

УДК 574.502.58.470:582.29

Е.А. Аристархова¹, Е.Г. Суслова², С.М. Шадчинов³

РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЛИШАЙНИКОВ РОДА БРИОРИЯ (BRYORIA) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализ литературных данных и гербарных сборов кустистых эпифитных лишайников рода бриория (*Bryoria* Brodo) из 186 пунктов на территории Московской области показал, что в настоящее время здесь встречается восемь видов, обитающих в основном на ветвях елей, реже – на березах и иве козьей. Нормальное развитие видов рода *Bryoria* в МО возможно только при наличии комплекса факторов: соответствующих микроклиматических условий, в первую очередь достаточно высокой влажности приземного слоя воздуха и минимальных показателей по загрязнению атмосферы (отсутствие вредных соединений и высокого содержания пылевых частиц), определенных типов растительных сообществ, сохранности старовозрастных лесов, подходящего форофита (породы дерева) в качестве субстрата.

В работе приведены картосхемы, демонстрирующие места максимального числа находок видов бриорий на 100 км² и отдельных встреч видов рода на территории области. Максимальное видовое разнообразие бриорий отмечено в г. о. Можайский, Клин, Рузский и Лотошино, где отсутствуют крупные загрязняющие объекты, а по данным экомониторинга качество воздуха здесь наиболее высокое (с наименьшим показателем содержания вредных вещества и пылевых частиц). Самыми редкими видами рода *Bryoria* в МО являются бриория Вранга, б. Надворника, б. пепельная и б. простая.

Бриории, особенно самые редкие, тяготеют к северо-западным и западным частям региона. Лишайники экологически связаны с сырыми и заболоченными старовозрастными еловыми и елово-мелколиственными лесами и лесокультурами ели, а также окраинами лесных переходных и верховых болот. В данных местообитаниях талломы лишайников иногда достигают максимальных для области размеров (до 25 см), встречаются часто, группами из двух–трех видов и весьма обильны, что свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данной части Подмоскovie.

Все обнаруженные виды бриорий занесены в Красную книгу Московской области и требуют охраны и дальнейшего изучения.

Ключевые слова: эпифитные лишайники, видовое разнообразие рода Бриория (*Bryoria*), картосхемы, охрана

Введение. В связи с интенсивным ростом антропогенного воздействия на леса, окружающие Московский мегаполис, в том числе рубок, пожаров и загрязнения воздуха происходит неизбежное снижение биологического разнообразия природных сообществ. Интерес к оценке потенциала сохранившихся лесных экосистем и их компонентов, в частности, к изучению видового разнообразия и экологии эпифитных лишайников как известных индикаторов загрязнения воздуха [Горшков, 1990; Инсаров и др., 2010] особенно возрос в последние десятилетия.

Лишайники рода *Bryoria* Brodo относятся к кустистым эпифитным видам лишайников грибов (lichenized fungus) сем. Parmeliaceae [Мучник и др., 2011]. Они имеют довольно крупные ветвистые трубчатые талломы (рис. 1). Различные виды бриорий (около 50 видов) распространены на разных континентах, особенно в бореальных и умеренных зонах, и везде связаны с районами, где весьма высока влажность воздуха и минимально его загрязнение.

В таежных лесах на севере России эти лишайники могут быть массовыми видами, а на территории Московской области (МО) они имеют ограниченное распространение. В связи с их особой индикаторной ролью в сообществах, не ослабевают интерес к изучению экологии и распространения видов бриорий в растительном покрове мегаполиса.

Первые сборы бриорий с территории МО датированы началом XX в. [Еленкин, 1906]. В середине 1920-х гг. на территории области виды, собранные сотрудниками Московской комплексной экспедиции под руководством В.В. Алехина, были идентифицированы как *Bryoria chalybeiformis* и *B. implexa* (гербарий биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – MW). Эти же виды (с синонимами *Alectoria jubata* (L.) Mot. и *A. implexa* (Hoffm.) Mot.) приводит для области Н.С. Голубкова [1962, 1966].

Позже список видов бриорий, встречающихся на территории МО, несколько расширился [Голубкова, 1996; Пчёлкин, 2005; Бязров, 2009]. По мате-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, аспирантка; e-mail: kattariss@yandex.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра биогеографии, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: lena_susl@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра физической географии и ландшафтоведения, аспирант; e-mail: shadchinov@yandex.ru



Рис. 1. Бриория Вранга (фото Е.Сусловой)

Fig. 1. *Bryoria vrangiana* (photo by E. Suslova)

риалам собственных сборов 1994–1995 гг. и литературных источников Л.Г. Бязров опубликовал список лишайников, зарегистрированных в Московской области, в котором приводится девять видов рода *Bryoria*: бриория волосовидная (*B. capillaris* (Ach.) Brodo et D. Hawksw.), б. вороненая (*B. chalybeiformis* (L.) Brodo et D. Hawksw.), б. переплетенная (*B. implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw.), б. оголенная (*B. glabra* (Motyka) Brodo & D. Hawksw.), б. Фремонта (*B. fremontii* (Tuck.) Brodo et D. Hawksw.), б. буроватая (*B. fuscescens* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.), б. сивоватая (*B. furcellata* (Fr.) Brodo et D. Hawksw.), б. Смита (*B. smithii* (Du Rietz) Brodo & D. Hawksw.), б. сивоватая (*B. subcana* (Nyl. ex Stizenb.) Brodo et D. Hawksw.). В настоящее время *B. chalybeiformis* и *B. subcana* не признаются как самостоятельные виды, а сведены в синонимы *B. fuscescens* [Velmalä et al., 2014]. Указание на нахождение на территории области *Bryoria smithii*, *B. glabra* и *B. furcellata* оказалось ошибочным и не подтвердилось [Толпышева и др., 2017]. В 2008 г. в Клинском районе, ныне – городском округе (г. о.) Клин на территории Госкомплекса «Завидово» был найден еще один вид, не отмечавшийся ранее на территории МО – бриория Надворника (*B. nadvornikiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.) [Нотов, 2010]. Таким образом, число видов бриорий на территории МО заметно менялось по годам.

До 2012 г. большинство сборов бриорий и других родов лишайников были эпизодическими, а на-

ходки единичными. Создавалось впечатление, что виды рода *Bryoria* редко встречаются в Подмосковье и представлены небольшими, часто поврежденными талломами. После выхода в 2008 г. второго издания Красной книги Московской области [Красная книга ..., 2008] началась планомерная работа по изучению лишайнобиоты региона, в том числе на имеющихся и проектируемых особо охраняемых природных территориях (ООПТ), где сохранились спелые и старовозрастные леса. В результате мониторинга, проводимого авторами в составе природоохранного фонда «Верховье» (www.verhovye.ru) в рамках выполнения ряда проектов Минэкологии МО, количество находок лишайников этого рода на территории области значительно возросло. В частности, были найдены не отмечавшиеся ранее в области такие виды, как: бриория пепельная – *B. osteola* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw. и бриория простая – *B. simplicior* (Vain.) Brodo et D. Hawksw. [Толпышева и др., 2017], в ряде мест обнаружена бриория Надворника – *B. nadvornikiana*, ранее известная только в Завидово, и в Дмитровском г. о. в окрестностях пос. Икша.

Новой интересной находкой оказался редкий северный вид – бриория Вранга (*B. vrangiana* (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.), впервые собранный в 2016 г. М.В. Бочарниковым [Чернядьева и др., 2018] на территории Московской области в сыром ельнике рядом с небольшим болотом к югу от д. Загорье г. о. Истра на северной границе государственного

природного заказника (ГПЗ) «Озеро Глубокое с прилегающими к нему массивами леса». В 2017 г. бриория Вранга повторно собрана рядом с оз. Глубоким, а также обнаружена на окраине Шараповского болота в г. о. Одинцово на границе заказника «Звенигородская биостанция МГУ и карьер “Сима”». Так как все эти образцы отличались от бриории буровой по габитусу, характеру ветвления и толщине веточек, для проверки они были переданы на биохимический анализ⁴ (TLC) в лабораторию Ботанического института имени В.Л. Комарова (БИН) РАН (г. Санкт-Петербург), подтвердивший предположение Е.Э. Мучник. В 2019 г. при обследовании нескольких проектируемых заказников *B. vrangiana* найдена нами также на самом севере г. о. Лотошино, в г. о. Волоколамском и Рузском⁵.

Несмотря на долгую историю изучения лишайнобиоты МО, полномасштабные исследования и картографический анализ не проводились. Первые попытки анализа распространения бриорий в Подмосковье (по итогам сборов 2012–2016 гг.) отражены в работах Т.Ю. Толпышевой и Е.Г. Сусловой с соавторами [Суслова и др., 2017; Суслова, 2018].

Целью нашей работы является оценка современного распространения, приуроченности к определенным условиям местообитания всех известных в настоящее время лишайников рода *Bryoria* на территории области, рассматривая возможности использования ряда видов в качестве биоиндикаторов состояния чистоты атмосферного воздуха.

Основные задачи – анализ имеющихся литературных, гербарных и собранных нами во время полевых обследований сведений о приуроченности различных видов бриорий к типам растительных сообществ, сеточное картографирование распространения и видового разнообразия рода *Bryoria*, выявление районов с их максимальным видовым разнообразием, оценка их обилия и выработка мер по организации мониторинга и охране наиболее редких представителей этого рода.

Материалы и методы исследования. На территории МО с 2010 г. по март 2020 г. нами было собрано около 300 образцов лишайников рода *Bryoria* из 186 пунктов (на каждый пункт приходилось от 1 до 3–5 точек сбора материала, расположенных на расстоянии не более 2–3 км друг от друга). Исследованиями была охвачена практически вся территория области, при этом наиболее детально изучены западные и северо-западные районы, где эпифитные кустистые лишайники встречаются значительно чаще, чем в других частях МО (рис. 2). На данный момент недостаточно исследованы лишь Талдомский г. о. север и центр Сергиево-Посадского г. о., здесь намечено проведение дополнительных работ в 2020 г.

Обследование для выявления редких лишайников проводилось маршрутным методом. Наиболее

полно изучены леса и лесные болота ООПТ. Лишайники собирались, как правило, с нижних доступных частей крон или стволов на высоте 2–5 м и с крон упавших елей. Сбор образцов с верхних и средних частей крон елей стал возможным лишь тогда, когда из древостоя массово начали выпадать поврежденные короедом-типографом стволы старых деревьев.

В этикетки вносились данные привязки по GPS, адрес места сбора, тип растительного сообщества, древесная порода, место прикрепления и обилие. На основе экспертной оценки была выработана шкала обилия лишайников на площади 1 км²: 1 – редко и единично, 2 – изредка группами, 3 – часто группами, 4 – очень часто и обильно.

Сборы были определены⁶ и переданы в гербарий (MW) биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Часть образцов бриорий проверена и подтверждена на основании анализа вторичных метаболитов методом тонкослойной хроматографии в лаборатории лишайнологии и бриологии БИН РАН. В программе MS Excel создана и ведется База данных, на основании которых для характеристики распространения видов рода был использован метод сеточного картографирования. При создании картосхем была подобрана сеточная основа с размером квадратов сетки 10×10 км, что наилучшим образом отражает присутствие видов в области (рис. 3). В результате территория Московской области разделена на 544 ячейки. Метод сеточного картографирования позволяет представить сведения об имеющихся находках, при этом в дальнейшем с поступлением новой информации картина распространения бриорий в области будет уточняться.

В каждом квадрате было посчитано количество встреч лишайников рода *Bryoria*, что позволяет наглядно отразить информацию о находках разных видов на единицу площади в соответствии с выбранным пространственным охватом (т. н. «пиксель»=100 км²) и экспертной оценкой обилия (на ее основании была разработана цветовая шкала с 3–5 градациями в зависимости от характера или частоты встреч для каждого вида и/или набора видов в сочетании со значковым методом) и видовое богатство рода *Bryoria* в Московской области, т. е. встречаемость видов (выше 0 и до максимального значения концентрации видов в пределах «пикселя») (см. рис. 3) в каждой ячейке сетки. Метод реализовывался посредством применения инструментов пространственного анализа в программном пакете «Quantum GIS», версия 3.8.

Результаты и их обсуждение. Регулярный мониторинг видов рода *Bryoria*, анализ данных наших сборов за 2010–2019 гг. и картосхем находок лишайников в различных районах области, материалов

⁴ У бриории Вранга иной характер вторичных метаболитов, чем у других видов бриорий.

⁵ Определение этих сборов Е.Э. Мучник подтверждено И.Н. Урбанавичене в БИН РАН имени В.Л. Комарова.

⁶ Сборы лишайников определены Т.Ю. Толпышевой и Е.Э. Мучник, анализ на TLC и определение ряда видов проведено И.Н. Урбанавичене.

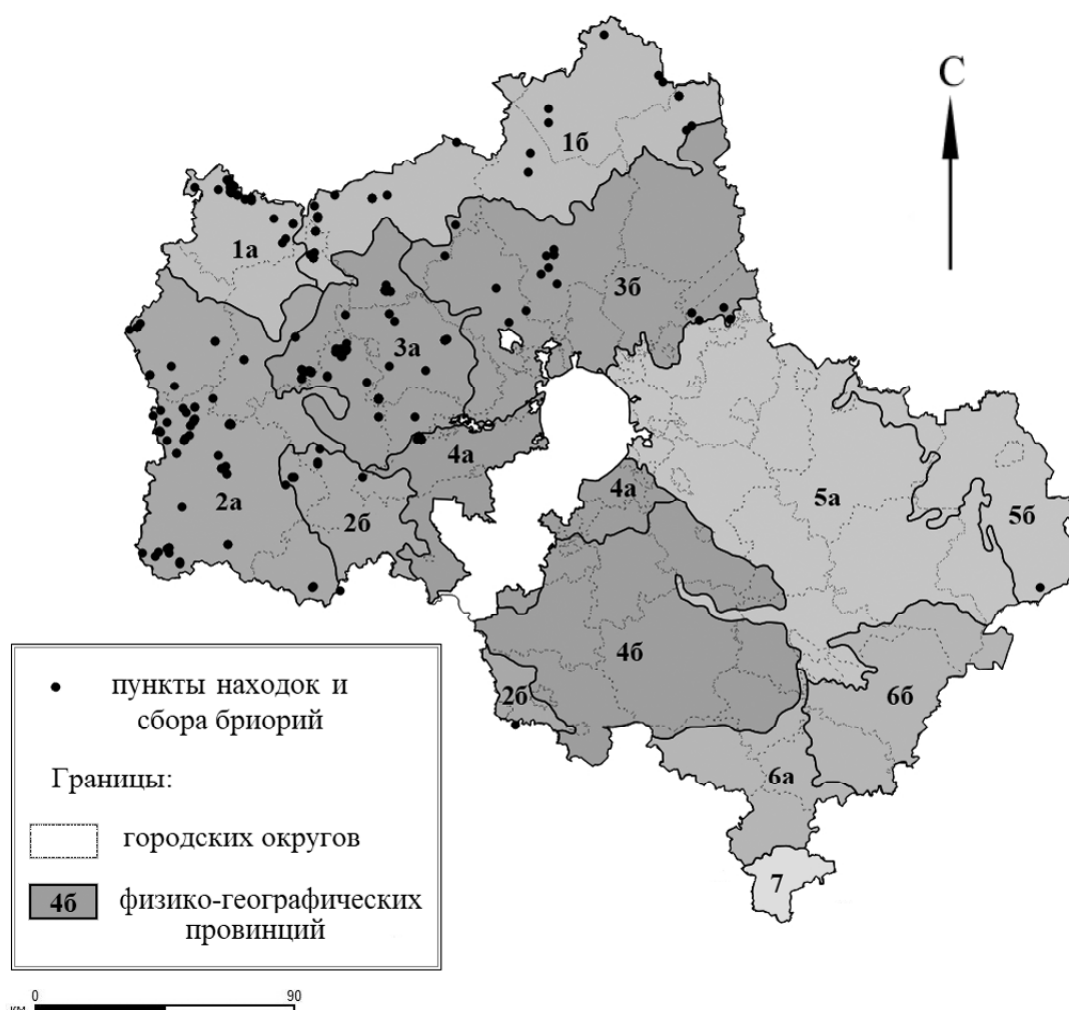


Рис. 2. Карта фактического материала мест находок бриорий. Провинции: 1 – Верхне-Волжская, 2 – Смоленская, 3 – Московская, 4 – Москворецко-Окская (районы: а – южный, б – северный), 5 – Мещерская, 6 – Заокская, 7 – Среднерусская (районы: а – западный, б – восточный, кроме 4)

Fig. 2. Location map of Bryoria finds. Landscape provinces: 1 – Verhne-Volzhskaya, 2 – Smolenskaya, 3 – Moskovskaya, 4 – Moskvoretsko-Okskaya (districts: a – southern, b – northern), 5 – Mescherskaya, 6 – Zaokskaya, 7 – Srednerusskaya (districts: a – western, b – eastern, except 4)

ранее опубликованных работ [Толпышева и др., 2017; Сулова и др., 2017], позволили впервые для всей Московской области составить полное впечатление о разнообразии, распространении, встречаемости, приуроченности этих видов к определенным местобитаниям, типам леса и древесным породам (форофиту), а также местам их максимального видового разнообразия на территории области.

Таким образом, в настоящее время (к 2020 г.) на территории области зарегистрировано восемь видов бриорий, из которых наиболее часто в МО встречаются: бриория буроватая (*B. fuscescens*), волосовидная (*B. capillaris*) и переплетенная (*B. implexa*) (рис. 4). Другие пять видов относятся к числу редко встречающихся – это бриория Фремонта (*B. fremontii*), б. Надворника (*B. nadvornikiana*), б. пепельная (*B. osteola*), б. простая (*B. simplicior*) и б. Вранга (*B. vrangiana*). При этом вопрос о числе видов в пределах рода *Bryoria* для МО по-прежнему остается открытым в связи с тем, что по-

явились работы [Boluda et al., 2019], в которых сразу несколько близких видов бриорий не признаются как самостоятельные виды, а сведены в синонимы.

Все эти виды бриорий в настоящее время занесены в Красную книгу Московской области [Красная книга ..., 2018], а бриория Фремонта, известная по одному сбору Л.Г. Бязрова в 1994 г. из окрестностей с. Поречья (Можайский г. о), включена в Красную книгу Российской Федерации [Красная книга Российской ..., 2008].

Бриория Надворника найдена только на территории Госкомплеса «Завидово» [Нотов, 2010; Нотов и др., 2018], в Дмитровском г. о. (находка К.Ю. Теплова) и на территории Звенигородской биостанции МГУ [Мучник, Благовещенская, 2019]. Бриория простая обнаружена нами в 2016 г. в одном из заказников г. о. Клин, а бриория пепельная – в сырых лесах на границе с Тверской областью в Можайском и Шаховском г. о. в 2013 г. Бриория Вранга встречается, видимо, чаще, чем известно на данный момент, и для

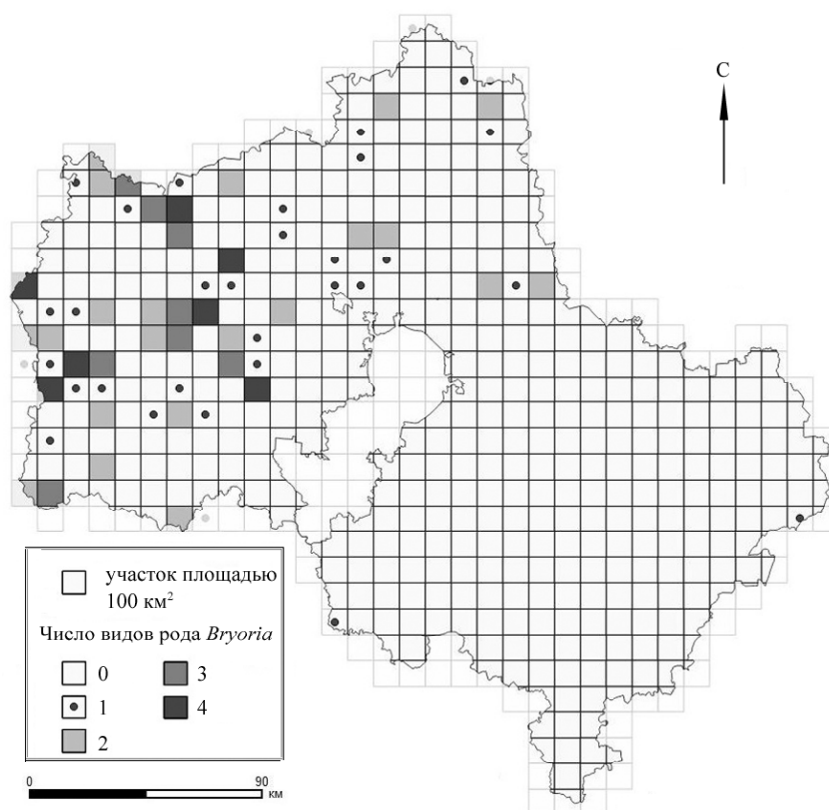


Рис. 3. Видовое богатство рода *Bryoria* в Московской области (число видов на 100 км²)

Fig. 3. Diversity of *Bryoria* species in the Moscow region (species numbers per 100 km²)

выяснения характера ее распространения необходим пересмотр собранных ранее образцов бриории переплетенной (*Bryoria implexa*) и переопределение с помощью биохимического анализа. Остальные виды представлены значительно шире (см. рис. 3).

Наиболее богаты видами бриорий Можайский, Рузский, Клинский, Лотошинский и Шаховской г. о.,

входящие в Верхне-Волжскую и Смоленскую физико-географические провинции [Анненская и др., 1997] в Лотошинско-Талдомский и Можайско-Загорский геоботанические округа [Петров, 1968], где по площади преобладают еловые гемибореальные леса субнеморального (южнотаежного) типа с вкраплением заболоченных хвойных и мелколиственных лесов, переходных и верховых болот [Огурева и др., 1996; Суслова, 2018]. Реже бриории встречаются в старовозрастных лесах г. о. Истры, Одинцово и Волоколамского.

В этих районах талломы лишайников имеют хорошо развитые органы размножения, отсутствие повреждений талломов, максимальные для области размеры (до 20–25 см у бриории волосовидной), встречаются часто, группами из двух–трех видов, и весьма обильны как в нижней и средней частях кроны, так и на высоте около 30–33 м (например, в Рузском и Можайском г. о.). На юге и юго-востоке области единично и очень редко встречаются только бриории буроватая и переплетенная.

В южном Подмоскowie, в пределах Москворецко-Окской, Заокской и Среднерусской физико-географических провинций (см. рис. 2) развитие многих лишайников сдерживают неблагоприятные для них кли-



Рис. 4. Соотношение числа находок видов рода *Bryoria* в Московской области

Fig. 4. The ratio of finds of particular *Bryoria* species in the Moscow region

матические условия и отсутствие подходящих типов растительных сообществ, а именно – сырых и заболоченных еловых лесов, переходных и верховых болот. Относительная влажность воздуха в южных и восточных районах ниже, а температуры в летний период выше, чем в северных и западных районах области [Мячкова, Сорокина, 1991]. Так как для эпифитов, получающих основное питание из атмосферы и коры, большое значение имеют доступность атмосферных осадков и нормальное развитие, способность к расселению и обилие в значительной степени связаны с характером и режимом увлажнения местообитания [Тарасова, 2017]. Самые южные пункты МО с единичными находками бриории – старовозрастные леса Приокско-Террасного государственного природного биосферного заповедника [Пчелкин, 2005] и окрестности д. Ланьшино (на стволе старой березы, 2017 г.) г. о. Серпухова в долине р. Оки.

В восточном Подмоскowie на территории Мещерской физико-географической провинции, несмотря на высокую влажность воздуха в лесах рядом с болотами, эти лишайники встречаются крайне редко, единичными экземплярами, и имеют небольшие размеры талломов (менее 5–7 см). Развитию их в этой части области, вероятно, препятствует периодическое летнее высыхание песчаных почвогрунтов при недостатке атмосферных осадков. В г. о. Шатуре имеются очень редкие единичные находки бриории буроватой. Ранее (до 1965 г.) бриории находили в ближнем Подмоскowie – национальном парке (НП) «Лосиный остров», г. о. Мытищи и в Воскресенском г. о. [Красная книга ..., 2018].

В районах области, непосредственно прилегающих к г. Москве, а также в окрестностях многих крупных промышленных областных городов, эти лишайники, как правило, не встречаются, что, вероятно, объясняется высокой чувствительностью многих видов этого рода к загрязнению воздуха, в частности *Bryoria fuscescens* [Wirth, 1991; Горшков, 1990; Инсаров и др., 2010; Dobson, 2011; Myllys et al., 2011]. В отдаленных западных и северо-западных районах МО, где преобладают ветра западного, юго-западного и северного направлений [Мячкова, Сорокина, 1991] и отсутствуют крупные загрязняющие производства, по данным проводимого в области экомониторинга [World Air Quality Index, 2020; Экологические карты ..., 2020; Подмоскowie сегодня, 2020] загрязнение воздуха минимально. Все это свидетельствует о возможности использования видов бриорий в качестве надежных биоиндикаторов загрязнения воздуха.

Расширение границ городов повлекло за собой поглощение и уничтожение некоторых местообитаний и, соответственно, гибель произрастающих в них видах лишайников. Часть местообитаний бриорий, отмечавшихся ранее А.А. Еленкиным [1906] и Н.С. Голубковой [1962], в том числе в г. о. Подольске и НП «Лосиный остров», кардинально изменилась, эти лишайники здесь больше не встречаются.

Основное местообитание видов рода Бриория в Московской области – спелые и старовозрастные еловые леса [Толпышева и др., 2017; Суслова и др., 2017], а также трансформировавшиеся лесокультуры ели 70–80-летнего возраста, сходные по структуре и видовому составу с естественными сообществами. На хвойных породах и березе лишайники встречаются почти исключительно на старовозрастных деревьях. Бриория волосовидная в Великобритании [Rose, 1976], а бриория Надворника в Швеции [Karström, 1992] считаются индикаторами естественных старовозрастных лесов. В наших лесах присутствие этих редких лишайников, безусловно, свидетельствует о значительном возрасте насаждений и благоприятных экологических условиях произрастания. До 70% бриорий встречены в сырых еловых таежных и субнеморальных лесах и старых лесокультурах ели, почти 30% бриорий приходится на заболоченные леса и окраины верховых и переходных болот. Именно эти лесные массивы сосредоточены на севере и западе области.

Для среднетаежной подзоны Карелии видовое богатство комплекса эпифитных лишайников в еловых лесах оказалось в два раза выше, чем в сосновых [Тарасова, 2017]. В Московской области в зоне смешанных (или гемибореальных) лесов виды р. *Bryoria* из древесных пород – форофитов – также предпочитают именно ель, развиваясь как на живых ветвях в кроне, так и на нижних, уже сухих веточках.

Раньше (до 2010 г.) находки видов рода *Bryoria* в области были немногочисленны, что создавало впечатление о редкости этих лишайников. Изменение представлений о числе и встречаемости кустистых эпифитных лишайников изменилось, в частности, с широким распространением короеда-типографа в Подмоскowie: появилась возможность собирать их талломы с крон многочисленных упавших поврежденных деревьев и оценить реальное обилие. В настоящее время большие группы елей, пораженные короедом-типографом, массово выпали из древостоя, значительная часть еловых лесов из-за этого пройдена санитарными рубками, даже в пределах ООПТ, что привело к резкому снижению числа этих охраняемых видов.

В одном и том же местообитании один вид бриории может расти сразу на двух–трех древесных породах, например, на подросте ели, сосны и березы по краю верхового болота. В старовозрастных (около 160 лет) Тюрмеровских посадках у с. Поречье виды рода *Bryoria* развиваются на лиственнице и пихте. В светлых сырых и заболоченных лесах бриории встречаются на иве козьей, особенно бриории буроватая и волосовидная. Бриории отмечены местами также на липе и рябине [Толпышева и др., 2017]. Небольшие и средние по размеру талломы бриории буроватой бывают обильны на стволах берез, растущих по краям полей, на склонах долин рек, вдоль некоторых идущих через лес шоссе.

Выводы:

– в Московской области к 2020 г. известно восемь видов рода *Bryoria*, обитающих в основном на ветвях елей, реже – на стволах и ветвях березы и ивы козьей;

– впервые для Московской области проведено сеточное картографирование с учетом всех находок видов бриорий за последнее десятилетие;

– подавляющее число находок наиболее редких видов бриорий приурочено к северо-западной и западной частям области, где эти виды предпочитают сырые и заболоченные старовозрастные еловые леса и старые лесокультуры ели, а также окраины переходных и верховых лесных болот. В этих типах местообитаний талломы лишайников имеют максимальные для области размеры (до 25 см), встречаются часто, группами из двух–трех видов, и весьма обильны, что свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данной части МО;

– максимальное видовое разнообразие бриорий отмечено в г. о. Можайском, Клину, Рузском и Лотошино, где отсутствуют крупные загрязняющие производства, а по данным экомониторинга

загрязнение воздуха минимально. Наиболее редкими видами рода *Bryoria* в МО являются *B. nadvornikiana*, *B. osteola*, *B. simplicior*, *B. vrangiana* и *B. fremontii*.

Таким образом, нормальное (крупные размеры талломов, наличие органов размножения, высокая встречаемость) развитие видов рода *Bryoria* в МО возможно только при наличии комплекса факторов: соответствующих микроклиматических условий, в первую очередь влажности и чистоты атмосферного воздуха, определенных типов растительных сообществ, охраны старовозрастных еловых лесов.

Важно провести комплекс работ по оценке разных видов лишайников рода Бриория как индикаторов загрязнения атмосферного воздуха в разных частях области.

Необходимо переопределение сборов лишайников вида *Bryoria implexa* с помощью биохимического анализа и продолжение поисков наиболее редких видов бриорий в г. о. Талдомском, Дмитровском, Волоколамском, Сергиево-Посадском и Солнечногорском, где имеются вполне подходящие условия для развития эпифитной лишайнобиоты.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность ПФ «Верховье» за предоставленные материалы, докт. биол. н. Т.Ю. Толпышевой (биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова), докт. биол. н. Е.Э. Мучник (ИЛАН РАН) и канд. биол. н. И.Н. Урбанавичене (БИН РАН) за помощь в определении образцов сложных таксонов. Благодарим коллектив сотрудников Лаборатории лишайнологии и бриологии БИН РАН за предоставленную возможность работы в гербарии LE-L.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Анненская Г.Н., Жучкова В.К., Калинина В.Р., Мамай И.И., Низовцев В.А., Хрусталева М.А., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние. Смоленск: СГУ, 1997. 296 с.
- Голубкова Н.С. Определитель лишайников России. Вып. 6. СПб, 1996. С. 18–32.
- Голубкова Н.С. Определитель лишайников Средней полосы Европейской части СССР. М.-Л.: Наука, 1966. 256 с.
- Голубкова Н.С. Флора лишайников Московской области: дис. ... канд. биол. наук. Л.: БИН АН СССР, 1962. 102 с.
- Горишков В.В. Влияние атмосферного загрязнения окислами серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 144–159.
- Еленкин А.А. Флора лишайников Средней России. Ч. 1. Юрьев: Типография К. Маттисена, 1906. 184 с.
- Инсаров Г.Э., Мучник Е.Э., Инсарова И.Д. Эпифитные лишайники в условиях загрязнения атмосферы Москвы: методология долговременного мониторинга // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 23. М.: ИГКЭ, 2010. С. 277–296.
- Красная книга Московской области (изд. 2-е, доп. и перераб.) / Отв. ред. Т.И. Варлыгина, В.А. Зубакин, Н.А. Соболев. М.: Тов. научных изданий КМК, 2008. 828 с.
- Красная книга Московской области (изд. 3-е доп. и перераб.) / Отв. ред. Варлыгина Т.И., Зубакин В.А., Никитский Н.Б., Свиридов А.В. М.О.: ПФ «Верховье», 2018. 810 с.
- Красная книга Российской Федерации (Растения и грибы). М.: Тов. научных изданий КМК, 2008. 855 с.
- Мучник Е.Э., Благовещенская Е.Ю. Материалы к изучению лишайнобиоты заказника «Звенигородская биостанция МГУ и карьер “Сима”» (Московская область) // Вестник Тульского гос. ун-та. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019. С. 208–216.
- Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-методическое пособие. Ряз. Гос. ун-т им. С.А. Есенина. Рязань, 2011. 360 с.
- Мячкова Н.А., Сорокина В.Н. Климат Московской области. М.: Изд-во МГУ, 1991. 52 с.
- Нотов А.А. Национальный парк «Завидово». Сосудистые растения, мохообразные, лишайники / Отв. ред. В.И. Фертников. Фед. служба охраны РФ, Гос. комплекс «Завидово», Твер. гос. ун-т. М.: Деловой мир, 2010. 367 с.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Фертников В.И. О распространении некоторых редких и охраняемых видов лишайников в Московской части национального парка «Завидово» // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. Биология и экология. 2018. № 1. С. 138–150.
- Огуреева Г.Н., Микляева И.М., Суслова Е.Г., Швергунова Л.В. Растительность Московской области. Карта растительности. Масштаб 1:200 000. Пояснительный текст и легенда к карте. М.: ЭКОР, 1996. 45 с.
- Петров В.В. Новая схема геоботанического районирования Московской области // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Биология, почвоведение. 1968. № 5. С. 44–50.
- Пчёлкин А.В. Распространение эпифитных лишайников в Приокско-Террасном заповеднике // Экосистемы Приокско-Террасного биосферного заповедника. Пушино: Биопресс, 2005. С. 91–94.
- Тарасова В.Н. Структура и динамика мохово-лишайникового покрова в среднетаежных лесах северо-запада ев-

ропейской части России: автореф. ... докт. биол. наук. СПб, 2017. 46 с.

Толышева Т.Ю., Суслова Е.Г., Румянцев В.Ю. Виды рода *Bryoria* особо охраняемых природных территорий Московской области // Труды карельского научного центра РАН. Карельский научный центр РАН. Петрозаводск, 2017. № 4. С. 72–80.

Чернядьева И.В. (ред.), Коткова В.М., Землянская И.В., Новожилков Ю.К., Власенко А.В., Власенко В.А., Благовещенская Е.Ю., Георгиева М.Л., Нотов А.А., Гимельбрант Д.Е., Мучник Е.Э., Урбанавичене И.Н., Аристархова Е.А., Бочарников М.В., Исмаилов А.Б. Новые находки водорослей, грибов, лишайников и мохообразных // Новости систематики низших растений. 2018. Вып. 52(1). С. 209–223.

Boluda C.G., Rico V.J., Divakar P.K., Nadyeina O., Myllys L., McMullin R.T., Zamora J.C., Scheidegger C., Hawksworth D.L. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (*Bryoria* sect. *Implexae*, *Parmeliaceae*). *Persoonia*, 2019, vol. 42, p. 75–100.

Dobson F.S. Lichens. An illustrated guide to the British and Irish species. England, 2011, 496 p.

Karström M. The project One step ahead – a presentation. *Svensk Bot. Tidskr.*, 1992, vol. 86, no. 3, p. 103–114.

Myllys L., Velmala S., Holien H. *Bryoria*. *Nordic Lichen Flora*, vol. 4, *Parmeliaceae*. Thell A., Moberg R. (Eds.), 2011, p. 26–36.

Rose F. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodland. *Lichenology: Progress and problems*, London, New York: Acad. Press, 1976, vol. 8, p. 279–307.

Velmala S., Myllys L., Goward T., Holien H., Halonen P. Taxonomy of *Bryoria* section *Implexae* (*Parmeliaceae*,

Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data. *Annales Botanici Fennici*, 2014, vol. 51, no. 6, p. 345–371.

Wirth V. Zeigewerte von Flechten. *Scripta Geobotanica*, 1991, Bd. 18, p. 215–237.

Электронные ресурсы

Бязров Л.Г. Видовой состав лишенобиоты Московской области. Версия 2. 2009. URL: http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_msk.html (дата обращения 01.03.2020).

Подмосковье сегодня / Ежедневные новости: инфо-портал. ГАУ МО «Издательский дом «Подмосковье». URL: <https://mosregtoday.ru/archive> (дата обращения 01.03.2020).

Суслова Е.Г. Леса Московской области // Экосистемы: экология и динамика. 2018. Т. 3. № 1. С. 119–190. [Электронный журнал]. URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (дата обращения 01.03.2020).

Суслова Е.Г., Толышева Т.Ю., Русанов А.В., Румянцев В.Ю. Современное распространение некоторых редких и охраняемых лишайников в Московской области // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Том 1. № 1. С. 93–118. [Электронный журнал] URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (дата обращения 01.03.2020).

Экологические карты Москвы и Подмосковья. Портал-справочник «MWMoskva.ru». URL: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (дата обращения: 02.03.2020).

The World Air Quality Index project. Real-time monitoring. URL: <https://aqicn.org/city/moscow/> (дата обращения 01.03.2020).

Поступила в редакцию 04.03.2020

После доработки 06.06.2020

Принята к публикации 06.07.2020

Е.А. Aristarkhova¹, Е.Г. Suslova²,
S.M. Shadchinov³

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF BRYORIA SPECIES IN THE MOSCOW REGION

The analysis of thematic literature and herbariums of fruticose epigenous lichens of *Bryoria* genus from 186 points in the Moscow region showed that currently eight *Bryoria* species range in the Moscow region, mostly on spruce (*Picea abies*) branches, and sometimes on *Betula pendula* and *Salix caprea*. Healthy growth of *Bryoria* lichens in the region is only possible under a combination of microclimate and habitat factors, i. e. sufficiently high air humidity in the surface layer, minimum air pollution, absence of harmful pollutants and high PPM concentrations, particular types of plant community, preservation of old-growth forests, and suitable porophyte, or tree species, as a substrate.

Schemes in the article demonstrate locations with maximum numbers of *Bryoria* species finds per 100 km², as well as individual finds of the genus species within the study area. The maximum *Bryoria* diversity is in Mozhaysk, Klin, Ruza and Lotoshino districts. There are no large polluters there, and the air quality is high according to environment monitoring data, with the lowest levels of pollutants and dust particles. *Bryoria vrangiana*, *B. nadvornikiana*, *B. osteola* and *B. simplicior* are the rarest species of *Bryoria* in the Moscow region.

Bryoria species, especially the rarest ones, concentrate in the northwestern and northern parts of the region. The lichens are ecologically associated with damp and swampy spruce and spruce with birch and aspen old-growth forests and forest plantations, and the edge parts of transitory and raised forest bogs. Lichen thalluses sometimes reach maximum size (25 cm) within these habitats and are often found in large groups of two to three species. This fact indicates a favorable environmental situation in this part of the Moscow region.

All discovered *Bryoria* species are in the Red Book of the Moscow region and require protection and further investigation.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Biogeography Department, PhD student; e-mail: kattariss@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Biogeography Department, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: lena_susl@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Physical Geography and Landscape Science, PhD student; e-mail: shadchinov@yandex.ru

Key words: epigenous lichens, *Bryoria* species diversity, schematic maps, protection

Acknowledgments. The authors are sincerely grateful to the Verhovy Foundation for provided data, to T.U. Tolpisheva, DSc. in Biology (Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology), E.E. Muchnik, DSc. in Biology (Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences) and I.N. Urbanavichene, PhD. in Biology (Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences) for the assistance in classifying complicated samples. We also thank the staff of the Laboratory of lichenology and bryology, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, for the opportunity to work with the LE-L herbarium.

REFERENCES

- Annenskaya G.N., Zhuchkova V.K., Kalinina V.R., Mamaj I.I., Nizovtsev V.A., Khrustaleva M.A., Tsesel'chuk Yu.N. *Landschafty Moskovskoy oblasti i ih sovremennoe sostoyanie* [Landscapes of the Moscow region and their current state], Smolensk State University Publ., Smolensk, 1997, p. 296. (In Russian)
- Boluda C.G., Rico V.J., Divakar P.K., Nadyeina O., Myllys L., McMullin R.T., Zamora J.C., Scheidegger C., Hawksworth D.L. Evaluating methodologies for species delimitation: the mismatch between phenotypes and genotypes in lichenized fungi (*Bryoria* sect. *Implexae*, *Parmeliaceae*), *Persoonia* 42, 2019, p. 75–100.
- Chernyad'eva I.V. (Ed.), Kotkova V.M., Zemlyanskaya I.V., Novozhilov YU.K., Vlasenko A.V., Vlasenko V.A., Blagoveshchenskaya E.Yu., Georgieva M.L., Notov A.A., Gimel'brant D.E., Muchnik E.E., Urbanavichene I.N., Aristarkhova E.A., Bocharnikov M.V., Ismailov A.B. *Novye nahodki vodoroslej, gribov, lishajnikov i mohoobraznykh* [New finds of algae, fungi, lichens and bryophytes], *Novosti sistematiki nizshih rastenij*, 2018, vol. 52(1), p. 209–223. (In Russian)
- Dobson F.S. *Lichens*. An illustrated guide to the British and Irish species. England, 2011, 496 p.
- Elenkin A.A. *Flora lishajnikov Srednej Rossii. Chast' 1*. [Lichen Flora of Central Russia. Part 1], Yur'ev: tipografiya K. Mattisena Publ., 1906, 184 p. (In Russian)
- Golubkova N.S. *Flora lishajnikov Moskovskoy oblasti* [Lichen flora of the Moscow region], PhD Thesis in Biology, St Petersburg, Botanical institute of SSSR Academy Sciences, 1962, 102 p. (In Russian)
- Golubkova N.S. *Opredelitel' lishajnikov Rossii* [Determinant of lichens in Russia], vol. 6, St. Petersburg, 1996, p. 18–32. (In Russian)
- Golubkova N.S. *Opredelitel' lishajnikov Srednej polosy Evropejskoj chasti SSSR* [Determinant of lichens in the Middle zone of the European part of the USSR], Moscow–Leningrad, Nauka Publ., 1966, p. 256. (In Russian)
- Gorshkov V.V. [Influence of atmospheric pollution with sulfur oxides on epiphytic lichen cover of Northern taiga forests], *Lesnye ekosistemy i atmosfernoje zagryaznenie* [Forest ecosystems and atmospheric pollution], St. Petersburg, Nauka Publ., 1990, p. 144–159. (In Russian)
- Insarov G.E., Muchnik E.E., Insarova I.D. [Epiphytic lichens under air pollution in Moscow: methodology for long-term monitoring], *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of environment monitoring and ecosystem modeling], vol. 23, Moscow, Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology Publ., 2010, p. 277–296. (In Russian)
- Karstrom M. The project One step ahead – a presentation, *Svensk Bot. Tidskr.* 1992, vol. 86, no. 3, p. 103–114.
- Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti (izd. 2-e, dopoln. i pererabot.) [Red book of the Moscow region (2nd edition, updated and revised)], T.I. Varlygina, V.A. Zubakin, N.A. Sobolev (Eds.), Moscow, Tov. nauchnyh izdanij KMK Publ., 2008, 828 p. (In Russian)
- Krasnaya kniga Moskovskoy oblasti (izd. 3-e dopoln. i pererabot.) [Red book of the Moscow region (3rd edition, updated and revised)], T.I. Varlygina, V.A. Zubakin, N.B. Nikitskij, A.V. Sviridov, Moscow region, Verhov'e Publ., 2018, 810 p. (In Russian)
- Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii (*Rasteniya i griby*) [Red Book of the Russian Federation (Plants and fungi)], Moscow, Tov. nauchnyh izdanij KMK Publ., 2008, 855 p. (In Russian)
- Muchnik E.E., Blagoveshchenskaya E.Yu. *Materialy k izucheniyu lihenobioty zakaznika «Zvenigorodskaya biostanciya MGU i kar'er «Sima» (Moskovskaya oblast')* [Materials to the study of lichens of the reserve Zvenigorod biostation of MSU and quarries «Sima» (Moscow Region)], *Vestn. Tul'sk. gos. un-ta*, Tula St. Univ. Publ., 2019, p. 208–216. (In Russian)
- Muchnik E.E., Insarova I.D., Kazakova M.V. *Uchebnyj opredelitel' lishajnikov Srednej Rossii: uchebno-metodicheskoe posobie* [Training key to lichens of Central Russia: educational and methodological guide], S.A. Esenin Ryazan' St. Univ. Publ., Ryazan', 2011, 360 s. (In Russian)
- Myachkova N.A., Sorokina V.N. *Klimat Moskovskoy oblasti* [Climate of the Moscow region], Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 1991, 52 p. (In Russian)
- Myllys L., Velmala S., Holien H. *Bryoria // Nordic Lichen Flora*, vol. 4. *Parmeliaceae*, Thell A., Moberg R. (Eds.), 2011, p. 26–36.
- Notov A.A. *Nacional'nyj park «Zavidovo». Sosudistye rasteniya, mohoobraznye, lishajniki* [National Park «Zavidovo». Vascular plants, bryophytes, lichens]. V.I. Fertikov (Ed.), *Feder. sluzhba ohrany Ros. Federacii, Gos. kompleks «Zavidovo»*, Tver' St. Univ., Moscow, Delovoj mir Publ., 2010, 367 p. (In Russian)
- Notov A.A., Notov V.A., Fertikov V.I. *O rasprostranenii nekotorykh redkih i ohranyaemykh vidov lishajnikov v Moskovskoj chasti nacional'nogo parka «Zavidovo»* [About the distribution of some rare and protected species of lichens in the Moscow part of the Zavidovo National Park], *Vestn. Tver' gos. un-ta, Ser. «Biologiya i ekologiya»*, 2018, no. 1, p. 138–150. (In Russian)
- Ogureeva G.N., Miklyaeva I.M., Suslova E.G., Shvergunova L.V. *Rastitel'nost' Moskovskoy oblasti. Karta rastitel'nosti. Masshtab 1:200 000. Poyasnitel'nyj tekst i legenda k karte* [Vegetation of the Moscow region. Vegetation map. Scale 1:200 000. Explanatory text and legend for the map], Moscow, EKOR, 1996, 45 p. (In Russian)
- Pchylolkin A.V. [Distribution of epiphytic lichens in the Prioksko-Terrasny Reserve], *Ekosistemy Prioksko-Terrasnogo biosfernogo zapovednika* [Ecosystems of the Prioksko-Terrasny Reserve], Pushchino, «Biopress» Publ., 2005, p. 91–94. (In Russian)
- Petrov V.V. *Novaya skhema geobotanicheskogo rajonirovaniya Moskovskoy oblasti* [New scheme for geobotanical zoning of the Moscow region], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 6, Biologiya, pochvovedenie*, 1968, no. 5, p. 44–50. (In Russian)
- Rose F. *Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodland, Lichenology: Progress and problems*. London, New York: Acad. Press, 1976, vol. 8, p. 279–307.
- Tarasova V.N. *Struktura i dinamika mohovo-lishajnikovogo pokrova v srednetazhnykh lesah severo-zapada evropejskoj chasti Rossii* [The structure and dynamics of moss-lichen cover in the

middle taiga forests of the north-west of the European part of Russia], Extended Abstract of PhD Thesis in Biology, St. Petersburg, 2017, 46 p. (In Russian)

Tolpysheva T.Yu., Suslova E.G., Romyancev V.Yu. [Bryoria species within nature protection areas of the Moscow region], *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proc. of the Karelian Scientific Center of RAS] Karelian Scientific Center Publ., Petrozavodsk, 2017, no. 4, p. 72–80. (In Russian)

Velmalä S., Myllys L., Goward T., Holien H., Halonen P. Taxonomy of Bryoria section Implexae (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data. *Annales Botanici Fennici*, 2014, vol. 51, no. 6, p. 345–371.

Wirth V. Zeigewerte von Flechten, *Scripta Geobotanica*, 1991, Bd. 18, s. 215–237.

Web-sources

Byazrov L.G. Vidovoj sostav lihenobioty Moskovskoj oblasti [The species composition of Moscow region lichen biota], Version 2, 2009. (In Russian), URL: http://www.sevin.ru/laboratories/biazrov_msk.html (access date 01.03.2020).

Ekologicheskie karty Moskvy i Podmoskov'ya [Ecological maps of Moscow and Moscow region.], Portal-reference «MWMoskva.ru». (In Russian), URL: <https://mwmoskva.ru/ekologicheskaya-karta-moskvy.html> (access date 02.03.2020).

Podmoskov'e segodnya, info-portal [Info portal «Moscow region today»]. GAU MO «Izdatel'skij dom «Podmoskov'e». (In Russian), URL: <https://mosregtoday.ru/archive> (access date 01.03.2020).

Suslova E.G. Lesa Moskovskoj oblasti [Forests of the Moscow region], *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, 2018, vol. 3, no. 1, p. 119–190. (In Russian), URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (access date 01.03.2020).

Suslova E.G., Tolpysheva T.Yu., Rusanov A.V., Romyancev V.Yu. Sovremennoe rasprostranenie nekotoryh redkih i ohranyaemyh lishajnikov v Moskovskoj oblasti [The current distribution of some rare and protected lichens in the Moscow region], *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, 2017, vol. 1, no. 1, p. 93–118. (In Russian), URL: <http://www.ecosystemsdynamic.ru> (access date 01.03.2020).

The World Air Quality Index project. Real-time monitoring. URL: <https://aqicn.org/city/moscow/> (access date 01.03.2020).

Received 04.03.2020

Revised 06.06.2020

Accepted 06.07.2020