

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 ПОПУЛЯЦИЙ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ*

Выполнена оценка состояния популяций охраняемого лишайника *Lobaria pulmonaria* в растительных сообществах южной Карелии в разных условиях антропогенной нагрузки: Петрозаводский городской округ (сильная), заказник «Заозерский» (средняя), заповедник «Кивач» (слабая). В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества, параметры деревьев и микроусловий. Для каждого таллома отмечали общую площадь, площадь некрозов (см^2) и принадлежность к функционально-возрастной группе. Работа выполнена на основе анализа 343 талломов, растущих на 101 дереве (69 – в ПетрГО, 127 – в заказнике, 147 – в заповеднике). Показано, что с увеличением антропогенной нагрузки снижается количество форофитов и плотность популяции, увеличивается площадь талломов и площадь некрозов, в популяционном спектре возрастает доля сенильных и субсенильных особей.

Ключевые слова: *Lobaria pulmonaria*, экология, таежные растительные сообщества, южная Карелия, антропогенная нагрузка, заповедник «Кивач», городские леса

Стремительные темпы роста городов, строительство автотрасс и промышленных объектов, сведение коренных лесов и другое воздействие на окружающую среду зачастую приводят к уничтожению многих видов растений и животных. Одной из наиболее уязвимых групп организмов являются лишайники. Многие виды не возобновляются в местах, где имели место серьезные антропогенные трансформации [9]. Несмотря на это, существуют городские территории, например Петрозаводский городской округ (ПетрГО), в растительных сообществах которого произрастает редкий и охраняемый в Европе и России вид лишайника *Lobaria pulmonaria* [8].

Лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Lobariaceae*, *Ascomycotina*) – эпифитный листоватый макролишайник с обширным ареалом, охватывающим территории Европы, Азии (Корея, Китай, Япония), Африки и Северной Америки [3], [13]. Однако с середины XX века в Западной Европе вид находится под угрозой исчезновения [11], [17], [18]. Основную угрозу виду представляют уничтожение старовозрастных лесов и глобальное аэротехногенное загрязнение воздуха [17].

На территории Российской Федерации лобария легочная произрастает спорадически в ев-

ропейской части, на Северном и Среднем Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке (на Камчатке и о. Сахалин, в Приморском и Хабаровском краях). Несмотря на то что вид занесен в Красные книги различного ранга (Российской Федерации (2008), Восточной Фенноскандии (1998), Республики Карелия (2007) и др.), существует мнение об отсутствии реальной угрозы виду на территории Республики Карелия и о том, что никаких особых мер по его сохранению в настоящее время и в ближайшем будущем не требуется [10]. Таким образом, на данный момент остро стоит вопрос о статусе охраны лобарии легочной в Красной книге Республики Карелия и мерах по сохранению вида в данном регионе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на территории южной Карелии в лесных сообществах подзоны средней тайги, отличающихся уровнем антропогенной нагрузки: естественные городские леса, примыкающие к жилой застройке Петрозаводска (ПетрГО); заказника «Заозерский», граничащие с городским округом; заповедника «Кивач», находящиеся в 60 км к северу от Петрозаводска и не испытывающие прямого антропогенного воздействия (рис. 1).

Петрозаводск – столица Республики Карелия, промышленный, транспортный и туристический центр, крупнейший город Северо-Западного федерального округа России, расположен на юго-западном берегу Онежского озера ($61^{\circ}50'$ с. ш., $34^{\circ}20'$ в. д.) [1]. Площадь города – 113,0 км²; население – 266,2 тыс. человек [5]. Естественные зеленые насаждения ПетрГО представлены в основном лесными массивами (ельниками, сосняками, осинниками), площадь которых составляет ~6933,3 га. На территории округа находятся два природоохранных объекта: Ботанический сад ПетрГУ (367 га) и часть природного заказника «Заозерский» (400 га).

Ландшафтный заказник «Заозерский» (площадь 2700 га, основан в 1991 году) расположен на западном берегу Онежского озера, полуострове Бараний Берег. В структуре лесного покрова заказника преобладают еловые и сосновые леса, доля которых примерно одинакова. Березняки и ольшанники занимают около 9 % лесной площади [2].

Государственный природный заповедник «Кивач» ($62^{\circ}20'$ с. ш., $34^{\circ}00'$ в. д.) располагается в северо-западной части Заонежского полуострова. Заповедник (площадь 10,45 тыс. га, основан в 1931 году) представляет собой лесной массив протяженностью 12 км с севера на юг, 14 км с запада на восток, ограниченный озерами. Леса занимают около 90 % его территории. Преоблада-

ют хвойные насаждения, при этом сосновые леса составляют 42 %, еловые – 32 %, лиственные – 7 % от площади заповедника [16].

Для изучения состояния популяции *L. pulmonaria* использован маршрутный метод. Маршруты разрабатывались предварительно по космическим снимкам лесных сообществ таким образом, чтобы максимально охватить территорию ПетрГО и все типы растительных сообществ. Было исследовано 6 маршрутов: 4 маршрута в лесах ПетрГО (общая протяженность ~39 км); один маршрут в заказнике «Заозерский» (3 км); один маршрут в центральной части заповедника «Кивач» (1,5 км). В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества: тип леса, сомкнутость крон (сквозистомером Ипатова), сумму площадей сечений стволов деревьев (полнотомером Биттерлиха); параметры деревьев: породу, возраст (возрастным буравом), высоту (эклиметром), диаметр ствола у основания и на высоте 130 см (рулеткой); параметры микроклиматических условий: 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 (см²), а также принадлежность к функционально-возрастной группе по методике И. Н. Михайловой (2005): стерильные, гипосоредиозные, мезосоредиозные, гиперсоредиозные, фертильные, субсенильные, сенильные. Статистическая обработка результатов выполнена на основе регрессионного и однофакторного дисперсионного анализа [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на основе анализа 343 талломов лобарии легочной, растущих на 101 дереве (69 – в ПетрГО, 127 – в заказнике, 147 – в заповеднике). Было установлено, что на территории ПетрГО *L. pulmonaria* встречается в лесных сообществах трех формаций: ельниках (черничных влажных, черничных свежих), а также во вторичных лесах – осинниках и березняках (разнотравно-черничных) (табл. 1). Наибольшее число талломов (51; 74 %) встречается в ельниках черничных свежих с участием осины. В осинниках и березняках было обнаружено всего 10 (14 %) и 2 (3 %) таллома соответственно, что, вероятно, связано с отсутствием здесь подходящих условий для заселения и роста данного вида, прежде всего старых деревьев осины. В растительных сообществах ландшафтного заказника «Заозерский» все 127 талломов *L. pulmonaria* были обнаружены в ельниках черничных свежих. В заповеднике «Кивач» вид обитает в четырех типах сообществ, 3 из которых относятся к ельникам,

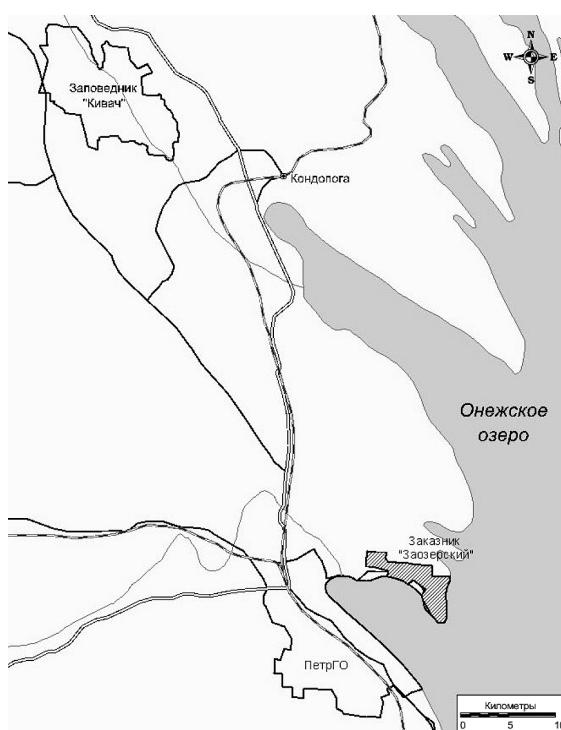


Рис. 1. Районы исследования популяций лишайника *L. pulmonaria*

Основные характеристики изученных сообществ

Таблица 1

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
г. Петрозаводск						
Ельник черничный влажный	4Е3О3Б	40	29	71	6	116 ± 44
Ельник черничный свежий	4Е4О2Б	21	41	48	51	102 ± 20
Осинник разнотравно-черничный	6О4Е	30	55	60	10	236 ± 88
Березняк разнотравно-черничный	5Б3С1Е1О	24	10	65	2	116 ± 102
Заказник «Заозерский»						
Ельник черничный свежий	5Е3О1Б1С	23	27	55	127	68 ± 6
Заповедник «Кивач»						
Ельник кисличный	6Е3О1Б	21	33	65	46	76 ± 24
Ельник черничный влажный	9Е1Б	23	4	40	16	92 ± 53
Ельник черничный свежий	7Е2О1Б	24	21	40	54	32 ± 5
Осинник разнотравно-черничный	5Е3О1Б1И	14	30	45	31	83 ± 30

1 – к осинникам. Наибольшее число талломов было обнаружено в ельниках черничных свежих (54; 37 %) и ельниках кисличных (46; 31 %), наименьшее – в ельниках черничных влажных (16; 11 %). Последнее, вероятно, объясняется меньшей долей участия осины в древостое. Во вторичных лесах, восстанавливающихся после нарушений, – осинниках, несмотря на значительное участие осины в древостое, было обнаружено меньше талломов (31; 21 %), чем в еловых сообществах. Возраст изученных лесов ПетрГО составляет ~ 90–110 лет, заказника «Заозерский» ~140–160 лет, заповедника «Кивач» ~180–200 лет.

Согласно литературным источникам, в средней подзоне тайги лобария легочная чаще все-

го встречается в травяных и травяно-черничных лесах [10], что подтверждает полученные данные.

Установлено, что с увеличением антропогенной нагрузки снижается разнообразие фо-рофитов, на которых обитает лобария (табл. 2). В растительных сообществах ПетрГО лишайник растет только на осине (*Populus tremula*), на территории заказника – на осине (*Populus tremula*), рябине (*Sorbus aucuparia*) и иве (*Salix caprea*), в заповеднике «Кивач» – к перечисленным фо-рофитам добавляется береза (*Betula* sp.). Кроме того, лобария обитает как на корке, так и дре-весине мертвых деревьев: сухостое (в ПетрГО и заповеднике) и валеже осины (в заказнике и за-

Субстраты *L. pulmonaria* в районах исследования

Таблица 2

Район исследования	Субстрат	Число стволов	Число талломов	Средняя площадь талломов, см ²
ПетрГО	<i>Populus tremula</i> (живая)	41	67	125,6 ± 21,1
	<i>Populus tremula</i> (сухостой)	2	2	103,1 ± 3,1
Заказник «Заозерский»	<i>Populus tremula</i> (живая)	39	113	68,6 ± 6,9
	<i>Populus tremula</i> (валеж)	1	4	50 ± 13,5
Заповедник «Кивач»	<i>Salix caprea</i> (живая)	1	8	48,8 ± 22,1
	<i>Sorbus aucuparia</i> (живая)	1	2	146,9 ± 46,9
	<i>Populus tremula</i> (живая)	8	85	65,8 ± 16,4
	<i>Populus tremula</i> (валеж)	1	4	5,5 ± 0,8
	<i>Populus tremula</i> (сухостой)	1	21	70,5 ± 27,2
	<i>Salix caprea</i> (живая)	1	8	178,5 ± 94,7
	<i>Salix caprea</i> (валеж)	1	12	6,6 ± 1,4
	<i>Sorbus aucuparia</i> (живая)	1	11	99,1 ± 39,2
	<i>Betula</i> sp. (живая)	1	6	20,8 ± 5,1

поведнике), валеже ивы (в заповеднике). Во всех исследуемых растительных сообществах лобария легочная чаще всего встречалась на осине: в ПетрГО на этом форофите обитали 69 (100 %) талломов, заказнике «Заозерский» – 117 (92 %), заповеднике «Кивач» – 110 (75 %).

Полученные данные совпадают с литературными, из которых известно, что в таежных экосистемах европейской части России (Костромская область, Республика Карелия, Республика Коми) лобария легочная заселяет многие породы деревьев, но в качестве основного ее форофита выступает осина [6], [10], [14].

Возраст деревьев осины, на которых обитает *L. pulmonaria*, варьирует от 66 до 151 года в пределах ПетрГО, 55–157 лет – в заказнике и 95–175 лет – в заповеднике. Средний возраст осины с лобарией в первых двух районах исследования практически совпадает и составляет ~100 лет, в заповеднике он повышается до 142 лет. Таким образом, талломы *L. pulmonaria* могут быть обнаружены с большой вероятностью на стволах старых деревьев, чем на молодых. Скорее всего, это объясняется требованиями данного вида к условиям местообитания (прежде всего – к повышенной влажности и, вероятно, к структуре поверхностных тканей ствола), а также увеличением времени, достаточного для заселения и роста талломов на деревьях более старшего возраста.

На положительную связь количественных показателей лобарии с возрастом форофита указывают и другие исследователи. Так, в растительных сообществах Республики Коми молодые талломы *L. pulmonaria* начинают заселять деревья осины, достигшие возраста 70–80 лет [15]. В подзоне средней тайги Республики Карелия *L. pulmonaria* успешно осваивает производные леса возраста 50 и более лет [10].

Лишайник на территории ПетрГО (рис. 2а) и в заказнике «Заозерский» (рис. 2б) обитает преимущественно на северных, северо-восточных и восточных экспозициях ствола, где обна-

ружено 75 % и 66 % талломов соответственно. Это подтверждает факт того, что для успешного произрастания вида большее значение имеет отсутствие прямого солнечного света, чем обеспеченность теплом [10]. В заповеднике «Кивач» наблюдается более равномерное распределение талломов по отношению к сторонам света (рис. 2с), что объясняется более выровненными условиями влажности и освещенности под пологом лесных сообществ, близких к малонарушенным.

Плотность популяции лобарии легочной в растительных сообществах ПетрГО составляет 1,8 таллома на 1 км маршрута, в заказнике – 42,3, в заповеднике – 98. Величина площади таллома наиболее широко варьирует в заповеднике – от 1 до 1100 см² (рис. 3а); в ПетрГО этот диапазон составляет 3–975 см², в заказнике 3–405 см². Свыше 38 % всех талломов в ПетрГО, 57 % в заказнике и 72 % в заповеднике имеют небольшую площадь – от 0 до 50 см².

Средняя площадь (рис. 4а) и площадь некрозов (рис. 4б) талломов в растительных сообществах ПетрГО значимо выше (123 см², 26 см² соответственно), чем в заказнике (68 см², 8 см²) и заповеднике (67 см², 5 см²).

Частотный анализ площади талломов (рис. 3б) показал, что распределение этого признака соответствует логнормальному. В ПетрГО и заказнике значения площади талломов распределены с левосторонней, а в заповеднике – с правосторонней асимметрией, что объясняется преобладанием в последнем популяции молодых некрупных талломов. В лесных сообществах ПетрГО и заказника также преобладают молодые особи, однако доля старых крупных талломов намного выше, чем в заповеднике. Во всех районах исследования вершина кривой распределения сильно поднимается и заостряется, что указывает на положительный эксцесс. Полученные данные подтверждают тем, что коэффициенты асимметрии и эксцесса в ПетрГО (9,35; 17,16 соответственно), в заказнике (8,19; 8,27) и заповеднике (24,33; 67,55) значимо

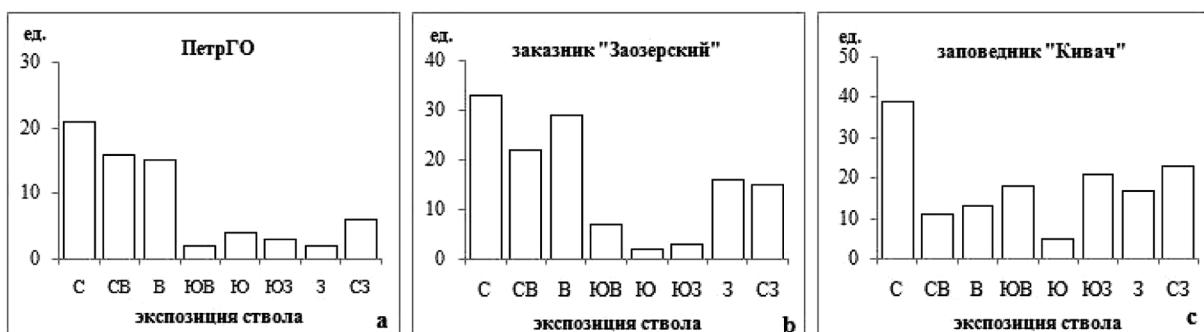


Рис. 2. Число талломов *L. pulmonaria* на стволах осины на разных экспозициях по отношению к сторонам света в трех районах исследования

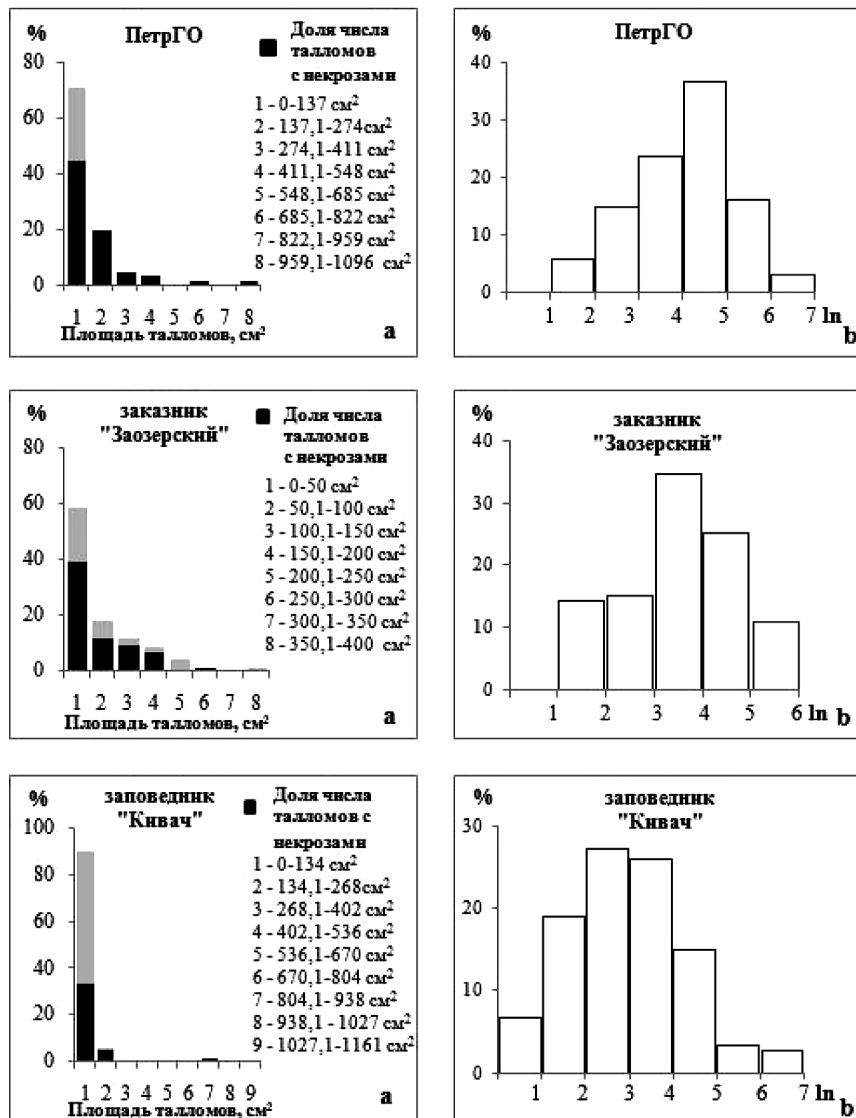


Рис. 3. Распределение числа талломов *L. pulmonaria* (%) по площади (а) и по натуральному логарифму площади (б) в разных местообитаниях

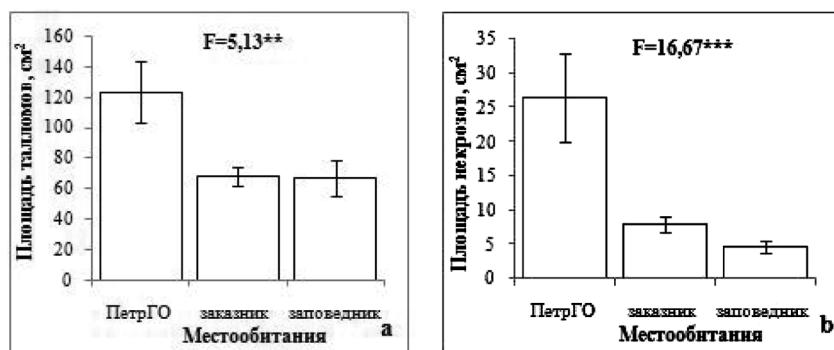


Рис. 4. Средняя площадь (а) и площадь некрозов (б) талломов *L. pulmonaria* в разных местообитаниях

отличаются от нуля (табличное значение критерия Стьюдента составляет $T(0,05; 69) = 1,99$; $T(0,05; 127) = 1,96$; $T(0,05; 147) = 1,96$ соответственно).

Изучение популяционной структуры показало, что популяция лобарии в растительных сообществах ПетрГО является неполночленной, в ней отсутствуют фертильные талломы, преоб-

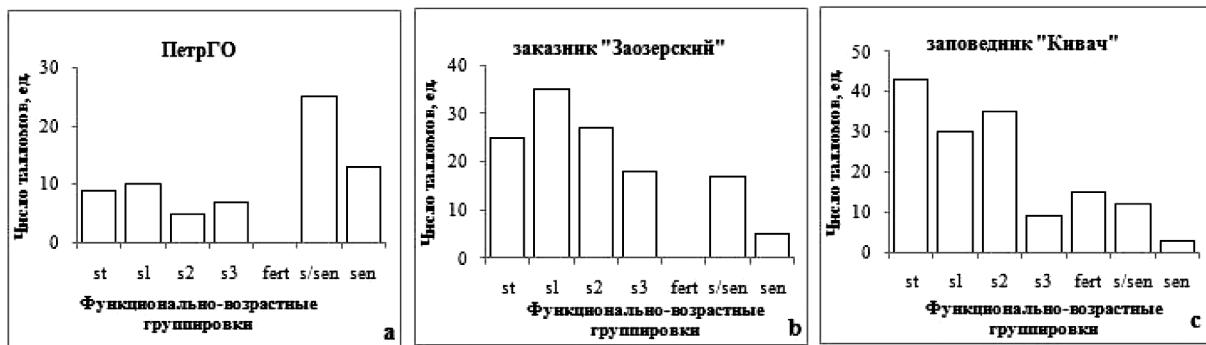


Рис. 5. Число талломов *L. pulmonaria*, относящихся к разным функционально-возрастным группировкам, в разных местах обитания

ладают субсенильные (36 %) и сенильные (19 %) особи (рис. 5а). В заказнике были обнаружены все функционально-возрастные группы, кроме фертильной. В составе популяции возрастает доля молодых талломов (стерильных 25 %, гипосоредиозных 27 %), сокращается доля субсенильных (13 %) и сенильных (4 %) (рис. 5б).

В заповеднике «Кивач» лобария легочная формирует полночленную популяцию с преобладанием молодых талломов – стерильных (29 %), гипосоредиозных (24 %) и мезосоредиозных (20 %) с минимальной долей субсенильных (8 %) и сенильных (2 %) особей, 10 % талломов являются фертильными (рис. 5с).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

L. pulmonaria на территории ПетрГО произрастает локально и только на одном виде форофита – осине обыкновенной. 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. Популяционный спектр является неполночленным, больше половины занимают старые особи с высокой степенью некрозов и частичным разрушением талломов.

Отсутствие коренных старовозрастных ельников, вырубка лесов в связи со строительством новых жилых микрорайонов, а также загрязнение атмосферного воздуха в ПетрГО [4] приводят к тому, что вид, по-видимому, находится на грани своей экологической пластичности. Поэтому любые изменения условий, влияющих на произрастание вида, могут стать катастрофическими для продолжения существования лобарии легочной в растительных сообществах ПетрГО [8].

В растительных сообществах заказника «Заозерский» лобария произрастает на разных видах форофитов. В популяционном спектре, в отличие от города, возрастает количество молодых талломов, снижается доля субсенильных и сенильных особей, увеличивается плотность популяции. Но

при этом в популяционном спектре отсутствуют фертильные особи, 65 % талломов имеют некротические образования.

На территории заповедника «Кивач» обследованная популяция вида *L. pulmonaria* обладает высокой плотностью, широко распространена в зрелых еловых сообществах с участием старых деревьев осины. Изученная популяция лобарии легочной является полночленной, в ней присутствуют фертильные особи, она обладает хорошим потенциалом для дальнейшего развития и успешного существования на изученной территории [19].

Таким образом, для оценки состояния *L. pulmonaria* в различных растительных сообществах данных только о числе талломов и их размерах недостаточно. Анализ популяционной структуры на основе построения спектра числа талломов, относящихся к разным функционально-возрастным группировкам, позволяет наиболее точно определить текущее состояние вида и сделать выводы о его перспективах развития в будущем.

Популяция лобарии в пригородных лесах Петрозаводска находится под угрозой исчезновения. В связи с этим данные лесные массивы (микрорайоны Древлянка и Кукковка) при планировании развития города рекомендованы к сохранению. Такие меры, возможно, позволят сохранить популяцию охраняемого лишайника *L. pulmonaria*, а также растительные сообщества, которые на данный момент служат в качестве ядер экологического каркаса города [12].

Выражаем благодарность сотруднику Лаборатории экологической физиологии растений Института биологии КарНЦ РАН А. А. Игнатенко, Региональной общественной природоохранной организации «СПОК» за помощь в сборе полевого материала, а также ведущему специалисту Национального парка «Водлозерский» М. А. Шредерс за помощь в подготовке картографического материала.

* 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. А н т о н о в а Р. Ф., Г о р л о в В. И., И ц е к с о н С. М., П о т а х и н С. Б., С е м е н о в В. Н., Ш е л е х о в А. М. Природные особенности и функциональное зонирование ландшафтного заказника «Заозерский» (Южная Карелия) // География и природные ресурсы. 1994. № 3. С. 107–112.
3. Г о л о в о к Т. К., Д а л ь к э И. В., З а х о ж и й И. Г., М а л ы ш е в Р. В., Ш е л я к и н М. А., Т а б а л е н к о в а Г. Н., Д ы м о в а О. В. Экофизиология листового лишайника *Lobaria pulmonaria* в среднетаежной зоне на европейском северо-востоке России // Лихенология в России: актуальные проблемы и перспективы исследований: Программа и труды Второй Международной конференции, посвященной 300-летию Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН и 100-летию Института споровых растений (Санкт-Петербург, 5–8 ноября 2014 г.). СПб., 2014. С. 69–74.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2013 году / Министерство по природопользованию и экологии Республики Карелия. Петрозаводск, 2014. 300 с.
5. Демографический ежегодник Республики Карелия: Стат. сб. / Карелиястат. Петрозаводск, 2007. 88 с.
6. И в а н о в а Н. В., Н е м ч и н о в а А. В., Г р о з о в с к и й С. А. Перспективы существования популяций *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в различных типах лесных сообществ Костромской области // Вестник КГУ им. Н. А. Некрасова. 2011. № 1. С. 7–10.
7. И в а н т е р Э. В., К о р о с о в А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.
8. И г н а т е н к о Р. В., Т а р а с о в а В. Н. Состояние популяции охраняемого лишайника лобария легочная (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) в растительных сообществах Петрозаводского городского округа // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 8 (145). Т. 2. С. 26–30.
9. И с т о м и н а Н. Б. Использование метода трансплантации для восстановления численности лишайников *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. (Stictaceae) в Европейской части России // Флора лишайников России: состояние и перспективы исследований: Труды международного совещания, посвященного 120-летию со дня рождения Всеволода Павловича Савича. СПб., 2006. С. 112–116.
10. 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 boreальных лесов» и Четвертая российская полевая лихенологическая школа. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 60–74.
11. М и х а й 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.
12. П о д г о р н а я М. Н., Т а р а с о в а В. Н., М а р к о в с к а я Н. В., М а р к о в с к а я Е. Ф. Ценные лесные территории Петрозаводского городского округа // Принципы экологии. 2013. № 1. С. 51–60.
13. П о т а ш е в а М. А., К р а в ч е н к о А. В. Охраняемый лишайник лобария легочная в национальном парке «Водлозерский»: распространение и приуроченность // Природное и культурное наследие Водлозерского национального парка. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. С. 151–156.
14. П ы с т и н а Т. Н., С е м е н о в а Н. А. Экологические особенности лишайника *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) в Республике Коми // Ботанический журнал. 2009. Т. 94. № 1. С. 48–58.
15. С е м е н о в а 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. Одиннадцатая молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2004. Т. 2. С. 267–269.
16. Х е р м а н с с о н Я.-О., Т а р а с о в а В. Н., С т е п а н о в а В. И., С о н и н а А. В. Анализ лихенофлоры заповедника «Кивач» (Южная Карелия) // Труды Первой Российской лихенологической школы, Апатиты (6–12 августа 2000 г.). Петрозаводск, 2001. С. 251–264.
17. G a u s l a a Y. The Lobariion, an epiphytic community of ancient forests threatened by acid rain // Lichenologist. 1995. № 27. P. 59–76.
18. S c h e i d e g g e r C., B i l o v i t z P. O., W e r t h S., W i d m e r I., M a y r h o f e r H. Hitchhiking with forests: population genetics of the epiphytic lichen *Lobaria pulmonaria* in primeval and managed forests in southeastern Europe // Ecology and Evolution. 2012. Vol. 2(9). P. 2223–2240.
19. Z o l l e r S., L u t z o n i F., S c h e i d e g g e r 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)

POPULATION OF THREATENED LICHEN *LOBARIA PULMONARIA* (L.) HOFFM. IN FOREST COMMUNITIES OF SOUTH KARELIA AT DIFFERENT LEVELS OF ANTHROPOGENIC LOAD

In the present study, the status of populations of threatened species *Lobaria pulmonaria* found in forest communities of southern Karelia was evaluated at different levels of anthropogenic load: Petrozavodsk city (strong), the Nature reserve “Zaozerskii” (medium), and the Nature reserve “Kivach” (weak). In the habitats of the species in focus, characteristics of the communities, parameters of the trees and microenvironment were registered. For each lichen thallus the following values were assessed: the total area, the area of necrosis and affiliation with the functional-age group. The study was carried out on the basis of the analysis of 343 thalli growing on 101 trees (69 – from Petrozavodsk, 127 – from “Zaozerskii”, 147 – from “Kivach”). According to the results of the study, with the increase of anthropogenic load the number of forophytes and the density of population reduce, the area of thalli, the area of thalli necrosis as well as the proportion of senile and subsenile individuals in the spectrum of the population increase.

Key words: *Lobaria pulmonaria*, ecology, boreal forest communities, south Karelia, anthropogenic load, Nature reserve “Kivach”, urban forests

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 (the annotated lists of species)]. Petrozavodsk, PetrSU Publ., 2010. P. 8–12.
2. Antonova R. F., Gorlov V. I., Itsekson S. M., Potakhin S. B., Semenov V. N., Shelekhov A. M. Natural features and functional zoning of the landscape reserve “Zaozerskii” (South Karelia) [Prirodnye osobennosti i funktsional’noe zonirovanie landshaftnogo zakaznika “Zaozerskii” (Yuzhnaya Kareliya)]. *Geografiya i prirodnye resursy*. 1994. № 3. P. 107–112.
3. Golovko T. K., Dal’ke I. V., Zakhozhiy I. G., Malyshев R. V., Shelyakin M. A., Tabalenkova G. N., Dimova O. V. Ecophysiology of foliated lichen *Lobaria pulmonaria* the average taiga zone on the European northeast of Russia [Ekofiziologiya listovatogo lishaynika *Lobaria pulmonaria* v srednetaezhnoy zone na evropeyskom severo-vostoke Rossii]. *Likhenologiya v Rossii: aktual’nye problemy i perspektivy issledovaniy: Programma i trudy Vtoroy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 300-letiyu Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova RAN i 100-letiyu Instituta sporovykh rasteniy (Sankt-Peterburg, 5–8 noyabrya 2014 g.)*. St. Petersburg, 2014. P. 69–74.
4. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kareliya v 2013 godu [State report on the environment of the Republic of Karelia in 2013]. Petrozavodsk, 2014. 300 p.
5. Demograficheskiy ezhegodnik Respubliki Kareliya: Stat. sb. [Demographic yearbook of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk, 2007. 88 p.
6. Ivanova N. V., Nemchinova A. V., Grozovskiy S. A. Perspectives of existence of the populations *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in different types of forest communities of Kostroma region [Perspektivy sushchestvovaniya populjatsii *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. v razlichnykh tipakh lesnykh soobshchestv Kostromskoy oblasti]. *Vestnik KGU im. N. A. Nekrasova*. 2011. № 1. P. 7–10.
7. Ivantsev E. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennuyu biologiyu* [Introduction to quantitative biology]. Petrozavodsk, PetrGU Publ., 2011. 304 p.
8. Igнатенко R. V., Tarasova V. N. State of the population of the protected lichen *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in the plant communities of Petrozavodsk [Sostoyanie populjatsii okhranyaemogo lishaynika lobariya legochnaya (*Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm.) v rastitel’nykh soobshchestvakh Petrozavodskogo gorodskogo okruga]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of Petrozavodsk State University]. 2014. № 8 (145). Vol. 2. P. 26–30.
9. Istomin N. B. The applying of the transplantation method for restore the number of lichens *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. (Stictaceae) in the European part of Russia [Ispol’zovanie metoda transplantatsii dlya vosstanovleniya chislennosti lishaynikov *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. (Stictaceae) v Evropeyskoy chasti Rossii]. *Flora lishaynikov Rossii: sostoyanie i perspektivy issledovaniy: Trudy mezhdunarodnogo soveshchaniya, posvyashchennogo 120-letiyu so dnya rozhdeniya Vsevoloda Pavlovicha Savicha*. St. Petersburg, 2006. P. 112–116.
10. Kravchenko A. V., Fedeva M. A. Distribution and condition of *Lobaria pulmonaria* on the south-east Fennoscandia [Rasprostranenie i sostoyanie lobarii legochnoy (*Lobaria pulmonaria*) na yugo-vostoke Fennoscandii]. *Mezhdunarodnoe soveshchanie “Lishayniki boreal’nykh lesov” i Chetvertaya rossiyskaya polevaya likhenologicheskaya shkola*. Syktyvkar, 2008. P. 60–74.
11. Mikhaylova I. N. The analysis of the subpopulation structures 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 Nizhny Novgorod University of N. I. Lobachev]. 2005. № 1. Issue 9. P. 124–134.
12. Podgornaya M. N., Tarasova V. N., Markovskaya N. V., Markovskaya E. F. Valuable forest areas of Petrozavodsk [Tsennyye lesnye territorii Petrozavodskogo gorodskogo okruga]. *Printsypr ekologii* [Principles of ecology]. 2013. № 1. P. 51–61.
13. Potashova M. A., Kravchenko A. V. Protected lichen *Lobaria pulmonaria* in the national park “Vodlozersky”: distribution and confinement [Okhranyaemyy lishaynik lobariya legochnaya v natsional’nom parke “Vodlozerskiy”: rasprostranenie i priurochennost’]. *Prirodnoe i kul’turnoe nasledie Vodlozerskogo natsional’nogo parka*. Petrozavodsk, 1995. P. 151–156.
14. Pystina T. N., Semenova N. A. Ecological features of lichen *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) in the Republic of Komi [Ekologicheskie osobennosti lishaynika *Lobaria pulmonaria* (Lobariaceae) v Respublike Komi]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical journal]. 2009. Vol. 94. № 1. P. 48–58.
15. Semenova N. A. Some characteristics of phorophyte trees of *Lobaria pulmonaria* lichen in the taiga woods of the Komi Republic [Nekotorye kharakteristiki derev’ev-forofitov lishaynika *Lobaria pulmonaria* v taezhnykh lesakh Respubliki Komi]. *Materialy dokladov pyatnadtsatoy Komi respublikanskoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii: V 2 t. Odinnadtsataya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya Instituta biologii Komi NTs UrO RAN ‘Aktual’nye problemy biologii i ekologii’* [Materials of reports of the fifteenth Komi Republican Youth Scientific Conference: in 2 vol. Eleventh 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.
16. Hermansson Ya.-O., Tarasova V. N., Stepanova V. I., Sonina A. V. Analysis of lichen biota of the reserve “Kivach” (South Karelia) [Analiz likhenobiety zapovednika “Kivach” (Yuzhnaya Kareliya)]. *Trudy Pervoy Rossiyskoy likhenologicheskoy shkoly Apatity (6–12 avgusta 2000 g.)*. Petrozavodsk, 2001. P. 251–264.
17. Gaulaa Y. The Lobariion, an epiphytic community of ancient forests threatened by acid rain // *Lichenologist*. 1995. № 27. P. 59–76.
18. Scheidegger C., Bilovitz P. O., Werth S., Widmer I., Mayrhofer H. Hitchhiking with forests: population genetics of the epiphytic lichen *Lobaria pulmonaria* in primeval and managed forests in southeastern Europe // *Ecology and Evolution*. 2012. Vol. 2(9). P. 2223–2240.
19. Zoller S., Lutzoni F., Scheidegger C. Genetic variation within and among populations of threatened lichen *Lobaria pulmonaria* in Switzerland and implications for its conservation // *Molec. Ecol.* 1999. Vol. 8. P. 2049–2059.