Авторы выражают признательность Н. А. Семеновой за помощь в определении видов лишайников. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 12–04–00554).

Список литературы

1. *Бязров Л. Г.* Лишайники в экологическом мониторинге. М., 2002. 336 с.

2. *Вайнштейн Е. А.* Регуляторные механизмы лишайникового симбиоза // Успехи современной биологии. 1990. Т. 109. Вып. 2. С. 311–320.

3. *Вершинина С. Э., Вершинин К. Е., Кравченко О. Ю., Чебыкин Е. П., Воднева Е. Н.* Элементный состав лишайников *P. cetraria* Ach. из различных регионов России // Химия растительного сырья. 2009. № 1. С. 141–146.

4. *Войцехович А. А. Михайлюк Т. И., Дариенко Т. М.* Фотобионты лишайников. I: разнообразие, экологические особенности, взаимоотношения и пути совместной эволюции с микобионтом // Альгология. 2011. Т. 21. С. 3–26.

5. *Пыстина Т. Н.* Лишайники таежных лесов европейского Северо-Востока (подзоны южной и средней тайги). Екатеринбург, 2003. 236 с.

6. *Пыстина Т. Н., Херманссон Я.* Разнообразие лишайников Республики Коми: важнейшие итоги и перспективы дальнейших исследований // Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна. Тольятти, 2013. Т. 1. С. 205–207.

7. *Reimann C., Caritat R.,* Chemical elements in the environment. Berlin-Heidelberg, 1998. 398 p.

8. *Shaver G. R.* Production: biomass relationships and element cycling in contrasting arctic vegetation types // Ecol. Monogr. 1991. V. 61. P. 1–31.

G. N. Tabalenkova, T. K. Golovko

Institute of Biology Komi SC UB RAS, Syktyvkar
e-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

CHEMICAL ELEMENS AND AMINO ACIDS IN LICHENS OF MIDDLE BOREAL SUBZONE

Summary. Data on content of amino acids, organic carbon and mineral elements (Ca, Mg, K, P, N, Fe, Al, Mn, Na, Zn, B, Cu, Cd) in 18 species of lichens are presented. Considerable between-species variability of the examined parameters was shown.

В. Н. Тарасова, А. А. Фенько

Петрозаводский государственный университет
г. Петрозаводск, Россия
e-mail: vika18@sampo.ru

ЭКОЛОГИЯ ОХРАНЯЕМОГО ЛИШАЙНИКА БРИОРИЯ НАДВОРНИКА (*BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW.) В РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)*

Bryoria nadvornikiana (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw – эпифитный, кустистый лишайник семейства Parmeliaceae, внесен в Красные книги стран Западной Европы (Финляндия, Швеция), а также в Красные книги некоторых регионов Российской Федерации (Республика Карелия, Республика Татарстан, Ленинградская область, Мурманская область). Имеются данные о том, что вид чувствителен к загрязнению атмосферного воздуха и является индикатором старовозрастных лесов [1–3]. Вместе с тем работы по изучению экологии бриории Надворника с использованием строгих количественных данных в литературе отсутствуют. Петрозаводск

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

(61°50′ с. ш., 34°20′ в. д.) – крупный промышленный, транспортный и туристический центр северо-запада России. Территория Петрозаводского городского округа (ПетрГО) вытянута почти на 25 км вдоль Петрозаводской губы Онежского озера, имеет площадь около 113 км; численность населения составляет 266,2 тыс. чел. Территория застройки окружена обширными массивами естественной таежной растительности, среди которой преобладают еловые насаждения.

Для изучения экологии вида использован маршрутный метод и метод пробных площадей. Маршруты разрабатывались на основе космических снимков таким образом, чтобы максимально охватить площадь исследования и различные типы лесных сообществ. В пределах ПетрГО было исследовано 5 маршрутов, общей протяженностью ~ 38 км. Пробные площади 50×50 м закладывались в местах обитания вида в лесах двух формаций: 9 пробных площадей в ельниках с разной степенью антропогенной нагрузки (сильно, средне, относительно малонарушенные); 6 – в осинниках (молодые, средневозрастные и старовозрастные). В месте обитания вида регистрировали характеристики сообщества: тип леса, долю участия ели в древостое, сомкнутость крон деревьев, сумму площадей сечений стволов деревьев; параметры деревьев: породу, возраст, высоту, диаметр ствола; и параметры микроусловий: экспозицию ствола дерева, высоту произрастания над землей (0–200 см). Для каждого образца вида измеряли длину и ширину таллома. Статистическая обработка результатов выполнена на основе регрессионного и однофакторного дисперсионного анализов.

В ходе исследований на территории ПетрГО было обнаружено 555 талломов *Bryoria nadvornikiana*, произрастающих на 195 деревьях. Из них 140 талломов (на 62 деревьях) было описано при помощи маршрутного метода. Остальные 415 талломов встретились на 15 пробных площадях общей площадью 3,75 га: 297 талломов (99 деревьев) на 9 пробных площадях в ельниках и 118 талломов (37 деревьев) – на 6 пробных площадях в осинниках.

Таким образом, плотность популяции *Bryoria nadvornikiana* в растительных сообществах ПетрГО в среднем составляет 3,7 талломов на 1 км маршрута, при этом на 1 га в ельниках в среднем приходится 132 таллома, в осинниках – 78. Вид был обнаружен только на одном типе субстрата – ели европейской, при этом не только на живых деревьях, но и на сухостойных (79 талломов на 27 деревьях). Все образцы лишайника обитали исключительно на ветвях деревьев. Среднее число талломов на дереве составляет 2,8. Длина таллома бриории на территории ПетрГО варьирует от 9 до 175 мм, в среднем составляет 45 мм. Было установлено, что морфометрические показатели (ширина и длина таллома) *Bryoria nadvornikiana* не зависят от изученных общих и частных характеристик местообитания, а наиболее значимой характеристикой оказалось число особей вида.

На территории ПетрГО *Bryoria nadvornikiana* встречается в лесных сообществах четырех формаций: ельниках (черничных влажных, черничных свежих, кустарничковых сфагновых), сосняках (черничных свежих), во вторичных лесах – осинниках и березняках разнотравно-черничных. 46 % изученных талломов произрастают в ельниках черничных влажных, очевидно, в виду большей встречаемости данного типа леса в ПетрГО и наличия субстрата. В березняках, осинниках и сосняках число талломов снижается в связи с уменьшением доли участия ели в составе древостоя и, соответственно, уменьшением субстрата для заселения вида.

Возраст деревьев, на которых обитает *Bryoria nadvornikiana* в пределах ПетрГО, варьирует от 20 до 125 лет. Вид заселяет ель возрастом ~ 20 лет; максимальное число талломов (43 %) обнаружено на молодых деревьях возрастом 40–54 лет, высотой 4–6 м, с диаметром ствола 6–10 см; при дальнейшем увеличении значений таксационных параметров деревьев число талломов снижается. Это связано с тем, что с возрастом дерева высота прикрепления кроны увеличивается, нижние ветви оказываются значительно выше, чем у молодых деревьев, что в итоге приводит к уменьшению количества субстрата, пригодного для заселения вида.

Bryoria nadvornikiana была обнаружена на высоте от 16 до 200 см от земли. С увеличением высоты произрастания над землей до ~ 100–120 см число талломов первоначально увеличивается, а после – снижается. Это связано с тем, что наиболее благоприятные условия возникают в зоне нижней части ветвей, находящихся в приземном слое, вероятно, в виду более высокой влажности. Вид произрастает на всех экспозициях по отношению к сторонам света. Наибольшее число талломов было выявлено на северо-востоке.

Для изучения динамики характеристик популяции бриории в ходе сукцессионной серии при восстановлении еловых лесов были составлен следующий ряд сообществ.

1. Молодые осиновые леса. В них бриория не встречается, вероятно, ввиду молодого возраста ели.

2. Средневозрастые осинники с елью, которая выходит из стадии подроста. Число талломов здесь составило 104. В этом возрасте у ели появляются нижние ветви, лишенные хвои и бриория активно их заселяет.

3. Смешанный елово-осиновый лес. Число талломов снижается до 14, ввиду того, что на данной стадии сукцессии еще не формируется разновозрастное поколение ели, а так как высота кроны у более взрослых елей увеличивается, то это приводит к уменьшению числа нижних ветвей – основного субстрата, пригодного для заселения вида.

4. Разновозрастный ельник с единичными старыми осинами. Число талломов вновь увеличивается до 119. Это объясняется тем, что в сообществе в ходе естественной динамики развития леса на некоторых участках появляются световые «окна», благодаря которым подрост ели начинает активно расти, постепенно образуется разновозрастный древостой ели, что ведет к увеличению числа молодых деревьев с невысокой кроной.

Считается, что *Bryoria nadvornikiana* является индикатором лесов высокой природоохранной ценности. Из литературы известно, что этот вид растет почти исключительно в старовозрастных хвойных лесах и является их индикатором [1–3]. Однако бриория была обнаружена как в сильнонарушенных (6 шт.), так в средненарушенных сообществах (143 шт.). В относительно малонарушенных лесах число талломов составило 148. Полученные данные говорят о том, что бриория Надворника в данных условиях не является строгим индикатором малонарушенных сообществ. Анализ реакции вида на естественные и антропогенные факторы позволяет отнести его к группе чувствительных.

Состояние популяций *Bryoria nadvornikiana* в условиях естественных растительных сообществах города можно охарактеризовать как нормальное. Вид на территории города не является редким. Высокая встречаемость вида может быть вызвана несколькими причинами: более мягким климатом южной Карелии, обусловленным близостью Белого, Баренцева и Балтийского морей, наличием крупного водоема (Онежское озеро), оказывающим существенное влияние на мезоклимат ПетрГО, наличием на территории ПетрГО значительных по площади территорий с естественной растительностью и невысоким уровнем атмосферного загрязнения. Возможно, именно сохранившиеся в пределах ПетрГО участки еловых сообществ с разновозрастным древостоем являются стабильной средой обитания бриории. Благодаря сохранению данных сообществ происходит расселение вида на другие территории, в том числе сильно- и средненарушенные, в которых появляется подходящий субстрат – нижние ветви елей. В ближайшее время, по-видимому, городская среда исчезновению данного вида из изученных сообществ не угрожает. Однако вырубка лесных насаждений, относящихся к средне- и относительно малонарушенным сообществам, в будущем может способствовать сокращению ареала распространения вида на территории города. Для вынесения решения об изъятия вида из Красной книги Карелии необходимы исследования по всей территории республики, так как состояние популяций в разных районах может существенно различаться как ввиду разных условий окружающей среды, так и ввиду разного уровня загрязнения лесных сообществ.

Список литературы

1. *Boudreault C.* Do forests treated by partial cutting provide growth conditions similar to old-growth forests for epiphytic lichens? // Biological Conservation. 2012. P. 458–467.

2. *Kuusinen M. Bryoria nadvornikiana* in Finland // Graphis Scripta. 1991. № 4. P. 78–80.
3. *Nitare J.* (ed.). Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsen förlag, 2000. 384 p.

V. N. Tarasova, A. A. Fenko
Petrozavodsk State University, Petrozavodsk
e-mail: vika18@sampo.ru

ECOLOGY OF THE PROTECTED LICHEN *BRYORIA NADVORNIKIANA* (GYELN.) BRODO & D. HAWKSW. IN FOREST ECOSYSTEMS OF PETROZAVODSK CITY (KARELIA REPUBLIC)

Summary. The work on studying of a condition of population of the protected lichen *Bryoria nadvornikiana* in spruce and aspen plant communities of Petrozavodsk was accomplished by a route method and a method of sample plots. Characteristics of plant communities, parameters of trees and microenvironment were recorded in habitats of the species. Length, width and height of attachment above the ground were also recorded for each thallus. Data on 555 thalli growing on 195 trees were analysed. It was established that in the conditions of Petrozavodsk *Bryoria nadvornikiana* is a widespread lichen. Most findings were made in spruce forest with *Vaccinium myrtillus* (46 %). The maximum number of thalli (43 %) was found on young spruce trees of age 40–54 years, 4–6 m high, with a diameter of trunk (at the height of 130 cm) 6–10 cm. The most favorable conditions for this species are formed in a lower part of crown at the height of 90–120 cm from the ground. Condition of populations of *Bryoria nadvornikiana* in natural plant communities of the Petrozavodsk city can be assessed as normal.

Ю. С. Токарев, В. В. Долгих,
И. В. Сендерский, И. В. Исси
Всероссийский научно-исследовательский институт
защиты растений
г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: jumacro@yahoo.com

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МИКРОСПОРИДИЯХ (OPISTHOSPORIDIA: MICROSPORIDIA) КАК О ТИПЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ПРОТИСТОВ*

Микроспоридии – облигатные внутриклеточные паразиты животных, интерес к которым в последнее время все более возрастает. Это уникальный тип протистов [3], родственных грибам [8]. Вместе с Aphelidea и Cryptomycota, внутриклеточными паразитами различных эукариот (Fungi и Stramenopiles), они образуют монофилетическую группировку, занимающую сестринское положение по отношению к грибам. В настоящее время эти три типа (Aphelidea, Cryptomicota и Microsporidia) выделены в самостоятельный надтип Opisthokonta за пределами царства Fungi [13]. Отсутствие митохондрий (точнее, их редукция до митосом) длительное время считалось универсальным признаком для микроспоридий, однако недавно был обнаружен новый вид Mitosporidium daphniae, обладающий основными признаками, характерными для микроспоридий, и при этом сохранивший функционально и морфологически выраженные митохондрии [12].

Микроспоридии паразитируют в многоклеточных билатеральных животных всех крупных таксонов (ранга класса и выше), включая человека, а также в некоторых протистах (грегаринах, инфузориях), при этом наибольшее число

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 13–04–00693, 14–04–91176, 14–04-31783, 15–04–04968, 15–04–01226) и Совета по грантам Президента РФ (МД–4284.2015.4).