

РОМАН ВИКТОРОВИЧ ИГНАТЕНКО

аспирант кафедры ботаники и физиологии растений эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ocean-9@mail.ru

ВИКТОРИЯ НИКОЛАЕВНА ТАРАСОВА

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
vika18@sampo.ru

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА

ЛОБАРИЯ ЛЕГОЧНАЯ (*LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM.)

В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА*

Работа по изучению состояния популяции охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* в растительных сообществах Петрозаводского городского округа выполнена с помощью маршрутного метода. В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества, параметры деревьев и макроусловий. Для каждого таллома отмечали общую площадь, площадь некрозов (см^2) и функционально-возрастную группу. Анализ данных выполнен на основе описаний 196 талломов, растущих на 87 деревьях. Было установлено, что *L. pulmonaria* чаще всего встречается в ельниках черничных свежих (91 %), где заселяет преимущественно стволы живых осин (*Populus tremula*). Площадь талломов варьирует от 3 до 975 см^2 и в среднем составляет $87,7 \pm 8,5 \text{ см}^2$. Популяция вида в растительных сообществах Петрозаводского городского округа является неполночленной – в ней отсутствуют fertильные особи. 30 % функционально-возрастного спектра популяции представлены субсенильными и сенильными особями.

Ключевые слова: *Lobaria pulmonaria*, экология, таежные растительные сообщества, городские леса, Республика Карелия

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. – эпифитный широколопастной лишайник семейства *Lobariaceae*, внесен в Красные книги различных государств и субъектов, в том числе Российской Федерации (2008) и Республики Карелия (2007). Считается, что вид имеет сравнительно узкую экологическую приуроченность и характеризуется высокими требованиями к среде обитания [4], [5]. В настоящее время на территории европейской части России вид широко представлен только в Республике Карелия, в северной части Архангельской области и в Республике Коми [2], [7]. Краевая часть ареала заходит на территорию Мурманской области, но там лобария легочная встречается очень редко [7]. Наряду с этим имеются данные о высокой устойчивости вида к воздействию антропогенных факторов и отсутствии угрозы ему на территории Восточной Фенноскандии, в том числе и на территории Республики Карелия, где он широко распространен [2], [7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Петрозаводск – столица Республики Карелия, промышленный, транспортный и туристический центр Северо-Западного федерального округа России, расположен на юго-западном берегу Онежского озера (61°50' с. ш., 34°20' в. д.). Площадь Петрозаводского городского округа (ПетрГО) составляет 113,0 км^2 , население – 266,2 тысячи человек [1]. В пределах городской черты

сохранены крупные фрагменты естественной растительности, которые представлены в основном еловыми и сосновыми лесами. В настоящее время в ПетрГО площадь зеленых насаждений общего пользования составляет около 400 га. На территории городского округа находятся два природоохранных объекта: Ботанический сад ПетрГУ (367 га) и часть природного заказника «Заозерский» (400 га). В ПетрГО встречается 228 видов лишайников [8], в том числе лобария легочная.

Сбор материала проводился в вегетационные сезоны 2011–2012 годов в естественных растительных сообществах ПетрГО. Для изучения состояния популяции *L. pulmonaria* использован маршрутный метод. Маршруты разрабатывались предварительно по космическим снимкам лесных насаждений таким образом, чтобы максимально охватить территорию исследования и все типы растительных сообществ. Было исследовано 5 маршрутов («Кукковка», «Древлянка», «Томицы», «Радиозавод», «Ландшафтный заказник «Заозерский») общей протяженностью ~ 42 км. В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества: тип леса, сомкнутость крон (сквозистомером Ипатова), сумму площадей сечений стволов деревьев (полнотометром Биттерлиха); параметры деревьев: породу, возраст (возрастным буравом), высоту (климетром), диаметр ствола у основания и на высоте

130 см (рулеткой); параметры микроусловий: экспозицию ствола (компасом), высоту над землей (рулеткой), угол наклона поверхности ствола (горным компасом). Для каждого таллома при помощи рамки 25 × 25 см отмечали общую площадь и площадь некрозов (см^2), а также принадлежность к функционально-возрастной группе по методике И. Н. Михайловой [3]: стерильные, гипосоредиозные, мезосоредиозные, гиперсоредиозные, субсенильные, сенильные, фертильные.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В естественных растительных сообществах ПетрГО было обнаружено 196 экземпляров *L. pulmonaria*, растущих на 87 деревьях. Плотность популяции в среднем составляет 4,7 таллома на 1 км маршрута. Площадь таллома существенно варьирует – от 3,1 до 975 см^2 . Частотный анализ площади талломов показал, что распределение этого признака соответствует логнормальному, имеет четко выраженную левостороннюю асимметрию и островершинный эксцесс, что подтверждается высокими значениями коэффициентов асимметрии (3,9) и эксцесса (22,1) (рис. 1), а также существенными различиями в значе-

ниях средней арифметической – $87,7 \pm 8,5 \text{ см}^2$ и моды – 6,3. Таким образом, свыше 75 % всех талломов имеет небольшую площадь – от 3 до 115 см. Площадь некрозов изменяется от 0,1 до 50 см^2 , составляя в среднем $2,2 \pm 0,4 \text{ см}^2$. Доля талломов с некрозами возрастает с увеличением площади таллома: если среди образцов площадью от 3 до 115 см^2 49 % талломов были с некрозами, то в группе площадью 115,1–230 см^2 их уже 87 %, а среди талломов площадью свыше 230 см^2 эта величина достигает 100 %.

Лишайник на территории города распространен неравномерно. Наибольшее число талломов встречается в растительных сообществах микрорайонов Кукковка, Древлянка и ландшафтном заказнике «Заозерский» (рис. 2).

На территории исследования лишайник был обнаружен в лесных сообществах трех формаций: ельниках (черничных влажных, черничных свежих), осинниках и березняках (разнотравно-черничных) (таблица). Наибольшее число талломов (178, 94 %) встречается в ельниках черничных свежих с участием осины, вероятно, ввиду большей распространенности данного типа леса в пределах ПетрГО. Во вторичных лесах, восста-

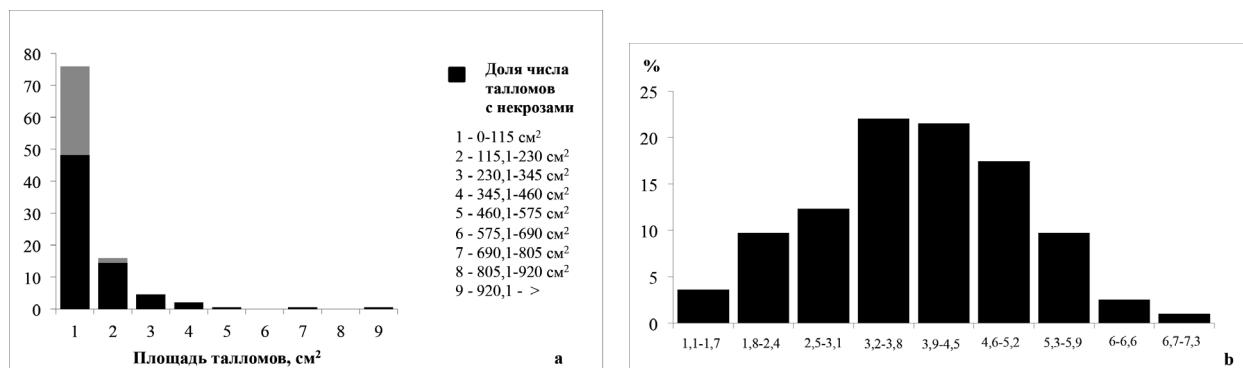


Рис. 1. Распределение числа талломов *L. pulmonaria* (%) по площади (a) и по натуральному логарифму площади (b)

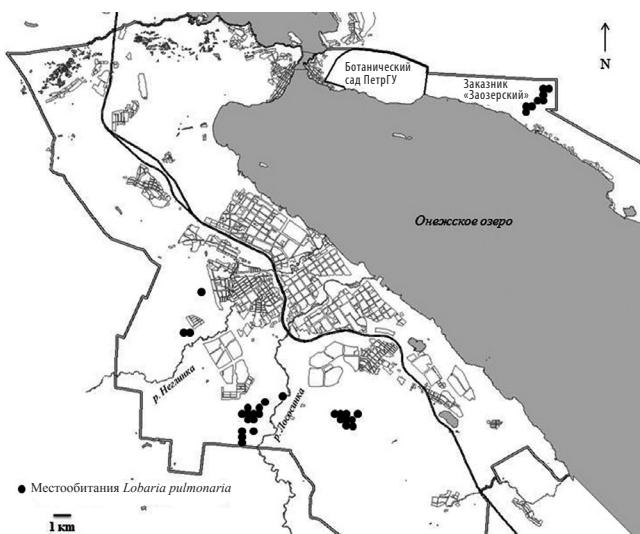


Рис. 2. Распространение *L. pulmonaria* в лесных сообществах Петрозаводского городского округа

Основные характеристики изученных сообществ

Тип леса	Формула древостоя	Сумма площадей сечения древостоя, м ² га ⁻¹	Доля участия осины в древостое, %	Сомкнутость крон, %	Число талломов лобарии легочной	Средняя площадь таллома, см ²
Ельник черничный влажный	4Е3ОС3Б	35	33	71	6	116 ± 44
Ельник черничный свежий	5Е4ОС1Б	22	31	53	178	78 ± 7
Осинник разнотравно-черничный	6ОС4Е	29	57	60	10	236 ± 88
Березняк разнотравно-черничный	6Б3С1Е	22	6	65	2	116 ± 102

навливающихся после нарушений, – осинниках и березняках – было обнаружено всего 10 (5 %) и 2 (1 %) таллома соответственно, что, вероятно, связано с отсутствием здесь подходящих условий для заселения и роста данного вида, прежде всего – старых деревьев осины.

Согласно литературным источникам, на территории средней подзоны тайги лобария легочная чаще всего встречается в травяных и травяно-черничных лесах [2], что подтверждает полученные данные.

В пределах ПетрГО лобария обитает на трех видах форофитов: на осине обыкновенной (*Populus tremula*) (в живом состоянии и в виде сухостоя и валежа), иве козьей (*Salix caprea*) и рябине обыкновенной (*Sorbus aucuparia*). Из 196 изученных талломов 186 (95 %) произрастали на осине, 8 (4 %) на иве и 2 (1 %) на рябине.

В подзоне средней тайги *L. pulmonaria* успешно осваивает производные леса возрастом 50 лет и более [2]. Возраст деревьев осины, на ко-

торых обитает данный вид в пределах ПетрГО, варьирует от 55 до 157 лет и в среднем составляет 99 лет. Подавляющее число талломов (68 %) обнаружено на деревьях возрастом от 71 до 102 лет (рис. 3а). Установлено, что с увеличением высоты дерева число талломов лишайника возрастает (рис. 3б). Вид обитает на деревьях с диаметром ствола от 14 до 54 см. 74 % талломов были обнаружены на деревьях диаметром от 27 до 49 см.

Таким образом, лобария легочная с большей вероятностью может быть найдена на стволах более старых осин с высокими значениями таксономических параметров.

Лишайник на территории ПетрГО обитает преимущественно на северных, северо-восточных и восточных экспозициях ствола, где обнаружено 70 % всех талломов (рис. 4).

Все изученные талломы лобарии были обнаружены исключительно на положительно наклоненных поверхностях стволов деревьев, ве-

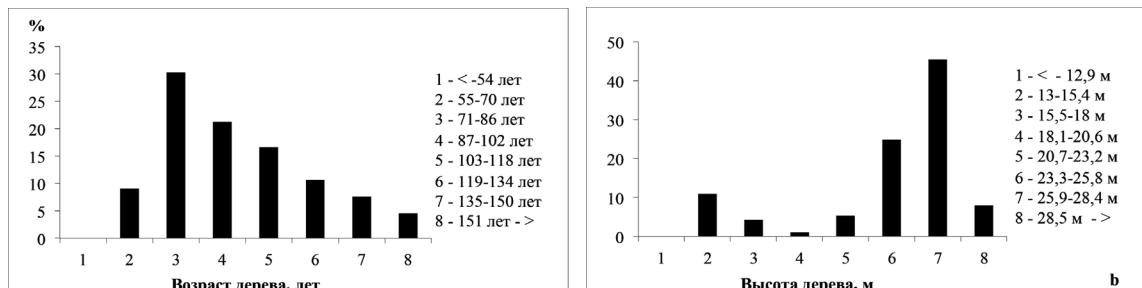


Рис. 3. Распределение числа талломов *L. pulmonaria* (%) на деревьях разного возраста (а) и разной высоты (б)

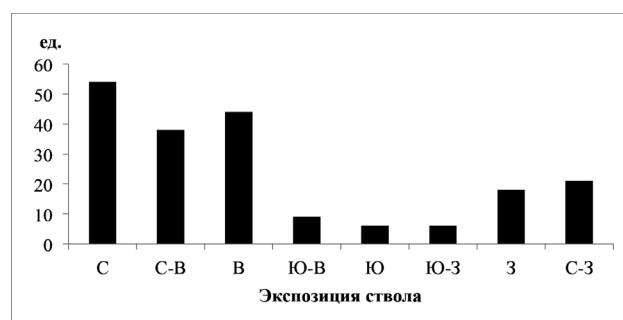


Рис. 4. Число талломов *L. pulmonaria* на разных экспозициях стволов деревьев

личина угла наклона которых варьировала от 0 до 36 градусов. Преобладание числа талломов лишайника на северной – восточной экспозициях и на положительно наклоненных поверхностях ствола характеризует *L. pulmonaria* как вид, требовательный к условиям увлажнения, так как угол наклона существенно влияет на изменение режима увлажнения ствола – отрицательные поверхности получают меньше влаги из атмосферы по сравнению с положительно наклоненными [6]. Также очевидно, что для успешного произрастания вида большое значение имеет отсутствие прямого солнечного света, чем обеспеченность теплом [2].

На стволах обследованных деревьев талломы лобарии обитают на высоте от 22 до 186 см от поверхности земли, большинство (63 %) талломов были обнаружены на высоте 60–140 см, в единичных случаях встречаются экземпляры, растущие выше 2 м (учету не подвергались). Очевидно, что *L. pulmonaria* предпочитает селиться выше уровня снежного покрова.

Кислотность корки осины на территории ПетрГО варьирует в пределах от 4,1 до 6,4. В месте обитания лобарии значения рН корки составляют в среднем 5,2 и значимо отличаются ($F = 8,45^{**}$, ОДА) от значений в местах, где она отсутствует ($pH_{cp} = 4,9$). Это подтверждает факт высокого требования лобарии к режиму увлажнения, косвенным показателем которого является величина рН. Из литературных источников известно, что более увлажненные участки ствола имеют более высокие значения рН [6].

В растительных сообществах ПетрГО были обнаружены все известные из литературы функци-

ционально-возрастные группы, кроме фертильной [3]. В популяционном спектре доминируют молодые группы талломов: стерильные (17 %), гипосоредиозные (23 %), мезосоредиозные (16 %), гиперсоредиозные (13 %). На долю старых разрушающихся особей из общего спектра приходится 31 %: субсенильных – 21 %, сенильных – 10 % (рис. 5).

Таким образом, популяция охраняемого лишайника *L. pulmonaria* на территории Петрозаводского городского округа является неполночленной, в ней отсутствуют фертильные особи.

L. pulmonaria на территории ПетрГО произрастает локально. Ее талломы не образуют больших скоплений на одном стволе дерева и в основном представлены единично. В связи с этим плотность популяции лишайника в ПетрГО достаточно низка. В популяционном спектре примерно треть занимают старые особи с высокой степенью некрозов и частичным разрушением талломов.

Территория ПетрГО является в своем роде уникальной вследствие наличия в его растительных сообществах редкого и охраняемого вида лишайника в Европе – *L. pulmonaria*. Но отсутствие коренных старовозрастных ельников, вырубка лесов в связи со строительством новых жилых микрорайонов, а также повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха в ПетрГО приводят к тому, что вид находится на грани своей экологической пластиности. Поэтому любые изменения условий, влияющих на произрастание вида, могут стать катастрофическими для продолжения существования лобарии легочной в растительных сообществах ПетрГО.

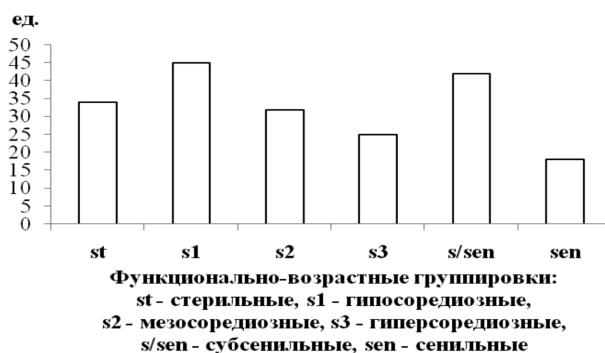


Рис. 5. Число талломов *L. pulmonaria*, относящихся к разным функционально-возрастным группировкам

* Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России (проект № 6.724.2014/к).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А н д р о с о в а В. И. Характеристика города Петрозаводск // Растения и лишайники города Петрозаводск (аннотированные списки видов). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. С. 8–12.
2. К р а в ч е н к о А. В., Ф а д е е в а М. А. Распространение и состояние лобарии легочной (*Lobaria pulmonaria*) на юго-востоке Фенноскандии // Международное совещание «Лишайники бореальных лесов» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 60–74.
3. М и х а и л о в а И. Н. Анализ субпопуляционных структур эпифитных лишайников (на примере *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачева. 2005. № 1. Вып. 9. С. 124–134.

4. Пыстиня Т. Н., Семенова Н. А. Некоторые аспекты изучения экологических особенностей лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. на европейском северо-востоке России // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2004. № 9 (38). С. 4–9.
5. Семенова Н. А. Некоторые характеристики деревьев-форофитов лишайника *Lobaria pulmonaria* в таежных лесах Республики Коми // Материалы докладов пятнадцатой Коми республиканской молодежной научной конференции: В 2 т. Т. 2: Одннадцатая молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии» (19–23 апреля 2004 г.). Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. С. 267–269.
6. Тарасова В. Н., Андросова В. И., Сонина А. В. Лишайники. Ч. 2. Физиология, экология, лихеноиндикация. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 268 с.
7. Фадеева М. А., Кравченко А. В. Влияние антропогенных факторов на охраняемый лишайник *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в краевой части ареала // Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения И. И. Спрыгина (Пенза, 13–16 мая 2008 г.) «Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения»: Материалы конференции. Ч. 1. Пенза: ПГПУ им. В. Г. Белинского, 2008. С. 405–406.
8. Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Teuvo Ahti. The present lichen flora of the city of Petrozavodsk // Folia Cryptog. Estonica. 2013. Vol. 50. P. 57–66.
9. Zoller S., Lutzoni F., Scheidegger C. Genetic variation within and among populations of the threatened lichen *Lobaria pulmonaria* in Switzerland and implications for its conservation // Molec. Ecol. 1999. Vol. 8. P. 2049–2059.

Ignatenko R. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Tarasova V. N., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

STATE OF THE POPULATION (*LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM.) IN THE PLANT COMMUNITIES OF THE PETROZAVODSK CITY DISTRICT

An observation of the protected *Lobaria pulmonaria* lichen population in the plant communities of the Petrozavodsk city district was accomplished by using a route method. Characteristics of the community, trees and microenvironment's parameters were registered in the habitat of these species. The total area, the necrosis area (cm^2), and the belonging to a functional age group were marked for each lichen thallus. The data analysis is based on the descriptions of 196 lichen thalli growing on 87 trees. It was established that *Lobaria pulmonaria* is most often found in fresh bilberry spruce forests (91 percent) where it inhabits mainly trunks of the living aspens (*Populus tremula*). The area of *Lobaria pulmonaria* thalli varies from $3,1 \text{ cm}^2$ to 975 cm^2 , what makes an average area of $87,7 \pm 8,5 \text{ cm}^2$. The species population in the plant communities of the Petrozavodsk city district is not fully-membered, as there are no fertile species. 30 percent of the population's functional age spectrum is presented by the subsenile and senile species.

Key words: *Lobaria pulmonaria*, ecology, taiga plant communities, city forests, Republic of Karelia

REFERENCES

1. Androsova V. I. Characteristic of the city of Petrozavodsk [Kharakteristika goroda Petrozavodsk]. *Rasteniya i lishayniki goroda Petrozavodsk (annotirovannye spiski vidov)* [Plants and lichens of the city of Petrozavodsk (annotated lists of species)]. Petrozavodsk, PetrSU Publ., 2010. P. 8–12.
2. Kravchenko A. V., Fadeeva M. A. Distribution and condition of *Lobaria pulmonaria* in the South-East Fennoscandia [Rasprostranenie i sostoyanie lobarii legochnoy (*Lobaria pulmonaria*) na yugo-vostoke Fennoskandii]. *Mezhdunarodnoe soveshchanie "Lishayniki boreal'nykh lesov" i Chetvertaya rossiyiskaya polevaya likhenologicheskaya shkola* [The International Conference "Lichens of the Boreal Forests" and the Fourth Russian field school to study the lichens]. Syktyvkar, Institute of Biology, Komi Science Centre UrO RAN Publ., 2008. P. 60–74.
3. Mikhaylova I. N. The analysis of the subpopulation structures of the epiphytic lichens (the case of *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) [Analiz subpopulyatsionnykh struktur epifitnykh lishaynikov (na primere *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.)]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobacheva* [Newsletter of the Nizhny Novgorod University of N. I. Lobachev]. 2005. № 1. Issue 9. P. 124–134.
4. Pystina T. N., Semenova N. A. Some aspects of studying ecological features of *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. lichen in the European Northeast of Russia [Nekotorye aspekty izucheniya ekologicheskikh osobennostey lishaynika *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. na evropeyskom severo-vostoke Rossii]. *Vestnik Instituta biologii Komi NTs UrO RAN* [Newsletter of the Institute of Biology of Komi NTs OURO RAHN]. 2004. № 9 (38). P. 4–9.
5. Semenova N. A. Some characteristics of the phorophyte trees of *Lobaria pulmonaria* lichen in the taiga woods of the Komi Republic [Nekotorye kharakteristiki derev'ev-forofitov lishaynika *Lobaria pulmonaria* v taehnykh lesakh Respubliki Komi]. *Materialy dokladov pyatnadtsatoy Komi respublikanskoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii: V2t. T. 2: Odinnadtsataya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya Instituta biologii Komi NTs UrO RAN "Aktual'nye problemy biologii i ekologii"* [Reports of the 15th Komi Republican Youth Scientific Conference: In 2 volumes]. 11th Youth Scientific Conference of the Institute of Biology of Komi Scientific Center of the Ural Department of the Russian Academy of Sciences "Current Problems of Biology and Ecology". Syktyvkar, 2004. Vol. 2. P. 267–269.
6. Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I. *Lishayniki. Chast' 2. Fiziologiya, ekologiya, likhenoindikatsiya* [Lichens. Part 2. Physiology, ecology, lichen indication]. Petrozavodsk, PetrSU Publ., 2012. 268 p.
7. Fadeeva M. A., Kravchenko A. V. Influence of anthropogenic factors on protected *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. lichen in regional part of an area [Vliyanie antropogennykh faktorov na okhranyaemyy lishaynik *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. v kraevoy chasti areala]. *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya, posvyashchennaya 135-letiyu so dnya rozhdeniya I. I. Sprygina "Bioraznoobrazie: problemy i perspektivy sokhraneniya"* [The International Scientific Conference devoted to the 135th anniversary of I. I. Sprygin's birth "Biodiversity: Problems and Prospects of Conservation"]. Penza, 2008. Part 1. P. 405–406.
8. Tarasova V. N., Sonina A. V., Androsova V. I., Teuvo Ahti. The present lichen flora of the city of Petrozavodsk // Folia Cryptog. Estonica. 2013. Vol. 50. P. 57–66.
9. Zoller S., Lutzoni F., Scheidegger C. Genetic variation within and among populations of the threatened lichen *Lobaria pulmonaria* in Switzerland and implications for its conservation // Molec. Ecol. 1999. Vol. 8. P. 2049–2059.