

ЛИШАЙНИКИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВОДЛОЗЕРСКИЙ» (РОССИЯ)

В. Н. Тарасова^{id}, В. И. Андросова^{id}, А. В. Сони́на^{id}

Петрозаводский государственный университет, Россия

**e-mail: tarasova1873@gmail.com*

Поступила: 23.05.2020. Исправлена: 17.09.2020. Принята к опубликованию: 07.10.2020.

Работа посвящена обобщению и анализу многолетних исследований по изучению разнообразия лишайников и близких к ним грибов самой крупной (4683 км²) особо охраняемой природной территории (ООПТ) северо-запада России, национального парка «Водлозерский». Национальный парк (НП) «Водлозерский» образован в 1991 г. для сохранения уникального природного комплекса в бассейне оз. Водлозера и р. Илексы. Он расположен в пределах восточной окраины Фенноскандии в двух административных регионах: Республике Карелия и Архангельской области. Представленная работа – первая попытка обобщения всего доступного материала по лишенофлоре НП «Водлозерский». В работе анализируются литературные сведения и данные авторов по изучению видового разнообразия лишайников, полученные в 19 экспедициях в разные части НП «Водлозерский» за 30-летний период исследований. Полевой материал собран в ходе флористических (маршрутными методами) и геоботанических исследований – методами заложения и описания пробных площадей размером от 400 м² до 10000 м². Для выявления полного видового состава лишайников на пробных площадях обследованы все типы субстратов: поверхность стволов и ветвей деревьев разных пород и состояний (живое, сухостойное, валеж), гниющая древесина, почва, камни. Проведена детальная ревизия коллекции лишайников (565 гербарных образцов), собранная ранее финскими исследователями Т. Ахти и О. Витикайненым на территории НП «Водлозерский» и хранящаяся в гербарии Ботанического музея Университета Хельсинки (Н). На основе всех обобщенных данных показана динамика накопления информации о видовом разнообразии лишайников и близких к ним грибов по годам, от 170 вида в 1991 г. до 469 видов и 4 подвидов в 2020 г. В работе также приводятся сведения о находках 30 новых видов, в том числе 13 видов для карельской части и 17 видов для всей территории НП «Водлозерский». На сегодняшний день видовое разнообразие лишайников и близких к ним грибов ООПТ насчитывает 473 таксона, среди которых 445 видов и 4 подвидов лишайников, 11 видов лишенизированных и 13 видов лишенофильных грибов. Распределение числа видов лишайников между двумя частями НП «Водлозерский», относящимися к разным субъектам Российской Федерации, следующее. На карельской территории зарегистрировано 327 видов, на архангельской – 402 вида. Число общих видов – 259. В границах ООПТ обнаружено 18 видов, занесенных в Красную книгу Республики Карелия и 16 видов – в Красную книгу Архангельской области. Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале территории НП «Водлозерский» в сохранении и поддержании общего разнообразия видов лишайников. Число видов, выявленных в архангельской части ООПТ, составляет 64% видового разнообразия лишайников, известного в настоящее время для материковой части Архангельской области. В карельской части НП «Водлозерский» произрастает 25% видов лишайников, известных для территории Республики Карелия. Авторами подчеркнута фрагментарность обработки и публикации накопленного материала по лишенофлоре НП «Водлозерский», что подчеркивает актуальность настоящего исследования.

Ключевые слова: Архангельская область, биоразнообразие, история изучения, малонарушенные леса, новые виды, Республика Карелия, тайга

Введение

В настоящее время, в условиях значительной трансформации окружающей среды, роль особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в сохранении и поддержании основных типов естественных ландшафтов, сообществ и биоразнообразия становится все более актуальной (Gray et al., 2016; Versteux et al., 2018). Лишайники являются неотъемлемым компонентом бо- реальных экосистем, известным высокой

чувствительностью к условиям среды обитания (Nash, 2008). Решающее значение для данной группы организмов имеют наличие в растительных сообществах определенных типов субстрата, сочетание экологических факторов, давность нарушения (Ellis, 2012). В определенных условиях среды лишайники формируют высокое разнообразие, биомассу, и могут быть индикаторами степени нарушения экосистем (Coppins & Coppins, 2005, 2006; Boch et al., 2016).

Лишенологические исследования на ООПТ традиционно вызывают большой интерес у специалистов в связи с высокой сохранностью природных сообществ и их существенной ролью в поддержании уникального комплекса видов, в том числе редких и подлежащих охране (Dumytrova et al., 2014). Видовое разнообразие лишайников может служить эффективным показателем при биомониторинге состояния экосистем природных резерватов (Khastini et al., 2019), использоваться в оценке масштабов динамических процессов, связанных как с глобальными, так и с региональными факторами (McMullin et al., 2016; Brzeziecki, 2017), а также для прогноза состояния экосистем и разработки эффективных мер для их охраны (Waser et al., 2007; Zhang et al., 2016).

Изучение лишайников национального парка (НП) «Водлозерский» началось сразу после его основания с 1991 г. и продолжается уже почти 30 лет. За это время проведено 19 экспедиционных исследований, в которых работали российские и финские ученые (Tarasova et al., 2019a,b). Несмотря на многолетние исследования видового разнообразия лишайников на территории НП «Водлозерский», публикации, которая обобщала бы известные на сегодняшний день данные, до сих пор нет. Во-первых, это осложняет работу исследователей, которые лишены точных данных и списка видов. Во-вторых, это не дает полноценной картины, отражающей потенциал этой территории в отношении видового разнообразия лишайников.

Целью настоящей работы является дополнение, обобщение и анализ данных многолетних исследований видового разнообразия лишайников и близких к ним грибов на территории НП «Водлозерский».

Материал и методы

НП «Водлозерский» был образован в 1991 г. для сохранения уникального природного комплекса в бассейне озера Водлозера и реки Илексы. Он представляет собой самую крупную ООПТ на северо-западе России (4683 км²), расположенную между 62.133330°–63.600000° N и 36.250000°–37.583330° E. Северная его часть (3383 км²) находится в Архангельской области (Онежский район), а южная (1300 км²) – в Республике Карелия (Пудожский район) (рис. 1). Протяженность территории с севера на юг составляет 150–160 км, с востока на запад – 40–50 км. В южной части ООПТ находится оз. Водлозеро, в средней и северной части в него впада-

ет р. Илекса с притоками. НП «Водлозерский» располагается на значительном удалении от административных центров, автомобильных и железнодорожных магистралей, источников загрязнения, а покрывающий его территорию таежный массив является крупнейшим массивом нетронутых лесов в северной Европе.

НП «Водлозерский» находится на восточной окраине природной страны Фенноскандии, характерной чертой которой является наличие твердого Балтийского кристаллического щита, на границе с Восточно-Европейской равниной. Большая часть территории характеризуется равнинным, сильно заболоченным ландшафтом с глубоким залеганием кристаллических пород. И только самая северная часть ООПТ лежит в пределах низкогорного кряжа Ветреный Пояс со скальными холмами и грядами. Склоны кряжа покрыты скальными лесными сообществами, типичными для Фенноскандии, но уникальными для таежной зоны в целом, в том числе для Архангельской области (Бискэ, 1959; Куликова, 1995; Червяков, 2001; Громцев, 2008).

Климат умеренно-континентальный с продолжительной зимой и коротким, прохладным летом, с преобладанием ветров западно-восточного направления, с частыми циклонами, которые приносят воздушные массы из Северной Атлантики (Червяков, 2001). Почвенный покров отличается очень сложным строением и мозаичностью, вызванной расчлененностью рельефа и частой сменой почвообразующих пород. Подавляющее большинство почв сильно кислые и бедны питательными веществами (Раменская, 1983).

Характерной чертой НП «Водлозерский» является высокая степень заболоченности. Леса и болота занимают примерно одинаковые площади, 45% и 41%, соответственно (Кукушкин, 1995). От общей площади лесонасаждений на долю ельников приходится 54%, сосняков – 44%. В целом, для лесов НП «Водлозерский» отмечается малое количество сосняков лишайниковой группы (2%) и очень высокое сосняков и ельников зеленомошной (49%), долгомошной (26%) и сфагновой (23%) групп (Антипин и др., 1993). НП «Водлозерский» относится к Водлозерскому флористическому району (Раменская, 1983). Его территория в Республике Карелия располагается в пределах биогеографической провинции *Karelia transonegensis* (Kton), согласно классификации финских ботаников (Mela & Cajander, 1906; Heikinheimo & Raatikainen, 1971).



Рис. 1. Расположение территории национального парка «Водлозерский». Точками обозначены места проведенных экспедиций.

Fig. 1. Position of the Vodlozerskiy National Park. Points indicate the collecting sites.

Высокая сохранность экосистем, в частности скальных лесных сообществ, гетерогенность условий за счет разнообразия ландшафтов, наличие высотного градиента, близость (30–40 км) бассейна Северно-Ледовитого океана (Белого моря) создает предпосылки для формирования высокого биоразнообразия на территории НП «Водлозерский». В его пределах находится самый крупный (~ 6000 км²) в Европе массив старовозрастных северо- и среднетаежных лесов, среди которых преобладают леса еловой формации. Уникальность природных сообществ НП «Водлозерский» признана на мировом уровне. В 2001 г. решением ЮНЕСКО ему присвоен статус биосферного резервата.

В работе анализируются литературные и собственные данные по изучению видового разнообразия лишайников, полученные в 19 экспедициях в разные части НП «Водлозерский» (рис. 1), в том числе 14 экспедициях – с участием авторов. Полевые исследования выполнены в ходе флористических (маршрутными методами) и геоботанических исследований методами заложения и описания пробных площадей (ПП) разного размера (от 400 м² до 10 000 м²) в зависимости от типа ландшафта. Для выявления полного видового

состава лишайников на ПП обследованы участки стволов в пределах учетных площадок, поверхность стволов и ветвей деревьев разных пород и состояний (живое, сухостойное, валеж), гниющая древесина, почва, камни. Образцы видов, требующих определения в лабораторных условиях, отбирали вместе с фрагментами субстрата, упаковывали в пакеты и снабжали этикеткой.

Кроме того, проанализированы коллекции образцов лишайников (565 гербарных образцов), собранных на территории НП «Водлозерский», а также хранящихся в Гербарии университета г. Хельсинки (Н). Анализ включал идентификацию всех видов лишайников, помещенных в гербарный пакет. Определение видов выполнено с применением стандартных реактивов, определителей и микроскопической техники. Накипные стерильные лишайники и отдельные виды рода *Cladonia* определены методом тонкослойной хроматографии (НРТЛС, TLC) с использованием систем растворителей А, В, С, G в лабораториях лишенологии и бриологии Ботанического института им В.Л. Комарова (БИН) РАН и лаборатории кафедры ботаники и физиологии растений Петрозаводского государственного университета (ПетрГУ). Образцы лишайни-

ков хранятся в гербарии кафедры ботаники и физиологии растений ПетрГУ (PZV), гербарии Хельсинкского университета (H), а также в Научном гербарии института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) (SYKO) и в гербарии Северного (Арктического) федерального университета (г. Архангельск) (AR).

Номенклатура видов дана согласно Nordin et al. (2011). Систематическое положение видов приведено в соответствии с последними данными по систематике грибов (Wijayawardene et al., 2020). Объем рода *Bryoria* рассматривается в соответствии с последними литературными данными (Boluda et al., 2019), и три вида (*Bryoria capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw., *B. implexa* (Hoffm.) Brodo & D. Hawksw., *B. vrangiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.), ранее указанные в работе Tarasova et al. (2016), синонимизированы до *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw.

Результаты и обсуждение

История изучения лишайников на территории НП «Водлозерский»

В 1991 г. была организована российско-финляндская лихенологическая экспедиция по южной Карелии, с которой фактически начались исследования территории НП «Водлозерский» (исток р. Сухая Водла, п. Куганаволок). Результаты экспедиции частично опубликованы в монографических сводках родов *Peltigera* (Vitikainen, 1994) и *Ochrolechia* (Kukwa, 2011), а также в общем сводном списке лишайников Республики Карелия с указанием только флористической провинции (*Karelia transonegensis*) без сведений о точном местонахождении (Фадеева и др., 2007).

Начиная с 1998 г. на территории карельской части НП «Водлозерский» проводятся лихенологические исследования. Главным образом, они посвящены изучению экологии и видового состава лишайников на отдельных типах субстрата: на сосне (*Pinus sylvestris* L.) (Горшков, Тарасова, 2000; Тарасова, 2001), ели (*Picea abies* (L.) Karst., *P. obovata* Ledeb., а также их гибрид – *P. × fennica* (Regel) Kom.) (Горшков и др., 2002), сухостойных деревьях (Тарасова, Капитонихина, 2006). Одновременно с этим появляются первые публикации, содержащие списки видов отдельных частей НП «Водлозерский». Так, для окрестностей Пильмасозера и Келкозеро указывается 88 видов лишайников (Лапшин, Осипов, 2001).

Первый предварительный список лишайников карельской части ООПТ был составлен лишь по результатам двух экспедиций 1998 и 2000 гг. в юго-западной и западной части НП «Водлозерский», и включал всего 155 видов (Тарасова, Степанова, 2001).

Все последующие сведения о лишайниках данной ООПТ, новых и редких находках видов, разрозненны и фрагментарны. Часть публикаций посвящена изучению экологии и распространения видов лишайников, занесенных в Красную книгу Российской Федерации (2008): *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. (Поташева, Кравченко, 1995; Кравченко, Фадеева, 2008; Ignatenko & Tarasova, 2017) и *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw. (Кравченко, 2001).

В 2014–2015 гг. были организованы комплексные геоботанические экспедиции по изучению сукцессионной динамики эпифитного мохово-лишайникового покрова и ценопопуляций *Lobaria pulmonaria* в южную часть НП «Водлозерский». В ходе этих экспедиций собран, полностью обработан и, в основном, опубликован (Тарасова, Степанчикова, 2016; Tarasova et al., 2017; Androsova et al., 2018) обширный гербарный материал. В результате данной работы список лишайников карельской части НП «Водлозерский» увеличился на 62 вида. При этом среди эпифитов *Populus tremula* L. были обнаружены 51 новый вид (Tarasova et al., 2017), а среди эпифитов *Picea* sp. – 10 новых видов лишайников (Androsova et al., 2018).

В 2018 г. была проведена ревизия коллекций Т. Ахти и О. Витикайна (сборы экспедиции 1991 г.), хранящихся в гербарии Ботанического Музея Университета в Хельсинки. В результате выявлены 177 видов лишайников и близкородственных к ним грибов, среди которых для карельской части НП «Водлозерский» впервые приводится 47 видов, для всей территории – 17 видов (Tarasova et al., 2019a).

Изучение видового состава лишайников Архангельской части ООПТ началось только в последнее десятилетие и продолжается по настоящее время. Часть исследований выполнена в рамках комплексных геоботанических экспедиций 2010–2018 гг. Они были посвящены изучению растительных сообществ северной части НП «Водлозерский», в том числе скальных типов леса низкогорного кряжа Ветреный Пояс. Большая часть данных из этих

экспедиций опубликована. Например, список лишайников скальных выходов Муройгоры содержит сведения о 188 видах и двух подвидах (Tarasova et al., 2016), видовое разнообразие лишайников горы Высокая (Волда) составляет 270 видов и два подвида (Tarasova et al., 2020b). В последние годы сведения о находках новых видов лишайников и близкородственных к ним грибов на территории архангельской части НП «Водлозерский»полнились еще на 166 видов лишайников и девять видов лишайников грибов (Tarasova et al., 2019b, 2020a). В 2019 и 2020 гг. состоялись экспедиции по изучению лишайников в растительных сообществах, произрастающих в бассейне реки Илекса, в ходе которых были собраны обширные коллекции. В настоящее время опубликована лишь небольшая часть этих данных (Tarasova et al., 2020a).

В сообществах НП «Водлозерский» в Архангельской области были обнаружены новые для территории России виды лишайников: *Lepraria ecorticata* (J.R. Laundon) Kukwa (Tarasova et al., 2016) и *Micarea fallax* Launis & Myllys (Tarasova et al., 2020a), а также новые виды для Европейской России: *Arctomia fascicularis* (L.) Otálora & Wedin и *Micarea pusilla* Launis, Malíček & Myllys (Тарасова, Степанчикова, 2016; Tarasova et al., 2020a).

За последние 10 лет число видов лишайников, известных для территории НП «Водлозерский», возросло в 2.8 раза (со 170 видов в 1991 г. до 473 таксонов (469 видов и четыре подвида) в 2020 г.). Это связано с активизацией исследований в архангельской части ООПТ и проведением ревизии гербарных коллекций (рис. 2).

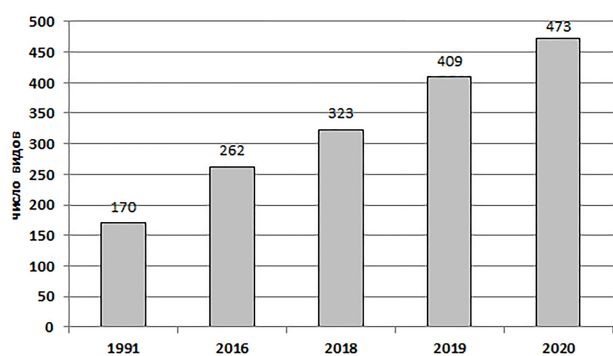


Рис. 2. Накопление данных по числу видов и подвидам лишайников и близкородственных грибов на территории национального парка «Водлозерский» по годам исследований.
Fig. 2. Data on cumulative number of species and subspecies of lichens and allied fungi in the Vodlozerskiy National Park over the study period.

Список новых видов для территории НП «Водлозерский»

В ходе инвентаризации собственных коллекций авторами было обнаружено 16 видов лишайников и один вид лишайнизированного гриба, которые ранее не были известны для территории НП «Водлозерский» и 13 видов (включая один лишайникофильный и два лишайнизированных гриба) найдены впервые в карельской части НП «Водлозерский». Среди этих 30 видов 20 – впервые обнаружены в биогеографической провинции *Karelia transonegensis*, в границах которой расположен НП «Водлозерский» (Фадеева и др. 2007). Вид *Leptogium cyanescens* (Rabenh.) Körb. занесен в Красную книгу Архангельской области (2020).

Виды в ниже расположенном списке приводятся в алфавитном порядке. Для каждого вида указаны координаты, описание местообитания, субстрат, для стерильных – содержание лишайниковых веществ в образцах. В списке использованы следующие обозначения: «+» – лишайнизированный гриб, «#» – лишайникофильный гриб, *Kton!* – вид приводится впервые для биогеографической провинции *Karelia transonegensis*, НПВ! – вид приводится впервые для НП «Водлозерский», НПВ_РК! – вид приводится впервые для территории НП «Водлозерский», расположенной в Республике Карелия.

Arthonia apatetica (A. Massal.) Th. Fr. – 62.224167° N, 36.753611° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, левый берег Рандручья, ельник черничный зеленомошный, на стволе рябины (*Sorbus aucuparia* L.). *Kton!* НПВ!

+*Arthothelium scandinavicum* Th. Fr. – 62.415083° N, 37.10245° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, ельник черничный зеленомошный с осиною (*Populus tremula* L.) и лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.); 62.407866° N, 37.127683° E, устье р. Шокша, ельник черничный зеленомошный; на коре лиственницы (*Larix sibirica*). *Kton!* НПВ_РК!

Biatora pallens (Kullh.) Printzen – 62.413055° N, 37.010277° E, Республика Карелия, д. Варишпельда, на коре сосны (*Pinus sylvestris*). НПВ_РК!

Calicium pinastri Tibell – 62.411950° N, 37.110766° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, сосняк черничный зеленомошный с елью (*Picea* spp.) лиственницей (*Larix sibirica*), на ветви ели (*Picea* spp.). *Kton!* НПВ!

Cetraria nigricans Nyl. – 63.483333° N, 36.700000° E, Архангельская область, вблизи истока р. Верхняя, преимущественно сырые леса, на почве, на камнях. НПВ!

#*Chaenothecopsis viridireagens* (Nádv.) A.F.W. Schmid – 62.151500° N, 37.100833° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, сосняк черничный зеленомошный с елью (*Picea* spp.) и лиственницей (*Larix sibirica*), на коре лиственницы (*Larix sibirica*), на талломах *Chaenotheca ferruginea* (Turner ex Sm.) Mig., *Microcalicium disseminatum* (Ach.) Vain. Kton! НПВ_РК!

Chaenothecopsis nana Tibell – 62.151500° N, 37.100833° E, 62.415083° N, 37.10245° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, ельники черничные зеленомошные с осинной (*Populus tremula*) и лиственницей (*Larix sibirica*), на коре лиственниц (*Larix sibirica*); 62.411950° N, 37.110766° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, сосняк черничный зеленомошный с елью (*Picea* spp.) и лиственницей (*Larix sibirica*), на ветви ели (*Picea* spp.). Kton! НПВ_РК!

Dermatocarpon luridum (Dill. ex With.) J.R. Laundon – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у уреза воды. Kton! НПВ!

Dermatocarpon meiophyllizum Vain. – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. Kton! НПВ!

Lecania cyrtella (Ach.) Th. Fr. – 62.415083° N, 37.10245° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, ельник черничный зеленомошный с осинной (*Populus tremula*) и лиственницей (*Larix sibirica*), на коре ивы козьей (*Salix caprea* L.). Kton! НПВ_РК!

+*Leptorhaphis epidermidis* (Ach.) Th. Fr. – 62.224166° N, 36.753611° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, левый берег Рандручья, ельник черничный зеленомошный, на стволе березы (*Betula* spp.). Kton! НПВ_РК!

+*Mycoglaena acuminans* (Nyl.) Vain. – 62.219444° N, 36.769444° E, Республика Карелия, западный берег оз. Водлозеро напротив д. Кевасалма, сосняк брусничный зеленомошный с большой (190 лет) давностью последнего пожара, на стволе сосны (*Pinus sylvestris*). Kton! НПВ!

Ephebe hispidula (Ach.) Norw. – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. НПВ!

Fuscidea arboricola Coppins & Tønsberg – 62.224166° N, 36.753611° E, Республика

Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, левый берег Рандручья, ельник черничный зеленомошный, на стволе березы (*Betula* spp.); 62.207500° N, 36.851944° E, окрестности д. Бостилово, в ~ 50–100 м от оз. Водлозеро, осинник разнотравный, на стволе ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench.). Образцы содержат фумарпротоцеттаровую и протоцеттаровую кислоты. Kton! НПВ!

Lecanora umbrina (Ach.) A. Massal. – 62.200000° N, 36.851944° E, Республика Карелия, окрестности д. Бостилово, в ~ 50–100 м от оз. Водлозеро, осинник разнотравный, на гладкой коре рябины (*Sorbus aucuparia* L.). Kton! Определил Д.Е. Гимельбрант. НПВ!

Lepraria elobata Tønsberg – 62.219166° N, 36.771388° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, напротив д. Кевасалма, сосняк брусничный зеленомошный, на стволе сосны (*Pinus sylvestris*). Образцы содержат атранорин, зеорин и стиктовый комплекс кислот. Kton! НПВ_РК!

Lepraria lobificans Nyl. – 63.536388° N, 36.586944° E, Архангельская область, гора Безымянная, южный склон со скальными выходами, ельник черничный сфагновый, на ветви ели (*Picea* spp.). Образцы содержат атранорин и стиктовую кислоту. НПВ!

Leptogium cyanescens (Rabenh.) Körb. – 63.396388° N, 36.611944° E, Архангельская область, кордон Кераж и р. Верхняя, пойменный ельник травяной зеленомошный, на коре осины (*Populus tremula*). НПВ! Занесен в Красную книгу Архангельской области (2020).

Lobothallia melanaspis (Ach.) Hafellner – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. НПВ!

Micarea prasina Fr. – 62.224166° N, 36.753611° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, левый берег Рандручья, ельник черничный зеленомошный, на стволе рябины (*Sorbus aucuparia*); 62.199444° N, 36.850277° E, Республика Карелия, окрестности д. Бостилово, смешанный елово-осиновый лес травяно-черничный зеленомошный, на сухой ветви ели (*Picea* spp.). Kton! НПВ_РК!

Ochrolechia arborea (Kreyer) Albm. – 62.200000° N, 36.851944° E, Республика Карелия, окрестности д. Бостилово, в ~ 50–100 м от оз. Водлозеро, осинник разнотравный, на стволе березы (*Betula* spp.). Образцы содержат лихексантон, гирофоровую и леканоровую кислоты. Kton! НПВ_РК!

Peltigera extenuata (Nyl. ex Vain.) Lojka – 62.224166° N, 36.753611° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, левый берег Рандручья, ельник черничный зеленомошный, на камне с тонким слоем почвы. Подтвердил О. Витикайнен. НПВ!

Physcia caesia (Hoffm.) Fűrnr. – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. Kton! НПВ_РК!

Psilolechia lucida (Ach.) M. Choisy – 62.225833° N, 37.084722° E, Республика Карелия, окрестности д. Вамская Плотина, в ~ 700 на север от деревни, в ~ 100 м от оз. Водлозеро, малонарушенный ельник черничный зеленомошный, на почве вывала. ВВП_РК!

Staurothele frustulenta Vain. – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика Карелия, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. Kton! НПВ!

Stereocaulon tomentosum Fr. – 62.212777° N, 37.754722° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, напротив д. Кевасалма, сосняк брусничный зеленомошно-лишайниковый, на почве. НПВ_РК!

Usnea lapponica Vain. – 62.411950° N, 37.110766° E, Республика Карелия, район истока р. Сухая Водла, сосняк черничный зеленомошный с елью (*Picea* spp.) и лиственницей (*Larix sibirica*), на ветви ели (*Picea* spp.). НПВ_РК!

Verrucaria aethiobola (Wahlenb.) Wahlenb. – 62.420555° N, 37.067777° E, Республика Карелия, берег оз. Водлозеро, между истоками р. Тонда и р. Сухая Водла, на прибрежном валуне; 62.412861° N, 37.099674° E, исток р. Сухая Водла, на камне у берега. Kton! НПВ!

Verrucaria margacea (Wahlenb.) Wahlenb. – 62.412861° N, 37.099674° E, Республика

Карелия, исток р. Сухая Водла, на камнях выше плотины (у старого дома), у уреза воды. Kton! НПВ!

Xylopsora caradocensis (Nyl.) Bendiksbu & Timdal – 62.212777° N, 37.754722° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, напротив д. Кевасалма, сосняк брусничный зеленомошно-лишайниковый; 62.212777° N, 37.770277° E, Республика Карелия, юго-западный берег оз. Водлозеро, напротив д. Кевасалма, сосняк черничный зеленомошный, на стволах сосны (*Pinus sylvestris*). Kton! НПВ!

Общее таксономическое разнообразие лишайников и близких к ним грибов

Согласно анализу имеющихся на сегодняшний день данных на территории НП «Водлозерский» известно 473 таксона, среди которых – 445 видов и четыре подвида лишайников, 11 видов нелихенизированных и 13 видов лихенофильных грибов (Электронное приложение).

Виды принадлежат к 70 семействам и 155 родам. В табл. 1 представлены первые 10 из ведущих семейств и родов лишайников. Среди семейств, преобладающими по числу видов являются Parmeliaceae (52 вида) и Cladoniaceae (51 вид). По числу видов доминирует род *Cladonia* (51 вид).

В составе выявленной лихенофлоры преобладают лишайники накипной жизненной формы (275 видов), составляющие 61% от общего числа видов (рис. 3). Доля кустистых (94 видов) и листоватых (80 видов) лишайников значительно меньше и не превышает 21% и 18%, соответственно.

Таблица 1. Десять ведущих семейств и родов лишайников и близкородственных к ним грибов национального парка «Водлозерский».

Table 1. Ten most common families and genera of lichens and allied fungi in the Vodlozerskiy National Park

№	Семейство	Число видов	Доля от общего числа видов, %	Род	Число видов	Доля от общего числа видов, %
1	Parmeliaceae	52	11.0	<i>Cladonia</i>	51	11.0
2	Cladoniaceae	51	11.0	<i>Lecanora</i>	23	5.0
3	Lecanoraceae	31	6.5	<i>Peltigera</i>	16	3.0
4	Ramalinaceae	30	6.0	<i>Chaenotheca</i>	14	3.0
5	Coniocybaceae	26	5.5	<i>Micarea</i>	13	2.5
6	Lecideaceae	18	4.0	<i>Chaenothecopsis</i>	11	2.0
7	Pertusariaceae	18	4.0	<i>Rhizocarpon</i>	10	2.0
8	Caliciaceae	17	3.5	<i>Arthonia</i>	9	1.5
9	Peltigeraceae	16	3.0	<i>Biatora</i>	9	1.5
10	Physciaceae	16	3.0	<i>Lepraria</i>	9	1.5

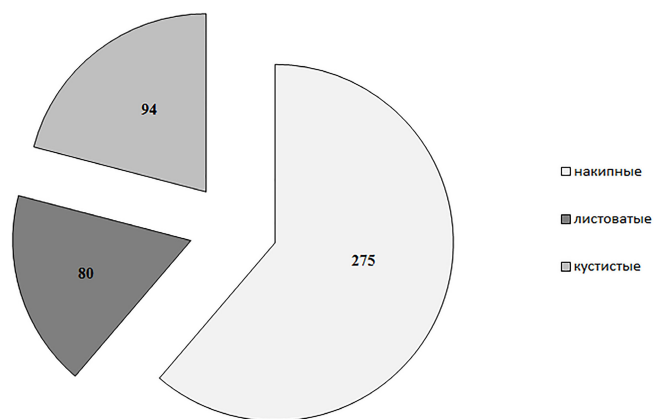


Рис. 3. Число видов основных жизненных форм в видовом составе лишайников национального парка «Водлозерский». **Fig. 3.** The species number of main life forms in the lichen diversity of the Vodlozerskiy National Park.

Более половины лишайников НП «Водлозерский» принадлежит к эколого-субстратной группе эпифитов (278 видов, 59%) (рис. 4). Основными видами форофитов национального парка являются *Picea* spp. (*P. abies*, *P. obovata*, а также их гибрид – *P. × fennica*), *Pinus sylvestris*, *Betula* spp. (*B. pendula* Roth, *B. pubescens* Ehrh.), а также *Populus tremula* и *Salix caprea*. К группам эпигейных и эпилитных лишайников относятся 93 вида (20%) и 73 вида (15%), соответственно. При этом необходимо отметить, что виды этих групп представлены

большим числом в сообществах на территории архангельской части НП «Водлозерский». Так, например, число эпилитных лишайников вдвое выше в архангельской части ООПТ, в сравнении с ее карельской частью (рис. 4В,С). Это связано с наличием скальных выходов на территории НП «Водлозерский» в Архангельской области, которые во многом локализованы в составе низкогорного кряжа Ветренный Пояс. Скальные сообщества характеризуются высоким видовым составом эпигейных и эпилитных лишайников по сравнению с равнинными сообществами карельской части ООПТ. Группа эпиксильных видов лишайников представлена 16 видами (3%), которые поселяются исключительно на древесине разной степени разрушения. Тринадцать видов (2.5%) являются эпилихенофитами, обитающими на талломах других лишайников.

Из общего числа лишайников и близкородственных к ним грибов, известных на сегодняшний день для всей территории НП «Водлозерский», только в карельской части ООПТ обнаружен 71 вид (15%) и 143 вида (33%) обнаружено только в архангельской части ООПТ. Общими для карельской и архангельской частей НП «Водлозерский» являются 259 (55%) видов лишайников (табл. 2).

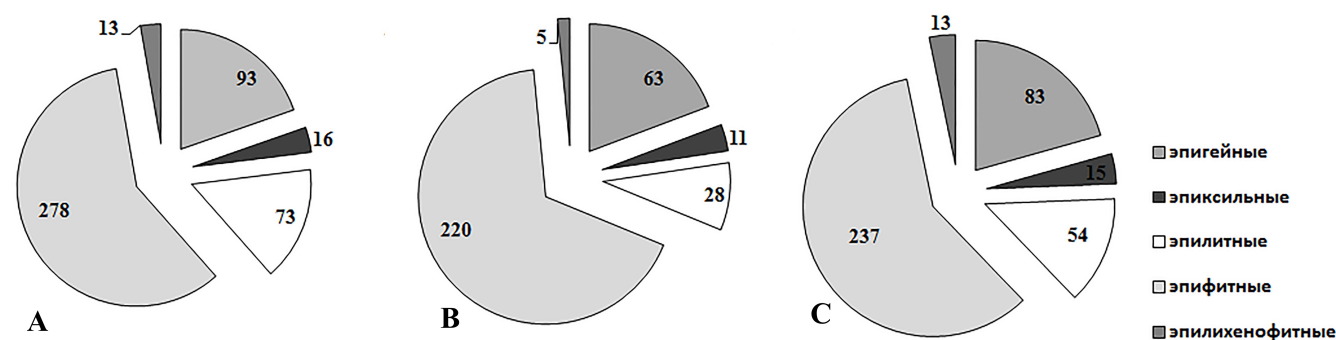


Рис. 4. Спектр эколого-субстратных групп лишайнофлоры национального парка «Водлозерский». Обозначения: А: вся территория, В: карельская часть, С: архангельская часть

Fig. 4. The number of lichen species of various groups according to their substrate preferences in the Vodlozerskiy National Park. Designations: A: entire Protected Area, B: Karelian part of the Protected Area, C: Arkhangelsk part of the Protected Area.

Таблица 2. Сравнительная характеристика видового разнообразия лишайников и близкородственных к ним грибов на территории НП «Водлозерский»

Table 2. Comparative characteristics of the species diversity of lichens and allied fungi in the Vodlozerskiy National Park

Параметры	Вся территория НП «Водлозерский»	Архангельская часть НП «Водлозерский»	Карельская часть НП «Водлозерский»
Площадь, км ²	4676	3376	1300
Число видов	473	402	327
Число видов, встречающихся только в этой части		143	71
Число общих видов		259	

Особенности географии территории НП «Водлозерский», сочетание разнообразных ландшафтов (равнинные, заболоченные и скальные территории), включение двух природных подзон (средней и северной тайги) и влияние Белого моря создают условия для произрастания лишайников с различным географическим распространением. Среди них встречаются виды с бореальным, неморальным, аркто-альпийским, океаническим и мультizonальным распространением.

Среди лишайников, известных на территории НП «Водлозерский», два вида (*Bryoria fremontii*, *Lobaria pulmonaria*) занесены в Красную книгу Российской Федерации (2008), 18 видов (*Acolium karelicum* (Vain.) M. Prieto & Wedin, *Arthonia vinosa* Leight., *Bryoria fremontii*, *B. nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *Chaenotheca gracilentia* (Ach.) J. Mattsson & Middelb., *Ch. stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Ch. subroscida* (Eitner) Zahlbr., *Chaenothecopsis viridialba* (Kremp.) A.F.W. Schmidt, *Lecidea albofuscescens* Nyl., *Lobaria pulmonaria*, *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, *Nephroma bellum* (Spreng.) Tuck., *N. laevigatum* Ach., *Peltigera degenii* Gyeln, *Ramalina dilacerata* (Hoffm.) Hoffm., *R. thrausta* (Ach.) Nyl., *Scytinium subtile* (Schrad.) Otálora et al., *Tuckermannopsis ciliaris* (Ach.) Gyeln.) включены в Красную книгу Республики Карелия (2007), 16 видов (*Arthonia vinosa*, *Bryoria bicolor* (Ehrh.) Brodo & D. Hawksw., *B. fremontii*, *Leptogium cyanescens* (Rabenh.) Körb., *Chaenotheca brachypoda* (Ach.) Tibell, *Ch. sphaerocephala* Nadv., *Ch. pha-*

eocephala (Turner) Th. Fr., *Lobaria pulmonaria*, *L. scrobiculata* (Scop.) DC., *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf, *Ramalina thrausta*, *Ramboldia cinnabarina* (Sommerf.) Kalb et al., *Scytinium subtile* (Schrad.) Otálora et al., *Sclerophora coniophaea* (Norman) J. Mattsson & Middelb., *Scytinium fragrans* (Sm.) Otálora et al., *Varicellaria rhodocarpa* (Körb.) Th. Fr.) внесены в Красную книгу Архангельской области (2020).

Исследования, проведенные в НП «Водлозерский», существенно дополнили информацию о видовом разнообразии лишайников как Архангельской области, так и Республики Карелия. Так, местонахождения 127 видов в этих субъектах Российской Федерации известны только на территории НП «Водлозерский». По сравнению с исследованиями видового разнообразия лишайников, выполненными на других ООПТ Северной Европы (северо-запад России, Финляндия), число выявленных видов в НП «Водлозерский» выше, чем в заповеднике «Кивач» и национальном парке «Паанаярви-Оуланка», где зарегистрированы 386 видов и 443 вида, соответственно. С другой стороны, таксономическое разнообразие лишайников НП «Водлозерский» несколько беднее, чем в заповеднике «Пасвик» (587 видов) и значительно уступает лишенофлоре Печоро-Ильчского заповедника (866 видов лишайников и близким к ним грибов) (табл. 3). Выявленные различия, в большей мере, объясняются различиями в природно-климатических условиях, площадью ООПТ и степенью изученности лишенофлоры.

Таблица 3. Видовое разнообразие лишайников и близкородственных к ним грибов на некоторых особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Северной Европы

Table 3. Diversity of lichens and allied fungi in some Protected Areas of Northern Europe

ООПТ	Природная зона, регион	Площадь, км ²	Число видов лишайников и близких к ним грибов	Литературные источники
Национальный парк «Водлозерский»	Северная и средняя подзоны тайги, Республика Карелия, Архангельская область	4683	473	Тарасова, Степанова, 2001; Тарасова, Степанчикова, 2016; Tarasova et al., 2017; Androsova et al., 2018; Tarasova et al., 2019a,b, 2020a,b
Заповедник «Кивач»	Средняя подзона тайги, Республика Карелия	110	386	Херманссон и др., 2002; Тарасова, Степанчикова, 2016; Tarasova et al., 2017; Androsova et al., 2018
Национальный парк «Паанаярви-Оуланка»	Северная подзона тайги, Республика Карелия, Финляндия	1045	443	Halonen, 1993
Заповедник «Пасвик»	Северная подзона тайги, Мурманская область	147	587	Урбанавичюс, Фадеева, 2018
Печоро-Ильчский заповедник	Северная и средняя подзоны тайги, Республика Коми	7213	866	Херманссон и др., 2006

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных работ для территории НП «Водлозерский» выявлено 473 таксона, среди которых 445 видов и четыре подвида лишайников, 11 видов нелихенизированных и 13 видов лихенофильных грибов. Два вида лишайников занесены в Красную книгу Российской Федерации (2008), 18 видов включены в Красную книгу Республики Карелия (2007), 16 видов внесены в Красную книгу Архангельской области (2020). Находки видов *Lepraria ecorticata* и *Micarea fallax* остаются уникальными для территории России. Указания *Arctomia fascicularis* и *Micarea pusilla* являются пока единственными для Европейской России. Число видов лишайников, известных в архангельской части НП «Водлозерский», составляет 64% от известного на сегодняшний день видового разнообразия лишайников материковой части Архангельской области. В карельской части ООПТ произрастает 25% видов, отмеченных в Республике Карелия (Фадеева и др., 2007).

Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале территории НП «Водлозерский» для сохранения и поддержания разнообразия видов лишайников. Данное исследование, включающее и обобщающее имеющиеся в литературе сведения, вносит вклад не только в оценку видового разнообразия лишайников и близкородственных к ним грибов на территории НП «Водлозерский», но также существенно дополняет список лихенофлоры Архангельской области. Однако для завершения работы по инвентаризации видов лишайников НП «Водлозерский» требуется изучение оставшихся необработанных коллекций, проведение нескольких экспедиций в необследованные районы, создание базы данных, составление и публикация полного аннотированного списка видов.

Благодарности

Авторы выражают сердечную благодарность администрации ФГБУ «Национальный парк «Водлозерский» в лице А.Ю. Гудым, В.Н. Мамонтова, В.В. Мальберга, Н.Н. Ермошко, а также его сотрудникам А.А. Алексейчуку, В.А. Жукову, С.И. Закутину, Т.В. Мальберг, А.Н. Мидловцу, В.Б. Ручьевских, А.И. Таранкову, М.И. Таранковой, Л.А. Таранковой, В.В. Матченко, В.П. Симановичу, М.А. Шредерс за многолетнее сотрудничество и всестороннюю помощь в

организации и проведении научных исследований на территории НП «Водлозерский». Большое спасибо коллегам-лихенологам Т. Ахти, О. Витикайнену, Д.Е. Гимельбранту, Л.А. Коноровой, Л. Мюллюс, И.С. Степанчиковой и Г.П. Урбанавичусу за консультации и помощь в определении видов лишайников, а также Е.Ю. Чураковой и А.А. Валекжанину за участие в сборе коллекций лишайников. Работа выполнена при частичной поддержке проекта РФФИ 20-04-00473. Авторы выражают искреннюю благодарность и признательность редактору и анонимным рецензентам за конструктивные замечания и пожелания, позволившие улучшить качество статьи.

Дополнительная информация

Перечень выявленных видов лишайников и близкородственных к ним грибов национального парка «Водлозерский» (Электронное приложение. Видовой состав лишайников и близкородственных грибов национального парка «Водлозерский» (Россия), в т.ч. Карельская и Архангельская части.) может быть найден в [Электронном приложении](#).

Литература

- Антипин В.К., Дьячкова Т.Ю., Токарев П.Н. 1993. Природные особенности и биологические ресурсы болотных массивов национального парка «Водлозерский» // Растительный мир Карелии и проблемы его охраны. Петрозаводск. С. 141–153.
- Бискэ Г.С. 1959. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск. 307 с.
- Горшков В.В., Тарасова В.Н. 2000. Влияние лесных пожаров на эпифитный лишайниковый покров сосновых лесов южной Карелии // Растительные ресурсы. Т. 36(1). С. 18–29.
- Горшков В.В., Степанова В.И., Тарасова В.Н. 2002. Эпифитный лишайниковый покров ветвей *Picea abies* (L.) Karst. (Южная Карелия) // Растительные ресурсы. Т. 38(4). С. 1–14.
- Громцев А.Н. 2008. Основы ландшафтной экологии европейских таежных лесов России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 238 с.
- Кравченко А.В. 2001. Об охраняемом лишайнике Бриория Фремонта в национальном парке «Водлозерский» // Культурное и природное наследие Водлозерского национального парка. Петрозаводск. С. 191–192.
- Кравченко А.В., Фадеева М.А. 2008. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии // Международное совещание «Лишайники в бореальных лесах» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа. Сыктывкар. С. 60–72.

- Красная книга Архангельской области. Архангельск, 2020. 478 с.
- Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск, 2007. 368 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
- Кукушкин Е.Н. 1995. Леса национального парка «Водлозерский» // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. Петрозаводск. С. 60–74.
- Куликова В.В. 1995. Геологическое строение кристаллического фундамента Водлозерского национального парка // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. Петрозаводск. С. 17–33.
- Лапшин П.Н., Осипов М.Н. 2001. Листостебельные мхи и лишайники района озер Пильмасозеро и Келкозеро // Национальный парк «Водлозерский»: природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск. С. 168–190.
- Поташева М.А., Кравченко А.В. 1995. Охраняемый лишайник лобария легочная в национальном парке «Водлозерский»: распространение и приуроченность // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. Петрозаводск. С. 151–156.
- Раменская М.Л. 1983. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Л.: Наука. 213 с.
- Тарасова В.Н. 2001. Эпифитные лишайники сосновых лесов охраняемых территорий южной Карелии // Новости систематики низших растений. Т. 34. С. 188–194.
- Тарасова В.Н., Степанова В.И. 2001. Предварительный список лишайников Национального парка «Водлозерский» // Национальный парк «Водлозерский»: природное и культурное наследие. Петрозаводск. С. 183–192.
- Тарасова В.Н., Капитонихина О.В. 2006. Лихенобиота сухостойных деревьев сосны в сфагновых сосновых лесах южной Карелии: видовое разнообразие и особенности формирования // Флора лишайников России: состояние и перспективы исследований. Санкт-Петербург. С. 245–250.
- Тарасова В.Н., Степанчикова И.С. 2016. Новые виды лишайников для Республики Карелия // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия «Биологические науки». №4(157). С. 78–82.
- Урбанавичюс Г.П., Фадеева М.А. 2018. Лихенофлора заповедника «Пасвик»: разнообразие, распространение, экология, охрана. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 173 с.
- Фадеева М.А., Голубкова Н.С., Витикайнен О., Ахти Т. 2007. Конспект лишайников и лихенофильных грибов республики Карелия. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 194 с.
- Херманссон Я.О., Тарасова В.Н., Степанова В.И., Сониная А.В. 2002. Лишайники заповедника «Кивач». Москва. 35 с. (Флора и фауна заповедников России. Вып. 101).
- Херманссон Я.О., Пыстина Т.Н., Ове-Ларссон Б., Журбенко М.П. 2006. Лишайники и лихенофильные грибы Печоро-Ильчского заповедника. Москва. 79 с. (Флора и фауна заповедников России. Вып. 109).
- Червяков О.В. (ред.). 2001. Национальный парк «Водлозерский»: Природное разнообразие и культурное наследие. Петрозаводск. 311 с.
- Androsova V., Tarasova V., Gorshkov V. 2018. Diversity of lichens and allied fungi on Norway spruce (*Picea abies*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 55. P. 133–149. DOI: 10.12697/fce.2018.55.14
- Berteaux D., Ricard M., St-Laurent M., Casajus N., Périé C., Beaugard F., de Blois S. 2018. Northern protected areas will become important refuges for biodiversity tracking suitable climates // Scientific Reports. Vol. 8. Article 4623. DOI: 10.1038/s41598-018-23050-w
- Boch S., Prati D., Fischer M. 2016. Gastropods slow down succession and maintain diversity in cryptogam communities // Ecology. Vol. 97(9). P. 2184–2191. DOI: 10.1002/ecy.1498
- Boluda C.G., Rico V.J., Divakar P.K., Nadyeina O., Myllys L., McMullin R.T., Zamora J.C., Scheidegger C., Hawksworth D.L. 2019. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (Bryoria sect. Implexae, Parmeliaceae) // Persoonia. Vol. 42. P. 75–100. DOI: 10.3767/persoonia.2019.42.04
- Brzeziecki B. 2017. Białowieża Forest as a biodiversity hotspot // Sylwan. Vol. 161(12). P. 671–981.
- Coppins B.J., Coppins A.M. 2005. Lichens – the biodiversity value of western woodlands // Botanical Journal of Scotland. Vol. 57(1–2). P. 141–153. DOI: 10.1080/03746600508685093
- Coppins B.J., Coppins A.M. 2006. The lichens of Scottish native pinewoods // Forestry. Vol. 79(3). P. 249–259. DOI: 10.1093/forestry/cpl013
- Dymytrova L., Nadyeina O., Hobi M.L., Scheidegger C. 2014. Topographic and forest-stand variables determining epiphytic lichen diversity in the primeval beech forest in the Ukrainian Carpathians // Biodiversity and Conservation. Vol. 23(6). P. 1367–1394. DOI: 10.1007/s10531-014-0670-1
- Ellis J.C. 2012. Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review // Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. Vol. 14(2). P. 131–152. DOI: 10.1016/j.ppees.2011.10.001
- Gray C., Hill S., Newbold T., Lawrence N. Hudson L.N., Börger L., Contu S., Hoskins A.J., Ferrier S, Purvis A., Scharlemann J.P.W. 2016. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide // Nature Communications. Vol. 7. Article: 12306. DOI: 10.1038/ncomms12306

- Halonen P. 1993. The lichen flora of the Paanajärvi National Park // Oulanka Reports. Vol. 12. P. 45–54.
- Heikinheimo O., Raatikainen M. 1971. Raikan ilmoittaminen Suomesta talletetuissa biologisissa aineistoissa // Annales Entomologici Fennici. Vol. 37(1a). P. 1–27.
- Ignatenko R.V., Tarasova V.N. 2017. The population structure of the lichen *Lobaria pulmonaria* in the middle boreal forests depends on the time-since-disturbance // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 54. P. 83–94. DOI: 10.12697/fce.2017.54.13
- Khastini R.O., Sari I.J., Herysca Y., Sulasanah S. 2019. Lichen diversity as indicators for monitoring ecosystem health in Rawa Danau Nature Reserve, Banten, Indonesia // Biodiversitas. Vol. 20(2). P. 489–496. DOI: 10.13057/biodiv/d200227
- Kukwa M. 2011. The lichen genus *Ochrolechia* in Europe. Gdańsk: Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego. 309 p.
- McMullin R.T., Bennett L.L., Bjorgan O.J., Bourque D.A., Burke C.J., Clarke M.A., Gutgesell M.K., Krawiec P.L., Malyon R., Mantione A., Piotrowski A.T., Tam N.Y., van Natto A.C., Wiersma Y.F., Newmaster S.G. 2016. Relationships between air pollution, population density, and lichen biodiversity in the Niagara Escarpment World Biosphere reserve // The Lichenologist. Vol. 48(5). P. 593–605. DOI: 10.1017/S0024282916000402
- Mela A.J., Cajander A.K. 1906. Suomen kasvio. Helsinki. 763 p.
- Nash T.H. 2008. Lichen Biology. Cambridge: Cambridge University Press. 498 p.
- Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2011. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version: 29 April 2011. Available from <http://130.238.83.220/santesson/home.php>
- Tarasova V., Sonina A., Androsova V., Stepanchikova I. 2016. The lichens of forest rocky communities of the hill Muroigora (Arkhangelsk Region, Northwest Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 53. P. 111–121. DOI: 10.12697/fce.2016.53.13
- Tarasova V., Obabko R., Himelbrant D., Boychuk M., Stepanchikova I., Borovichev E. 2017. Diversity and distribution of epiphytic lichens and bryophytes on aspen (*Populus tremula*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 54. P. 125–141. DOI: 10.12697/fce.2017.54.16
- Tarasova V.N., Ahti T., Vitikainen O., Sonina A.V., Myllys L. 2019a. The revision of lichens, lichenicolous and non-lichenized fungi from the Vodlozersky National Park (Republic of Karelia, Russia) in the Herbarium of the Botanical Museum, University of Helsinki // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. Vol. 53(2). P. 337–348. DOI: 10.31111/nsnr/2019.53.2.337
- Tarasova V.N., Pystina T.N., Androsova V.I., Sonina A.V., Valekzhanin A.A., Konoreva L.A. 2019b. New records of lichens and allied fungi from Vodlozersky National Park within Arkhangelsk Region (NW Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 56. P. 87–98. DOI: 10.12697/fce.2019.56.09
- Tarasova V.N., Konoreva L.A., Zhurbenko M.P., Pystina T.N., Chesnokov S.V., Androsova V.I., Sonina A.V., Semenova N.A., Valekzhanin A.A. 2020a. New and rare lichens and allied fungi from Arkhangelsk region, North-West Russia // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 57. P. 85–100. DOI: 10.12697/fce.2020.57.10
- Tarasova V.N., Sonina A.V., Androsova V.I., Valekzhanin A.A., Konoreva L.A. 2020b. The lichens and allied fungi of forest rocky communities of the Vysokaya (Volda) Mountain (Windy Belt Ridge, Arkhangelsk Region, NW Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. Vol. 57. P. 133–146. DOI: 10.12697/fce.2020.57.12
- Waser L.T., Kuechler M., Schwarz M., Ivits E., Stofer S., Scheidegger C. 2007. Prediction of lichen diversity in an UNESCO biosphere reserve – correlation of high resolution remote sensing data with field samples // Environmental Modeling and Assessment. Vol. 12(4). P. 315–328. DOI: 10.1007/s10666-006-9066-2
- Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Al-Ani L.K.T., Tedersoo L., Haelewaters D., Rajeshkumar K.C., Zhao R.L., Aptroot A., Leontyev D.V., Saxena R.K., Tokarev Y.S., Dai D.Q., Letcher P.M., Stephenson S.L., Ertz D., Lumbsch H.T., Kukwa M., Issi I.V., Madrid H., Phillips A.J.L., Selbmann L., Pfliegler W.P., Horváth E., Bensch K., Kirk P.M., Kolaříková K., Raja H.A., Radek R., Papp V., Dima B. et al. 2020. Outline of fungi and fungus-like taxa // Mycosphere. Vol. 11(1). P. 1060–1456. DOI: 10.5943/mycosphere/11/1/8
- Vitikainen O. 1994. Taxonomic revision of *Peltigera* (lichenized Ascomycotina) in Europe // Acta Botanica Fennica. Vol. 152. P. 1–96.
- Zhang J.L., Liu F.Z., Gui G.F. 2016. Spatio-temporal variation of vegetation and analysis of its driving factors in Changbai Mountain National Nature Reserve // Acta Ecologica Sinica. Vol. 36(12). P. 3525–3536. DOI: 10.5846/stxb201410192053

References

- Androsova V., Tarasova V., Gorshkov V. 2018. Diversity of lichens and allied fungi on Norway spruce (*Picea abies*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia). *Folia Cryptogamica Estonica* 55: 133–149. DOI: 10.12697/fce.2018.55.14
- Antipin V.K., Dyachkova T.Yu., Tokarev P.N. 1993. Natural features and biological resources of the swamp massifs of the Vodlozersky National Park. In: *Flora of Karelia and the problems of its protection*. Petrozavodsk. P. 141–153. [In Russian]
- Berteaux D., Ricard M., St-Laurent M., Casajus N., Périé C., Beauregard F., de Blois S. 2018. Northern protected areas will become important refuges for biodi-

- iversity tracking suitable climates. *Scientific Reports* 8: 4623. DOI: 10.1038/s41598-018-23050-w
- Biske G.S. 1959. *Quaternary sediments and geomorphology of Karelia*. Petrozavodsk. 307 p. [In Russian]
- Boch S., Prati D., Fischer M. 2016. Gastropods slow down succession and maintain diversity in cryptogam communities. *Ecology* 97(9): 2184–2191. DOI: 10.1002/ecy.1498
- Boluda C.G., Rico V.J., Divakar P.K., Nadyeina O., Myllys L., McMullin R.T., Zamora J.C., Scheidegger C., Hawksworth D.L. 2019. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (Bryoria sect. Implexae, Parmeliaceae). *Persoonia* 42: 75–100. DOI: 10.3767/persoonia.2019.42.04
- Brzeziecki B. 2017. Białowieża Forest as a biodiversity hotspot. *Sylvan* 161(12): 671–981.
- Chervyakov O.V. (Ed.). 2001. *Vodlozersky National Park: Natural Diversity and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. 311 p. [In Russian]
- Coppins B.J., Coppins A.M. 2005. Lichens – the biodiversity value of western woodlands. *Botanical Journal of Scotland* 57(1–2): 141–153. DOI: 10.1080/03746600508685093
- Coppins B.J., Coppins A.M. 2006. The lichens of Scottish native pinewoods. *Forestry* 79(3): 249–259. DOI: 10.1093/forestry/cpl013
- Dymytrova L., Nadyeina O., Hobi M.L., Scheidegger C. 2014. Topographic and forest-stand variables determining epiphytic lichen diversity in the primeval beech forest in the Ukrainian Carpathians. *Biodiversity and Conservation* 23(6): 1367–1394. DOI: 10.1007/s10531-014-0670-1
- Ellis J.C. 2012. Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 14(2): 131–152. DOI: 10.1016/j.ppees.2011.10.001
- Fadeeva M.A., Golubkova N.S., Vitikainen O., Ahti T. 2007. *SYnopsis of lichens and allied fungi of the Republic of Karelia*. Petrozavodsk: Karelian Research Center of RAS. 194 p. [In Russian]
- Gorshkov V.V., Tarasova V.N. 2000. The effect of forest fires on the epiphytic lichen cover of pine forests of southern Karelia. *Rastitelnye Resursy* 36(1): 18–29. [In Russian]
- Gorshkov V.V., Stepanova V.I., Tarasova V.N. 2002. Epiphytic lichen cover of the branches of *Picea abies* (L.) Karst. (South Karelia). *Rastitelnye Resursy* 38(4): 1–14. [In Russian]
- Gray C., Hill S., Newbold T., Lawrence N. Hudson L.N., Börger L., Contu S., Hoskins A.J., Ferrier S, Purvis A. & Scharlemann J.P.W. 2016. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications* 7: 12306. DOI: 10.1038/ncomms12306
- Gromtsev A.N. 2008. *Fundamentals of landscape ecology of European taiga forests of Russia*. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of RAS. 238 p. [In Russian]
- Halonen P. 1993. The lichen flora of the Paanajärvi National Park. *Oulanka Reports* 12: 45–54.
- Heikinheimo O., Raatikainen M. 1971. Paikan ilmoittaminen Suomesta talletetuissa biologisissa aineistoissa. *Annales Entomologici Fennici* 37(1a): 1–27.
- Hermansson J.O., Tarasova V.N., Stepanova V.I., Sonina A.V. 2002. *Lichens of the Kivach State Nature Reserve*. Moscow. 35 p. (Flora and fauna of Russian nature reserves. Vol. 101). [In Russian]
- Hermansson J.O., Pystina T.N., Ove-Larsson B., Zhurbenko M.P. 2006. *Lichens and allied fungi of the Pechora-Ilych State Nature Reserve. Flora and fauna of reserves. 109*. Moscow. 79 p. (Flora and fauna of Russian nature reserves. Vol. 109). [In Russian]
- Ignatenko R.V. Tarasova V.N. 2017. The population structure of the lichen *Lobaria pulmonaria* in the middle boreal forests depends on the time-since-disturbance. *Folia Cryptogamica Estonica* 54: 83–94. DOI: 10.12697/fce.2017.54.13
- Khastini R.O., Sari I.J., Herysca Y., Sulasanah S. 2019. Lichen diversity as indicators for monitoring ecosystem health in Rawa Danau Nature reserve, Banten, Indonesia. *Biodiversitas* 20(2): 489–496. DOI: 10.13057/biodiv/d200227
- Kravchenko A.V. 2001. About the protected lichen of *Bryoria fremontii* in the Vodlozersky National Park. In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 191–192. [In Russian]
- Kravchenko A.V., Fadeeva M.A. 2008. Distribution and status of *Lobaria pulmonaria* in the southeast of Fennoscandia. In: *International meeting «Lichens in boreal forests» and the Fourth Russian field lichenological school*. Syktyvkar. P. 60–72. [In Russian]
- Kukushkin E.N. 1995. Forests of the Vodlozersky National Park. In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 60–74. [In Russian]
- Kukwa M. 2011. *The lichen genus Ochrolechia in Europe*. Gdańsk: Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego. 309 p.
- Kulikova V.V. 1995. Geological structure of the crystalline basement of the Vodlozersky National Park. In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 17–33. [In Russian]
- Lapshin P.N., Osipov M.N. 2001. Leafy mosses and lichens in the area of the Pilmasozero and Kelkozzero lakes. In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 168–190. [In Russian]
- McMullin R.T., Bennett L.L., Bjorgan O.J., Bourque D.A., Burke C.J., Clarke M.A., Gutgesell M.K., Krawiec P.L., Malyon R., Mantione A., Piotrowski A.T., Tam N.Y., van Natto A.C., Wiersma Y.F., Newmaster S.G. 2016. Relationships between air pollution, population density, and lichen biodiversity in the Niagara Escarpment World Biosphere reserve. *The Lichenologist* 48(5): 593–605. DOI: 10.1017/S0024282916000402

- Mela A.J., Cajander A.K. 1906. *Suomen kasvio*. Helsinki. 763 p.
- Nash T.H. 2008. *Lichen Biology*. Cambridge: Cambridge University Press. 498 p.
- Nordin A., Moberg R., Tønsgberg T., Vitikainen O., Dal-sätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. 2011. *Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi*. Version: 29 April 2011. Available from <http://130.238.83.220/santesson/home.php>
- Potasheva M.A., Kravchenko A.V. 1995. Protected pulmonary lobaria lichen in the Vodlozersky National Park: distribution and confinement In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 151–156. [In Russian]
- Ramenskaya M.L. 1983. *Analysis of the flora of the Murmansk region and Karelia*. Leningrad: Nauka. 213 p. [In Russian]
- Red Data Book of the Republic of Karelia. Petrozavodsk, 2007. 368 p. [In Russian]
- Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi). Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2008. 855 p. [In Russian]
- Red Data Book of Arkhangelsk region. Arkhangelsk, 2020. 478 p. [In Russian]
- Tarasova V.N. 2001. Epiphytic lichens of pine forests of protected areas of southern Karelia. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 34: 188–194. [In Russian]
- Tarasova V.N., Stepanova V.I. 2001. Preliminary List of Lichens of the Vodlozersky National Park. In: *Vodlozersky National Park: Natural and Cultural Heritage*. Petrozavodsk. P. 183–192. [In Russian]
- Tarasova V.N., Kapitonikhina O.V. 2006. Lichenobiota of dead pine trees in *Sphagnum* pine forests of southern Karelia: species diversity and formation features. In: *Flora of lichens of Russia: state and prospects of research*. St. Petersburg. P. 245–250. [In Russian]
- Tarasova V.N., Stepanchikova I.S. 2016. New lichens in the Republic of Karelia. *Proceedings of Petrozavodsk State University. Biological Sciences* 4(157): 78–82. [In Russian]
- Tarasova V., Sonina A., Androsova V., Stepanchikova I. 2016. The lichens of forest rocky communities of the hill Muroigora (Arkhangelsk Region, Northwest Russia). *Folia Cryptogamica Estonica* 53: 111–121. DOI: 10.12697/fce.2016.53.13
- Tarasova V., Obabko R., Himelbrant D., Boychuk M., Stepanchikova I., Borovichev E. 2017. Diversity and distribution of epiphytic lichens and bryophytes on aspen (*Populus tremula*) in the middle boreal forests of Republic of Karelia (Russia). *Folia Cryptogamica Estonica* 54: 125–141. DOI: 10.12697/fce.2017.54.16
- Tarasova V.N., Ahti T., Vitikainen O., Sonina A.V., Myllys L. 2019a. The revision of lichens, lichenicolous and non-lichenized fungi from the Vodlozersky National Park (Republic of Karelia, Russia) in the Herbarium of the Botanical Museum, University of Helsinki. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 53(2): 337–348. DOI: 10.31111/nsnr/2019.53.2.337
- Tarasova V.N., Pystina T.N., Androsova V.I., Sonina A.V., Valekzhanin A.A., Konoreva L.A. 2019b. New records of lichens and allied fungi from Vodlozersky National Park within Arkhangelsk Region (NW Russia). *Folia Cryptogamica Estonica* 56: 87–98. DOI: 10.12697/fce.2019.56.09
- Tarasova V.N., Konoreva L.A., Zhurbenko M.P., Pystina T.N., Chesnokov S.V., Androsova V.I., Sonina A.V., Semenova N.A., Valekzhanin A.A. 2020a. New and rare lichens and allied fungi from Arkhangelsk region, North-West Russia. *Folia Cryptogamica Estonica* 57: 85–100. DOI: 10.12697/fce.2020.57.10
- Tarasova V.N., Sonina A.V., Androsova V.I., Valekzhanin A.A., Konoreva L.A. 2020b. The lichens and allied fungi of forest rocky communities of the Vysokaya (Volda) Mountain (Windy Belt Ridge, Arkhangelsk Region, NW Russia). *Folia Cryptogamica Estonica* 57: 133–146. DOI: 10.12697/fce.2020.57.12
- Urbanavichus G.P., Fadeeva M.A. 2018. *Lichenoflora of the Pasvik State Nature Reserve: diversity, distribution, ecology, protection*. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of RAS. 173 p. [In Russian]
- Waser L.T., Kuechler M., Schwarz M., Ivits E., Stofer S., Scheidegger C. 2007. Prediction of lichen diversity in an UNESCO biosphere reserve – correlation of high resolution remote sensing data with field samples. *Environmental Modeling and Assessment* 12(4): 315–328. DOI: 10.1007/s10666-006-9066-2
- Wijayawardene N.N., Hyde K.D., Al-Ani L.K.T., Tedersoo L., Haelewaters D., Rajeshkumar K.C., Zhao R.L., Aptroot A., Leontyev D.V., Saxena R.K., Tokarev Y.S., Dai D.Q., Letcher P.M., Stephenson S.L., Ertz D., Lumbsch H.T., Kukwa M., Issi I.V., Madrid H., Phillips A.J.L., Selbmann L., Pfliegler W.P., Horváth E., Bensch K., Kirk P.M., Kolaříková K., Raja H.A., Radek R., Papp V., Dima B. et al. 2020. Outline of fungi and fungus-like taxa. *Mycosphere* 11(1): 1060–1456. DOI: 10.5943/mycosphere/11/1/8
- Vitikainen O. 1994. Taxonomic revision of *Peltigera* (lichenized Ascomycotina) in Europe. *Acta Botanica Fennica* 152: 1–96.
- Zhang J.L., Liu F.Z., Gui G.F. 2016. Spatio-temporal variation of vegetation and analysis of its driving factors in Changbai Mountain National Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica* 36(12): 3525–3536. DOI: 10.5846/stxb201410192053

LICHENS OF THE NATIONAL PARK «VODLOZERSKY», RUSSIA

Viktoriya N. Tarasova*^{ID}, Vera I. Androsova^{ID}, Angella V. Sonina^{ID}

Petrozavodsk State University, Russia

**e-mail: tarasova1873@gmail.com*

Based on long-term (> 25 years) data analysis, the species diversity of lichens of the largest (4683 km²) Protected Area in Northwest Russia, the National Park «Vodlozersky», is presented for the first time. The National Park «Vodlozersky» was established in 1991 to preserve unique natural communities in the basin of Lake Vodlozero and the River Ileksa. The territory of the Protected Area is located along the eastern borders of the Fennoscandian Shield in two administrative regions: the Republic of Karelia and the Arkhangelsk region. This study is the first attempt to generalise all available data on the lichen flora of NP «Vodlozersky». The paper summarises the information from literature and the authors' data on lichen species diversity obtained in 19 expeditions to different parts of the National Park «Vodlozersky» over a 30-year period of study. Field material was collected by combination of floristic (route methods) and geobotanical studies – by the methods of establishing and description of sample plots ranging in size from 400 to 10 000 m². For a detailed study of the species composition of lichens in the sample plots, all types of substrates were examined: the trunks and branch surface of different tree species under various conditions (living, falling, dead wood), as well as rotting wood, soil and stones. The collection of lichens (565 herbarium specimens) from the National Park «Vodlozersky» deposited in the herbarium of the Helsinki University (H) (H) were revised. A brief history of the lichen study in the Protected Area was described and the dynamics of the accumulation of information on the species diversity of lichens and allied fungi was revealed by years, from 170 species in 1991 to 469 species and 4 subspecies in 2020. The recent studies resulted in a list of 30 new findings, including 13 species for the Karelian part, and 17 for the whole area of the National Park «Vodlozersky». A total of 473 taxa are reported for the National Park «Vodlozersky», including 445 species and 4 subspecies of lichens, 11 species of non-lichenised fungi and 13 species of lichenicolous fungi. The distribution of lichen species number between the two parts of the Protected Area belonging to different regions of the Russian Federation is as follows: 327 are registered on the Karelian territory of the National Park «Vodlozersky», 402 species on the Arkhangelsk part; the number of common species is 259. Among the recorded lichens in the National Park «Vodlozersky» 18 species are listed in the Red Data Book of the Republic of Karelia and 16 species are in the Red Data Book of the Arkhangelsk Region. The obtained data indicate the high potential of the Protected Area in preserving and maintaining the general diversity of lichen species. The number of species found in the Arkhangelsk part of the National Park «Vodlozersky» is 64% of the currently known lichen diversity for the mainland of the Arkhangelsk region. In the Karelian part there are 25% species of lichens known for the Republic of Karelia. The authors emphasise the publication scarcity of accumulated material on the lichen flora of National Park «Vodlozersky», which makes the study relevant.

Key words: Arkhangelsk region, biodiversity, history of the research, intact forest, new species, Republic of Karelia, taiga