

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ЛИШАЙНИКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ В ДОЛИННЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ РАВНИН

Автором статьи исследовано видовое разнообразие, встречаемость и покрытие видов лишайников лиственницы в лиственничных редколесьях в горных и равнинных речных долинах Полярного Урала и прилегающей территории Западно-Сибирской равнины. Сделаны научные выводы об особенностях их структуры.

Ключевые слова: видовое разнообразие, встречаемость, покрытие, лишайники, Полярный Урал.

N.Y. Ryabitseva

THE STRUCTURE PECULIARITIES OF THE LARCH LICHEN COMMUNITIES IN THE VALLEY LIGHT FORESTS OF THE POLAR URALS AND THE ADJACENT PLAINS

The species diversity, the larch lichen species frequency and coverage in the larch light forests of the Polar Ural mountain and lowland river valleys and the West Siberian plain adjacent territory are researched by the author of the article. The scientific conclusions about their structure peculiarities are drawn.

Key words: species diversity, frequency, coverage, lichen, Polar Urals.

Введение. Изучение характеристик эпифитных лишайниковых сообществ в различных условиях среды важно для выявления механизмов их адаптации и выявления динамических тенденций, в том числе с учетом глобальных изменений. Высокоширотные и горные районы, наименее нарушенные антропогенной деятельностью, наиболее интересны для исследований, так как позволяют выявлять в основном естественное влияние климата и условий среды [Горчаковский, Шиятов, 1985].

Цель исследований. Изучение эпифитной лишайниковой флоры, состава и структуры сообществ лишайников лиственницы сибирской в лесотундровых и лесных экосистемах Полярного Урала и прилегающей части Западно-Сибирской равнины с целью организации долговременного мониторинга.

Задачи исследований. Выявление и сравнение видового состава и ценологических характеристик эпифитных сообществ лишайников лиственничных редколесий в горных и равнинных речных долинах.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на территории Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области на северной границе лесотундровой зоны в горах восточного макросклона Полярного Урала и на прилегающей территории Западно-Сибирской равнины. В частности, в долинах рек Сось, Пунг-Ю, Большая Няровеча, Харбей.

Состав и структуру сообществ эпифитных лишайников изучали на лиственнице сибирской (*Larix sibirica* Ldb.), широко распространенной в районах исследований [Горчаковский, 1965, 1966, 1975; Игошина, 1966, с. 135–223; Морозова, 2002, с. 78–89].

Эпифитные сообщества исследовали в горных и равнинных частях долин рек в лиственничных редколесьях с сомкнутостью крон 10–30 %. Лихеносинузии описывали на пробных площадях (50х50 м) на 10–15 прямостоящих лиственницах с диаметром ствола в среднем 10–15 см. Исследовано более 150 деревьев 60–130 лет. Структуру эпифитных сообществ изучали на основании стволов и высоте 1,3 м на учетных площадках площадью 100 см², представляющих собой рамку длиной 20 см при ширине 5 см с ячейками 1х1 см со стороны максимального эпифитного покрытия. Видовое разнообразие эпифитных лишайников определяли общим числом видов лишайников (видовым богатством), зарегистрированных на всех учетных площадках в данном фитоценозе; числом видов эпифитов на пробной площадке; числом видов на одну учетную площадку (видовой насыщенностью). Встречаемость лишайников оценивали как общую встречаемость лишайников (процент учетных площадок, на которых обнаружены лишайники, от общего количества площадок), в том числе определяли встречаемость кустистых, листоватых и накипных видов; встречаемость видов на пробной площадке (как процент учетных площадок с присутствием вида от общего количества площадок). Покрытие эпифитных лишайников оценивали как общее проективное покрытие лишайников на учетной площадке; проективное покрытие на учетной площадке отдельных видов; долю участия отдельных видов (как процент покрытия вида от общего покрытия). Определяли частоту доминирования (как процент учетных площадок с

доминированием вида). Для оценки сходства лишенофлор с учетом встречаемости видов использовали коэффициенты, предложенные В.И. Василевичем [Василевич, 1969]. Для проверки достоверности оценок использовали статистический *t*-критерий Стьюдента, оценивая разность средних, разность между долями (уровень значимости выше 0,05). Для оценки разности между долями слишком больших и слишком малых значений *p* ($p < 25\%$ и $p > 75\%$) использовали ϕ -преобразование Фишера. Для сравнения малых групп данных с неравномерным распределением значений использовался непараметрический *U*-критерий Манна-Уитни [Биометрия, 1990].

Результаты исследований и их обсуждение. *Различие видового разнообразия.* На основании стволов лиственниц незначительно больше видов лишайников найдено в долинных редколесьях на равнине (43 вида), чем в долинных редколесьях в горах (40 видов). 31 вид из них общие. Сходство лишенофлор с учетом встречаемости видов 75 %. Только в горах найдено десять видов лишайников: *Bacidia beckhausii* Körb., *Chrysothrix chlorina* (Ach.) J.R. Laundon, *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *C. ochrochlora* Flörke, *C. subulata* (L.) F.H. Wigg., *Lepraria neglecta* (Nyl.) Lettau, *Parmelia omphalodes* (L.) Ach., *Sphaerophorus globosus* (Huds.) Vain., *Tuckermannopsis ciliaris* (Ach.) Gyeln., *Usnea hirta* (L.) F.H. Wigg. Двенадцать видов встречались только на равнинах: *Arctoparmelia centrifuga* (L.) Hale, *Asahinea chrysantha* (Tuck.) C.F. Culb. & W. L. Culb., *Bryoria fremontii* (Tuck.) Brodo & D. Hawksw., *B. capillaris* (Ach.) Brodo & D. Hawksw., *Catillaria chalybeia* (Borrer) A. Massal., *Flavocetraria cucullata* (Bellardi) Kärnefelt et A. Thell, *F. nivalis* (L.) Kärnefelt et A. Thell, *Cetraria laevigata* Rass., *Cladonia coccifera* (L.) Wild., *C. pyxidata* (L.) Hoffm., *Hypocenomysce scalaris* (Ach.) M. Choisy, *Varicellaria rhodocarpa* (Körber) Th. Fr. По общему числу видов в горах и на равнине преобладают кустистые и накипные лишайники (табл. 1).

Таблица 1

Структура сообществ лишайников лиственницы в долинных редколесьях в горах и на равнине на основании стволов

Тип местообитания	Ценотический показатель			
	Общие	Кустистые	Листоватые	Накипные
Общее число видов				
Горы	40	14	11	15
Равнина	43	17	11	15
Число видов на пробной площади				
Горы	15	3	6	6
Равнина	17	5	6	6
Число видов на учетной площадке (видовая насыщенность)				
Горы	6,6±0,3	0,7±0,1	3,8±0,1	2,1±0,1
Равнина	7,1±0,6	1,4±0,3	3,4±0,1	2,2±0,2
Встречаемость лишайников, %				
Горы	99	40	99	97
Равнина	100	37	100	94
Проективное покрытие, %				
Горы	36,4±2,8	1,0±0,1	18,9±1,7	16,5±1,8
Равнина	30,1±2,1	1,9±0,4	13,7±1,2	14,5±1,7
Доля лишайников в покрытии, %				
Горы	-	3	52	45
Равнина	-	6	46	48

На пробных площадях на основании стволов в долинных редколесьях в горах найдено 8–26 видов лишайников (15 видов в среднем), в долинных редколесьях на равнине – 7–32 (17 видов в среднем). Преобладают по числу видов на пробных площадях в горах и на равнине листоватые и накипные лишайники. При сравнении (по *U*-критерию) групп данных по количеству видов на пробной площади, по числу видов кустистых, листоватых и накипных лишайников в горах и на равнине не выявлялась достоверность их различий. На учетных площадках на основании стволов в долинных редколесьях в горах встречаются 0–14 видов лишайников (7 видов в среднем), в долинных редколесьях на равнине – 3–10 (7 видов в среднем). По видовой

насыщенности эпифитных сообществ в горах и на равнине преобладают листоватые лишайники. Выявлена достоверная разница по видовой насыщенности эпифитных сообществ между листоватыми ($t_{\phi}=2,32$) и кустистыми ($t_{\phi}=2,18$) ($P<0,05$) видами (табл. 1).

На высоте 1,3 м набор видов немного разнообразнее в долинных редколесьях на равнине (22 вида), чем в долинных редколесьях в горах (18 видов). Найдено 17 общих видов лишайников. Сходство с учетом встречаемости видов составляет 73 %. Только в горах найден один вид – *Hypogymnia bitteri* (Lyng.) Ahti. Четыре вида лишайников встретились только на равнинах: *Bryoria capillaris*, *Cetraria isladica* (L.) Ach., *Flavocetraria cucullata*, *Imshaugia aleurites* (Ach.) S.L.F. Meyer. По общему числу видов преобладают листоватые и накипные лишайники (табл. 2).

Таблица 2

Структура сообществ лишайников лиственницы в долинных редколесьях в горах и на равнине на высоте 1,3 м

Тип местообитания	Ценотический показатель			
	Общие	Кустистые	Листоватые	Накипные
Общее число видов				
Горы	18	2	8	8
Равнина	22	5	8	8
Число видов на пробной площадке				
Горы	11	2	4	5
Равнина	12	2	4	6
Число видов на учетной площадке (видовая насыщенность)				
Горы	3,5±0,3	0,4±0,0	1,6±0,2	1,5±0,2
Равнина	4,9±0,6	0,8±0,2	1,9±0,3	2,1±0,3
Встречаемость лишайников, %				
Горы	82	35	79	63
Равнина	84	44	78	78
Проективное покрытие, %				
Горы	15,4±1,9	0,3±0,0	10,9±1,5	4,2±0,6
Равнина	15,0±2,4	1,6±0,4	7,0±1,5	6,4±0,9
Доля лишайников в покрытии, %				
Горы	-	3	68	29
Равнина	-	11	46	43

На пробных площадях на высоте 1,3 м в горах найдено от 3 до 15 видов (11 видов в среднем), на равнине – 4–20 (12 видов в среднем). Преобладают по числу видов на пробных площадях в горах и на равнине накипные лишайники. Различий (по *U*-критерию) по общему числу видов на пробной площадке, по числу видов кустистых, листоватых и накипных лишайников между долинными редколесьями в горах и на равнине нет. На учетных площадках на высоте 1,3 м в долинных редколесьях в горах найдены 0–11 видов лишайников (4 вида в среднем), в долинных редколесьях на равнине – 0–13 видов (5 видов в среднем). По видовой насыщенности в долинных редколесьях в горах преобладают листоватые виды, а на равнине – накипные. Различий эпифитных сообществ по видовой насыщенности между кустистыми, листоватыми и накипными видами нет (табл. 2).

Различие встречаемости лишайников. На основании стволов в долинных редколесьях в горах встречаемость лишайников по разным пробным площадям изменяется от 75 до 100 %. В долинных редколесьях на равнинах встречаемость лишайников 100 %. Наиболее распространенными (с высокой встречаемостью ($p \geq 50$ %), или постоянные виды) в горах являлись четыре вида лишайников: *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai (88 % $\leq p \leq 99$ %), *Biatora helvola* Körb. Ex Hellb. (83 % $\leq p \leq 96$ %), *Parmeliopsis ambigua* (Wulfen) Nyl. (83 % $\leq p \leq 96$ %), *P. hyperopta* (Ach.) Arnold (78 % $\leq p \leq 93$ %). На равнинах наиболее распространены пять видов: *Vulpicida pinastri* (81 % $\leq p \leq 97$ %), *Biatora helvola* (69 % $\leq p \leq 90$ %), *Parmeliopsis hyperopta* (65 % $\leq p \leq 87$ %), *P. ambigua* (58 % $\leq p \leq 83$ %), *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale (50 % $\leq p \leq 76$ %). К нередким видам (с 26 % $\leq p \leq 50$ %) в горах можно отнести только *Tuckermannopsis sepincola*, на равнинах – *Lecanora pullicaris* (Pers.) Ach. К спорадически встречающимся видам (с 10 % $\leq p \leq 25$ %) в горах можно отнести пять видов лишайников: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Bryoria simplicior* (Vain) Brodo & D. Hawksw., *Lepraria neglecta*,

Melanelia olivacea (L.) Essl., *Lecanora pulicaris*. На равнинах таких видов три: *Lecidea meiocarpa* Nyl., *Flavocetraria cucullata*, *Bryoria simplicior*. Редко встречающимися ($p < 10\%$) в горах являлись 30 видов лишайников (или 75 % видов), из них 13 (*Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) A. Massal., *Cetraria isladica*, *Cetrariella delisei* (Schaer.) Kärnefelt & A. Thell, *Chrysothrix chlorina*, *Cladonia chlorophaea* (Flörke ex Sommerf.) Spreng., *C. cornuta* (L.) Hoffm., *C. fimbriata*, *C. subulata*, *Bacidia beckhausii*, *Parmelia omphalodes*, *Sphaerophorus globosus*, *Tuckermannopsis ciliaris*, *Usnea hirta*) обнаружены единично. На равнинах к редко встречающимся можно отнести 34 вида (79 % видов) лишайников, 13 из них (*Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid., *Arctoparmelia centrifuga*, *Asahinea chrysantha*, *Catillaria chalybeia*, *Cetrariella delisei*, *Cladonia chlorophaea*, *C. coccifera*, *C. pyxidata*, *Hypogymnia bitteri*, *Imshaugia aleurites*, *Lecidea nylanderii* (Anzi) Th. Fr., *Lecanora* sp., *Parmelia sulcata* Taylor) найдены лишь один раз. Из 31 общего вида лишайников, найденных на основании стволов в долинных редколесьях в горах и на равнине, для 12 видов выявлена достоверная разница по значениям встречаемости на пробной площади с вероятностью 0,99: *Lecidea meiocarpa* ($t_{\Phi}=7,03$), *Parmeliopsis ambigua* ($t_{\Phi}=5,77$), *Alectoria ochroleuca* ($t_{\Phi}=4,96$), *Cetraria isladica* ($t_{\Phi}=4,96$), *Melanelia olivacea* ($t_{\Phi}=4,65$), *Lecidea nylanderii* ($t_{\Phi}=3,79$), *Lecanora pulicaris* ($t_{\Phi}=3,77$), *Biatora helvola* ($t_{\Phi}=3,20$); с вероятностью 0,95: *Parmeliopsis hyperopta* ($t_{\Phi}=2,79$), *Amandinea punctata* ($t_{\Phi}=2,48$), *Parmelia sulcata* ($t_{\Phi}=2,48$), *Cladonia cornuta* ($t_{\Phi}=1,83$).

На уровне 1,3 м встречаемость лишайников долинных редколесьях в горах по разным пробным площадям изменяется от 50 до 100 %, в долинных редколесьях на равнинах – от 35 до 100 %. Наиболее распространена ($p \geq 50\%$) в горах только *Melanelia olivacea* ($67\% \leq p \leq 86\%$), на равнинах таких видов нет. К нередким видам ($26\% \leq p \leq 50\%$) в горах можно отнести *Lecanora hagenii* (Ach.) Ach. var. *hagenii* и *Parmelia sulcata*, на равнинах таких видов 3: *Melanelia olivacea*, *Vulpicida pinastri*, *Biatora helvola*. К спорадически встречающимся видам ($10\% \leq p \leq 25\%$) в горах можно отнести 7 видов лишайников: *Amandinea punctata*, *Lecanora symmicta* (Ach.) Ach., *Lecanora* sp., *Bryoria simplicior*, *Biatora helvola*, *Vulpicida pinastri*, *Evernia mesomorpha* Nyl.; на равнинах 8 видов: *Lecanora hagenii*, *Lecanora symmicta*, *Amandinea punctata*, *Parmeliopsis ambigua*, *Bryoria simplicior*, *Lecanora pulicaris*, *Evernia mesomorpha*, *Japewia tornoënsis* (Nyl) Tønsberg. Редких видов в горах ($p < 10\%$) 9, два их них – *Tuckermannopsis sepincola* и *Hypogymnia bitteri* – единичные находки. На равнинах редких видов десять, два их них – *Imshaugia aleurites*, *Tuckermannopsis sepincola* – найдены лишь один раз. Статистически достоверная разница по значениям встречаемости на пробной площади обнаружена для 9 видов лишайников из 17 общих видов, найденных в долинных редколесьях в горах и на равнине на уровне 1,3 м с вероятностью 0,99: *Vulpicida pinastri* ($t_{\Phi}=9,47$), *Lecanora pulicaris* ($t_{\Phi}=6,73$), *Parmeliopsis ambigua* ($t_{\Phi}=6,20$), *Parmelia sulcata* ($t_{\Phi}=4,84$), *Melanelia olivacea* ($t_{\Phi}=4,03$), *Hypogymnia physodes* ($t_{\Phi}=3,49$), *Biatora helvola* ($t_{\Phi}=3,42$); с вероятностью 0,95: *Japewia tornoënsis* ($t_{\Phi}=2,33$), *Lecanora* sp. ($t_{\Phi}=2,04$).

Различие покрытия лишайников. На основании стволов листовенниц общее покрытие лишайников в долинных редколесьях в горах по разным пробным площадям находится в пределах 15–48 % (в среднем 36 %), в долинных редколесьях на равнине – в пределах 12–61 % (в среднем 30 %), разница в общем покрытии не достоверна. Доминируют в горах и на равнине листоватые и накипные лишайники, доля кустистых видов в сложении эпифитных сообществ невелика. Выявлена достоверная разница в покрытии листоватых ($t_{\Phi}=2,46$, $P < 0,02$) видов (табл. 1).

К видам с относительно высоким покрытием (5 % и более) на учетных площадках на основании стволов листовенниц в долинных редколесьях в горах можно отнести только 3 вида: *Biatora helvola* (среднее покрытие 12 %), *Parmeliopsis hyperopta* (6 %), *P. ambigua* (5 %); в долинных редколесьях на равнине – 2 вида лишайников: *Biatora helvola* (среднее покрытие 11 %) и *Vulpicida pinastri* (6 %). Невысокое покрытие (0,1–5 %) в горах имеют 15 видов лишайников, на равнине – 21 вид. Покрытие 22 видов лишайников в горах и 22 видов на равнине менее 0,1 %. Достоверная разница между долями участия видов в покрытии на основании стволов в горах и на равнине выявлена для 3 видов лишайников с вероятностью 0,99: *Lecanora pulicaris* ($t_{\Phi}=3,10$); с вероятностью 0,95: *Parmeliopsis hyperopta* ($t_{\Phi}=2,23$), *Lecidea nylanderii* ($t_{\Phi}=2,10$). Чаще доминируют (на >5 % учетных площадок) на основании стволов листовенниц в эпифитных сообществах долинных редколесий в горах 4 вида лишайников: *Biatora helvola* (частота доминирования 43 %), *Parmeliopsis hyperopta* (11 %), *Vulpicida pinastri* (11 %), *Parmeliopsis ambigua* (9 %). В долинных редколесьях на равнине чаще доминируют 5 видов: *Biatora helvola* (частота доминирования 52 %), *Parmeliopsis hyperopta* (14 %), *P. ambigua* (12 %), *Vulpicida pinastri* (10 %), *Lecanora pulicaris* (6 %).

На высоте 1,3 м общее покрытие лишайников в долинных редколесьях в горах по разным пробным площадям изменяется от 1 до 34 % (в среднем 15 %), в долинных редколесьях на равнине – от 0 до 46 % (в среднем 15 %). Разницы в общем покрытии нет. Доминируют в горах и на равнине листоватые и накипные виды. Покрытие кустистых лишайников, как и на основании стволов листовенниц, мало. Существенна разница в покрытии кустистых ($t_{\Phi}=3,22$, $P < 0,01$) и накипных ($t_{\Phi}=2,03$, $P < 0,05$) видов (табл. 2).

К видам с относительно высоким покрытием (5 % и более) на учетных площадках на высоте 1,3 м в долинных редколесьях в горах и в долинных редколесьях на равнине можно отнести только *Melanelia olivacea*. Невысокое покрытие (0,1–5 %) в горах имеют 12 видов лишайников, на равнине – 15 видов. Покрытие 5 видов в горах и 5 видов на равнине менее 0,1 %. Достоверная разница между долями участия видов в покрытии на высоте 1,3 м в горах и на равнине выявлена для 5 видов лишайников с вероятностью 0,99: *Biatora helvola* ($t_{\phi}=5,09$), *Vulpicida pinastri* ($t_{\phi}=3,79$), *Melanelia olivacea* ($t_{\phi}=3,52$), *Amandinea punctata* ($t_{\phi}=3,38$), *Bryoria simplicior* ($t_{\phi}=2,69$). Чаще доминирует (на >5 % учетных площадок) в эпифитных сообществах долинных редколесий в горах на высоте 1,3 м только *Melanelia olivacea* (частота доминирования 71 %). В долинных редколесьях на равнине чаще доминируют 4 вида: *Melanelia olivacea* (частота доминирования 28 %), *Amandinea punctata* (15 %), *Biatora helvola* (11 %), *Lecanora hagenii* (9 %).

Заключение. Исследование видового состава и количественных показателей приводит к выводу о наличии значимых различий в структуре сообществ лишайников листовенницы из долинных редколесий в горах Полярного Урала и на прилегающей территории Западно-Сибирской равнины.

Литература

1. Василевич В.И. Статистические методы в геоботанике. – Л., 1969. – 232 с.
2. Горчаковский П.Л. О соотношении между горизонтальной зональностью и вертикальной поясностью растительного покрова на примере Урала и прилегающих равнин // Тр. Ин-та биол. УФАН СССР. – Свердловск, 1965. – Вып. 42. – С. 3–33.
3. Горчаковский П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала // Тр. Ин-та биологии УФАН СССР. – Свердловск, 1966. – Вып. 48. – 270 с.
4. Горчаковский П.Л. Растительный мир высокогорного Урала. – М., 1975. – 283 с.
5. Игошина К.Н. Флора горных и равнинных и равнинных тундр и редколесий Урала // Растения Севера Сибири и Дальнего Востока. – М.; Л., 1966. – С. 135–223.
6. Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. – М., 1985. – 208 с.
7. Биометрия: учеб. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
8. Морозова Л.М. Современное состояние растительного покрова восточного склона Полярного Урала // Биологические ресурсы Полярного Урала. – Салехард, 2002. – Вып. 10. – С. 78–89.



УДК 630*907.1

О.А. Антонец, Г.А. Демиденко

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ГОРОДСКИЕ ОБЪЕКТЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

В статье приведены исследования по установлению единовременной рекреационной нагрузки на городские объекты озеленения общего пользования г. Томска. По данным авторов, с увеличением рекреационной нагрузки в 77,7 % случаев средний прирост тополя бальзамического достоверно снижается.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, городские объекты озеленения, прирост, Томск.

О.А. Antonevich, G.A. Demidenko

THE RECREATION LOAD INFLUENCE ON THE CITY LANDSCAPE GARDENING OBJECTS

The research results on the establishment of one-time recreational load on the Tomsk city landscape gardening objects of common use are given in the article. According to the authors, with the increase of the recreational load the balsam poplar average augmentation significantly decreases in 77,7 % of cases.

Key words: recreation load, urban landscape gardening objects, augmentation, Tomsk.

Введение. Зеленые насаждения в городе создаются искусственно и целенаправленно, являются важнейшим компонентом в системе регулирования качества городской среды и незаменимыми местами от-