

Харанорское водохранилище является природно-техногенным объектом, экологическое состояние которого обусловлено воздействием природных факторов и антропогенным давлением, связанным с работой гидроэлектростанции. Изменение состава и концентраций биогенных элементов является одним из индикаторов экологических состояний водоемов. Посредством комплексных экспедиционных исследований проведен анализ пространственного распределения биогенных элементов (азот и фосфор) в экосистеме Харанорского водохранилища. В содержании минеральных форм азота прослеживается сезонная динамика. В то же время, антропогенное воздействие на экосистему водохранилища, связанное с состоянием вод реки Онон и сбросом теплых вод ГРЭС, корректирует природные составляющие азотистых соединений. Наибольшее содержание нитритов выявлено летом. Сезонные изменения концентраций нитрат-ионов характеризуется также летним повышением и практически равномерным распределением их содержания по акватории водохранилища лишь с небольшим повышением в области подверженной температурным факторам и в районе насосной станции. Концентрация ионов аммония в сезонном аспекте, начиная с апреля по октябрь, имеет тенденцию к увеличению концентраций. Наибольшие концентрации общего фосфора в воде водохранилища наблюдается летом. Осеннее содержание фосфатов ниже, чем весеннее. Весною увеличение общего фосфора связано с внутриводоемными процессами разложения органического вещества. Анализ многолетних данных по гидрохимическому режиму Харанорского водохранилища показывает тенденцию сокращения концентрации таких веществ, как фосфаты, общий фосфор, аммонийный азот и увеличение содержания нитратов и нитритов. Вследствие постоянной подпитки Харанорского водохранилища водами реки Онон отмечается ускоренное возобновление водной массы, что не способствует стабилизации экосистемы по сравнению с другими природными водоемами. В связи с этим, отмечаемые изменения концентраций биогенных элементов являются характеристикой в большей степени современного внешнего воздействия, нежели характеристикой устоявшегося обособленного водоема.

Ключевые слова: нитриты, нитраты, ионы аммония, фосфаты, общий фосфор, Харанорское водохранилище.

ВВЕДЕНИЕ

Район наших исследований по физико-географическому местоположению находится в центрально-азиатской пустынно-степной области монгольской степной провинции Онон-Аргунского округа. В геоморфологическом отношении Харанорское водохранилище расположено в Тургинском межгорном понижении Улдза-Торейской высокой равнины (500–800 м) Онон-Аргунского района Агинско-Керуленской горной и равнинной области. С севера и северо-запада район ограничен Борщовочным хребтом (максимальная высота 1360 м), с востока и северо-востока – склонами Ононского хребта (1323 м) и хребта Кукульбей (1380 м), с юга – поймами рек Онон и Турга. Плоские и холмисто-увалистые равнины имеют сравнительно небольшое вертикальное и горизонтальное расчленение (Предбайкалье и Забайкалье..., 1965). Район исследований в экономическом отношении является сельскохозяйственным.

Изучение природно-техногенных систем имеет научно-практическое значение вследствие взаимоувязанных воздействий как природной системы на работу производства, так и производственных процессов на функционирование экосистемы (Протасов и др., 2008; Kowalski, Mazierski, 2008). В этой связи, проведена оценка экологического состояния Харанорского водохранилища. Одним из индикаторов экологических изменений водоемов является учет биогенных элементов. Биогенные элементы, такие как азот и фосфор играют немаловажную роль в водной экосистеме, определяя среду обитания гидробионтов и являясь

основой биопродуктивности водоемов (Lerman et al., 2004; Гашкина и др., 2012; Алимов и др., 2013; Мальфанов и др., 2017).

Цель исследования – на основе данных по концентрации биогенных элементов (азот и фосфор) в 2019 году провести сравнительный анализ их изменений и оценить качество воды в экосистеме Харанорского водохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Харанорское водохранилище является небольшим водоемом: площадь водного зеркала – 4,1 км², объем – 15,6 млн м³, средняя глубина – 3,4 м. Ложе водохранилища было сформировано в пределах естественного русла реки Турга и заполнено водой в 1995 году. Являясь наливным водоемом, его уровенный режим (573–574 м БС) поддерживается за счет подкачки воды из реки Онон. Водоохранилище служит для водоснабжения, возведённого на его берегу Харанорской ГРЭС (Андрюк, 2005).

В основу работы положены материалы, полученные во время комплексных экспедиционных исследований в апреле, июле и в октябре 2019 года, а также результаты наших исследований за 1995–1997, 2001–2003 и 2013 годы. Станции отбора проб для изучения характера распределения биогенных элементов в Харанорском водохранилище представлены на рисунке 1.

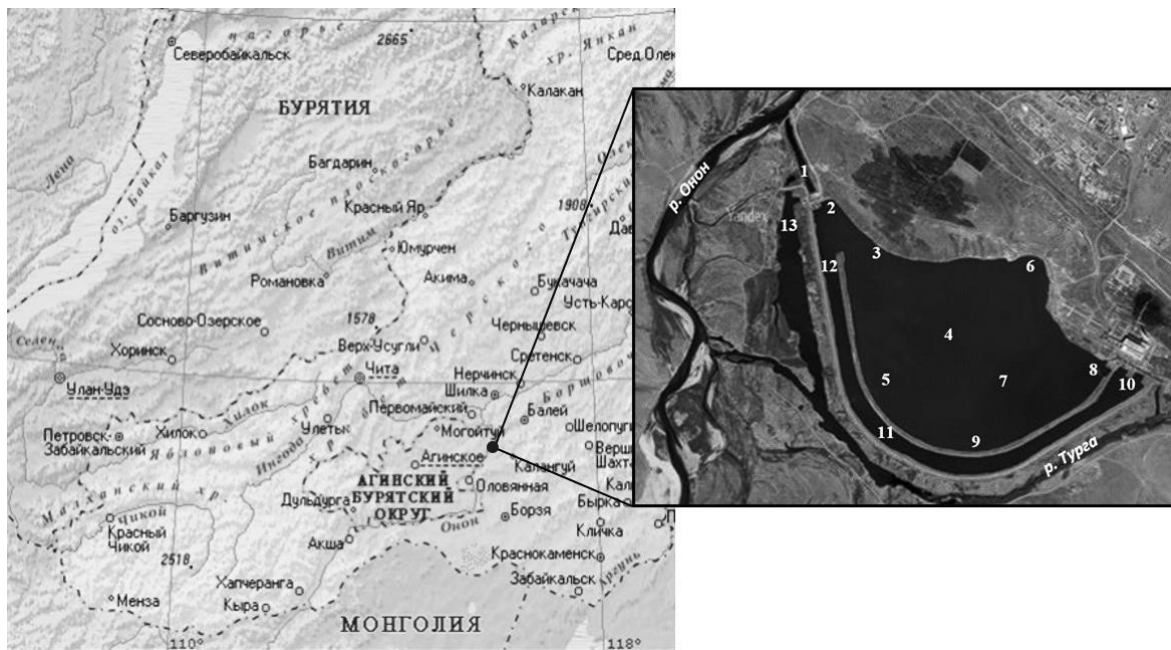


Рис. 1. Район работ и станции отбора проб в гидросооружениях Харанорской ГРЭС
1 – водоподводящий канал; 2 – береговая насосная станция; 3 – северный высокий берег; 4 – центр; 5, 7, 9 – ложе водохранилища; 6 – пляж; 8 – водосбросной канал; 10–12 – водозаборный канал; 13 – дренажный канал.

Выбор станций отбора проб связан с рядом особенностей, связанных с гидротехническими сооружениями Харанорского водохранилища (табл. 1). Пробы воды для анализа отбирали батометром Паталаса (объем 5 л) с поверхностных горизонтов водной толщи. Одновременно с отбором проб проводили измерения абиотических параметров среды с помощью многопараметрического портативного анализатора качества вод GPS-AQVAMETER (Aquahead, Великобритания). Глубину водной толщи измеряли с помощью лота, прозрачность воды определяли стандартным диском Секки. Химические анализы воды

Таблица 1

Обоснование выбора станций отбора проб в Харанорском водохранилище

Номера станций отбора проб	Координаты	Характеристика
1	N 50.868285° E 115.658760°	Водоподводящий канал – во время подкачки воды в большей степени характеризует состояние воды реки Онон
2	N 50.864337° E 115.661705°	Район береговой насосной станции – состояние абиотических факторов экосистемы неустойчивое в связи с постоянным разбавлением речными водами.
3	N 50.860315° E 115.671329°	Северо-западный высокий берег отличается от других станций отбора проб глубиной в 4 м, при средней глубине водохранилища в 3 м
4	N 50.855029° E 115.677683°	Центральная зона ложа водохранилища
5	N 50.850155° E 115.669138°	Литоральная зона центрального участка ложа водохранилища, берег пологий
6	N 50.859896° E 115.688286°	Литоральная зона ложа водохранилища, берег высокий
7	N 50.851686° E 115.685810°	Ложе водохранилища, район подверженный температурному фактору
8	N 50.851753° E 115.694820°	Водосбросный канал – зона, круглогодичного воздействия температурного фактора, зимой не покрывается льдом
9	N 50.845140° E 115.681193°	Ложе водохранилища – летом район подвержен воздействию температурного фактора как природного, так и антропогенного характера
10	N 50.849307° E 115.697423°	Водозаборный канал – конец
11	N 50.843573° E 115.676977°	Водозаборный канал – середина, заросший береговой и водной растительностью
12	N 50.859962° E 115.661964°	Водозаборный канал – начало
13	N 50.865428° E 115.657088°	Дренажные воды поступают обратно в реку Онон

на наличие биогенных элементов (азот и фосфор) проводили общепринятыми в гидрохимии методами. По выявлению нитритов – с добавлением реактива Грисса, нитратов – восстановление до нитритов с реактивом Грисса, аммонийных ионов – с реактивом Несслера, фосфатов – со смешанным с аскорбиновой кислотой реактивом, общего фосфора – сожжением с пересульфатом калия (Руководство..., 1977). При определении концентрации веществ использовали спектрофотометр Spekol-1300. Экологическую классификацию вод проводили по Романенко с соавторами (1993). Статистическую обработку данных выполняли с помощью пакета компьютерных программ STATISTICA 8.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Физико-химические показатели вод. Важными факторами для функционирования экосистемы являются температурный режим, обеспеченность минеральным питанием и

кислородом, а также глубина и прозрачность воды. Значения некоторых физико-химических параметров вод Харанорского водохранилища приведены в таблице 2.

Таблица 2
Физико-химические показатели вод Харанорского водохранилища (2019 г.)

Период отбора проб	Н, м	Пр., м	T, °C	pH	O ₂ , мг/л	Насыщение, %	ОВП, мВ	M, мг/л
Апрель	<u>0,5-4,4*</u> 3,3±0,90	<u>1,5-2,0</u> 1,7±0,4	<u>4,7-16,7</u> 5,7±1,80	<u>6,5-7,0</u> 6,7±0,1	<u>12,1-16,4</u> 13,0±0,8	<u>75-110</u> 98±5,6	<u>131-155</u> 144±4,7	<u>155-231</u> 212±11,3
Июль	<u>0,5-5,5</u> 3,1±0,97	<u>0,5-1,1</u> 0,8±0,1	<u>18,9-24,5</u> 24,4±1,28	<u>6,9-8,5</u> 7,9±0,3	<u>8,6-10,5</u> 9,5±0,4	<u>87-111</u> 93±5,3	<u>118-230</u> 169±21,0	<u>209-226</u> 218±2,5
Октябрь	<u>0,5-5,2</u> 2,6±0,87	<u>0,5-5,2</u> 2,6±0,9	<u>6,9-13,8</u> 8,5±1,03	<u>8,2-8,7</u> 8,4±0,1	<u>13,0-14,8</u> 14,0±0,2	<u>81-87</u> 85±1,9	<u>173-228</u> 198±21,9	<u>209-225</u> 215±3,5

Примечание к таблице. Н – глубина; Пр. – прозрачность; ОВП – окислительно-восстановительный потенциал; М – минерализация; * числитель – минимальное и максимальное, знаменатель – среднее значение.

Вследствие искусственного регулирования уровня режима водохранилища за счет подкачки воды из реки Онон, в сезонном аспекте средняя глубина водоема сохраняется в пределах трех метров. В мелководных водоемах, подверженных ветровому перемешиванию, преобладает минеральная взвесь, обуславливающая снижение прозрачности воды (Гашкина и др., 2012). В связи с этим, прозрачность водного столба в Харанорском водохранилище уменьшается в летнее время за счет ветро-волновых процессов и увеличения численности и биомассы планктонных организмов. Осенью увеличение прозрачности водного столба связано с уменьшением минеральной взвеси и затуханием роста и развития гидробионтов, что характерно как для природных водоемов, так и для водохранилищ (Бульон, 1968; Романенко, 1973; Протасов, Новоселова, 2015).

Вода водохранилища имеет реакцию среды от нейтральной до слабощелочной, что является природным фоном для водотоков ононского бассейна (Шестеркина, Шестеркин, 2017; Шестеркин, Шестеркина, 2018). Нейтрально-слабощелочная среда вод характерна и для других водоемов-охладителей (Замана и др., 1998; Ширеторова и др., 2019).

Вследствие планового увеличения мощности ГРЭС возросло давление температурного фактора на водоем. При обследовании водоема в июле 2019 года температура воды уменьшалась в направлении «водосборный канал» – «центр» – «береговая насосная станция» от 26,3 °C до 16,9 °C в поверхностном слое и в придонном слое – от 22,0 °C до 14,3 °C. Разница между слоями составляла 8–10 °C. В предыдущие годы наших исследований температура воды в водохранилище не поднималась выше 22 °C и разница между слоями соответствовала 1,5–3,0 °C (Итигилова и др., 2005). О возможном образовании температурного градиента в гидросооружениях водоема-охладителя показано (Протасов, Силаева, 2013).

Содержание растворенного кислорода в воде водохранилища подвержено сезонной динамике, соответствующей биохимическим процессам, происходящим в водоеме. Уменьшение содержания кислорода в летние месяцы происходит с увеличением температуры воздуха и с тепловым влиянием ГРЭС, в сумме приводящие к интенсификации процессов биохимического разложения органических и окисления минеральных веществ. При этом существенного снижения растворимости кислорода с увеличением температуры воды не отмечается, что является результатом интенсивного перемешивания водной массы, несмотря на высокую температуру воды и низкую растворимость кислорода, что было отмечено и для Рыбинского водохранилища (Kowalski, Mazierski, 2008). В целом, кислородный режим в воде Харанорского водохранилища периода открытой воды удовлетворительный (см. табл. 2).

ОВП является мерой химической активности элементов или их соединений в обратимых химических процессах, связанных с изменением заряда ионов в растворах (Токаренко, 2014).

В Харанорском водохранилище отмечается устойчивый тренд повышения ОВП с весны до осени. При этом такой же тренд изменений отмечаем и в значениях рН. Взаимосвязанность данных показателей представлено в работе (Калайда, Гордеева, 2017). По минерализации Харанорское водохранилище относится к пресноводным водоемам, характерным для района наших исследований (Шестеркина, Шестеркин, 2017; Шестеркин, Шестеркина, 2018), что удовлетворительно для технического водоснабжения (см. табл. 2).

Содержание минеральных форм азота в воде. К числу биогенных компонентов, присутствующих в природных водах, относятся соединения азота и фосфора, которые играют практически основную роль в водной экосистеме, определяя среду обитания гидробионтов. Увеличение концентрации биогенных веществ способствует эвтрофированию как природных, так и искусственных водоемов (Трифонов и др., 2005; Aslan, Kapdan, 2006; Даценко, 2007; Гашкина и др., 2012; Алимов и др., 2013; Протасов, Силаева, 2013).

Содержание минеральных форм азота в воде гидросооружений Харанорского водохранилища представлено в таблице 3.

Таблица 3

Концентрация азотных соединений в водохранилище Харанорской ГРЭС
в 2019 году (мг/л)

№ станции	Апрель			Июль			Октябрь		
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
1	0,005	0,002	0,001	0,200	0,520	0,003	0,011	0,003	0,032
2	0,002	0,004	0,001	0,230	0,580	0,003	0,011	0,001	0,015
3	0	0	0,008	0,080	0,480	0,005	0,009	0,040	0,020
4	0	0,008	0,001	0,170	0,590	0,004	0,008	0,009	0,014
5	0	0,004	0	0,140	0,560	0,007	0,003	0,005	0,008
6	0,020	0,160	0,003	0,180	0,400	0,004	0,008	0,030	0,015
7	0	0	0	0,140	0,520	0,005	0,007	0,005	0,016
8	0,020	0,120	0,004	0,120	0,640	0,005	0,005	0,015	0,023
9	0,001	0,008	0,001	0,040	0,640	0,005	0,003	0,002	0,013
10	0	0,002	0,001	0,200	0,420	0,005	0,005	0,010	0,015
11	0	0,040	0	0,400	0,480	0,004	0,004	0,002	0,018
12	0	0	0,007	0,200	0,580	0,004	0,002	0,009	0,024
13	0	0,08	0	0,400	0,440	0,002	0,007	0,005	0,032
Среднее	0,004	0,039	0,002	0,172	0,527	0,004	0,006	0,010	0,019
±m	0,004	0,033	0,002	0,064	0,048	0,001	0,002	0,007	0,004

Примечание к таблице. По станциям отбора проб: 1 – водоподводящий канал; 2 – береговая насосная станция; 3 – северный высокий берег; 4 – центр; 5, 7, 9 – ложе водохранилища; 6 – пляж; 8 – водосбросной канал; 10–12 – водозаборный канал; 13 – дренажный канал; ±m – стандартное отклонение при p=0,005; «0» – отсутствие показателя при определении азотных соединений.

О том, что весной водные массы в большей степени являются трансформированными зимними водами, бедными минеральными формами азота и общим фосфором указывается в работе по Рыбинскому водохранилищу (Былинкина, 1993). Кроме этого, температурный фактор (см. табл. 2), отсутствие подпитки из реки Онон в период весенней съемки и другие внутриводоемные процессы способствовали низким показателям биогенных элементов (вплоть до аналитического нуля) в большинстве случаев по сравнению с летними результатами. Наибольшее содержание нитритов весной отмечалось на участках водохранилища, приближенных или подверженных воздействию температурного фактора (пляж и водосбросный канал) и в водоподводящем канале, характеризующей состояние вод реки Онон. Летом происходит увеличение содержания нитритов в воде, скачиваемой из реки Онон (водоподводящий канал и район береговой насосной станции) и по всей акватории

водохранилища, обусловленное внутриводоемными процессами окисления нитритов в нитраты. Осенью уменьшается концентрация нитритов, но выше, чем весенние показатели.

Сезонные изменения концентраций нитрат-ионов характеризуются летним повышением, когда практически равномерно распределены их концентрации по акватории водохранилища лишь с небольшим повышением в области подверженной температурным факторам (район водосбросного канала и в районе наиболее приближенному к сбросу воды с ГРЭС) и воздействию вод реки Онон.

Концентрация ионов аммония в сезонном аспекте, начиная с апреля по октябрь, изменяется от $0,002 \pm 0,001$ мг/л до $0,019 \pm 0,004$ мг/л. Весной повышение показателя выявлены на станциях: 3 (северный высокий берег) и 12 (водозаборный канал). Летние показатели по акватории водохранилища распределены более равномерно, в среднем соответствуют $0,004 \pm 0,001$ мг/л. Осенью выше средних показателей, соответствующей $0,019 \pm 0,004$ мг/л, выявлены на станциях: 1 (водоподводящий канал), 3 (северный высокий берег) и 8 (водосбросный канал). Северный высокий берег отличается глубиной в 4 м, при средней глубине водохранилища в 3 м (см. табл. 2). Скальный высокий берег создает условия затишья при ветро-волновых процессах, имеющих место в период открытой воды.

Таким образом, в содержании минеральных форм азота прослеживается сезонная динамика. Весной с естественным прогреванием водоема по акватории водохранилища отмечаются наименьшие концентрации минеральных форм азота, вследствие начала развития внутриводоемных процессов и возрастания потребности гидробионтов в биогенных веществах (Былинкина, 1993; Кондратьев и др., 2010; Гашкина, 2011; Мальфанов и др., 2017).

Летом при бурном росте и развитии гидробионтов и поступлении дополнительного аллохтонного вещества с водами реки Онон, в связи с подкачкой воды, отмечалось повышение концентраций минеральных форм азота. Наибольшие концентрации биогенных веществ в июле наблюдались в водозаборном и дренажном каналах, заросшем береговой и водной растительностью, и в центральных участках ложа водохранилища, связанной с наибольшим летним прогревом водной массы водохранилища.

Осеннее повышение биогенных веществ, если не учитывать влияния вод реки Онон и температурного воздействия ГРЭС, выявлено по северному берегу водохранилища. На данных участках в осенний период при ветро-волновых процессах наносится больше органических веществ, в связи с защищенностью от ветра высокими берегами водохранилища, нежели на открытых участках водоема.

В то же время, антропогенное воздействие на экосистему водохранилища, связанное с состоянием вод реки Онон и сбросом теплых вод ГРЭС, корректирует природные составляющие азотистых соединений.

Аналогичная картина хода сезонных изменений и соответствующие концентрации биогенных веществ отмечается в экосистеме Чебоксарского водохранилища (Кочеткова и Чекмарева, 1993) и в водоеме-охладителе Big Stone в Южной Дакоте (Gronke, Troelstrup, 2001), но полученные результаты выше, чем в олиготрофном Онежском озере с сильным влиянием речных вод (Сабылина и др., 2012).

Содержание фосфатов и общего фосфора в воде. Содержание фосфатов и общего фосфора в воде представлено в таблице 4. Повышенные концентрации фосфатов отмечались: весной – в центральных станциях ложа водохранилища и в дренажном канале.

Летом самые высокие концентрации фосфатов наблюдаются вдоль северо-западного высокого берега водохранилища, в центральной зоне и в водозаборном канале. Осенние повышенные концентрации фосфатов связаны с воздействием вод реки Онон и температурными факторами сбросных вод ГРЭС. Концентрация общего фосфора в водохранилище летом увеличивается до $0,023 \pm 0,005$ мг/л. Осеннее содержание общего фосфора ниже, чем весеннее. Весною увеличение общего фосфора связано с внутриводоемными процессами разложения органического вещества (Søndergaard et al., 2003).

Таблица 4

Содержание фосфорных соединений в водохранилище Харанорской ГРЭС
2019 году (мг/л)

№ станции	Апрель		Июль		Октябрь	
	PO ₄ ³⁻	P _{общ.}	PO ₄ ³⁻	P _{общ.}	PO ₄ ³⁻	P _{общ.}
1	0,001	0,015	0,011	0,027	0	0,016
2	0,002	0,013	0,010	0,031	0	0
3	0	0,008	0,015	0,036	0	0,005
4	0,007	0,019	0,012	0,013	0	0,007
5	0,016	0,020	0,009	0,010	0	0,004
6	0,012	0,015	0,010	0,018	0,002	0,009
7	0,002	0,015	0,016	0,022	0,002	0,005
8	0,002	0,013	0,007	0,016	0	0,007
9	0,007	0,015	0,009	0,012	0	0,012
10	0,007	0,008	0,016	0,036	0,001	0,004
11	0,002	0,005	0,007	0,020	0,001	0,005
12	0	0,008	0,012	0,030	0,005	0,005
13	0,012	0,016	0,009	0,026	0	0,005
Среднее	0,005	0,013	0,011	0,023	0,001	0,006
±m	0,003	0,003	0,002	0,005	0,001	0,002

Примечание к таблице. По станциям отбора проб: 1 – водоподводящий канал; 2 – береговая насосная станция; 3 – северный высокий берег; 4 – центр; 5, 7, 9 – ложе водохранилища; 6 – пляж; 8 – водосборной канал; 10–12 – водозаборный канал; 13 – дренажный канал; ±m – стандартное отклонение при p=0,005; «0» – отсутствие показателя.

Летнее повышение общего фосфора связано как с внутриводоемными гидробиологическими процессами, так и внешним воздействием речных вод. Осенью выше среднего показателя (0,006±0,002) выявлено на тех станциях, которые характеризуют антропогенное воздействие. О летнем воздействии речных вод, зачастую временно увеличивающей трофию озера и концентрации фосфора, отмечается как в олиготрофных озерах, например в Онежском озере (Сабылина и др., 2012; Калинкина и др., 2019), так и в водах водохранилищ (Былинкина, 1993; Даценко, 2007; Ширеторова и др., 2019).

Согласно полученным данным по концентрациям биогенных веществ в 2019 году, качество вод в водохранилище по содержанию аммонийного азота и фосфатам относится к классу чистых вод, по нитратному азоту – к классу слабозагрязненных.

Анализ многолетних данных по изменению биогенных веществ в воде Харанорского водохранилища представлено в таблице 5.

Сравнивая данные 1995–1997 годов, 20001–2003 годов и 2013 года и, учитывая результаты определений 2019 года, можно сказать, что прослеживается тенденция сокращения концентрации таких веществ, как фосфаты, общий фосфор, аммонийный азот и увеличение содержания нитратов и нитритов. Отмечаемое снижение концентрации фосфорных соединений и аммонийного азота в водохранилище, связано как с разбавлением его речными водами, так и с уменьшением количества атмосферных осадков в последние засушливые годы. В реке Онон при сокращении поступления сточных вод с водосборной площади (маловодные годы) происходит уменьшение концентраций азота аммонийного (0–0,014 мг/л, при среднем содержании 0,009±0,001 мг/л). Что касается фосфатов и общего содержания фосфора, скорее всего, имеет место весенняя интенсификация внутриводоемных процессов, связанных с образованием первичного органического вещества. Увеличение содержания нитратов указывает на возрастание процессов разложения органического вещества при увеличении градиента температур.

Таблица 5

Содержание биогенных элементов в воде Харанорского водохранилища в разные годы исследований (мг/л)

Показатель	Годы наблюдений			
	1995–1997 ¹	2001–2003 ¹	2013	2019
Азот аммонийный (NH ₄ ⁺)	<u>0,010–0,190*</u> 0,080±0,020	<u>0,010–0,250</u> 0,110±0,059	<u>0,079–0,636</u> 0,292±0,144	<u>0,003–0,024</u> 0,008±0,001
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	<u>0,005–0,050</u> 0,017±0,010	<u>0,007–0,035</u> 0,016±0,008	<u>0,002–0,007</u> 0,005±0,001	<u>0,002–0,400</u> 0,069±0,030
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	<u>0,004–0,150</u> 0,050±0,025	<u>0,010–0,035</u> 0,030±0,002	<u>0,030–0,460</u> 0,062±0,025	<u>0,001–0,640</u> 0,200±0,097
Фосфат-ион (PO ₄ ²⁻)	<u>0,011–0,053</u> 0,021±0,013	<u>0,020–0,380</u> 0,072±0,032	<u>0,014–0,094</u> 0,058±0,012	<u>0,002–0,016</u> 0,006±0,002
Общий фосфор (P _{общ.})	<u>0,015–0,070</u> 0,030±0,007	<u>0,005–0,380</u> 0,098±0,055	<u>0,003–0,122</u> 0,081±0,052	<u>0,004–0,036</u> 0,014±0,008

Примечание к таблице. ¹ По данным Г. Ц. Цыбекмитовой и В. Н. Субботиной (2005); * min–max, под чертой среднее.

Хотя водосборный бассейн Харанорского водохранилища находится в аграрном районе, многолетние изменения данных по концентрации азота и фосфора ниже значений, полученных по оз. Тайху и в ряде озер Англии, подверженных воздействию сельскохозяйственного производства (Sims et al., 1998; Chen et al., 2010). Это еще раз подтверждает, что в маловодные годы содержание азота и фосфора в Харанорском водохранилище зависит от одного из внешних воздействий, как экологическое состояние вод реки Онон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Харанорское водохранилище является природно-техногенным объектом, экологическое состояние которого обусловлено воздействием природных факторов и антропогенным давлением, связанным с работой гидроэлектростанции. Изменение состава и концентраций биогенных элементов является одним из индикаторов экологических состояний водоемов. В содержании минеральных форм азота прослеживается сезонная динамика. В то же время, антропогенное воздействие на экосистему водохранилища, связанное с состоянием вод реки Онон и сбросом теплых вод ГРЭС, корректируют природные составляющие биогенных веществ в воде Харанорского водохранилища. Наибольшее содержание нитритов выявлено летом (0,172±0,064 мг/л). Сезонные изменения концентраций нитрат-ионов характеризуется также летним повышением (0,527±0,048 мг/л) и практически равномерным распределением их содержания по акватории водохранилища лишь с небольшим повышением в области подверженной температурным факторам и в районе насосной станции. Концентрация ионов аммония в сезонном аспекте, начиная с апреля по октябрь, изменяется от 0,002±0,001 мг/л до 0,019±0,004 мг/л. Концентрация общего фосфора в водохранилище летом увеличивается до 0,023±0,005 мг/л. Осеннее содержание фосфатов ниже, чем весеннее. Весною увеличение общего фосфора связано с внутриводоемными процессами разложения органического вещества. Анализ многолетних данных по гидрохимическому режиму Харанорского водохранилища показывает тенденцию сокращения концентрации таких веществ, как фосфаты, общий фосфор, аммонийный азот и увеличение содержания нитратов и нитритов. Вследствие постоянной подпитки Харанорского водохранилища водами реки Онон отмечается ускоренное возобновление водной массы, что не способствует стабилизации экосистемы по сравнению с другими природными водоемами. В связи с этим, отмечаемые изменения концентраций биогенных элементов являются характеристикой в большей степени

современного внешнего воздействия, нежели характеристикой устоявшегося обособленного водоема.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИППРЭК СО РАН «Биоразнообразие природных и природно-техногенных экосистем Забайкалья (Центральной Азии) как индикатор динамики региональных изменений климата», № АААА-А17-117011210078-9.

Список литературы

- Алимов А. Ф., Богатов В. В., Голубков С. М. Продукционная гидробиология. – СПб: Наука, 2013. – 339 с.
- Андрюк А. А. Система технического водоснабжения ГРЭС // Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 27–29.
- Бульон В. В. Связь между концентрацией планктона и прозрачностью воды в озерах и водохранилищах // Морфология, систематика и эволюция животных: Сб. науч. работ. – Л., 1968. – С. 49–50.
- Былинкина А. А. Содержание азота и фосфора в воде Рыбинского водохранилища в период автотрофной стадии его функционирования // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – С. 27–41.
- Гашкина Н. А. Зональные особенности распределения биогенных элементов и органического вещества в малых озерах // Водные ресурсы. – 2011. – Т. 38. – № 3. – С. 325–344.
- Гашкина Н. А., Моисеенко Т. И., Кремлева Т. А. Особенности распределения биогенных элементов и органического вещества в малых озерах и лимитирование их трофности на Европейской территории России и западной Сибири. Биогеохимия // Вестник Тюменского государственного университета. – 2012. – № 12. – С. 17–25.
- Даценко Ю. С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. – Москва: ГЕОС, 2007. – 251 с.
- Замана Л. В., Стрижова Т. А., Чечель Л. П. Гидрохимическая характеристика озера и его водосбора // Экология городского водоема. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. – С. 29–35.
- Итигилова М. Ц., Горлачева Е. П., Матюгина Е. Б. Динамика температуры воды // Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 34–40.
- Калайда М. Л., Гордеева М. Э. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель качества естественных и искусственных водоемов в структуре рыбохозяйственного мониторинга. – М.: Импульс, 2017. – С. 279–291.
- Калинкина Н. М., Теканова Е. В., Сабылина А. В., Рыжаков А. В. Изменения гидрохимического режима Онежского озера с начала 1990-х годов // Известия РАН. Серия географическая. – 2019. – № 1. – С. 62–72.
- Кондратьев С. А., Алябина Г. А., Сорокин И. Н. Оценка природной составляющей внешней нагрузки органическим веществом и биогенными элементами на водоемы северо-запада России // География и природные ресурсы. – 2010. – С. 130–136.
- Мальфанов И. Л., Вахрушева С. А., Тренина Н. Е. Оценка состояния Куршского залива на основании анализа содержания форм азота и фосфора в 2013-2017 годах // Труды АтлантНИРО. – 2017. – Т. 1, № 4. – С. 46–55.
- Предбайкалье и Забайкалье (природные условия и естественные ресурсы СССР). – М.: Наука, 1965. – 492 с.
- Протасов А. А., Панасенко Г. А., Бабарига С. П. Биологические помехи в эксплуатации энергетических станций, их типизация и основные гидробиологические принципы ограничения // Гидробиологический журнал. – 2008. – Т. 44, № 5. – С. 36–54.
- Протасов А. А., Силаева А. А. Техно-экосистема АЭС и её биотические элементы // Ядерная энергетика та довкілля. – 2013. – № 2. – С. 43–46.
- Протасов А. А., Новоселова Т. Н. Взаимосвязь между показателями прозрачности воды и развитием водорослей планктона в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС // Ядерная энергетика та довкілля. – 2015. – № 1. – С. 50–52.
- Романенко В. И. Связь между интенсивностью фотосинтеза при равномерном распределении водорослей в толще воды и прозрачностью по диску Секки // Биология внутренних вод: Информ. бюллетень ИБВВ АН СССР. – Л.: Наука, 1973. – № 19. – С. 11–15.
- Романенко В. Д., Окснюк О. П., Жукинский В. Н., Стольберг Ф. В., Лаврик В. И. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, Вып. 4. – С. 62–76.
- Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [Ред. А. Д. Семенов]. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 541 с.
- Сабылина А. В., Ефремова Т. А., Рыжаков А. В., Зобков М. Б. Биогенные элементы и органическое вещество в Онежском озере и его заливах // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Матер. V Всерос. симп. с междунар. участием. 10–14 сентября 2012 г., г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. – С. 75–78.
- Токаренко О. Г. Общая гидрогеология: химический состав и свойства природных вод. Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 57 с.

Трифонова И. С., Расплетина Г. Ф., Беляков В. П., Макарецва Е. С., Чеботарев Е. Н. Экологическое состояние озерно-речной системы Вуоксы по гидрохимическим и гидробиологическим показателям // Экологическая химия. – 2005. – Т. 14, № 4. – С. 235–249.

Цыбекмитова Г. Ц., Субботина В. Н. Биогенные элементы // Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 49–56.

Шестеркин В. П., Шестеркина Н. М. Гидрохимия р. Онон и его притоков в среднем течении // Водные ресурсы и водопользование: Сб. матер. II междунар. научно-практ. конф. – Чита: Изд-во ЗабГУ, 2018. – С. 55–59.

Шестеркина Н. М., Шестеркин В. П. Гидрохимическая характеристика рек приононской равнины // Регионы нового освоения. Естественные сукцессии и антропогенная трансформация природных комплексов: Мат. междунар. конф. с междунар. участием. – Хабаровск, 2017. – С. 277–278.

Ширеторова В. Г., Раднаева Л. Д., Базаржапов Ц. Ж., Тулохонов А. К., Ли Цзехун, Донг Суоченг. Химический состав вод озера Гусиное – водоема-охладителя Гусиноозерской ГРЭС // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сб. науч. тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во РУДН, 2019. – С. 359–364.

Aslan S., Kapdan I. K. Batch kinetics of nitrogen and phosphorus removal from synthetic wastewater by algae. *Ecological Engineering*. – 2006. – Vol. 28, N 1. – P. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.04.003>

Chen X., Wo F., Chen C., Fang K. Seasonal changes in the concentrations of nitrogen and phosphorus in farmland drainage and groundwater of the Taihu Lake region of China // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2010. – Vol. 169. – P. 159–168. DOI 10.1007/s10661-009-1159-3.

Gronke A.L., Troelstrup N.H.Jr. Nutrient Loadings and Phytoplankton Dynamics Within a Power Plant Cooling Pond // *Proceedings of the South Dakota Academy of Science*. – 2001. – Vol. 80. – P. 63–72. https://openprairie.sdstate.edu/oak-lake_research-pubs/7. Accessed 10 December 2019.

Kowalski E., Mazierski J. Effects of cooling water discharges from a power plant on reservoir water quality // *Oceanological and Hydrobiological Studies*. – 2008. – Vol. 37, N 2. – P. 107–118. <https://doi.org/10.2478/v10009-008-0001-5>.

Lerman A., Mackenzie F. T., May Ver L. Coupling of the perturbed C-N-P cycles in industrial time // *Aquatic Geochemistry*. – 2004. – Vol. 10. – P. 3–32. <https://doi.org/10.1023/B:AQUA.0000038955.73048.c1>

Sims J. T., Simard R. R., Joern B. C. Phosphorus loss in agricultural drainage: Historical perspective and current research // *Journal of Environmental Quality*. – 1998. – Vol. 27, N 2. – P. 277–293. <https://doi.org/10.2134/jeq1998.00472425002700020006x>

Søndergaard M., Jensen J. P., Jeppesen E. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes // *Hydrobiologia*. – 2003. – Vol. 506. – P. 135–145. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008611.12704.dd>

Tsybekmitova G. Ts., Matveeva M. O. Biogenic elements (nitrogen and phosphorus) in the Kharanor reservoir // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 24. P. 142–151.

Kharanorsk reservoir is a natural and technogenic object, the environmental condition of which is determined by the influence of natural factors and anthropogenic pressure connected with the operation of a hydroelectric power station. A change in the composition and concentration of nutrients is one of the indicators of the environmental changes in water bodies. The spatial distribution of biogenic elements (nitrogen and phosphorus) in the ecosystem of the Kharanor reservoir was analyzed by means of complex expedition studies. The content of mineral forms of nitrogen shows seasonal dynamics. At the same time, natural components of nitrogen compounds are modified by the anthropogenic impact on the ecosystem of the reservoir associated with the condition of the river Onon waters and warm water discharged from the state district power station. The highest nitrite content was registered in summer. Seasonal changes of nitrate ions concentration are also characterized by a summer increase and an almost uniform distribution of their content over the reservoir basin with only a slight increase in the area influenced by temperature factors and in the area of the pumping station. From April to October, the seasonal concentration of ammonium ions has a tendency to increase. The highest concentration of total phosphorus in the reservoir water is recorded in summer. In autumn phosphate concentration is lower than in spring. In spring, an increase in total phosphorus is associated with intra-water processes of decomposition of organic matter. The analysis of long-term data on the Kharanorsk reservoir hydrochemical regime proves a tendency of decrease in concentration of such substances as phosphates, total phosphorus, ammonium nitrogen, and increase in the content of nitrates and nitrites. Constant recharge of the Haranor reservoir by the waters of the Onon river results in an accelerated renewal of the water mass, which prevents stabilization of the ecosystem in comparison with other natural reservoirs. In this regard, the observed changes in the concentrations of nutrients are to a greater extent features of external influence than characteristics of a longstanding isolated reservoir.

Key words: nitrites, nitrates, ammonium ions, phosphates, total phosphorus, Kharanorsk reservoir.

Поступила в редакцию 01.07.20

УДК 632.95.02:577.118:57.084

Влияние пестицидов на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику растительных природных соединений

Умаров Н. Н.¹, Шукуров Т.², Абдуллаев С. Ф.²

¹ Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова
Худжанд, Таджикистан,
nasimchon-74@mail.ru

² Физико-технический институт имени С. У. Умарова НАНТ
Душанбе, Таджикистан,
t_shukurov@mail.ru

Методом инфракрасной спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа исследовано влияние 1 % пестицида «Ураган форте» с водой на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику функциональных групп листьев подорожника ланцетного *Plantago lanceolata* L. и каперса колючего *Capparis spinosa* L. В результате ИК-спектроскопического анализа выявлено, что при взаимодействия растения с пестицидом происходит изменение положение максимумов полос поглощения валентных и деформационных колебаний функциональных групп ОН, СН, –С=О–, –С=C– и других. Установлено, что пестициды уменьшают количество функциональных групп, в частности, гидроксильных групп от 600 до 1350 относительных единиц и энергию межмолекулярного взаимодействия гидроксильных групп, о чём свидетельствуют смещения максимумы полос в низкочастотную область от 20 до 80 см⁻¹. На основе рентгенофлуоресцентного анализа выявлено, что у обработанных образцов растений изменяется количество микроэлементов (тяжёлых металлов); для подорожника ланцетного, кроме цинка, меди и ванадия, которые увеличиваются (относительно исходных) от 1,1 до 4,5 раза, другие определённые микроэлементы как стронций, арсений, хром и так далее, уменьшаются (относительно исходных) от 45 до 1,1 раза; для каперса колючего, кроме никеля и кобальта, которые увеличиваются от 3,5 до 63 раз, другие микроэлементы – стронций, арсений, свинец и так далее уменьшаются от 5 до 1,1 раза. Определено, что 1 % пестицид «Ураган форте» повреждает как органические вещества функциональных групп, так и неорганические вещества микроэлементов исследованных растений. Полученные молекулярно-динамические и спектроскопические характеристики растений могут быть использованы в пищевой промышленности, медицине, фармакологии и других отраслях народного хозяйства, а также при экологическом мониторинге окружающей среды.

Ключевые слова: функциональная группа, тяжёлые металлы, рентгенофлуоресцентный анализ, ИК-спектроскопия.

ВВЕДЕНИЕ

Сорняки это дикорастущего растения обитают на сельскохозяйственных угодьях и снижают величину и качество продукции растений. Известно, что применяются различные методы борьбы с сорной растительностью: агротехнические, биологические и широко распространённый метод борьбы с сорными растениями является химическая обработка пестицидами (Куликова, Лебедева, 2010; Мельников, Мельникова, 1997).

При химической обработке растений пестициды, вероятнее, остаются в составе растений до нескольких недель. По литературным данным, остатки пестицидов в составе растений можно определить с применением методов калориметрии, различных способов хроматографии, масс-спектроскопии и другие (Мельников, Мельникова, 1997; Чиркова, 2002; Юсупов и др. 2019). Однако, эти методы не дают быстрого и надёжного приобретения информации о количественном содержании функциональных групп и микроэлементов в объектах растительного происхождения.

Цель работы – уточнение влияния пестицидов на содержание тяжёлых металлов (ТМ) и молекулярную динамику функциональных групп подорожника ланцетного *Plantago lanceolata* L. и каперса колючего *Capparis spinosa* L. с применением методов инфракрасной (ИК) спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для определения влияния пестицидов на формирование структуры и межмолекулярных взаимодействий функциональных групп листьев растений, обработанных пестицидами и необработанных (исходных), в настоящей работе применён метод ИК-спектроскопии (инфракрасной спектроскопии).

Известно что, метод ИК-спектроскопии является одним из самых эффективных методов исследования строения и свойств многоатомных молекул, важнейшим физико-химическим методом исследования конформационной подвижности, межмолекулярного взаимодействия и строения вещества. Сведения, получаемые при анализе ИК-спектров, позволяют делать важные заключения о строении и динамике молекул. Характеристичность ИК-спектров проявляется в том, что они чувствительны как к структурным изменениям в молекуле, например, конформационным переходам, так и к действию внешних факторов, как химическая обработка.

Образцы приготовлены из листьев подорожника ланцетного (ПЛ), каперса колючего (КК) и получены ИК-спектры согласно методике (Умаров и др., 2014, 2016).

Для выяснения влияния 1 % пестицида «Ураган форте» на некоторые микроэлементов растений были определены тяжёлые металлы (ТМ). Относительное количество тяжёлых металлов в листьях растений анализировали с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра марки Спектроскан Макс-G, предназначенного для анализа различных образцов, в том числе растений (Абдуллаев и др., 2019; Рахматов и др., 2019).

Количественный анализ исследуемых образцов может быть осуществлён только лишь в том случае, если концентрация анализируемого элемента попадает в диапазон значений, в котором построен градуированный график аналита.

Количественный анализ исследуемых образцов может потребовать выполнения не менее двух измерений для оценки воспроизводимости результата. При удовлетворительных результатах проверки среднее арифметическое значение двух измерений принимают в качестве результата анализа. В методике выполнения измерений регламентируются условия выполнения измерений, подготовка к выполнению измерений, отбор и подготовка проб, обработка и оформление результатов анализа и прочее (Ширкин, 2009).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что любая молекула или индивидуальное вещество имеют собственный колебательный спектр, отличающийся от спектров других веществ индивидуальным рядом полос поглощения с определёнными частотами, по которым можно идентифицировать вещество.

На рисунке 1 приведены примеры ИК-спектров образцов листьев ПЛ и КК в области частот $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$, обработанных пестицидом и необработанных (исходных). Из рисунка видно, что в области частот валентных колебаний гидроксильных групп для всех образцов появляются полосы поглощения при частотах около 3200 и 3120 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям сильных межмолекулярных и внутримолекулярных связей ОН-групп, а в области валентных колебаний метильных и метиленовых групп имеются полосы поглощения при 2900 и 2890 см^{-1} .

В области частот $1800\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ в образцах появляются ряд полос, соответствующих валентным и деформационным поглощениям --C=C-- , C=N , C--O--N , CH и OH групп при частотах около 1600 , 1580 , 1380 .

В таблице 1 приведены основные положения максимумов полос поглощения листьев ПЛ и КК. Из рисунка и таблицы 1 видно, что происходит изменение положения максимумов полос поглощения валентных и деформационных колебаний функциональных групп ОН, CH , --C=O-- , --C=C-- и других; это, очевидно связано с взаимодействием пестицидов и функциональных групп растений, что чётко отражается в ИК-спектрах. Также для других

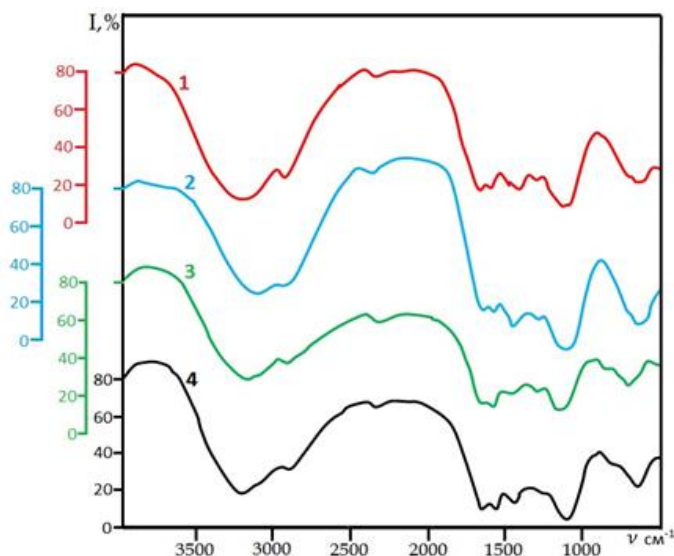


Рис. 1. ИК-спектры подорожника ланцетного и каперса колючего
 1 – подорожник ланцетный исходный, 2 – подорожник ланцетный обработанный пестицидом; 3 –
 каперс колючий исходный, 4 – каперс колючий обработанный пестицидом.

Таблица 1

Положение максимумов полос поглощения листьев подорожника ланцетного и каперса
 колючего в области частот 1200–3600 см^{-1}

ПЛ исх., см^{-1}	ПЛ обр., см^{-1}	КК исх., см^{-1}	КК обр., см^{-1}
3200	3120	3200	3180
2900	2910	2890	2900
1580	1600 сл.	1600	1590
1520	1510	1500	1510
1410	1430 сл.	1380	1400
1380	1370	1370	1360

Примечания к таблице. ПЛ исх. и ПЛ обр. – подорожник ланцетный исходный и обработанный пестицидами; КК исх. и КК обр. – каперс колючий исходный и обработанный пестицидами.

частей исследованных растений определены положения частот некоторых функциональных групп, эти параметры неравнозначны.

В таблице 2 приведены сравнительные экспериментальные результаты спектральных параметров составных частей растений. Из данных таблицы 2 видно, что все параметры, характеризующие физико-химические свойства функциональных групп листьев исследованных растений, изменяются.

По анализу спектральных характеристик можно предположить, что пестициды непосредственно влияют на энергию межмолекулярных взаимодействий и количество гидроксильных групп, о чём свидетельствуют смещения максимумов полос поглощения от 20 см^{-1} до 80 см^{-1} и изменения интегральной интенсивности от 600 до 1350 относительных единиц.

Известно, что растения постоянно нуждаются в определённых количествах микроэлементов (Mn, B, Sr, Si, Ti, Zn, Li, Ba, Br, F, Rb, Sn, Ni, As, Mo, Co, Se, J и другие). Также в незначительных количествах растениям требуются ультрамикроэлементы (Ge, Pb,

Hg, Ag, Au, Ra), Микроэлементы, постоянно содержащиеся в организмах, включаются в обмен веществ в составе биологически активных соединений и являются незаменимыми. При недостатке или избытке в растениях микроэлементов наблюдаются нарушения роста и развития (Березина, Афанасьева 2009).

Таблица 2

Спектральные характеристики листьев подорожника ланцетного и каперса колючего

Вид	ν , см ⁻¹	0,5 ν , см ⁻¹	Интегральная интенсивность
ПЛ исх.	3200	700	4210
ПЛ обр.	3120	720	2861
КК исх.	3200	780	2583
КК обр.	3180	710	1982

Примечания к таблице. ПЛ исх. и ПЛ обр. – подорожник ланцетный исходный и обработанный пестицидами; КК исх. и КК обр. – каперс колючий исходный и обработанный пестицидами; ν – частота максимумов полос поглощения гидроксильных групп; 0,5 ν – полуширина полос поглощения гидроксильных групп; интегральная интенсивность – интегральная интенсивность гидроксильных групп

В таблице 3 приведены результаты анализа микроэлементов тяжёлых металлов листьев растений, обработанных и исходных. По результатам рентгенофлуоресцентного анализа видно, что пестициды влияют на количественное содержание тяжёлых металлов в составе растений.

Таблица 3

Содержание тяжёлых металлов в листьях подорожника ланцетного и каперса колючего, обработанных пестицидами, и на чистой территории, мг/кг воздушно-сухой массы

Металлы и их оксиды	Единица измерения	ПЛ-исх.	ПЛ-обр.	КК-исх.	КК-обр.
Sr	мг/кг	105,3	102,3	114,7	110,6
Pb	мг/кг	2,840	2,240	95,80	84,60
As	мг/кг	32,62	11,13	41,99	8,500
Zn	мг/кг	55,29	84,88	119,1	95,61
Cu	мг/кг	44,10	46,90	46,80	46,40
Ni	мг/кг	54,50	1,170	1,760	112,0
Co	мг/кг	18,20	10,60	11,10	39,90
Fe ₂ O ₃	%	1,119	1,112	1,092	1,090
MnO	мг/кг	249,3	187,2	152,9	71,99
Cr	мг/кг	77,10	48,40	799,0	228,0
V	мг/кг	22,30	112,9	2856	1165

Примечание к таблице. ПЛ исх. и ПЛ обр. – подорожник ланцетный исходный и обработанный пестицидами; КК исх. и КК обр. – каперс колючий исходный и обработанный пестицидами. Тяжелые металлы; Sr – стронций, Pb – свинец, As – арсений, Zn – цинк, Cu – медь, Ni – никель, Co – кобальт, Fe₂O₃ – оксид железа, MnO – оксид марганца, Cr – хром, V – ванадий.

Из таблицы видно, что кроме Zn, Cu и V которые увеличиваются для обработанных пестицидами листьев ПЛ количество других элементов ТМ уменьшается от 45 до 1,1 раза. Для КК, кроме Ni и Co, другие микроэлементы уменьшаются от 5 до 1,1 раза. Пестициды, очевидно, поглощают микроэлементы листьев растений и в зависимости от типа ТМ.

ВЫВОДЫ

1. Пестицид непосредственно влияет на значения спектроскопических параметров листьев подорожника ланцетного и каперса колючего.

2. Пестицид «Ураган форте» повреждает гидроксильных групп листьев подорожника ланцетного до 65 % и каперса колючего до 75 % относительно исходных данных, свидетельствующие о структурном изменении в составе веществ.

3. Установлено, что пестициды непосредственно изменяют межмолекулярные взаимодействия функциональных групп и уменьшают их энергию, о чём свидетельствуют смещения частота максимумов полос поглощения гидроксильных групп в низкочастотную область спектра до 20 см^{-1} для каперса колючего и до 80 см^{-1} для подорожника ланцетного.

4. Выявлено, что пестициды влияют на количество неорганических веществ, то есть содержания ТМ и микроэлементов в обработанных образцах листьев подорожника ланцетного, кроме Zn, Cu и V, другие микроэлементы заметно уменьшаются, а для каперса колючего, кроме Ni и Co, другие микроэлементы тоже уменьшается.

5. Определено, что пестицид «Ураган форте» повреждает как органические вещества, так и неорганические вещества в составе объектов растительного происхождения.

Благодарности. Авторы выражают признательность руководству ФТИ имени С. У. Умарова НАНТ и научно-исследовательского института Национального университета Таджикистана за всестороннюю поддержку по проведению научно-экспериментальных работ.

Список литературы

- Абдуллаев С. Ф., Сафаралиев Н. М., Партоев К. Исследование биологического поглощения тяжёлых металлов растением – фиторемедиантом – топинамбуром (*Helianthus tuberosus L.*) // Химическая безопасность. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 110–117.
- Березина Н. А., Афанасьева Н. Б. Экология растений. – М.: Издательский центр «Академия». 2009. – 400 с.
- Куликова Н. А., Лебедева Г. Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – 152 с.
- Мельников Н. Н., Мельникова Г. М. Пестициды в современном мире // Соровский образовательный журнал – 1997. – № 4. – С. 33–37.
- Рахматов М. Н., Маслов В. А., Абдуллаев С. Ф. Распределение тяжёлых металлов в пробах атмосферного аэрозоля Северного Таджикистана // Ученые записки Худжанского государственного университета имени академика Б. Гафурова. Естественные и экономические науки. – 2019. – Т. 50, № 3. – С. 46–57.
- Умаров Н., Давлатмамадова С. Ш., Шукуров Т., Усмонов А., Марупов Р. Исследование молекулярных свойств листьев донника лекарственного (*Melelotus officinalis (L.) Pall.*) методом ИК-спектроскопии // Доклады академии наук Республики Таджикистан. – 2014. – Т. 57, № 1. – С. 32–36.
- Умаров Н. Н., Шукуров Т., Юсупов И. Х., Марупов Р. Исследования влияния дозы радиационного фона на спектральные характеристики лекарственного донника (*Melilotus officinalis L.*) методом ИК- и ЭПР-спектроскопии // Ученые записки Худжанского государственного университета имени академика Б. Гафурова. Естественные и экономические науки. – 2016. – № 4 (39). – С. 52–60.
- Чиркова Т. В. Физиологические основы устойчивости растений. – СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002. – 244 с.
- Ширкин Л. А. Рентгенофлуоресцентный анализ объектов окружающей среды. – Владимир: Издательство Владимирского государственного университета, 2009. – 65 с.
- Юсупов И. Х., Умаров Н. Н., Марупов Р. // Влияние пестицидов на молекулярную структуру растения подорожника ланцетного (*Platago lanceolata L.*) Ученые записки Худжанского государственного университета имени академика Б. Гафурова. Естественные и экономические науки. – 2019. – № 4 (51). – С. 25–30.

Umarov N. N., Shukurov T., Abdullayev S.F. The effect of Pesticides on the Content of Heavy Metals and Molecular Dynamics of Natural Plant Compounds // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 152–157.

The paper studies the effect of 1% pesticide «Hurricane forte» in combination with water upon the content of heavy metals and molecular dynamics of functional groups of leaves of plantain *Plantago lanceolata* L. and caper prickly *Capparis spinosa* L. using the methods of infra-red spectroscopy and Roentgen-fluorescent analysis. The result of IR-spectroscopical analysis revealed that when a plant interacts with a pesticide there occurs an alteration of the state of maximums relating to the stripes absorbing valent and deformational vacillations of functional groups OH, CH, –C=O –, –C=C– and others. It is proved that pesticides reduce the number of functional groups; in particular, hydroxyl groups from 600 to 1350 relative units and the energy of intermolecular interaction of hydroxyl groups, as evidenced by the shift of the band maxima to the low-frequency region from 20 to 80 cm⁻¹. Based on x-ray fluorescence analysis, the authors found out that number of microelements (heavy metals) changes in processed samples of plants: for plantain lanceolate certain microelements, such as strontium, arsenium, chromium and etc. decrease from 45 to 1.1 opposite to zinc, copper and vanadium which increase from 1.1 up to 4.5 times (compared with the initial indices); for caper prickly, nickel and cobalt increase from 3.5 to 63 times, but strontium, arsenium, lead and etc. decrease from 5 to 1.1 times. It is revealed that 1 % pesticide «Hurricane forte» damages both organic substances of functional groups and non-organic substances of microelements of the studied plants. The obtained molecular-dynamic and spectroscopic features of plants can be used in food industry, medicine, pharmacology and other branches of national economy, as well as in environmental monitoring.

Key words: functional group, heavy metals, , x-ray fluorescence analysis, IR-spectroscopy.

Поступила в редакцию 15.05.20

УДК 591.4:597.556.3(262.5)

Изменение морфосоматических показателей в нерестовом периоде у ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* и скорпены *Scorpaena porcus*

Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н., Силкин М. Ю.

Карадагская научная станция имени Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН
Феодосия, Республика Крым, Россия
ysilkin@mail.ru

Исследовали величины индексов сердца, жабр, печени, гонад и индекс упитанности в период нереста у быстро плавающей ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev) и малоподвижной скорпены (*Scorpaena porcus* L.), обитающих в более загрязненной Коктебельской и в более чистой – Карадагской бухте Черного моря. В период нереста индекс упитанности у исследуемых видов рыб достоверно не изменялся, но при межвидовом сравнении у быстро плавающей ставриды его абсолютная величина была в 2,3 раза ниже по сравнению с малоподвижной скорпеной. Величины других индексов в нерестовом периоде у исследованных рыб изменялись следующим образом. У ставриды, выловленной из Коктебельской бухты, увеличение (прирост) с июня по июль индексов сердца, жабр и гонад было в 2 раза большим, чем у особей из более чистой Карадагской бухты. Индекс печени у ставриды в исследованном периоде незначительно изменялся и был стабилен вне зависимости от уровня загрязненности бухт. У малоподвижной скорпены в этом периоде отмечено увеличение индексов печени и гонад, причем у особей из Коктебельской бухты это увеличение было в 2 раза большим в сравнении с особями из Карадагской бухты. Индексы сердца и жабр скорпены в период нереста не изменяли своей величины от степени загрязненности вод. Половые различия величины соматических индексов от уровня загрязненности бухт исследовались лишь у ставриды. У самок быстро плавающей ставриды, обитающих в более чистых водах Карадагской бухты, увеличение (прирост) сердечного индекса было в 2 раза, а гонадотропного индекса – в 4 раза большим по сравнению с самцами. Половых различий в величинах исследуемых соматических индексов у ставриды из более загрязненной Коктебельской бухты не было отмечено.

Ключевые слова: *Trachurus mediterraneus ponticus*, *Scorpaena porcus*, нерестовый период, соматические индексы, упитанность, жабры, сердце, печень, гонады, Черное море, Карадагская бухта, Коктебельская бухта.

ВВЕДЕНИЕ

Для характеристики физиологического состояния рыб, при изменяющихся условиях окружающей среды, чаще всего используются индексы печени, гонад, селезенки. В опосредованной форме они могут оценить динамику запасания энергетических веществ, состояние репродуктивной системы и, в целом – степень устойчивости организма. В меньшей степени исследуется индекс жаберного аппарата – органа, отвечающего за интенсивность потребления кислорода и, в некоторой степени, характеризующего особенности общего метаболизма рыб. Многие исследователи показали зависимость массы жабр рыб от степени загрязненности вод (Лукьяненко, 1983; Шайдуллина, 2009). Объектами биоиндикации загрязненных вод, особенно прибрежных территорий, обычно являются рыбы, ведущие оседлый образ жизни, не способные совершать длительные миграции и тем самым – не покидающие загрязненные места обитания. Некоторыми исследованиями было показано, что активно плавающие виды рыб также могут изменять величину соматических индексов при колебании качественных и количественных параметров кормовой базы или условий обитания окружающей среды (Адуева и др., 2012; Аликин и др., 2014; Силкин и др., 2019а). Иногда такие исследования проводят в посленерестовом периоде при спокойном гормональном статусе, чтобы определить более «чистый» морфофизиологический ответ организма на изменения среды обитания (Руднева и др., 2004; Силкин и др., 2019б). Вместе с тем, было показано, что изменение величин соматических индексов тесно связано с активизацией метаболических процессов в органах в другие периоды годового цикла рыб (Моисеенко, 2000; Силкин и др.,

2017). Степень активизации метаболизма организма в естественные периоды жизни определяет способность особи противостоять неблагоприятным условиям обитания (Шульман, 1972). Работ, освещающих морфофизиологические изменения рыб различных экологических групп в период активизации метаболизма в организме (преднерест, нерест) в зависимости от уровня загрязненности мест их обитания, недостаточно.

Целью настоящего исследования явилось исследовать изменения морфосоматических показателей в нерестовом периоде у быстро плавающего вида – ставриды *Trachurus mediterraneus ponticus* L. и малоподвижной скорпены *Scorpaena porcus* L., на основе сравнения значений соматических индексов.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были взяты 2 вида рыб, резко различающихся по пространственному и биотопическому распределению в прибрежных водах Черного моря: ставрида – представитель мигрантов и оседлый вид, обитатель дна – скорпена. Исследуемые рыбы были отловлены удочкой в Коктебельской и Карадагской бухте. Бухты расположены на Юго-восточном побережье Крымского полуострова и удалены друг от друга на расстоянии 9 км. Коктебельская бухта – умеренно закрытая, ограничена с обеих сторон мысами Мальчин и Хамелеон, имеет ширину около 4 км и глубину до 20 м, к юго-востоку – открыта штормовым волнениям моря. С юго-восточной стороны она примыкает к водам Карадагского заповедника, с северо-восточной – граничит с побережьем поселка Орджоникидзе, далее, на север – с Двужорной бухтой и Феодосийским заливом. То есть, Коктебельская бухта является, как бы пограничным водоразделом между антропогенно используемой частью моря и заповедником. Карадагская бухта расположена юго-восточней Коктебельской, она более открыта господствующим восточным и северо-восточным волнениям моря, что позволяет нейтрализовать его гипоксические зоны. Это более мелководная бухта, где воды быстро прогреваются, создавая благоприятные условия для жизни фито – и зоофауны. Карадагская бухта в последние 40 лет находится в зоне Карадагского заповедника. Режим заповедника создает благоприятные условия для развития ихтиофауны, хотя воды бухты подвергаются воздействию хозяйственных сточных вод поселка Курортное. Воды обеих бухт в летнем периоде имеют постоянную соленость (17–18 ‰) и температуру (23–26 °C). В отличие от Карадагской бухты, Коктебельская бухта в большей степени подвержена влиянию загрязненности вод из Феодосийского залива и побережий поселков Орджоникидзе и Коктебель. Положение с чистотой этой бухты усугубляется большой рекреационной нагрузкой в летний период и отсутствием эффективных очистных сооружений в этих поселках. Гидрохимические показатели вод в летние месяцы у пос. Коктебель превышали величины ПДК по БПК₅, окисляемости, концентрации аммонийного азота (Ковригина, Родионова, 2018). Карадагская бухта менее подвержена загрязнению хозяйственными стоками, в ней отсутствуют рекреационные и другие сопутствующие загрязнению факторы. Большие глубины, разнообразие подводного ландшафта, наличие укрытий для гидробионтов уникального вулканического массива Карадаг, к которому с противоположных сторон примыкают Коктебельская бухта и Карадагская, создают благоприятные условия для нереста и нагула многих видов рыб. У юго-восточного побережья Крыма обитает около 90 видов и подвидов рыб, основу ихтиокомплекса формируют морские рыбы (Шаганов, 2018).

Исследования проводили при температуре воды в море, равной 23–24 °C – в июне и при 24–25 °C – в июле месяце. Физиологическое состояние рыб в этом периоде соответствовало IV–V и V стадиям развития гонад, то есть организм исследуемых рыб находился в активном метаболическом статусе, необходимом для осуществления дозревания и вымета половых продуктов. По образу жизни исследуемые виды рыб резко различались. Ставрида – представитель пелагиали, хищник, быстрый пловец, постоянно находящийся в движении – активно мигрирующий вид. Как и у всех активных пловцов, для ставриды характерен высокий уровень метаболизма с использованием высокоэнергетических субстратов: липидов, белков, углеводов (Шульман, 1972; Силкина, 1991). Скорпена – малоподвижный вид, не совершает

длительных передвижений, долгое время может находиться в неподвижном состоянии, хищник – засадчик. Этот вид для осуществления метаболических процессов использует в основном белки и углеводы (гликоген), которые он накапливает в органах и тканях. Из-за малого запаса жиров в организме скорпена относится к «тощим» рыбам (Шульман, 1972). У обоих видов рыб икротетание порционное. Исследуемые виды рыб подвергали биологическому анализу. Определение величин индексов органов у рыб проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966). Вес исследуемых органов определяли на весах ВЛКТ-500М с погрешностью в 0,1 г. Сердце взвешивали на торсионных весах ВТ-100 (погрешность 0,01 г). Индексы органов рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{W_o \times 100}{W},$$

где: X-индекс органа; W_o – масса органа; W – масса рыбы без внутренностей.

Индекс упитанности рассчитывали по Ф. Н. Кларку (Правдин, 1966) согласно формуле:

$$Q = \frac{W_o \times 100}{L^3},$$

где: Q – индекс упитанности; W – вес рыбы без внутренностей; L – общая длина тела рыбы.

Полученные данные статистически обработаны (Лакин, 1990) и представлены как среднее арифметическое \pm стандартное отклонение ($\bar{x} \pm S_x$). Исследовано 296 особей. Из них в опыт было взято 189 ставриды (120 – из Карадагской бухты и 69 – из Коктебельской) и 107 особей скорпены (57 – из Карадагской бухты и 50 – из Коктебельской бухты).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Размерно-весовые характеристики исследуемых видов из двух бухт с разным уровнем загрязненности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Размер и вес исследуемых видов рыб, отловленных в Коктебельской и Карадагской бухте в период нереста

Карадагская бухта								
Вид рыбы	Масса тушки, г min–max		Средний вес тушки, г		Длина тела, см min–max		Средняя длина тела, см	
	Самка	Самец	Самка	Самец	Самка	Самец	Самка	Самец
Ставрида	13,7–34,1	14,1–35,2	23,8 \pm 0,6	24,7 \pm 0,9	10,5–18,0	12,5–16,5	14, \pm 0,1	14,5 \pm 0,1
Скорпена	41,0–300,0	35,9–117,0	151,3 \pm 10,6	56,1 \pm 1,8	12,5–26,8	12,5–17,8	20,1 \pm 0,5	14,5 \pm 1,4
Коктебельская бухта								
Вид рыбы	Масса тушки, г min–max		Средний вес тушки, г		Длина тела, см min–max		Средняя длина тела, см	
	Самка	Самец	Самка	Самец	Самка	Самец	Самка	Самец
Ставрида	19,9–66,2	11,3–63,2	38,2 \pm 3,8	37,1 \pm 2,2	13,5–20,0	11,0–20,5	16,0 \pm 0,5	16,3 \pm 0,3
Скорпена	52,7–480,0	38,0–103,0	201,0 \pm 25,0	57,2 \pm 9,8	12,5–28,0	12,5–22,8	20,1 \pm 0,9	15,5 \pm 1,4

Из данных таблицы 1 видно, что размерно-весовые характеристики в наибольшей степени изменяются от вида, половой принадлежности рыб и в меньшей степени от места лова особей. Ставрида намного мельче скорпены, вес ее тушки почти в 6 раз (самки) меньше, а длина – на 20–30 % короче не зависимо от мест обитания особей. Зависимости веса и

размера ставриды от половой принадлежности особей из обеих бухт нами не отмечено. При сравнении размерно-весовых характеристик ставриды из двух бухт, показано, что независимо от пола вес особей из Коктебельской бухты был на 36 %, а длина тела – на 12 % больше, чем у ставриды из Карадагской бухты. У скорпены четко изменяется вес особей от пола и в некоторой степени – от места обитания, а размерные характеристики особей остаются постоянными в обеих бухтах. В отличие от ставриды у скорпены наблюдается четкий диморфизм в весе особей: самки в обеих бухтах на 60–70 % имеют вес больше, чем самцы, размерные характеристики при этом менее выражены и составляют 23–25 % (табл. 1).

Исследуемые величины индексов органов в нерестовом периоде ставриды и скорпены в зависимости от пола и места обитания представлены в таблицах 2 и 3. Наибольшие изменения величин исследуемых индексов органов ставриды отмечены у особей в зависимости от места их обитания (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Величины соматических индексов ставриды в период нереста в зависимости от пола и места обитания особей (долг от сырого веса, %)

Месяц	Индекс сердца		Индекс печени		Индекс гонад		Индекс жабр		Индекс упитанности	
	самка	самец	самка	самец	самка	самец	самка	самец	самка	самец
Карадагская бухта										
VI	0,14±0,01 n=19	0,15±0,01 n=18	1,2±0,1 n=19	0,7±0,04 n=18	2,8±0,1 n=19	3,1±0,1 n=18	2,5±0,01 n=19	2,3±0,09 n=18	0,7±0,02 n=19	0,69±0,02 n=18
VII	0,17±0,01 n=13	0,16±0,01 n=19	1,5±0,01 n=13	0,9±0,04 n=17	5,2±0,6 n=13	3,5±0,4 n=17	2,5±0,08 n=13	2,8±0,1 n=13	0,7±0,01 n=13	0,7±0,03 n=17
Коктебельская бухта										
VI	0,14±0,01 n=47	0,14±0,01 n=31	1,1±0,08 n=47	0,8±0,04 n=31	5,4±0,3* n=47	7,4±0,7* n=31	2,2±0,05 n=35	2,0±0,03* n=31	0,7±0,01 n=47	0,76±0,01 n=31
VII	0,2±0,01* n=28	0,2±0,02* n=14	1,1±0,1* n=28	1,0±0,1 n=14	1,0±0,07* n=28	0,8±0,01* n=14	3,2±0,1* n=28	3,2±0,1* n=14	0,7±0,02 n=28	0,7±0,01 n=14

Примечания к таблице: n – число рыб в опыте; звездочкой (*) отмечено достоверное различие при попарном сравнении значений индексов между бухтами при $p < 0,05$.

Показано, что наибольшее увеличение соматических индексов у ставриды отмечено в июле месяце по сравнению с июнем. Прирост величин (Δ) соматических индексов в июле, выраженный в % к величинам индексов в июне, представлен на рисунке 1.

Так, у ставриды из Коктебельской бухты в период с июня по июль индекс сердца увеличился на 30 % как у самок, так и у самцов (рис. 1). У ставриды из Карадагской бухты увеличение массы сердца было менее интенсивным – на 18 % и только у самок. Изменения индекса жабр у ставриды в этот период были аналогичны изменениям индексу сердца. Так, с июня по июль индекс жабр у ставриды из бухты Коктебель увеличился на 31 % – у самок и на 38 % – у самцов. У рыб из Карадагского взморья индекс жабр был на 8 % больше – у самцов, а у самок – не изменился вовсе (рис. 1). То есть, в период нереста увеличение индексов сердца и жабр было значительно больше у ставриды из более загрязненной Коктебельской бухты, чем у особей из чистой Карадагской бухты. Различия величин индексов сердца и жабр между самками и самцами ставриды в период нереста у особей из Коктебельской бухты были недостоверными (колебания в пределах 10 %). У ставриды из более чистой бухты Карадаг изменение (прирост) индекса сердца у самок было в 2 раза, а индекса гонад – в 4 раза большим, чем у самцов (рис. 1).

Прирост величины индекса печени с июня по июль у ставриды из обеих бухт был небольшим (20–26 %) и не зависел от степени загрязненности вод бухт (рис. 1). Половые

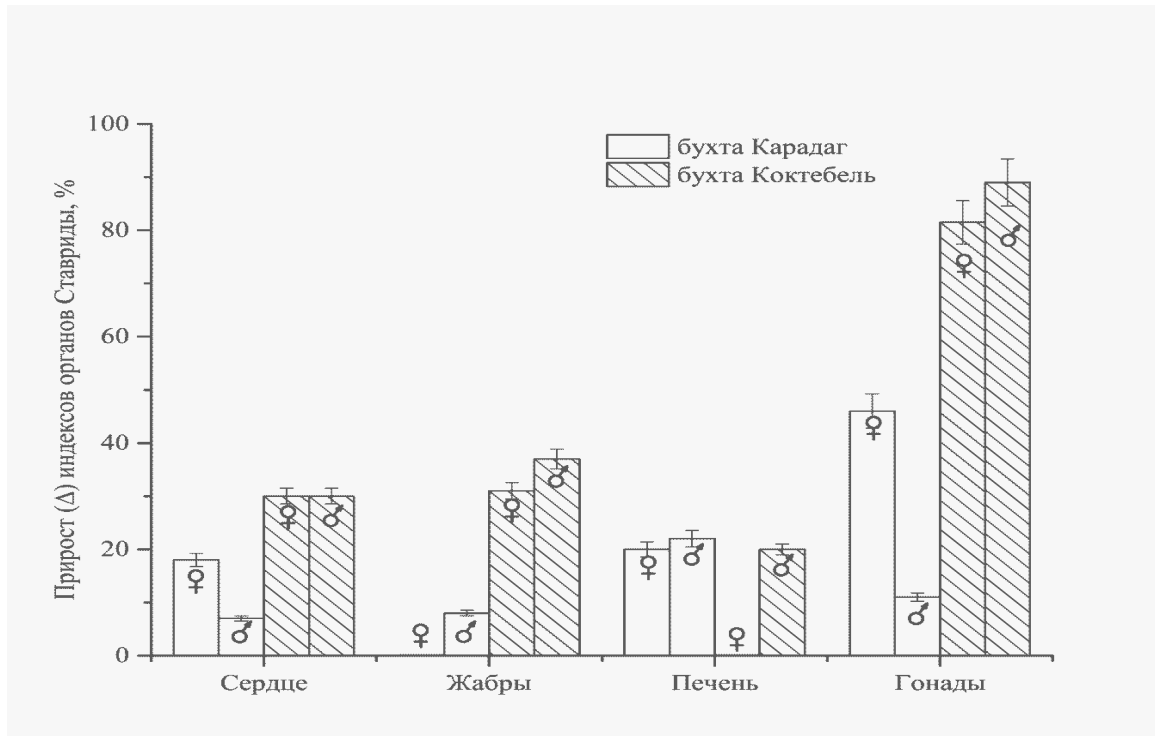


Рис. 1. Изменение прироста величин (Δ) соматических индексов ставриды в бухтах Карадаг и Коктебель в июле по отношению к июню

изменения в величинах индекса печени у ставриды в этот период отмечены только у особей из Коктебельской бухты: величина индекса печени у самцов была на 20 % выше, чем у самок. У ставриды из Карадагской бухты половых изменений прироста индекса печени в июле месяце не отмечено (табл. 2).

В сравнении с исследованными индексами изменения гонадотропного индекса в период нереста были наибольшими. Так, значительное увеличение (на 85 %) индекса гонад в июле месяце отмечено у ставриды, обитающих в Коктебельской бухте (рис. 1). У рыб из Карадагской бухты прирост массы гонад было менее значительным: на 46 % (у самок), причем эти изменения произошли в июне месяце, то есть на месяц раньше, чем у особей из Коктебельской бухты. Половые изменения индекса гонад ставриды также были неоднозначны. У особей из Коктебельской бухты половые изменения гонадотропного индекса были недостоверными, а у ставриды из Карадагского побережья прирост массы гонад у самок было в 4 раза больше, чем у самцов.

Индекс упитанности у ставриды за исследованный период не изменялся от пола, места и времени лова. Однако при сравнении со скорпеной, видно, что индекс упитанности у быстро плавающей ставриды был на 40 % меньше, чем у малоподвижного вида, находящегося в тех же условиях (табл. 2 и 3).

У другого исследуемого вида рыб – малоподвижной скорпены в исследуемом периоде изменения соматических индексов были не так ярко выражены, как у активного пловца ставриды. Величины соматических индексов скорпен из Коктебельской и Карадагской бухты в период нереста представлены в таблице 3.

Наибольшие изменения величин индексов во время нереста скорпены отмечены в печени и гонадах (табл. 3). Причем, в отличие от ставриды, у скорпены увеличение индексов отмечено не в июле, а в июне месяце. Прирост величин соматических индексов скорпены в двух бухтах в исследуемых месяцах, выраженный в %, представлен на рисунке 2. Показано, что прирост величины индекса печени у скорпен из загрязненной бухты (Коктебель) был в 2

Таблица 3

Индексы органов скорпены в нерестовом периоде в зависимости
от пола и места вылова рыб (%)

Месяц	Индекс сердца		Индекс печени		Индекс гонад		Индекс жабр		Индекс упитанности	
	самка	самец	самка	самец	самка	самец	самка	самец	самка	самец
Карадагская бухта										
VI	0,11±0,01 n=26	0,09±0,01 n=16	1,8±0,1 n=26	1,49±0,2 n=22	3,9±0,2 n=26	1,5±0,1 n=18	3,1±0,1 n=26	2,5±0,1 n=18	1,5±0,03 n=26	1,5±0,0 n=18
VII	0,09±0,004 n=15	-	1,4±0,1 n=15	-	2,8±0,3 n=18	-	2,6±0,08 n=18	-	1,5±0,06 n=18	-
Коктебельская бухта										
VI	0,11±0,01 n=17	-	4,4±0,4* n=17	-	2,2±0,1* n=19	-	3,5±0,1* n=118	-	1,7±0,09 n=7	-
VII	0,09±0,006 n=17	0,1±0,03 n=16	2,4±0,3* n=17	1,8±0,1 n=16	1,1±0,1* n=14	-	3,2±0,3 n=17	2,9±0,08 n=16	1,6±0,06 n=17	1,6±0,1 n=16

Примечания к таблице: n – число рыб в опыте; звездочкой (*) отмечено достоверное различие при парном сравнении значений индексов между бухтами при $p < 0,05$; - – отсутствие данных.

раза больше, чем у особей из более чистой Карадагской бухты. Следует отметить, что представленные данные по скорпене были получены в основном от самок, так как самцы нечасто попадались в уловах. Тем не менее, имеющиеся данные по изменению величин индексов печени в связи с полом свидетельствуют о том, что у самок скорпен индекс печени выше, чем у самцов: в Коктебельской бухте – на 25 %, в бухте Карадаг – на 17 % (табл. 3).

Изменения индекса гонад у скорпен в обеих бухтах были аналогичны изменениям индексу печени (рис. 2). Показано, что прирост величины гонадотропного индекса у скорпен из бухты Коктебель был в 2 раза больше, в сравнении с особями из более чистой бухты Карадаг (рис. 2). Половые различия величин индекса гонад в исследуемом периоде у скорпен из обеих бухт были незначительными (табл. 3).

Изменения величин индексов сердца и жабр у скорпен из обеих бухт в период нереста были не столь значительны, как у быстро плавающей ставриды (табл. 3). Показано, что масса сердца и жабр у скорпен в период нереста увеличивается на 18 % независимо от степени загрязнения вод в обитаемых бухтах (рис. 2). В сравнении с самцами индекс жабр у самок скорпены из Карадагской бухты был выше на 18 %, а у особей из Коктебельской бухты – на 10 %. Достоверных половых различий в величинах индекса сердца у скорпены от уровня загрязненности вод нами не отмечено (табл. 3).

Индекс упитанности в период нереста у малоподвижной скорпены изменялся незначительно: у особей из Коктебельской бухты он был на 8 % выше, в сравнении с особями из Карадагской бухты. Однако при сравнении двух видов рыб оказалось, что у скорпен он был на 40 % больше, чем у активно плавающей ставриды независимо от степени загрязненности бухт (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, период размножения – это ключевой момент в жизни популяций рыб. Нерест определяет характер динамики важнейших метаболических процессов в организме. Дозревание и выметывание половых продуктов у рыб связано с большими энергетическими затратами. У большинства азовско-черноморских видов период нереста характеризуется высоким уровнем метаболизма за счет активизации ферментного пула, интенсификации использования депонированных энергетических субстратов, а также за счет интенсивного потребления пищи в этот ответственный период жизни (Шульман, 1972). К таким видам

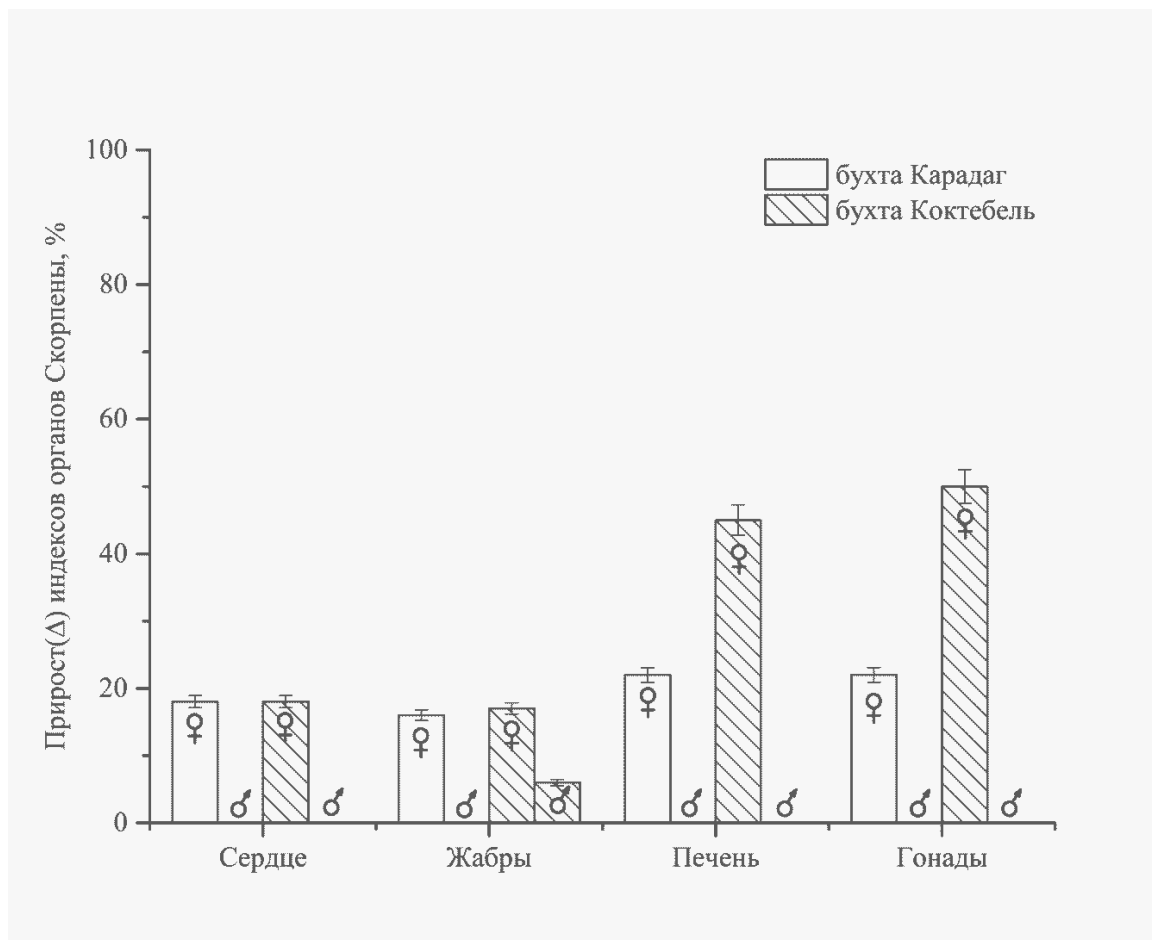


Рис. 2. Изменение величины (Δ) соматических индексов скорпены в бухтах Карадаг и Коктебель в период нереста

относится и черноморская ставрида, у которой в этот период интенсивность питания увеличивается, наступает так называемый нерестовый «жор». У скорпены метаболизм менее интенсивен, она относится к «тощим» рыбам, основным «депо» энергии у нее является печень. В период нереста у этого вида отмечена наибольшая встречаемость «пустых» желудков, то есть для ерша характерны длительные периоды между приемами пищи (Хирина, 1950). Активизация метаболических процессов в организме происходит за счет более интенсивного потребления кислорода. У рыб основными органами, участвующими в доставке кислорода к органам являются жабры и сердце. Значительное увеличение индекса сердца у ставриды, обитающей в более загрязненных водах Коктебельской бухты, видимо, связано с изменением интенсивности движения особей в этой среде в период нереста. Масса сердца – показатель консервативный, являющийся отражением состояния сердечно – сосудистой системы. Как известно, индекс сердца у активно плавающих морских и пресноводных костистых видов больше, чем у малоподвижных рыб (Астахова, 1983; Grim et al., 2012; Болгарев, Кузьмина, 2017). Сезонные изменения массы сердца у рыб в литературе освещены незначительно. Увеличение массы сердца у черноморской ставриды в летнем периоде было показано В. Ивановым (Иванов, 1983). Ранее нами было показано, что в осеннем периоде индекс сердца у ставриды из Карадагской бухты был на 20 % меньше, чем в июле месяце (Силкин и др., 2019в). При исследовании загрязненных мест обитания этот показатель используется редко. Однако если в местах обитания уменьшается количество кислорода, то для выживания особи организм увеличивает интенсивность метаболизма. Для более быстрой доставки кислорода в органы усиливается сердцебиение, что и приводит к увеличению массы органа. Вероятнее всего, увеличение массы сердца в летнем периоде у ставриды из более

загрязненной бухты является отражением усиления двигательной активности, не только необходимой для осуществления процесса нереста, но и увеличения сердцебиения в условиях низкой насыщенности воды кислородом. Как известно, нерест у ставриды протекает довольно активно: самцы поднимаются в верхние слои воды и выпускают молоки, а самки быстро опускаются на глубину, выметывают икру, которая поднимается вверх и, проходя через слои воды с молоками, оплодотворяется (Световидов, 1964). Активизация движения большого количества моторных лодок, катеров и других плавательных средств, а также неблагоприятная гидрохимическая характеристика вод Коктебельского взморья в летнем периоде видимо способствует усилению двигательной активности ставриды в этой бухте (Ковригина, Родионова, 2018). Исследованиями А. Фаррелля (Farrell, 2007) было показано, что ответной реакцией рыб на экологическую гипоксию является увеличение объема сердца для более полного извлечения кислорода из крови. Увеличение кардиосоматического индекса у русского осетра в морской период было отмечено в связи с загрязнением среды обитания (Фунг, 2014).

Изменения индекса жабр у исследуемых ставрид в этот период аналогичны изменениям индексу сердца. Также как и индекс сердца, индекс жабр был в 2 раза больше у ставрид из более загрязненной бухты Коктебель в сравнении с особями из чистой бухты Карадаг. Функцией жабр является обеспечение организма кислородом, этот орган способен чутко реагировать на изменение содержания кислорода в окружающей среде. С физиологической точки зрения функции сердца и жабр тесно связаны и являются в некоторой степени характеристикой уровня метаболизма организма. При активизации метаболизма у активно плавающего вида (форель) ионы лактата, приносимые кровью в жабры, раздражают в них чувствительные к кислороду клетки, в результате чего увеличивается вентиляция жабр, а также и объем сердца (Thomsen et al., 2019). Другими исследователями было также показано, что коэффициент переноса кислорода у тунцов был в 10–50 раз больше, чем у других костистых видов рыб, вследствие большей площади поверхности жабр (Bushnell, Brill, 1992). У рыб с высоким уровнем метаболизма (судак, форель) отмечен довольно высокий индекс жабр (Хрусталева и др., 2016; Молчанов, 2018). Однако у некоторых черноморских рыб четкой зависимости массы жабр от уровня естественной подвижности не было отмечено (Силкин и др., 2019а). Сезонные изменения величин индекса жабр в литературе освящены слабо. Ранее нами было показано, что в посленерестовом периоде индекс жабр у ставриды из Карадагской бухты был на 20% ниже (Силкин и др., 2019в) в сравнении с ныне исследуемым периодом нереста. Другие исследователи отмечают увеличение массы жабр у рыб, обитающих в загрязненных водоемах (Лукьяненко, 1987; Шайдуллина, 2009; Спирина, 2011). Считается, что это защитная реакция организма, направленная на увеличение интенсивности метаболизма, необходимого для нейтрализации токсикантов среды. При этом усиленное потребление кислорода, сопровождающееся учащением дыхательных движений, создает нагрузку на жабры, в результате чего происходит разрастание и утолщение жаберного эпителия и, в конечном счете – увеличение массы органа. Отмеченное нами увеличение массы жабр (на 31–38 %) у ставриды из Коктебельской бухты, видимо отражает увеличение уровня общего метаболизма, связанного не только с осуществлением процесса нереста, но и необходимого для детоксикации загрязненных вод, омывающих жабры.

Несмотря на увеличение индексов органов кардиореспираторной функции у ставриды из загрязненных вод, изменений индекса печени от степени загрязненности вод, исследуемых бухт в этом периоде нами не было отмечено. Сходные результаты были получены Н. Кузьминой при исследовании ставрид из разных бухт города Севастополя в период нереста (Кузьмина, 2006). Как известно, печень является депонирующим органом. В подготовке к нересту и его осуществлению метаболизм рыб активизируется для синтеза и аккумуляции энергетических веществ в организме, и в первую очередь – в печени. Это мы и наблюдаем в наших исследованиях, показывающих, что индекс печени в период нереста рыб увеличивается на 20 %. Многими исследователями было отмечено увеличение массы печени в преднерестовом периоде и в состоянии нереста рыб (Руднева, 2004; Кузьмина, 2006). Вес печени у рыб также может увеличиваться в ответ на обитание в загрязненных водах. Это было

показано многочисленными работами на морских и пресноводных видах (Лапирова и др., 2003; Кузьминова, 2005; Кузьминова, 2006). Отсутствие реакции массы печени ставриды на степень загрязненности вод обитания, видимо отражает характер метаболизма ее организма. Известно, что ставрида характеризуется высоким уровнем обмена, который поддерживается усиленным питанием даже в период нереста. Видимо, у ставриды в поставке энергетического материала, необходимого для осуществления генеративной функции и детоксикации загрязнений среды участвует не только печень, но и такие метаболически активные органы как мышцы (их количество в теле составляет около 50 %), а также жабры и почки (Силкина, 1991; Силкин и др., 2017).

Как известно, величина гонадотропного индекса и индекса печени отражают степень готовности организма к вымету половых продуктов. Значительное увеличение индекса гонад у ставриды из Коктебельской бухты в июне месяце указывает на то, что пик нереста в этой бухте произошел на месяц раньше, чем в чистой бухте Карадаг. У ставриды, обитающих в Карадагской бухте, увеличение индекса гонад и печени было отмечено в июле месяце, то есть видимо пик нереста в этой бухте произошел в этом месяце. Подобный факт был отмечен А. Световидовым (1964) еще в то время, когда воды этой бухты были намного чище, чем в настоящее время. Неоднозначные изменения величин индекса гонад ставриды из обеих бухт, скорее всего, связаны с особенностями экологии вод обитания. Известно, что ухудшение экологических условий пресноводных и морских водоемов может влиять на генеративную функцию рыб, изменяя продолжительность и качество эмбриогенеза, и в итоге – формирование половых продуктов (Руднева, 2016; Минеев, 2017). В нашем случае, сдвиг пика нереста у ставриды из двух бухт с разным уровнем загрязненности можно объяснить тем, что при влиянии экстренных ситуаций (изменение температуры, солености, кислородной насыщенности вод, загрязнением их поллютантами) организм старается быстрее активизировать усилия для осуществления продолжения рода. Возможно, поэтому нерест ставриды в Коктебельской бухте произошел раньше, чем в более чистых водах Карадагского побережья.

Индекс упитанности у ставриды за исследованный период не изменялся от пола, места и времени лова. Как известно, упитанность организма является отражением степени запаса энергетических веществ, необходимых для переживания неблагоприятных условий существования. Период нереста характеризуется высокой степенью энергетических затрат для осуществления процесса генеративной функции. В этот период многие виды рыб даже прекращают питание, поэтому естественно, масса тела в период нереста имеет низкие показатели. При сравнении со скорпеной, видно, что индекс упитанности у быстро плавающей ставриды был на 40 % меньше, чем у малоподвижного вида, находящегося в тех же условиях (табл. 1 и 2). Указанный факт характерен для многих активно плавающих видов рыб и связан не только с уровнем интенсивности обмена веществ в организме, но и особенностями депонирования питательных веществ. Быстро плавающие рыбы, имеют возможность не депонировать большое количество энергетических веществ в органах и тканях (Шульман, 1972; Морозова и др., 1978) ввиду того, что они не прекращают питание в этот ответственный период жизни. За счет питания формирование гонад идет быстро и эффективно без использования ранее накопленных резервов, как это имеет место у малоподвижных видов рыб.

Таким образом, в период нереста быстро плавающая ставрида на загрязнение окружающей среды реагирует усилением кардиореспираторной функции и ускорением процесса нереста.

Малоподвижный вид – скорпена на загрязнение среды обитания в период нереста реагировал значительным увеличением массы печени и гонад (табл. 3). Увеличение индекса печени у скорпен, обитающих в загрязненных бухтах отмечали многие исследователи и связывали это с усилением метаболизма в печени, необходимого для детоксикации загрязнителей вод (Кузьминова, 2016; Руднева, 2016). Кардиореспираторная функция в период нереста у скорпены из более загрязненной бухты не изменялась, по сравнению с особями из более чистой бухты. Видимо в этом периоде двигательная и дыхательная

активности скорпены в загрязненных водах были аналогичны особям из более чистой бухты. Скорпена, как было указано выше – постоянный обитатель прибрежных вод. Для этой области обитания характерны такие параметры, как резкое изменение температуры, солености, кислородного насыщения воды, многомесячное голодание, загрязненность бытовыми и химическими отходами. Многочисленными исследованиями было показано, что организм скорпены хорошо приспособлен к переживанию резких негативных изменений среды обитания (Белокопытин, 1978; Солдатов и др., 2014; Руднева, 2016). Исследователями было показано, что организм скорпены имеет физиолого-морфологические и биохимические приспособительные реакции, которые позволяют этому виду выжить в довольно суровых условиях. По всей видимости, уровень загрязненности вод Коктебельской бухты являлся не столь сильным стрессовым воздействием для скорпены, который бы затрагивал соматические изменения организма в период генеративной функции. Видимо, ввиду низкого уровня общего метаболизма скорпены, в недолгий период нереста, у нее происходит активизация метаболизма, необходимого лишь для обеспечения процесса продолжения рода, без реакции организма на степень загрязненности вод обитания. В то время как, у активно подвижных рыб отмечается четкий ответ морфологических изменений органов на качество окружающей среды в период активизации метаболизма, обеспечивающего процесс нереста.

ВЫВОДЫ

1. У быстро плавающей ставриды, обитающей в загрязненных водах Коктебельской бухты прирост величины индексов сердца, жабр и гонад в период с июня по июль был в 2 раза большим, чем у особей из чистой бухты. Индекс печени ставриды на протяжении всего периода нереста был стабилен в Коктебельской и Карадагской бухте. В этот период индекс упитанности у ставриды был на 40 % ниже, чем у скорпены.

При сравнении особенностей морфосоматических показателей в зависимости от пола было установлено, что у самок ставриды, по сравнению с самцами из более чистых вод Карадагской бухты, изменения величин сердечного индекса было в 2 раза, а гонадотропного индекса – в 4 раза большими. Напротив, половых различий величин этих индексов у ставрид из загрязненных вод Коктебельской бухты не было установлено.

2. У малоподвижной скорпены в период нереста отмечено увеличение индексов печени и гонад. При этом, у особей из Коктебельской бухты это увеличение было в 2 раза большим по сравнению с особями из Карадагской бухты. Индексы упитанности, сердца и жабр скорпены в период нереста не изменяли своей величины и были стабильны вне зависимости от уровня загрязненности вод Коктебельской и Карадагской бухт.

Работа выполнена в рамках темы гос. задания № АААА-А19-1190124900045-0 Изучение фундаментальных физических, физиолого-биохимических, репродуктивных, популяционных и поведенческих характеристик морских гидробионтов.

Список литературы

- Адуева Д. Р., Крючков В. Н., Аль-Бурай А. М. Морфофизиологические особенности кефалей рода *Liza* из бассейнов Каспийского и Красного морей // Естественные науки. – 2012. – № 2 (39). – С. 118–122.
- Аликин Ю. С., Щелкунов И. С., Щелкунова Т. И. Проблемы отечественной вирусной ихтиопатологии и пути их решения // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 56–59.
- Астахова Л. П. Зависимость индекса сердца и мозга черноморских рыб от их естественной подвижности // Журнал эволюционной биохимии и физиологии – 1983. – № 6. – С. 294–296.
- Белокопытин Ю. С. Уровни энергетического обмена у взрослых рыб // Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. – К.: Наукова Думка, 1978. – С. 46–63.
- Иванов В. А. Морфофизиологические индексы рыб Черного моря разной экологии. Рукопись дипломной работы биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. – М, 1983. – 68 с.
- Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю. Гидрохимические особенности // Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма [Ред. Н. С. Костенко]. – Симферополь: АРИАЛ, 2018. – С. 59–76.

- Кузьмина Н. С. Биоразнообразие. Экология. Адаптация: Материалы II международной научной конференции посвященной 140-летию Одесского национального ун-та им. М. М. Мечникова (Одесса, 28 марта 2005 г.). – Одесса, 2005. – С. 134.
- Кузьмина Н. С. Индекс печени черноморской ставриды как индикатор ее физиологического состояния // Рыбное хозяйство Украины. – 2006. – № 2 (43). – С. 36–38.
- Кузьмина Н. С., Овен Л. С., Салехова Л. П., Шевченко Н. Ф., Самой Ю. В. Долговременные изменения популяционных и морфофизиологических параметров некоторых видов черноморских рыб из прибрежной зоны Севастополя и Крыма // Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя. – М.: ГЕОС, 2016. – С. 31–124.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- Лапирова Т. Б., Балабанова Л. В., Микряков В. Р. // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Борок 16-18 июля 2003г.) – М., 2004. – С. 112–122.
- Лукьяненко В. И. Общая ихтиотоксикология. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 320 с.
- Минеев А. К. Современное морфофизиологическое состояние массовых видов рыб в экологических условиях водоемов и водотоков бассейна средней и нижней Волги: автореф. дис. ... док. биол. наук. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2017. – 37 с.
- Моисеенко Т. И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С. С. Шварца) // Экология. – 2000. – № 6. – С. 463–472.
- Молчанов К. А. Рыбоводно-биологические особенности формирования маточного стада радужной форели в установках замкнутого водоснабжения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калининград: КГТУ, 2018. – 24 с.
- Морозова А. Л., Астахова Л. П., Силкина Е. Н. Углеводный обмен при плавании рыб // Элементы физиологии и биохимии общего и активного обмена у рыб. – Киев: Наукова думка, 1978. – С. 122–144.
- Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
- Руднева И. И., Шевченко Н. Ф., Залевская И. Н., Овен Л. С., Скуратовская Е. Н. Комплексная оценка качества водной среды с помощью биомаркеров разного уровня // Актуальные проблемы водной токсикологии: (сб. статей) / [Ред. Б. А. Флеров]. – Борок, 2004. – С. 124–149.
- Руднева И. И. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя. – М.: ГЕОС, 2016. – 360 с.
- Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. – М.: Наука, 1964. – 552 с.
- Силкина Е. Н. Особенности углеводного обмена в скелетных мышцах и печени рыб различной естественной подвижности: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ленинград: ИЭФиБ АН СССР РАН, 1991. – 24 с.
- Силкин Ю. А., Василец В. Е., Черняева В. Н., Силкина Е. Н., Петрова Т. Н. Динамика величин гонадосоматического индекса, индекса печени и индекса упитанности в весенне-летний период у некоторых черноморских рыб разной экологии // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: Материалы конференции (Керчь, 26 сентября 2017 г.). – Симферополь, 2017. – С. 134–135.
- Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н., Черняева В. Н. Морфофизиологические характеристики черноморского саргана (*Belone belone euxini* Günter, 1866) в посленерестовом периоде у берегов Юго-восточного Крыма // Экосистемы. – 2019. – № 17 (48). – С. 77–86.
- Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н. Особенности соматических индексов некоторых черноморских рыб разной экологии в осеннем периоде // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2019. – Вып. 2 (10). – С. 22–29.
- Солдатов А. А., Андреева А. Ю., Новицкая В. Н., Парфенова И. А. Содержание мембранных и метаболических функций в ядерных эритроцитах *Scorpaena porcus* L. При гипоксии (эксперименты in vivo и in vitro) // Журнал эволюционной биохимии и физиологии – 2014. – Т. 50, № 5. – С. 358–363.
- Спирина Е. В. Морфофизиологический гомеостаз *Carrasius auratus gibelio* Bloch // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 1. – С. 57–62.
- Трошенко О. А., Ковригина Н. П. Особенности распределения гидролого-гидрохимических показателей в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника и Коктебельской бухте в теплый период 2005-2014 годов // Заповедники Крыма: Мат. VIII между. науч. конф. (Симферополь, 28 апреля 2016 г.). – Симферополь, 2016. – С. 169–171.
- Хирина В. А. Материалы по питанию некоторых бентосоядных рыб прибрежной зоны Черного моря у Карадага // Труды Карадагской Биологической Станции АН УССР. – 1950. – Вып. 10. – С. 53–65.
- Хрусталева Е. И., Курапова Т. М., Молчанов К. А. Возрастные изменения морфофизиологических показателей у судака первой генерации при выращивании в условиях замкнутого водообеспечения // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 12 (200). – С. 85–91.
- Шаганов В. В. Рыбы // Биология Черного моря у берегов Юго-Восточного Крыма / [Ред. Н. С. Костенко]. – Симферополь: АРИАЛ, 2018. – С. 130–143.
- Шайдуллина Ж. М. Сезонная возрастная динамика морфологических показателей леща реки Урал: автореф. канд. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань: АГТУ, 2009. – 24 с.
- Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 368 с.

Фунг Н. Д. Исследование популяции русского осетра (*Acipenser gueldens taedtii*) в Волго-Каспийском бассейне методом морфофизиологических индикаторов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань: АГТУ, 2014. – 29 с.

Bushnell P. G., Brill R. W. Oxygen transport and cardiovascular responses in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and yellow fin tuna (*Thunnus albacares*) exposed to acute hypoxia // *Journal of Comparative Physiology B*. – 1992. – Vol. 162, N 2. – P. 131–143.

Farrell A. P., Tribute to P. L. Lutz: a message from the heart why hypoxic bradycardia in fishes? // *Journal of Experimental Biology*. – 2007. – Vol. 210, N 10. – P. 1715–1725.

Grim J. M., Ding A. A., Bennett W. A. Differences in activity level between cow nose rays (*Rhynoptera bonasus*) and Atlantic Sting rays (*Dasyatis sabina*) are related to differences in heart mass, hemoglobin concentration, and gill surface area. // *Fish Physiology and Biochemistry*. – 2012. – Vol. 38, N 5. – P. 1409–1417.

Thomson M. T., Lefevre S., Niesson G. E., Whand T., Bayley M. Effects of lactate ions on the cardiorespiratory system in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *AJP Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. – 2019. – Vol. 316, N 5. – P. 607–620.

Silkin Yu. A., Vasilets V. E., Silkina E. N., Silkin M. Yu. Changes in morphosomatic parameters during the spawning period in horse mackerel *Trachurus mediterraneus ponticus* and scorpion fish *Scorpaena porcus* caught in Koktebel and Karadag bays // *Ekosistemy*. 2020. Iss. 24. P. 158–169.

We studied the values of the indices of the heart, gills, liver, gonads and the fatness index during the spawning period in the fast-swimming horse mackerel (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev) and the sedentary scorpionfish (*Scorpaena porcus* L.) living in the more polluted Koktebel Bay and in the cleaner Karadag Bay of the Black Sea ... During the spawning period, the body condition index in the studied fish species did not change significantly, but in interspecific comparison in the fast-swimming horse mackerel, its absolute value was 2.3 times lower than in the sedentary scorpion fish. The values of other indices in the spawning period in the studied fish changed as follows. In horse mackerel caught from Koktebel Bay, the increase (increase) from June to July in the indices of the heart, gills and gonads was 2 times greater than in individuals from the cleaner Karadag Bay. The liver index in horse mackerel in the study period changed slightly and was stable regardless of the level of pollution of the bays. In the sedentary scorpionfish, an increase in the indices of the liver and gonads was noted in this period, and in individuals from the Koktebel Bay this increase was 2 times greater in comparison with individuals from the Karadag Bay. The indices of the heart and gills of the scorpion fish during the spawning period did not change their value from the degree of water pollution. Sex differences in the value of somatic indices from the level of pollution of bays were studied only in horse mackerel. In females of the fast-swimming horse mackerel living in the cleaner waters of the Karadag Bay, the increase (increase) in the cardiac index was 2 times, and the gonadotropic index was 4 times greater than in males. There were no sex differences in the values of the studied somatic indices in horse mackerel from the more polluted Koktebel Bay.

Key words: *Trachurus mediterraneus ponticus*, *Scorpaena porcus*, spawning period, somatic indices, fatness, gills, heart, liver, gonads, Black Sea, Karadag Bay, Koktebel Bay.

Поступила в редакцию 05.09.20

СОДЕРЖАНИЕ

Саркина И. С. Макромицеты буковых лесов Горного Крыма.....	5
Ермаков Н. Б., Абдурахманова З. И., Плугатарь Ю. В. Сосновые леса класса <i>Erico-Pinetea</i> Horvat 1959 в Дагестане (Северный Кавказ).....	27
Саксонов С. В., Васюков В. М., Сенатор С. А. Новый обзор злаков (Poaceae) Среднего Поволжья.....	43
Черепенина Д. А., Мучник Е. Э. Предварительные данные о лишенобиоте парка музея-заповедника «Горки Ленинские» (Московская область).....	63
Пилипко Е. Н., Харченко Н. Н., Барцева У. А. Лесозаготовительная деятельность как один из основных лимитирующих факторов, определяющих динамику биоразнообразия Вологодчины.....	75
Дусаева Г. Х., Калмыкова О. Г., Дусаева Н. В. Влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов участка «Буртинская степь» Оренбургского заповедника.....	83
Ильницкий О. А., Паштецкий А. В., Плугатарь Ю. В. Особенности водного обмена <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> в условиях прогрессирующей почвенной засухи Южного берега Крыма.....	93
Хох А. Н., Звягинцев В. Б. Сравнительный анализ морфолого-анатомической структуры годичных слоев сосны обыкновенной в мшистом и орляковом типах леса.....	101
Кухлевская Ю. Ф., Колтунова А. И., Пикалова Е. В. Определение степени адаптивной способности, декоративности и успешности интродукции некоторых хвойных деревьев и кустарников в условиях Оренбуржья (на примере города Оренбурга).....	108
Рыбалко Е. А., Баранова Н. В., Борисова В. Ю. Оценка теплообеспеченности территории Крымского полуострова для производства винограда на основе анализа закономерностей пространственного варьирования индекса Уинклера.....	117
Мощенко Д. И., Кузина А. А., Колесников С. И., Тер-Мисакянц Т. А., Неведомая Е. Н., Казеев К. Ш. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Центрального Кавказа, Западного Кавказа и Республики Крым к загрязнению нефтью.....	124
Кашутин А. Н., Егорова Е. В., Кашутина И. А., Рогалева Н. Л. Влияние антропогенного загрязнения на водоросли-макрофиты Авачинской губы (Юго-восточная Камчатка).....	130
Цыбекмитова Г. Ц., Матвеева М. О. Биогенные элементы (азот и фосфор) в Харанорском водохранилище.....	142
Умаров Н. Н., Шукуров Т., Абдуллаев С. Ф. Влияние пестицидов на содержание тяжёлых металлов и молекулярную динамику растительных природных соединений.....	152
Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н., Силкин М. Ю. Изменение морфосоматических показателей в нерестовом периоде у ставриды <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> и скорпены <i>Scorpaena porcus</i>	158

CONTENT

Sarkina I. S. Macromycetes of beech forests of Mountain Crimea	5
Ermakov N. B., Abdurakhmanova Z. A., Plugatar Yu. V. Pine forests of the class <i>Erico-Pinetea</i> Horvat 1959 from Dagestan (Northern Caucasus).....	27
Saksonov S. V., Vasjukov V. M., Senator S. A. New review of Poaceae of the Middle Volga region	43
Cherepenina D. A., Muchnik E. E. Preliminary data on the lichen biota of the park of the museum-reserve “Gorki Leninsky” (Moscow oblast)	63
Pilipko E. N., Kharchenko N. N., Bartzeva U. F. Logging activity as one of the main limiting factors that determine the dynamics of Vologda region's biodiversity	75
Dusaeva G. Kh., Kalmykova O. G., Dusaeva N. V. Fire influence on dynamics of steppe phytocenoses below-ground phytomass in Burtinskaya steppe (Orenburg Reserve)	83
Ilnitsky O. A., Pashtetsky A. V., Plugatar Yu. V. Water relation features of <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> under progressive soil drought stress of the Southern Coast of the Crimea.....	93
Khokh A. N., Zviagintsev V. B. Comparative analysis of a morphological and anatomical structure of annual layers of the Scots pine in moss-covered and bracken forests	101
Kuhlevskaya Yu. F., Koltunova A. I., Pikalova E. V. Determining the degree of adaptive ability, decorative and successful introduction of some coniferous trees and shrubs in the Orenburg Region (on the example of Orenburg city)	108
Rybalko E. A., Baranova N. V., Borisova V. Yu. Estimation of the heat provision of the territory of the Crimean Peninsula for grapes yielding basing on the analysis of spatial variation patterns of the Winkler index.....	117
Moshchenko D.I., Kuzina A.A., Kolesnikov S.I., Ter-Misakyants T.A., Nevedomaya E. N., Kazeev K. Sh. Biodiagnostics of resistance of brown forest soils of Central Caucasus, West Caucasus and the Republic of Crimea to oil pollution.....	124
Kashutin A. N., Egorova E. V., Kashutina I. A., Rogalyova N. L. Influence of anthropogenic pollution on macrophyte algae of Avacha Bay (Southeastern Kamchatka).....	130
Tsybekmitova G. Ts., Matveeva M. O. Biogenic elements (nitrogen and phosphorus) in the Kharanor reservoir	142
Umarov N. N., Shukurov T., Abdullayev S. F. The affect of Pesticides upon the Content of Heavy Metals and Molecular Dynamics of Vegetable natural Compounds	152
Silkin Yu. A., Vasilets V. E., Silkina E. N., Silkin M. Yu. Changes in morphosomatic parameters during the spawning period in horse mackerel <i>Trachurus mediterraneus ponticus</i> and scorpion fish <i>Scorpaena porcus</i> caught in Koktebel and Karadag bays.....	158