

## Особенности распределения биомассы эпифитных лишайников на сосне обыкновенной (Нижнее Приангарье)

Н. М. КОВАЛЕВА, Г. А. ИВАНОВА

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50  
E-mail: institute@forest.akadem.ru

### АННОТАЦИЯ

Биомасса эпифитных лишайников на сосне обыкновенной варьирует от 130 до 1090 г. Основную биомассу составляют лишайники трех родов: *Bryoria* (45 %), *Hyrogymnia* (34 %) и *Evernia* (12 %). Большая часть лишайников расположена на ветвях деревьев (96 %), причем в зоне наибольшего развития (на высоте 9–13,5 м) (66 %). На стволах деревьев биомасса эпифитных лишайников незначительна (4 %) и на 70 % сосредоточена в основании стволов.

**Ключевые слова:** Нижнее Приангарье, сосна обыкновенная, биомасса, эпифитные лишайники.

Эпифитные лишайники являются неотъемлемым компонентом всех лесных экосистем и представляют собой своеобразный симбиоз грибов и водорослей, снабжающих друг друга необходимыми для жизнедеятельности веществами. Эпифитные лишайники вносят существенный вклад в видовое разнообразие лесных сообществ, служат пищей и убежищем для других организмов [1–4], включаются в циклы питательных веществ [5–7]. Традиционно данные организмы используются для индикации атмосферного загрязнения и мониторинга состояния окружающей среды, а также для оценки степени нарушенности лесных сообществ [8–12].

Несмотря на их существенную экосистемную роль, издано сравнительно немного работ, посвященных их биомассе [13–18], особенно на территории России [19–24]. Цель настоящего исследования – оценка распределения биомассы эпифитных лишайников на

стволах и ветвях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в подзоне южной тайги (Нижнее Приангарье) (58°35′ с. ш., 98°55′ в. д.) в сосняке бруснично-лишайниково-зеленомошном. Микрорельеф не выражен. Почва – иллювиально-железистый песчаный подзол [25]. Состав древостоя 10С. Подрост 9С1Кед. до 1 м высотой, 32,5 тыс./га. Характер произрастания равномерный. В подлеске единично произрастают *Salix caprea* L. и *Rosa acicularis* Lindl. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 40–80 %, средняя высота 25 см, преобладают *Vaccinium vitis-idea* L., *V. myrtilus* L., *Ledum palustre* L. Среднее проективное покрытие мохово-лишайникового покрова составляет 80 %, доминируют мхи *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Michx. и лишайники *Cladonia rangiferina* (L.) Web. ex

Wigg., *C. stellaris* (Opiz) Pouzard et Vězda, *C. arbuscula* (Wallr.) Flot.

Оценка биомассы эпифитных лишайников на *Pinus sylvestris* L. проводилась по методике McCune (1993) [14]. Биомассу оценивали по 10 модельным деревьям, характеристика которых приводится в таблице. Для оценки биомассы эпифитных лишайников образцы отбирали с 0,5-метровых кольцевых лент, расположенных вокруг ствола дерева, с интервалом между ними 4 м. Шаг сбора – 4,5 м.

Для определения биомассы лишайников на ветвях образцы отбирали с тем же шагом. На ветвях длиной меньше 1 м эпифиты собирали полностью. Если длина ветвей была больше, то ее делили на отрезки по 0,5 м, на которых эпифиты собирали отдельно. В результате исследования отобрано 160 ветвей. В лабораторных условиях эпифиты отделяли от субстрата и сортировали по родам. Эпифитные лишайники высушивали в течение 24 ч при температуре 105 °С, после чего взвешивали с точностью 0,001 г. Биомассу лишайников пересчитывали (г/м) и интегрировали по высоте ствола с линейной интерполяцией между точками сбора.

Поскольку биомасса на 90 % состоит из лишайников трех родов: *Hypogymnia*, *Bryoria* и *Evernia*, основное внимание в статье уделено особенностям распределения биомассы этих родов. Лишайники остальных родов (*Usnea*, *Parmeliopsis*, *Vulpicida*, *Parmelia*, *Melanelia*, *Tuckermannopsis*, *Cetraria*), на которые приходится 10 % от общей биомассы, объединены в группу “прочие”. Комлевая часть стволов помимо собственно эпифитов активно

заселяется факультативными эпифитами из рода *Cladonia*. Эту группу лишайников при оценке эпифитной биомассы не учитывали.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований выявлено, что биомасса эпифитных лишайников на сосне обыкновенной варьирует от 130 до 1090 г (см. таблицу). Большая часть биомассы приходится на лишайники трех доминантных родов – *Bryoria* (45 %), *Hypogymnia* (34 %) и *Evernia* (12 %). Среди них наибольший вклад вносят следующие виды: *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw., *B. simplicior* (Vain.) Brodo et D. Hawksw., *B. smithii* (DR.) Brodo et D. Hawksw., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* Nyl.

При распределении деревьев по классам возраста выявлено, что соотношение биомассы лишайников по доминантным родам различно. На дереве в возрасте 302 года основная биомасса состоит из лишайников рода *Bryoria* (72 %), значительно меньше – *Hypogymnia* (19 %). Биомассы лишайников родов *Hypogymnia* (33 %) и *Bryoria* (32 %) представлены в равном соотношении на деревьях в возрасте 205–222 года. Для деревьев 193–199-летнего возраста биомасса рода *Hypogymnia* (46 %) выше, чем *Bryoria* (33 %). На деревьях 147–176 лет наиболее представлена биомасса лишайников рода *Bryoria* (58 %), менее – *Hypogymnia* (22 %).

Основная биомасса лишайников (96 %) обнаружена на ветвях деревьев. На высоте 9–

Основные характеристики модельных деревьев и распределение биомассы

№ дерева	D, см	H, м	Возраст, лет	Характеристика ветвей			Биомасса лишайников, г	
				Средний d, мм	Средняя L, см	Количество, шт.	на стволах	на ветвях
1	18,0	14,5	147	19 ± 1,4	154 ± 14,2	120	16,7	240,5
2	43,5	27,4	171	50 ± 8,4	252 ± 65,7	130	6,3	347,6
3	16,5	18,5	176	25 ± 2,7	161 ± 16,4	80	23,4	307,0
4	49,0	26,0	193	42 ± 2,0	209 ± 18,2	145	13,7	116,2
5	41,5	27,0	199	39 ± 3,2	219 ± 22,7	80	13,6	1079,2
6	39,5	24,0	206	51 ± 8,3	231 ± 67,2	90	3,8	454,1
7	36,0	25,0	215	19 ± 4,9	176 ± 28,7	60	6,2	882,8
8	43,0	23,0	222	54 ± 4,4	185 ± 49,5	150	20,5	238,6
9	52,0	23,7	302	61 ± 9,8	223 ± 40,6	60	4,6	149,3
10	42,0	20,0	220	39 ± 5,3	201 ± 36,1	70	16,7	958,5

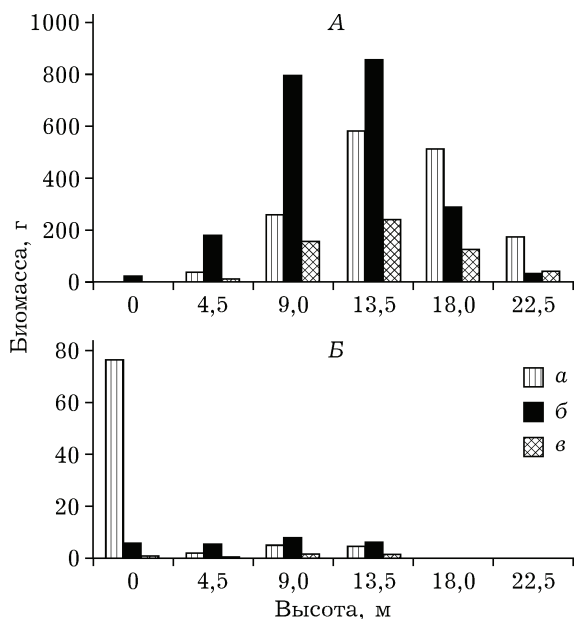


Рис. 1. Распределение биомассы лишайников по доминантным родам на ветвях (А) и стволах (Б). Здесь и на рис. 2: а – биомасса лишайников рода *Нурогумния*, б – *Брыория*, в – *Еверния*

13,5 м (в зоне наибольшего развития ветвей) сосредоточено 66 % всей биомассы лишайников, что связано с наибольшей площадью субстрата, пригодного для заселения (рис. 1). На этой высоте соотношение биомассы по доминантным родам было следующим: *Брыория* (52 %), *Нурогумния* (26 %), *Еверния* (12 %).

Исследования показали, что с увеличением высоты над землей биомасса лишайников на ветвях сокращается. Так, в верхней части кроны деревьев (высота 22,5–23 м) происходит интенсивный рост ветвей, здесь сильнее

инсоляция и ветер, которые не благоприятствуют развитию эпифитов. На этой высоте биомасса лишайников составляет всего 6 %. Видовой состав представлен широко распространенными видами – *Bryoria implexa*, *B. simplicior*, *Evernia mesomorpha*, *Nurogymnia physodes*.

Изменение биомассы эпифитов связано не только с высотой их расположения над землей, но и с местопроизрастанием лишайников на ветви. Внутренние, располагающиеся ближе к стволу участки ветвей имеют большую биомассу эпифитов, чем внешние, что связано с возрастом ветвей и большей экспозицией для заселения лишайников [26]. Кроме того, области ветвей, прилегающие к стволу, имеют более благоприятные микроклиматические условия, чем внешние [27].

Исследования показали, что по направлению от ствола к вершине ветви прослеживается общая тенденция снижения биомассы лишайников. На живых ветвях отмечена большая биомасса лишайников рода *Нурогумния* (56 %), видов рода *Еверния* 28 %, меньше всего лишайников рода *Брыория* (16 %). Биомасса лишайников рода *Нурогумния* равномерно распределена вдоль ветви, биомасса родов *Еверния* и *Брыория* резко снижается к ее концу.

Основную биомассу на сухих ветвях в отличие от живых составляют виды рода *Брыория* (71 %), с максимальными значениями в средней части ветви. На сухих ветвях биомасса на 22 % состоит из лишайников рода *Нурогумния* и незначительно увеличивается к концу ветви (рис. 2). Биомасса рода *Еверния*

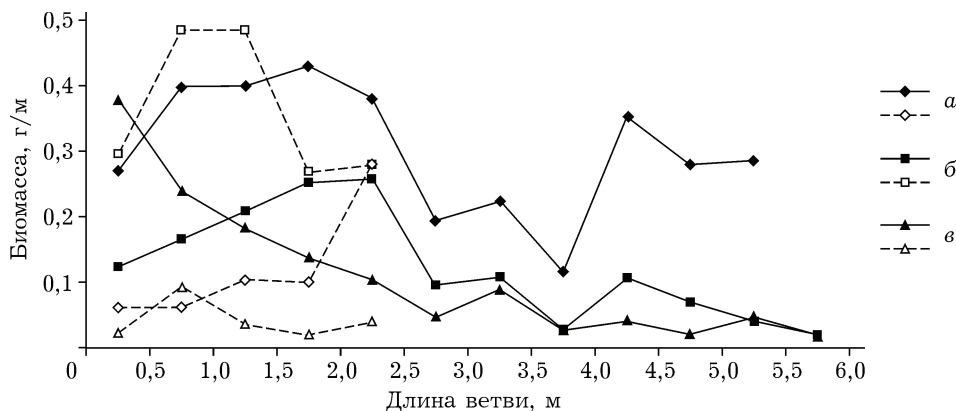


Рис. 2. Распределение биомассы лишайников вдоль ветви (от внутренней части, прилегающей к стволу, к вершине).

Сплошная линия – биомасса лишайников на живых ветвях; пунктирная – на сухих

невелика (7 %) и равномерно распределена вдоль ветви.

На стволах деревьев биомасса лишайников незначительна (4 % от общей биомассы). Около 70 % биомассы эпифитов сосредоточено в основании стволов, где на 86 % она представлена лишайниками рода *Hurogymnia*. Близость к почве обуславливает большую степень увлажнения и трофности субстрата по сравнению с остальной частью ствола, что благоприятствует развитию здесь основной массы эпифитов. Следует отметить, что с увеличением высоты деревьев происходит уменьшение общего проективного покрытия лишайников на стволах до 10 % и резкое сокращение биомассы до 7 % уже на высоте 4,5 м, где доминирующая роль переходит к лишайникам рода *Bryoria* (55 %) (см. рис. 1). Исчезновение лишайников со ствола дерева с высотой можно объяснить тем, что распространение листоватых видов, таких как *Hurogymnia physodes*, связано с наличием бороздчато-слоистой корки [23]. В нижней части деревьев, где сосредоточена основная масса листоватых лишайников, корка имеет более грубую, многослойную структуру и обладает меньшей скоростью облетания по сравнению с коркой, располагающейся выше по стволу. Известно [28], что на более грубой и устойчивой корке произрастает большее число видов, поскольку в данных условиях диаспоры лучше закрепляются на субстрате. На высоте 9–13,5 м биомасса лишайников незначительно увеличивается, что связано с зоной роста ветвей, где возможно распространение лишайников с ветвей деревьев на ствол.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, биомасса эпифитных лишайников на сосне обыкновенной варьирует от 130 до 1090 г. Основной вклад вносят лишайники родов *Bryoria* (45 %), *Hurogymnia* (34 %) и *Evernia* (12 %). На ветвях деревьев биомасса лишайников составляет 96 % от общей биомассы. Большая биомасса эпифитов (66 %) зарегистрирована на высоте 9–13,5 м. При движении от ствола по направлению к вершине ветви происходит снижение общей биомассы лишайников. Биомасса

эпифитных лишайников на стволах деревьев незначительна (4 %) и на 70 % сосредоточена в их основании, где в основном представлена лишайниками из рода *Hurogymnia* (86 %).

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов МНТЦ (№ 3695) и Лаврентьевского конкурса (№ 6.20).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бязров Л. Г., Медведев Л. Н., Чернова Н. М. Роль эпифитных лишайников в лесных биогеоценозах // Биогеоценологические исследования в широколиственно-еловых лесах. М., 1971. С. 252–270.
2. Lawrey J. D. Nutritional ecology of lichen/moss arthropods // Nutritional Ecology of Insects, Mites, and Spiders, 1987. P. 209–233.
3. Бязров Л. Г. Беспозвоночные животные в эпифитных лишайниках разных жизненных форм в лесах Подмосквья // Биология почв Северной Европы. М., 1988. С. 149–154.
4. Esseen P., Reinhorn K., Pettersson R. B. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality // Ecol. Appl. 1996. Vol. 6. P. 228–238.
5. Lang G. E., Reiners W. A., Heier R. K. Potential alteration of precipitation chemistry by epiphytic lichens // Oecologia. 1976. Vol. 25. P. 229–241.
6. Pike L. H. The importance of epiphytic lichens in mineral cycling // The Bryologist. 1978. Vol. 81. P. 247–257.
7. Nadkarni N. M. Biomass and mineral capital of epiphytes in an *Acer macrophyllum* community of a temperate moist coniferous forest. Olympic Peninsula. Washington State // Can. J. Bot. 1984. Vol. 62. P. 2223–2228.
8. Gilbert O. L. Lichens and air pollution // The lichens. New York; London, 1973. P. 443–472.
9. Мартин Ю. Л. Лихеноиндикация состояния окружающей среды // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллинн, 1982. Ч. 1. С. 27–47.
10. Горшков В. В. Влияние атмосферного загрязнения на эпифитный лишайниковый покров северотаежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферные загрязнители. Л., 1990. С. 144–159.
11. Михайлова И. Н. Эпифитные лихеносинузии в условиях химического загрязнения: зависимость доза-эффект // Экология. 1995. № 6. С. 455–460.
12. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга. 3. Влияние городских условий и лихеноиндикация атмосферного загрязнения // Ботан. журн. 1998. Т. 83, № 9. С. 39–45.
13. Edwards R. Y. Quantitative observations on epidendric lichens used as food by caribou // Ecology. 1960. Vol. 41. P. 425–431.
14. McCune B. Gradients in epiphyte biomass in three *Pseudotsuga-Tsuga* forests of different ages in western Oregon and Washington // The Bryologist. 1993. Vol. 96. P. 405–411.
15. McCune B. Using Epiphyte Litter to Estimate Epiphyte Biomass // The Bryologist. 1994. Vol. 97, N 4. P. 396–401.

16. Esseen P. A., Renhorn K. E. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests // *Conserv. Biol.* 1998. Vol. 12. P. 1307–1317.
17. Lehmkuhl J. F. Epiphytic lichen diversity and biomass low-elevation forests of the eastern Washington Cascade range. USA // *Forest Ecology and Management.* 2004. Vol. 187. P. 381–392.
18. Caldiz M. S., Brunet J. Litterfall of epiphytic macrolichens in Nothofagus forests of Northern Patagonia. Argentina: Relation to stand age and precipitation // *Austral Ecology.* 2006. Vol. 31. P. 301–309.
19. Трасс Х. Х. Лишайниковые синузии как компонент биогеоценозов (экосистем) // *Проблемы изучения грибов и лишайников.* Тарту, 1965. С. 207–211.
20. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности земного шара. М.; Л., 1965. 253 с.
21. Руднева Е. Н., Тонконогова В. Д., Дорохова К. Я. Круговорот зольных элементов и азота в ельнике-зеленомошнике северной тайги бассейна р. Мезень // *Почвоведение.* 1966. № 3. С. 14–26.
22. Бязров Л. Г. Фитомасса эпифитных лишайников в некоторых типах лесных биогеоценозов подзоны широколиственно-еловых лесов // *Раст. ресурсы.* 1969. Т. 5, вып. 2. С. 276–279.
23. Бязров Л. Г. Распределение фитомассы эпифитных лишайников в некоторых типах лесных биогеоценозов подзоны широколиственно-еловых лесов // *Лесоведение.* 1971а. № 5. С. 85–90.
24. Бязров Л. Г. Роль эпифитных лишайников в лесных биогеоценозах // *Биогеоценологические исследования в широколиственно-еловых лесах.* М., 1971б. С. 225–251.
25. Шишов Л. С. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
26. Esseen P., Reinhorn K., Pettersson R. B. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality // *Ecol. Appl.* 1996. Vol. 6. P. 228–238.
27. Benson S., Coxson D. Lichen Colonization and Gap Structure in Wet-temperate Rainforests of Northern Interior British Columbia // *The Bryologist.* 2002. Vol. 105. P. 673–692.
28. Holien H. The lichen flora on *Picea abies* in a suboceanic spruce forest area in central Norway with emphasis on the relationship to site and stand parameters // *Nord. J. Bot.* 1997. Vol. 17. P. 55–76.

## Features of the Distribution of Biomass of Epiphytic Lichens on *Pinus sylvestris* (Lower Angara Region)

N. M. KOVALEVA, G. A. IVANOVA

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS  
660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50  
E-mail: institute@forest.akadem.ru

Biomass of epiphytic lichens on *Pinus sylvestris* varies from 130 to 1090 g. The major biomass is comprised by the lichens of three genera: *Bryoria* (45 %), *Hypogymnia* (34 %) and *Evernia* (12 %). The majority of lichens are located on tree branches (96 %) in the zone of maximal development (at the height of 9–13.5 m) (66 %). The biomass of lichens on tree trunks is insignificant (4 %) and is concentrated by 70 % at the trunk bases.

**Key words:** Lower Angara region, *Pinus sylvestris*, biomass, epiphytic lichens.