

Техногенный ландшафт как средоточие разнообразия редких видов лишайников в Центральном Черноземье

Е. Э. Мучник^{1✉}, Н. И. Золотухин², Н. И. Дегтярев^{2,3}

¹Институт лесоведения РАН, Российская Федерация
(143030, Московская обл., Одинцовский район, с. Успенское, ул. Советская, 21)
²Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник
имени проф. В. В. Алехина, Российская Федерация
(307028, Курская обл., Курский район, пос. Заповедный)
³Станция юных натуралистов г. Железногорска, Российская Федерация
(307176, Курская обл., г. Железногорск, ул. Ленина, 56)

Аннотация: Цель – первое лихенологическое обследование техногенных отвалов Михайловского горно-обогатительного комбината (Железногорский район, Курская область) с прилегающими природными и урбанизированными территориями. *Материалы и методы.* Сборы материалов проводились маршрутным методом в течение 2017 и 2019-2020 годов, камеральная обработка осуществлялась с применением общепринятых лихенологических методик. Идентифицированные образцы хранятся в гербариях Центрально-Черноземного заповедника им. проф. В. В. Алехина и Станции юных натуралистов г. Железногорска. *Результаты и обсуждение.* Выявленная лихенобиота включает 88 видов (преимущественно макролишайников, вследствие методики сбора) из 38 родов, 18 семейств. Наиболее распространенные, металл-толерантные виды: геоплезные *Cladonia fimbriata*, *C. coniocraea*, эпигейдные *C. rei*, *C. mitis*, *C. cornuta*, *C. furcata*, *C. phyllophora* и *C. gracilis*, эпифито-эпиксильные *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* и *Physcia adscendens*. Составлен аннотированный список в различной степени редких видов, среди которых 4 новых для Центрального Черноземья (*Cladonia cervicornis*, *Dibaeis baeomyces*, *Usnea dasopoga*, *U. lapponica*); 5 новых для Курской области (*Bryoria fuscescens*, *Cladonia carneola*, *C. deformis*, *Melanohalea septentrionalis*, *Peltigera extenuata*); 6 занесенных в Красную книгу Курской области (*Cladonia subrangiformis*, *C. subulata*, *Peltigera praetextata*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea* и *Usnea subfloridana*); еще 5 редки в области или на более обширных территориях (*Acarospora veronensis*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Ramalina pollinaria*, *Trapelia coarctata*, *Usnea hirta*). Сосредоточение значительного числа редких видов в техногенных ландшафтах, по-видимому, обусловлено рядом причин: наличием крупных выходов редкого в области и Центральном Черноземье субстрата (ожелезненного песчаника); слабой конкуренцией со стороны сосудистых растений на бедных и обогащенных металлами почвах и грунтах; ботанико-географическим положением территории; спецификой локального загрязнения среды, представленного преимущественно «кислыми» поллютантами и частицами металлов. *Заключение.* Отмечена приуроченность регионально редких кустистых и листоватых эпифитов из экологической группы ацидофилов к насаждениям березы в изученных техногенных ландшафтах. Предложены некоторые меры охраны выявленных редких видов лишайников.

Ключевые слова: лихенобиота, металл-толерантные виды, новые виды, охраняемые виды, Красная книга, Михайловский горно-обогатительный комбинат, Курская область.

Благодарности: Авторы благодарны И. Н. Урбанавичене (БИН РАН) и Л. А. Коноровой (Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН; БИН РАН) за помощь в определении некоторых образцов; И. В. Золотухиной, А. В. Полуянову, О. В. Рыжкову, К. С. Ивлеву за сборы материала. Особая признательность – всему коллективу лаборатории лихенологии и бриологии БИН РАН за предоставленную возможность работы в гербарии (LE L).

© Мучник Е. Э., Золотухин Н. И., Дегтярев Н. И., 2020

✉ Мучник Евгения Эдуардовна, e-mail: emuchnik@outlook.com



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Источник финансирования: Работа в 2017 и 2019 г. выполнялась по теме «Изучение биологического разнообразия (флоры и фауны) техногенных ландшафтов «Михайловского ГОКа» (Договор № 179 от 30.11.2016 г. и Договор № МГ-190368 от 21.02.2019 г. между Центрально-Черноземным заповедником и Публичным акционерным обществом «Михайловский ГОК»).

Для цитирования: Мучник Е. Э., Золотухин Н. И., Дегтярев Н. И. Техногенный ландшафт как средоточие разнообразия редких видов лишайников в Центральном Черноземье // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология*, 2020, № 4, с. 21-31. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3062>

ВВЕДЕНИЕ

Лишайники часто используются в качестве индикаторов загрязнения среды и приоритетных объектов для биомониторинга. Однако их чувствительность к загрязнению варьирует в чрезвычайно широких пределах, позволяя осваивать первичные и экстремальные местообитания [22]. В числе «экстремальных» обычно рассматривают и обогащенные металлами местообитания, а произрастающим в таких условиях лишайникам посвящено несколько крупных научных обзоров [23, 18]. Среди значительного числа работ, касающихся лишайников в обогащенных металлами техногенных ландшафтах (в том числе, окрестностях действующих или закрытых в разное время горно-металлургических предприятий) можно найти лишь единицы [16, 17, 7], где предметом обсуждения является разнообразие лишайникового компонента растительного покрова, иногда указаны редкие и интересные для обследованных регионов виды.

Цель работы – оценить общее разнообразие лишайниковой территории Михайловского горно-обогатительного комбината и прилегающих территорий; выявить наиболее часто встречающиеся, обычные для обогащенных железом субстратов, а также редкие для Курской области и Центрального Черноземья в целом виды лишайников, предложить меры для их охраны.

Территория исследования (рис. 1) представляет собой часть Железногорского района Курской области и располагается в южной части Русской равнины в пределах юго-западных склонов Среднерусской возвышенности в 100 км северо-западнее г. Курска. Климат умеренно-континентальный, средняя годовая температура воздуха (5,0-5,4 °С), среднегодовое количество осадков составляет 560 мм. Согласно ботанико-географическому районированию бассейна Верхнего Днепра [11], район относится к восточно-европейской широколиственной провинции лесной зоны.

Градообразующее для города Железногорска и средообразующее для всех прилегающих территорий промышленное предприятие – Михайлов-

ский горно-обогатительный комбинат (далее МГОК), где добыча железной руды производится открытым способом с 1958 года по настоящее время. Площадь карьера равна 1400 га, глубина более 360 м. Вблизи карьера (в 4 км) расположен хвостохранилище площадью 2376 га. На площади около 3600 га вокруг карьера сформировался техногенный ландшафт из отвалов горных пород (объемом более 1 млрд. м³) и расположенных на них спонтанно возникших в понижениях техногенного рельефа водоемов («озер»). Химический состав горных пород колеблется от благоприятного (лесовидные суглинки, с нейтральной реакцией среды рН 6,5-7,2) до токсичного: (алевриты с кислой реакцией среды рН 4,0-5,0, повышенным содержанием легкорастворимых солей и наличием тонкорассеянного или в виде конкреций пирита) [12]. Отсыпка отвалов проводилась с начала работы МГОК, отвалы №№ 1-4 погребены под более поздними. Отвал № 5 формировался с 1965 по 1984 год; № 6 – в основном, с 1978 по 1995 год, но изредка производится и новая отсыпка. Строительство отвалов №№ 7-9 продолжается в настоящее время. Отвал Берлажон представляет собой остатки естественного мелколиственного леса, частично засыпанного пустой породой.

Растительный покров на отвалах представлен более или менее разреженными березняками из березы повислой, нередко в них присутствуют сосна обыкновенная и ива козья. В понижениях рельефа формируются осинники. Среди отвалов имеются небольшие участки сохранившихся естественных лесов, но, в большей степени они характерны для прилегающих территорий (рис. 1: А, В, С). Урочище Устье-Воронка (209 га), расположенное в рекреационной зоне города Железногорска – лиственный лес на левом склоне долины ручья Погарщина с фрагментами старовозрастных участков дубрав. Урочище Лесок (83 га) это байрачный лиственный лес с временным водотоком и водопадом в месте обнажения песчаников. Памятник природы «Жидеевская дача» (1249 га) – сосновый лес на террасе реки Свапа, с примесью лиственных видов деревьев, местами заболоченный.



Рис. 1. Карта-схема территории исследования с пунктами сбора редких видов лишайников. Территория МГОК: I – отвал Берлажон; II – отвал № 8; III – кварцитный отвал; IV – гидроотвал (хвостохранилище); V – карьер; VI – отвал № 9; VII – отвал № 5; VIII – отвал № 7; IX – отвал № 6; Прилегающие природные урочища: А – Устье-Воронка; В – Лесок; С – Жидеевская дача
 [Fig. 1. Map-scheme of the study area with collection points of rare lichen species. The territory of Mikhailovsky mining and processing plant: I – Berlageon heap; II – heap No. 8; III – quartzite heap; IV – hydraulic heap (tailing dump); V – quarry; VI – heap No. 9; VII – heap No. 5; VIII – heap No. 7; IX – heap No. 6; Adjacent natural areas: A – Ustye-Voronka; B – Lesok; C – Zhideyevskaya dacha]

Согласно принятой в природоохранной практике пятиуровневой шкале потери качества окружающей природной среды (ОПС) [1], все обследованные территории, за исключением Жидеевской дачи, находятся в зоне воздействия МГОК с 4-м уровнем потери качества ОПС – высокое содержание в почвах кадмия, кобальта, меди и железа, сниженная микробиологическая и ферментативная активность почв. Памятник природы Жидеевская дача расположен в зоне с 3-х уровневой потерей качества ОПС [12].

Основные источники загрязнения ОПС – карьер по добыче железной руды с использованием взрывов, дефляция с поверхности хвостохранилища и горнопромышленных отвалов. В валовом химическом составе отходов, складированных в хвостохранилище, преобладает кремний (до 63%), железо трехвалентное, в меньшем количестве марганец, титан, кальций и другие элементы [12]. Техногенная пыль, попадающая в атмосферный воз-

дух при добыче руды и сдуваемая с поверхности отвалов и сухих пляжей хвостохранилища, содержит повышенное количество железа, цинка, алюминия, никеля, хрома, меди, свинца, марганца [10].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение полевых сезонов 2017 и 2019 годов осуществлялись сборы лишайнологической коллекции на территории МГОК, а в конце 2019 – начале 2020 года такие сборы проведены на некоторых прилегающих территориях. Всего обследованы около 130 пунктов, из них на рисунке 1 отражены только 35 (с группировкой из-за масштабирования), в которых выявлены редкие виды лишайников.

В основном собраны хорошо заметные невооруженным глазом макролишайники (кустистых, листоватых, чешуйчатых жизненных форм) с почвы (грунта) и древесных субстратов (стволов и ветвей живых деревьев и кустарников, опада, валежа и пней). Всего собрано около 880 образцов,

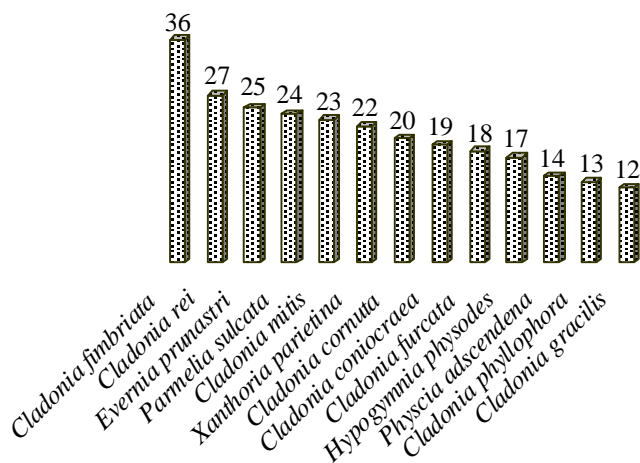


Рис. 2. Число пунктов сбора для наиболее часто встречающихся на территории Михайловского ГОК и в ближайших окрестностях виды лишайников
 [Fig. 2. Number of collection points for the most common lichen species in the area of Mikhailovsky mining and processing plant and its immediate surroundings]

более 850 из них идентифицированы. Камеральная обработка проведена в Институте лесоведения РАН с помощью общепринятых лишайнологических методик, проверка правильности определения части образцов сверена в лишайнологическом гербарии Ботанического института им. В. Л. Комарова (БИН) РАН. Идентифицированные образцы переданы в гербарии Центрально-Черноземного заповедника (ЦЧЗ) и Станции юных натуралистов города Железнодорожска (СЮН). Номенклатура приведенных ниже видов соответствует регулярно обновляемому интернет-ресурсу [26].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате список лишайников, выявленных на территории МГОК и в ближайших окрестностях, включает на сегодня 88 видов, что численно превосходит самый представительный из опубликованных ранее списков для обогащенных металлами техногенных территорий. В растительных сообществах на рудных отвалах шахты в окрестностях Болеслау выявлены 69 видов лишайников [17].

Чаще всего встречаются и, по-видимому, наилучшим образом приспособлены к освоению субстратов с повышенным содержанием металлов 13 видов лишайников (рис. 2).

Подавляющее большинство видов, наиболее адаптированных к субстратам с повышенным содержанием металлов, относятся к роду *Cladonia*, что хорошо коррелирует с литературными данными [16, 24]. Это геофитные (заселяющие как почву разного состава, мелкозем и дерновинки мхов по валунам, так и основания деревьев, древесину пней и валежа) *Cladonia fimbriata* (L.) Fr. и *C.*

coniocraea (Flörke) Spreng.; эпигейные (обитающие преимущественно на почве) *C. rei* Schaer., *C. mitis* Sandst., *C. cornuta* (L.) Hoffm., *C. furcata* (Huds) Schrad., *C. phyllophora* Hoffm. и *C. gracilis* (L.) Willd. Остальные из часто встречающихся на обследованной территории видов являются эпифито-эпиксиллами, одинаково успешно заселяющими стволы и ветви живых деревьев, а также древесину: *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Parmelia sulcata* Tayl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. и *Physcia adscendens* H. Olivier. Эти виды (в различных сочетаниях) неоднократно отмечались на обогащенных металлами территориях [16, 17, 15, 7].

Однако наибольший интерес вызывает обилие среди обитающих в таких специфических условиях среды редких и интересных видов, в том числе, выявленных впервые в Курской области и Центральном Черноземье в целом. Ниже приводим аннотированный список в различной степени редких видов территории Михайловского ГОК и ближайших окрестностей.

Порядок информации в списке: пункт сбора (в соответствии с номерами на рис. 1), субстрат, краткие комментарии. Приняты следующие сокращения и обозначения: КК – Вид занесен в Красную книгу Курской области [5], далее в скобках категория; КО – Курская область; ЦР – центр Европейской части России (понимаемый в пределах Центрального Федерального округа); ЦЧ – Центральное Черноземье; * – вид, новый для КО; ** – вид, новый для ЦЧ. Распространение видов в КО, ЦЧ и ЦР определено согласно нашим многолетним исследованиям [4, 9, и мн. др.] и ряду литературных и фондовых материалов.

Acarospora veronensis A. Massal. – 26, на крупном щебне песчаника. Вид, редкий в ЦР и ЦЧ, в КО ранее отмечался в Рыльском районе, рекомендован к занесению в список видов, нуждающихся в мониторинге состояния популяций и мест обитания.

**Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. – 13, на коре *Betula pendula* Roth. Редок в ЦЧ, необходимы меры по его охране в КО.

**Cladonia carneola* (Fr.) Fr. – 25, на супесчаной почве. Редок в ЦЧ, занесен в Красную книгу Тамбовской обл. (2019). Необходимы меры по охране в КО. Интересно, что *C. carneola*, являющийся редким в Словакии, отмечался там на отвалах шахт по добыче пирита, но гораздо более старых, примерно столетней давности [16].

***C. cervicornis* (Ach.) Flot. – 14, на супесчаной почве. Ближайшее местонахождение в ЦР отмечено в Брянской области.

**C. deformis* (L.) Hoffm. – 7, 15-17, 27, на супесчаных и песчаных почвах, грунтах. Редок в ЦЧ. Необходимы меры по охране в КО.

C. subrangiformis Sandst. – КК (3), 2, на песчаной почве.

C. subulata (L.) Weber ex Wigg. – КК (3), 6, 9, 10, 28, на песчаной почве.

***Dibaeis baeomyces* (L. f.) Rambold et Hertel – 8, на супесчаной почве. Ближайшее местонахождение в ЦР: Национальный парк «Угра» в Калужской обл. [13].

**Melanohalea septentrionalis* (Lynge) O. Blanco et al. – 31, на коре *B. pendula*. Крайне редок в ЦЧ.

**Peltigera extenuata* (Vain.) Lojka – 5, на песчаной почве. Рассеянно встречается в ЦЧ,

P. praetextata (Sommerf.) Zopf – КК (2), 30, на мхах и мелкоземле по валунам песчаников, мшистом стволе валежного дерева.

Platismatia glauca (L.) W.L. Culb. et C.F. Culb. – КК (3), 13, 32, на стволах *B. pendula*.

Protoparmeliopsis muralis (Schreb.) M. Choisy – 1, на бетонном столбе; 4, на валуне песчаника. Редкий в КО, ранее отмечался нами только в Рыльском и Сушковском районах.

Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf – КК (3): 10, 18, 22, 33, на коре *B. pendula*, *Salix caprea* L.

Ramalina pollinaria (Westr.) Ach. – 3, на стволе *B. pendula*. Проведенная ревизия фондовых материалов по роду *Ramalina* показала, что вид редок в КО. Большинство образцов, определенных ранее как *R. pollinaria*, переопределены как сравнительно недавно выделенный вид – *R. europaea* Gasparyan et al. [19].

Trapelia coarctata (Sm.) Choisy – 29, на мелком щебне песчаника. Редок в ЦЧ и КО.

***Usnea dasopoga* (Ach.) Mot. – 19, на стволе *B. pendula*. Ближайшее местонахождение в ЦР: Национальный парк «Угра» в Калужской обл. [13].

U. hirta (L.) Weber ex F.H. Wigg – 23, 34, на стволе *B. pendula*. Рассеянно встречающийся в ЦЧ и КО вид, чем южнее – тем реже.

***U. lapponica* Vain. – 11, на стволе *B. pendula*, 20, на стволе *S. caprea*. Рассеянно встречается в ЦР, чем южнее, тем реже. Ближайшее местонахождение находится в Рязанской обл.

U. subfloridana Stirt. – КК (3), 12, 21, 24, 35, на стволах *B. pendula*, *S. caprea*.

Находки на обследованной территории редких или рассеянно встречающихся в регионе эпифитов (*Acarospora veronensis*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Trapelia coarctata*) вполне объяснимы. Выходы песчаников в Центральном Черноземье нечасты, кроме того, они находятся в разных ценологических условиях, имеют разный геологический возраст и происхождение, вследствие чего лихенобиота каждого из таких местообитаний включает в той или иной степени редкие для региона виды [8].

Можно предположить, что обитание на обследованной территории редких эпигейных и геоплезных лишайников (видов р. *Cladonia*, *Peltigera*, *Dibaeis baeomyces*) обусловлено сходством ценологических условий (хорошая освещенность, бедные «кислые» почвы, слабая конкуренция со стороны сосудистых растений) между молодыми сосново-мелколиственными, мелколиственными лесами на песчаных, супесчаных грунтах старых отвалов и естественными сухими лишайниковыми, мохово-лишайниковыми сосняками на песчаных или торфяных почвах, а также лишайниковыми пустошами, зарастающими сосной или березой. Такие сосняки и пустоши в Центральной России очень уязвимы (часто подвергаются пожарам) и являются довольно краткосрочным сукцессионным этапом развития лесов [6]. Смена сообщества влечет за собой, как правило, значительную смену составляющих его видов, вследствие чего «пионерные» эпигейные виды лишайников становятся неконкурентоспособными и выпадают из напочвенного покрова. Поскольку сосудистые растения (как древесные, так и травянистые) слабее заселяют одновременно бедные гумусом, кислые и обогащенные металлами местообитания [16, 13], то для приспособленных к таким субстратам и толерантных к избытку металлов лишайников создаются благоприятные условия на более длительный период нежизни в естественных лесных сообществах.

Другой причиной может быть расположение района исследований в пределах лесной зоны, климатически отличающейся от лежащей юго-восточнее зоны лесостепи, в первую очередь, среднегодовыми показателями влажности и температуры. Факторы влажности и тепла относятся к наиболее

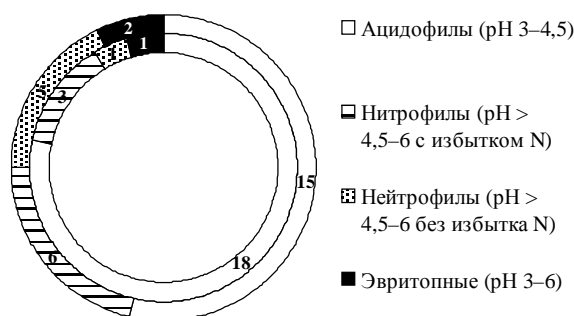


Рис. 3. Спектры экологических групп по отношению к pH субстрата (приведены в скобках) в лишенобиоте *Betula pendula* на территории МГОК (внутренний круг) и в населенных пунктах с прилегающими лесными урочищами (внешний круг)

[Fig. 3. Spectra of ecological groups in relation to pH of the substrate (given in parentheses) in the *Betula pendula* lichen biota in the Mikhailovsky mining and processing plant territory (inner circle) and in settlements with adjacent forest areas (outer circle)]

значимым для географического распространения лишайников [22]. Большинство упомянутых новых и редких для региона эпигейных и геоплезных видов (за исключением *Cladonia subrangiformis* и *C. cervicornis*, более характерных для аридных условий) в своем распространении тяготеют, в основном, к бореальным и умеренным областям Северного или обоих полушарий [21].

Гораздо сложнее объяснить массовое произрастание в техногенном ландшафте регионально редких эпифитных макролишайников (листоватых и кустистых), традиционно считающихся чувствительными к загрязнению воздушной среды. В качестве одной из причин также можно было бы рассматривать климатический (зональный) фактор, поскольку из приведенного списка только *Ramalina pollinaria* и *Usnea subfloridana* распространены в Северном полушарии шире, нежели в зоне бореальных лесов Голарктики. Теоретически, такие «бореальные» виды должны встречаться с большей частотой в несколько других районах Курской области, расположенных в лесной зоне. Однако находки *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea hirta* единичны или немногочисленны. Они связаны с более или менее хорошо сохранившимися естественными лесными массивами Центрально-Черноземного заповедника и некоторых памятников природы, находящимися как в лесной, так и лесостепной зонах региона [4]. Ближайшие от Железногорского района местонахождения *Bryoria fuscescens*, *Melanohalea septentrionalis*, *Usnea dasopoga*, *U. lapponica* встречаются в Брянской, Калужской, Рязанской и Тамбовской областях, в сотнях (от 140 до 500) километров к северо-западу, северу или северо-востоку от их места произрастания в Железногорском

районе. Таким образом, «зональная» причина разнообразия редких и уникальных для региона эпифитных макролишайников в природно-техногенных ландшафтах Железногорского района, скорее всего, не является единственной.

В обзоре, посвященном оценке чувствительности эпифитных лишайников к различным поллютантам [3], отмечается в несколько раз меньшая чувствительность многих видов лишайников (в том числе, роды *Bryoria*, *Platismatia*, *Pseudevernia*, *Usnea*) к загрязнению воздушной среды тяжелыми металлами нежели к загрязнению оксидами серы и азота. Весьма вероятное объяснение того, что обследованная территория стала неким «hotspot» для многочисленных регионально редких эпифитных макролишайников, – специфика локального загрязнения среды. Как указывалось ранее [10, 12], основным поллютантом на территории МГОК и 20-километровой зоны вокруг него является техногенная пыль от переработки кварцитов, содержащая диоксид кремния (относящийся к «кислым» оксидам), а также железо и другие металлы. Оседание этой пыли на ветви и стволы деревьев и кустарников, очевидно, влияет на водородный показатель (pH) коры, как субстрата. Этот показатель – один из важнейших экологических факторов, обуславливающий состав эпифитных лишайниковых группировок [3, 2]. С 90-х годов прошлого века практически по всему миру характер загрязнения воздуха и почв в крупных городах, промышленных и аграрных зонах изменился, одно из первых мест среди поллютантов, оказывающих влияние на природные экосистемы, стали занимать соединения азота [27]. Соотношение ацидофильных и нитрофильных эпифитных лишайников на стволах деревьев, в фоновых усло-

виях имеющих «кислую» реакцию (рН 3-4,5) является значимым показателем в системах экологического мониторинга [20, 28, 25].

Фактически все редкие (за исключением *Ramalina pollinaria*) и новые для региона эпифитные лишайники относятся к экологической группе ацидофилов, чувствительных к избытку азота (эвтрофикации) субстрата [23, 28] и в условиях обследованной территории произрастают в основном на березе, со средним значением рН коры в фоновых условиях 3,7 [3]. На березах в условиях МГОК и ближайших окрестностей собраны 37 видов лишайников, подавляющее большинство которых (23 вида) является ацидофилами. При этом спектры экологических групп по отношению к рН субстрата для лишайнобиоты березы на отвалах МГОК и расположенных в пределах близлежащих населенных пунктов или тесно примыкающих к ним урочищах, довольно сильно отличаются (рис. 3).

Большинство находок редких ацидофильных эпифитов приурочены непосредственно к территории МГОК (в основном к наиболее старому отвалу № 5). В населенных пунктах с прилегающими к ним лесными урочищами лишайнобиота березы включает значительно меньшую долю ацидофильных видов (в основном, обычных для региона), прослеживается увеличение доли нитрофильной группы, что свидетельствует о процессе эвтрофикации коры (вероятно, вследствие воздействия выбросов автотранспорта и сельскохозяйственных агрегатов).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории МГОК и в ближайших окрестностях выявлена довольно богатая и разнообразная лишайнобиота, включающая 88 видов (преимущественно, макролишайников). Наиболее распространенные металл-толерантные виды: геофитные *Cladonia fimbriata*, *C. coniocraea*, эпигейные *C. rei*, *C. mitis*, *C. cornuta*, *C. furcata*, *C. phyllophora* и *C. gracilis*, эпифито-эпиксильные *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* и *Physcia adscendens*. В различной степени редки 20 видов: новые для Центрального Черноземья *Cladonia cervicornis*, *Dibaeis baeomyces*, *Usnea dasopoga*, *U. lapponica*; новые для Курской области *Bryoria fuscescens*, *Cladonia carneola*, *C. deformis*, *Melanohalea septentrionalis*, *Peltigera extenuata*; занесенные в региональную Красную книгу *Cladonia subrangiformis*, *C. subulata*, *Peltigera praetextata*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea* и *Usnea subfloridana*; ред-

кие в области (или на более обширных территориях) *Acarospora veronensis*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Ramalina pollinaria*, *Trapelia coarctata*, *Usnea hirta*.

Сосредоточение значительного числа редких видов в техногенных ландшафтах, по-видимому, обусловлено рядом причин: наличием крупных выходов редкого в области и Центральном Черноземье субстрата (песчаника); слабой конкуренцией со стороны сосудистых растений на бедных и обогащенных металлами почвах и грунтах; ботанико-географическим положением территории; особенностями локального загрязнения среды.

Для организации охраны редких видов необходимо предпринять следующие меры: включить в списки охраняемых в Курской области *Bryoria fuscescens*, *Cladonia cervicornis*, *Cladonia carneola*, *C. deformis*, *Dibaeis baeomyces*, *Melanohalea septentrionalis*, *Peltigera extenuata*, *Ramalina pollinaria*, *Usnea dasopoga*, *U. lapponica*; обратиться к администрации МГОК с предложением о придании территории отвала № 5 особого статуса «Охраняемый ландшафт» с запретом дальнейшей отсыпки горных пород и периодическим (раз в 5-7 лет) лишайнологическим обследованием; рекомендовать создание памятника природы в границах урочища Лесок; провести лишайнологические исследования в других лесных массивах Железногорского района с выяснением актуального распространения и регионального статуса редких и охраняемых видов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков Н. Г. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды: обзор существующих подходов // *Успехи современной биологии*, 2002, т. 122, № 2, с. 115-135.
2. Бязров Л. Г. *Лишайники в экологическом мониторинге*. Москва, Научный мир, 2002. 336 с.
3. Инсарова И. Д., Инсаров Г. Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*, 1989, т. 12, с. 113-175.
4. Конорева Л. А., Мучник Е. Э., Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. Виды лишайников, предлагаемые к включению в Красную книгу Курской области // *Исследования по Красной книге Курской области*, 2010, вып. 2, с. 69-85.
5. *Красная книга Курской области: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов*. Калининград; Курск, ИД РОСТ-ДОАФК, 2017. 380 с.
6. Купреев В. Э., Семенищенков Ю. А., Телеганова В. В., Мучник Е. Э. Экологические и флористические

кие особенности пионерной травяной растительности на автоморфных песчаных почвах как этапа восстановления сосновых лесов в Южном Нечерноземье России // *Сибирский экологический журнал*, 2020, № 1, с. 26-45. doi: <https://doi.org/10.15372/SEJ20200103>

7. Михайлова И. Н. Начальные этапы восстановления сообществ эпифитных лишайников после снижения выбросов медеплавильного завода // *Экология*, 2017, № 4, с. 277-281. doi <https://doi.org/10.7868/S0367059717030118>

8. Мучник Е. Э. Лишайники каменистых субстратов Центрального Черноземья // *Новости систематики низших растений*, 2005, т. 38, с. 251-260.

9. Мучник Е. Э. Исчезающие таксоны макролишайников Центрального Черноземья: распространение, экология и аспекты охраны // *Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация*, 2014, № 4, с. 81-89.

10. Пашкевич М. А., Понурова И. К. Геоэкологические особенности техногенного загрязнения природных экосистем зоны воздействия хвостохранилищ Михайловского ГОКа // *Горный информационно-аналитический бюллетень*, 2006, № 5, с. 349-356.

11. Семенищенков Ю. А. Ботанико-географическое районирование бассейна Верхнего Днепра (Россия) на основе синтаксономии лесной растительности // *Ботанический журнал*, 2015, т. 100, № 7, с. 625-657.

12. Стифеев А. И., Бессонова Е. А., Кемов К. Н., Никитина О. В. Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне функционирования Михайловского железорудного комбината КМА // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 2015, № 4, с. 54-57.

13. Фадеева М. А., Кравченко А. В. Первые итоги инвентаризации лишайников национального парка «Угра» // *Природа и история Поугорья*, 2009, вып. 5, с. 84-90.

14. Anawar H. M., Canha N., Santa-Regina I., Freitas M. C. Adaptation, tolerance, and evolution of plant species in a pyrite mine in response to contamination level and properties of mine tailings: Sustainable rehabilitation // *Journal of Soils and Sediments*, 2013, vol. 13, no. 4, pp. 730-741. <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-012-0641-7>

15. Balabanova B., Stafilov T., Sajn R., Baeeva K. Characterisation of heavy metals in lichen species *Hypogymnia physodes* and *Evernia prunastri* due to biomonitoring of air pollution in the vicinity of copper mine // *International Journal of Environmental Research*, 2012, vol. 6, no 3, pp. 779-792. DOI: 10.22059/ijer.2012.549

16. Vanasova V. The participation of lichens in species diversity of mine waste vegetation // *Central European*

Lichens – diversity and threat. Ithaca NY USA: Mycotaxon Ltd., 2006, pp. 205-219.

17. Bielczyk U., Jedrzejczyk-Korycinska M., Kiszka J. Lichens of abandoned zinc-lead mines // *Acta Mycologica*, 2009, vol. 44, no 2, pp. 139-149.

18. Favero-Longo S. E. Lichens on metal-rich substrates // *Plant Ecology and Evolution in Harsh Environments*. New York: Nova Science Publishers, 2014, pp. 53-76.

19. Gasparyan A., Sipman H. J. M., Lücking R. *Ramalina europaea* and *R. labiosorediata*, two new species of the *R. pollinaria* group (Ascomycota: Ramalinaceae), and new typifications for *Lichen pollinarius* and *L. squarrosus* // *The Lichenologist*, 2017, vol. 49, no 4, pp. 301-319. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282917000226>

20. Larsen R. S., Bell J. N., James P. W., Chimionides 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, pp. 332-340.

21. LIAS – A Global Information System for Lichenized and Non-Lichenized Ascomycetes. *Botanische Staatssammlung München. 2001-2020*. Available at: <http://liaslight.lias.net/> (accessed: 31.05.2020).

22. *Lichen Biology* / Ed. by T. H. Nash III. 2nd edn. London: Cambridge University Press, 2008. 486 p.

23. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens* / Eds. Nimis P. L., Scheidegger C., Wolseley P. A. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 2002. 408 p.

24. Osyczka P., Rola K. *Cladonia* lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps // *Cent. Eur. J. Biol.*, 2013, vol. 8(9), pp. 876-887. DOI: 10.2478/s11535-013-0210-0

25. 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, pp. 95-105

26. *Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi*, version 29 April 2011 / Eds. A. Nordin et al. Available at: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (access: 30.05.2020).

27. *The European Nitrogen Assessment* / Eds. by M. A. Sutton [et al.]. Cambridge University Press, 2011. 612 p.

28. Wolseley P. A., Leith I. D., van Dijk N., Sutton M. A. Macrolichens on Twigs and Trunks as Indicators of Ammonia Concentrations Across the UK – a Practical Method // *Atmospheric Ammonia*. Chapter 9. Springer Science+Buisness Media B. V., 2009, pp. 101-108.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 25.08.2020

Принята к публикации 20.11.2020

Technogenic Landscape as a Centre of Diversity of Rare Lichen Species in the Central Black Earth Region

E. E. Muchnik¹✉, N. I. Zolotukhin², N. I. Degtyarev^{2,3}

¹*Institute of Forestry, Russian Academy of Sciences, Russian Federation
(21 Sovetskaya str., Odintsovo district, Uspenskoye v., Moscow region, 143030)*

²*Central Black Earth State Natural Biosphere Reserve named after Prof. V. V. Alekhine, Russian Federation
(Kursk district, v. Zapovedny, Kursk region, 307028)*

³*Municipal public institution of additional education “Station of Young Naturalists” in Zheleznogorsk,
Russian Federation
(56 Lenina str., Zheleznogorsk, Kursk region, 307176)*

Abstract: Results of the first lichenological study of the manmade mine dumps of the Michailovsky mining and processing plant including nature and urban surroundings (Zheleznogorsky district, Kursk region) are presented. Materials were collected by the route method during 2017 and 2019–2020, cameral treatment was carried out using generally accepted lichenological methods. Identified specimens are stored in the herbaria of the Prof. V. V. Alekhin Central Chernozem Natural biosphere reserve and the Station of Young Naturalists in Zheleznogorsk. The studied lichen biota includes 88 species (mainly macro-lichens, due to the collection method) from 38 genera, 18 families. The prevailing metal tolerant species are: terricolous *Cladonia fimbriata*, *C. coniocraea*, epigeic *C. rei*, *C. mitis*, *C. cornuta*, *C. furcata*, *C. phyllophora* and *C. gracilis*, epiphytic-epixylous *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes* and *Physcia adscendens*. An annotated listing of species, rare to various extent, has been made. It includes 4 new species for the Central Chernozem region (*Cladonia cervicornis*, *Dibaeis baeomyces*, *Usnea dasopoga*, *U. lapponica*); 5 new ones for the Kursk region (*Bryoria fuscescens*, *Cladonia carneola*, *C. deformis*, *Melanohalea septentrionalis*, *Peltigera extenuata*); 6 species included into Red Data Book of Kursk region (*Cladonia subrangiformis*, *C. subulata*, *Peltigera praetextata*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea* and *Usnea subfloridana*); 5 more are rare for the region or more vast territories (*Acarospora veronensis*, *Protoparmeliopsis muralis*, *Ramalina pollinaria*, *Trapelia coarctata*, *Usnea hirta*). A large massive of a considerable amount of rare species in the technogenic landscapes seems to be determined by several causes: presence of large outcrops of a substrate rare for the region and Central Chernozem Region (ferruginous sandstone); weak competition from vascular plants on the poor and metal-enriched soils and subsoils; the botanical-geographic position of the territory; the specifics of the local environmental pollution, represented mainly by “acidic” pollutants and metal particles. The association of the regionally rare fruticose and foliose epiphytes from the ecological group of acidophiles to the birch plantations in the studied technogenic landscapes was noted. Some measures are proposed for the protection of identified rare species of lichens.

Key words: lichen biota, metal tolerant species, new species, protected species, Red Data Book, Michailovsky mining and processing complex, Kursk region.

Acknowledgements: The authors are grateful to I. N. Urbanavichen (BIN RAS) and L. A. Konoreva (Polar-Alpine Botanical Garden Institute of the KSC RAS; BIN RAS) for their assistance in identifying some samples; I. V. Zolotukhina, A. V. Poluyanov, O. V. Ryzhkov, K. S. Ivlev for collecting materials. Special thanks are due to the entire staff of the Laboratory of Lichenology and Bryology of the BIN RAS for the opportunity to work in the herbarium (LE L).

Funding: Work in 2017 and 2019 was carried out on “Study of biological diversity (flora and fauna) of technogenic landscapes of “Mikhailovsky GOK” (Contract No. 179 dated 30.11.2016 and Contract



No. G-190368 dated 21.02.2019 between Central Black Earth Reserve and Public Joint Stock Company "Mikhailovsky GOK").

For citation: Muchnik E. E., Zolotukhin N. I., Degtyarev N. I. Technogenic landscape as a centre of diversity of rare lichen species in the Central Black Earth Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geografiya. Geoekologia*, 2020, No. 4, pp. 21-31. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3062>

REFERENCES

1. Bulgakov N. G. Indikatsiya sostoyaniya prirodnikh ekosistem i normirovanie faktorov okruzhayushchey sredy. Obzor sushchestvuyushchikh podkhodov [Indication of the state of natural ecosystems and environmental factor rationing: review of existing approaches]. *Uspekhy Sovremennoj Biologii*, 2002, vol. 122, no. 2, pp. 115-135. (In Russ.)
2. Byazrov L. G. *Lishajniki v ekologicheskom monitoringe* [The Lichens in ecological monitoring]. Moscow, Publ. Nauchnyj mir, 2002. 336 p. (In Russ.)
3. Insarova I. D., Insarov G. E. Sravnitel'nyye otsenki chuvstvitel'nosti epifitnykh lishajnikov razlichnykh vidov k zagryazneniyu vozdukha [Comparative assessments of epiphytic lichen sensitivity to air pollution]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*, 1989, vol. 12, pp. 113-175. (In Russ. with Engl. summary)
4. Konoreva L. A., Muchnik E. E., Urbanavichene I. N., Urbanavichus G. P. Vidy lishajnikov, predlagayemye k vklucheniyu v Krasnuyu knigu Kurskoj oblasti [The lichen species proposed for inclusion in the Red Data Book of Kursk region]. *Issledovaniya po Krasnoj knige Kurskoj oblasti*, 2010, iss. 2, pp. 69-85. (In Russ.)
5. *Krasnaya kniga Kurskoj oblasti: redkiye i ischezayushchiye vidy zhivotnykh, rastenij i gribov* [The Red Data Book of the Kursk region]. Kaliningrad; Kursk, ROST-DOAFK, 2017. 380 p. (In Russ.)
6. Kupreev V. E., Semenishchenkov Yu. A., Teleganova V. V., Muchnik E. E. Ecological and Floristic Features of Pioneer Grass Vegetation on Automorphic Sandy Soils as a Pine-Forest Recovery Phase in the Southern Part of the Nonchernozem Zone of Russia. *Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal*, 2020, no. 1, pp. 26-45. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1995425520010059>
7. Mikhajlova I. N. Nachal'nye etapy vosstanovleniya soobshchestv epifitnykh lishajnikov posle snizheniya vybrosov medeplavil'nogo zavoda [Initial stages of recovery of epiphyte lichen communities after reduction of smelter emissions]. *Ecology*, 2017, no. 4, pp. 277-281. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0367059717030118> (In Russ.)
8. Muchnik Ye. E. Lishajniki kamenistykh substratov Tsentral'nogo Chernozem'ya [Lichens of rock's substrates of Central Chernozemiye]. *Novosti sistematiki nizshikh rastenij*, 2005, vol. 38, pp. 251-260. (In Russ.)
9. Muchnik Ye. E. Ischezayushchiye taksony makrolishajnikov Tsentral'nogo Chernozem'ya: rasprostraneniye, ekologiya i aspekty okhrany [Endangered taxa of macrolichens of the Central Black Earth Region: distribution, ecology and aspects of protection]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2014, no. 4, pp. 81-89. (In Russ.)
10. Pashkevich M. A., Ponurova I. K. Geoekologicheskiye osobennosti tekhnogenogo zagryazneniya prirodnikh ekosistem zony vozdeystviya khvostokhranilishch Mikhailovskogo GOKa [Geo-ecological features of anthropogenic pollution of natural ecosystems in the impact zone of Mikhailovsky GOK tailings dumps]. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2006, no. 5, pp. 349-356. (In Russ.)
11. Semenishchenkov Yu. A. Botaniko-geograficheskoye rajonirovaniye bassejna Verkhnego Dnepra (Rossiya) na osnove sintaksonomii lesnoj rastitel'nosti [Botanical-geographical subdivision of the upper Dnieper basin (Russia) on the base of the forest vegetation syntaxonomy]. *Botanicheskij zhurnal*, 2015, vol. 100, no. 7, pp. 625-657. (In Russ. with Engl. summary)
12. Stifeyev A. I., Bessonova E. A., Kemov K. N., Nikitina O. V. Otsenka i normirovaniye ekologicheskogo sostoyaniya pochv v zone funktsionirovaniya Mikhailovskogo zhelezorudnogo kombinata KMA [Assessment and rationing of the ecological state of soils in the functioning zone of the Mikhailovsky iron-ore KMA plant]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii*, 2015, no. 4, pp. 54-57. (In Russ.)
13. Fadeyeva M. A., Kravchenko A. V. Pervyye itogi inventarizatsii lishajnikov natsional'nogo parka "Ugra" [The first results of the inventory of lichens of the Ugra National Park]. *Priroda i istoriya Pougor'ya*, 2009, iss. 5, pp. 84-90. (In Russ.)
14. Anawar H. M., Canha N., Santa-Regina I., Freitas M. C. Adaptation, tolerance, and evolution of plant species in a pyrite mine in response to contamination level and properties of mine tailings: Sustainable rehabilitation. *Journal of Soils and Sediments*, 2013, vol. 13, no. 4, pp. 730-741. <http://dx.doi.org/10.1007/s11368-012-0641-7>
15. Balabanova B., Stafilov T., Sajn R., Baeva K. Characterisation of heavy metals in lichen species *Hypogymnia physodes* and *Evernia prunastri* due to biomonitoring of air pollution in the vicinity of copper mine. *International Journal of Environmental Research*, 2012, vol. 6, no 3, pp. 779-792. DOI: 10.22059/ijer.2012.549
16. Banasova V. The participation of lichens in species diversity of mine waste vegetation. *Central European Lichens – diversity and threat*. Ithaca NY USA: Mycotaxon Ltd., 2006, pp. 205-219.
17. Bielczyk U., Jdrzejczyk-Korycinska M., Kiszka J. Lichens of abandoned zinc-lead mines. *Acta Mycologica*, 2009, vol. 44, no 2, pp.139-149.
18. Favero-Longo S. E. Lichens on metal-rich substrates. *Plant Ecology and Evolution in Harsh Environments*. New York: Nova Science Publishers, 2014, pp. 53-76.

19. Gasparyan A., Sipman H. J. M., Lücking R. *Ramalina europaea* and *R. labiosorediata*, two new species of the *R. pollinaria* group (Ascomycota: Ramalinaceae), and new typifications for *Lichen pollinarius* and *L. squarrosus*. *The Lichenologist*, 2017, vol. 49, no 4, pp. 301-319. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0024282917000226>
20. Larsen R. S., Bell J. N., James P. W., Chimoni-des 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, pp. 332-340.
21. LIAS – A Global Information System for Lichenized and Non-Lichenized Ascomycetes. *Botanische Staatssammlung München. 2001-2020*. Available at: <http://liaslight.lias.net/> (accessed: 31.05.2020).
22. *Lichen Biology*. Ed. by T. H. Nash III. 2nd edn. London: Cambridge University Press, 2008. 486 p.
23. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*. Eds. Nimis P. L., Scheidegger C., Wolseley P. A. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 2002. 408 p.
24. Osyczka P., Rola K. *Cladonia* lichens as the most effective and essential pioneers in strongly contaminated slag dumps. *Cent. Eur. J. Biol.*, 2013, vol. 8(9), pp. 876-887. DOI: 10.2478/s11535-013-0210-0
25. 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, pp. 95-105
26. *Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi*, version 29 April 2011. Eds. A. Nordin et al. Available at: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (access: 30.05.2020).
27. *The European Nitrogen Assessment*. Eds. by M. A. Sutton [et al.]. Cambridge University Press, 2011. 612 p.
28. Wolseley P. A., Leith I. D., van Dijk N., Sutton M. A. Macrolichens on Twigs and Trunks as Indicators of Ammonia Concentrations Across the UK – a Practical Method. *Atmospheric Ammonia*. Chapter 9. Springer Science+Business Media B. V., 2009, pp. 101-108.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 25.08.2020

Accepted: 20.11.2020

Мучник Евгения Эдуардовна
доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии широколиственных лесов Института лесоведения Российской академии наук, Московская обл., Одинцовский р-н, с. Успенское, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9150-6044>, e-mail: emuchnik@outlook.com

Золотухин Николай Иванович
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В. В. Алехина, Курская обл., пос. Заповедный, Российская Федерация, e-mail: zolutukhin@zapoved-kursk.ru

Дегтярев Николай Иванович
младший научный сотрудник Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника им. проф. В. В. Алехина; педагог дополнительного образования Станции юных натуралистов г. Железнодорожск, Курская обл., г. Железнодорожск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-6087>, e-mail: dni_catipo@mail.ru

Evgeniya E. Muchnik
Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Leading researcher of Laboratory of broadleaved forest ecology, Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, v. Uspenskoe, Odintsovo district, Moscow region, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9150-6044>, e-mail: emuchnik@outlook.com

Nikolaj I. Zolutukhin
Cand. Sci. (Biol.), Senior researcher of the Central Chernozem Natural biosphere reserve named after V. V. Alekhin, Zapovednyj settlement, Kursk region, Russian Federation, e-mail: zolutukhin@zapoved-kursk.ru

Nikolaj I. Degtyarev
Junior researcher, Prof. of the Central Chernozem Natural biosphere reserve named after V. V. Alekhin, Teacher of additional education of the municipal institution of additional education “Station of young naturalists” in Zheleznogorsk, Zheleznogorsk, Kursk region, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7913-6087>, e-mail: dni_catipo@mail.ru