

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

*Принято в печать 25.11.88*

# ЭКОЛОГИЯ

№ 1

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

*Содержание → (или содержание) →*  
*информация о выпуске*

1988

УДК 630.116.25

## ВЛИЯНИЕ ЛИШАЙНИКОВЫХ И ЗЕЛЕНОМОШНЫХ КОВРОВ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ВЕРХНЕГО КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ПОЧВЫ В СУХИХ СОСНЯКАХ

В. С. Ипатов, В. И. Трофимец

Сравнивается влияние на водный режим верхнего корнеобитаемого слоя почвы лишайниковых и зеленомошных синузий в сухих сосняках. Установлено, что зеленомошный ковер в большей мере перехватывает осадки и лучше предохраняет почвенные горизонты от процессов иссушения, в результате чего поддерживается более стабильный и высокий уровень влаги в верхних слоях почвы исследованных сосняков.

Напочвенный покров в сосняках на песках с атмосферным увлажнением в зависимости от сомкнутости древостоев формируется как лишайниками, так и зелеными мхами. При этом может образоваться однородный лишайниковый или зеленомошный покров, либо сложная мозаика разных синузий. При длительном существовании зеленых мхов и образовании мощной подстилки обилие кустарничков (брусника *Vaccinium vitis-idaea*, черника *Vac. myrtillus*, водяника *Empetrum nigrum* и др.) увеличивается, появляются даже такие представители еловых лесов, как майник (*Maianthemum bifolium*), седмичник (*Trientalis europaea*), линнея (*Linnaea borealis*).

Исследования проводили на восточном побережье Ладожского озера в древостоях разного возраста и разной сомкнутости в четко выраженных лишайниковых и зеленомошных синузиях. Лишайниковые синузии сложены главным образом *Cladina arbuscula* и *Cl. rangiferina*. Зеленомошные синузии представлены также двумя видами — *Pleurozium schreberi* и *Dicranum polyzetum* с незначительной примесью (до 10% проективного покрытия) *Hylocomium splendens*. Избежать присутствия травяно-кустарничкового яруса не удалось, но его роль невелика (проективное покрытие до 5%). В него входят вереск (*Calluna vulgaris*), черника, брусника, водяника, овсяница овечья (*Festuca ovina*), толокнянка (*Arctostaphylos uva-ursi*), дерхенфельдия (*Lerchenfeldia flexuosa*).

Нами была поставлена задача установить характер различия в водном режиме лишайниковых и зеленомошных ковров и в верхних горизонтах почвы под ними.

Для изучения режима влажности выделяли следующие слои: живая часть лишайников и мхов, подстилка, лишайниковый и зеленомошный ковер (живая часть и подстилка в совокупности), минеральные слои почвы (0—5, 10—15 см). Использовали два параметра, отражающие водный режим: содержание влаги в процентах от абсолютно сухого веса образца и количество влаги в исследуемом слое в мм.

В полевых условиях материал собирали «парным» отбором образцов. Подбирали рядом расположенные в одном элементе рельефа при незначительно расходящейся сквозистости древостоя лишайниковые и зеленомошные синузии. Наблюдения проводили одновременно и всегда в вечернее время (после 17 ч). Для оценки плотности крон и их сомкнутости использовали показатель сквозистости, с которым хорошо коррелируют солнечная радиация, проникающая к напочвенному покрову, температурный режим, количество осадков, проникающих под полог, влажность воздуха (Ипатов и др., 1979; Ипатов, Кирикова, 1981). Следует отметить, что подобрать пары при одной и той же сквозистости практически невозможно, так как развитие и сохранение определенного напочвенного покрова в свою очередь зависит от сквозистости. Мы считали сопоставимость удовлетворительной при различии в сквозистости до 10%.

Образцы исследуемых горизонтов (отбирали в 3-кратной повторности) помещали в герметические полиэтиленовые мешочки и взвешивали. При камеральной обработке образцы повторно взвешивали (для контроля потери влаги), высушивали до абсолютно сухого веса при температуре 105° С.

Влажность и влагоемкость при фиксированных значениях осадков изучали в лабораторных условиях. В цилиндры с площадью сечения 75 см<sup>2</sup>, поставленные на воронки, помещали образцы живой части лишайников и мхов или вместе с подстилкой. Поливом (с распылением воды) имитировали дождь: 2, 4, 8, 16, 22, 30 мм — для живой части; 4, 8, 12, 16 мм — для ковров в целом. Иссушение определяли после насыщения влагой в лабораторных условиях, при комнатной температуре и относительной влажности воздуха 50%, через 1, 2, 4, 20 ч.

Статистическая обработка сводилась к вычислению разниц между парами, средней разницы ( $\bar{d}$ ), ее ошибки (S). При необходимости рассчитывалась средняя арифметическая параметра и ее ошибка.

Минимальная влажность лишайников и зеленых мхов при длительном хранении в лабораторных условиях (относительная влажность воздуха около 50%, температура 20°C) оказалась одинаковой и составила 8%. В лесу нижний предел, очевидно, не достигается, поскольку даже в сухой период относительная влажность воздуха в утренние и ночные часы повышается до 90—100%, а лишайники и мхи способны поглощать влагу из воздуха. Например, в 9 и 24 ч (относительная влажность воздуха 90—100%) влажность лишайников и зеленых мхов оказалась одинаковой — 20—21%. В 14 ч (относительная влажность воздуха 50—60%) влажность лишайников составила 14%, зеленых мхов — 15%, запасы влаги оказались одинаковыми — 0,14 мм.

Большие различия наблюдаются в максимальных значениях влажности лишайников и мхов. При насыщении лишайниковых и зеленомошных ковриков, погруженных нижней частью в воду, влажность лишайников составила 294%, зеленых мхов — 689%. В полевых условиях, при дождевании («осадки» 35 мм), разница также оказалась большой: 315 и 517%. Существенные различия наблюдаются и по запасам влаги. При насыщении в лабораторных условиях запасы влаги у лишайников — 2,8 мм, у зеленых мхов — 5,9 мм, при дождевании в поле соответственно 3,4 и 4,4 мм.

Таблица 1  
Влагоемкость лишайников и зеленых мхов при разном количестве осадков  
(лабораторный эксперимент, дождевание)

Показатель	Синузия	Осадки, мм					
		2	4	8	16	22	30
Влажность, % от абс. сухого веса	Лишайниковая	149	194	212	230	237	249
	Зеленомошная	215	279	329	394	441	479
Поглощено, мм	Лишайниковая	1,4	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5
	Зеленомошная	1,8	2,5	2,9	3,6	4,0	4,3

Естественно, что количество поглощенной влаги и влажность зависят от количества осадков, попавших на растительный покров. В лабораторном эксперименте исследованы образцы с мощностью живой части у лишайников 3,5 см, у зеленых мхов 5,0 см. Прежде всего обращает на себя внимание, что влажность зеленых мхов в 1,5—2 раза выше, чем у лишайников (табл. 1). Количество поглощенной влаги зелеными мхами, при одних и тех же «осадках», также больше, чем у лишайников. Это различие увеличивается с количеством осадков и находится в прямой зависимости от максимальной влагоемкости (а она выше у зеленых мхов). Интенсивность поглощения влаги (в % от максимально поглощенной в эксперименте) больше у лишайников. Процесс иссушения у лишайников идет быстрее, о чем свидетельствуют полученные ранее нами данные (Ипатов, Тархова, 1982). В лабораторном эксперименте после полного насыщения влажность лишайников и зеленых мхов в течение дня менялась следующим образом: в 10, 13, 17 ч она составляла от исходной влажности 100, 36, 14% у лишайников, 100, 53, 21% у зеленых мхов. Такое соотношение процессов поглощения влаги и иссушения приводит к большему варьированию влажности лишайников по сравнению с мхами.

Под пологом древостоя колебания влажности прежде всего зависят от сквозности древостоя. Из табл. 2 видно, что размахи значений

влажности у лишайников и мхов пересекаются. Однако, при не слишком различающейся сквозистости, влажность зеленых мхов выше как в дождливый период, так и сухой.

Таблица 2  
Влажность лишайников, зеленых мхов и их подстилок  
в природных условиях (парное сравнение,  $n=6$ )

Период	Влажность $\bar{X}$ , %	$S$ , %	Сравнение
Живая часть			
Влажный	$\frac{140(63-220)}{259(162-347)}$	$\frac{42}{32}$	$\bar{d} = -119,7$ $S = \pm 5,27, t = 19,9$
	$\frac{14(12-15)}{16(14-18)}$	$\frac{9}{8}$	$\bar{d} = -1,65$ $S = \pm 0,35, t = 3,75$
Подстилка			
Влажный	$\frac{107(78-168)}{163(133-198)}$	$\frac{38}{14}$	$\bar{d} = -51,3$ $S = \pm 2,9, t = 2,08$
	$\frac{18(10-21)}{35(24-45)}$	$\frac{21}{25}$	$\bar{d} = -16,9$ $S = \pm 2,9, t = 5,28$

Примечание. Над чертой — лишайниковая синузия, под чертой — зеленомошная;  $\bar{d}$  — средняя разница,  $S$  — ее ошибка,  $t$  — нормированное отклонение.

Минимальная влажность образцов подстилок, хранимых в лабораторных условиях при относительной влажности воздуха около 50%, примерно одинакова и составляет около 8%. Она практически не отличается от влажности живой части. В природных условиях минимальная влажность лишайниковой и зеленомошной подстилок различается вдвое (соответственно 18 и 35%). Сильно различаются и максимальные значения влажности подстилок: в эксперименте она составила у лишайниковой подстилки 220%, у зеленомошной — 468%. Причем запас влаги зеленомошной подстилки почти в три раза выше, чем лишайниковой (соответственно 12,2 и 4,9 мм). В лесу в отдельных случаях лишайниковые подстилки оказываются влажнее (при большей сквозистости, после дождя), но в среднем их влажность значительно ниже, а ее варьирование больше, чем зеленомошных подстилок (см. табл. 2). Во влажный период живая часть исследуемых ковров оказывается влажнее подстилок. Это объясняется большей влагоемкостью живой части и тем, что она «перехватывает» влагу. В сухой период влажнее подстилка как следствие ее изоляции от иссушения живой частью напочвенного покрова. Вместе с тем влажность подстилок в лишайниковых синузиях в сухой период снижается до уровня влажности живой части, тогда как у мхов она в два раза выше. Очевидно, что здесь отражаются более слабые изоляционные свойства живой части лишайникового ковра по сравнению с моховым.

Влажность зеленомошного ковра при любых осадках оказывается большей, чем у лишайникового. Перехватывается влага в большей степени также зеленомошным ковром (табл. 3). Иссушение зеленомошного ковра идет медленнее, чем лишайникового (табл. 4).

Таким образом, лишайниковый ковер в отличие от мохового пропускает больше осадков, менее влажен, быстрее подсыхает. Это приводит к тому, что влажность минеральных горизонтов оказывается, как пра-

вило, выше под зеленомошными синузиями. В табл. 5 приведены результаты сравнения влажности при сквозистости древостоя над лишайниковыми и зеленомошными синузиями, различающейся не более чем на 10%. Естественно, когда сквозистость над лишайниковыми синузия-

Таблица 3

Влагоемкость лишайникового и зеленомошного ковров (живая часть и подстилка), лабораторный эксперимент, дождевание

Показатель	Синузия	Осадки, мм			
		4	6	12	16
Влажность, % от абс. сухого веса	Лишайниковая	100	159	176	195
	Зеленомошная	106	179	208	215
Поглощено, мм	Лишайниковая	2,3	3,6	4,0	4,5
	Зеленомошная	3,1	5,2	6,1	6,3

Примечание. Масса абсолютно сухого веса органического вещества, кг/м<sup>2</sup>: лишайников — 2,29, зеленых мхов — 2,93.

Таблица 4

Иссушение лишайникового и зеленомошного ковров (живая часть и подстилка) при относительной влажности воздуха около 50%

Синузия	Длительность иссушения, ч				
	0	1	2	4	20
Лишайниковая	<u>151*</u>	<u>137</u>	<u>124</u>	<u>109</u>	<u>31</u>
	100	91	83	73	21
Зеленомошная	<u>185</u>	<u>178</u>	<u>171</u>	<u>161</u>	<u>93</u>
	100	96	92	87	51

\* Над чертой — влажность в % от абс. сухого веса; под чертой — % от исходной влажности.

Таблица 5

Влажность минеральных горизонтов почвы под лишайниковыми и зеленомошными синузиями (парное сравнение)

Погодные условия	Синузия	Глубина, см	Средняя влажность, %	Сравнение (л.—зм.)	Разница между слоями (0—5) и (10—15) см																				
Влажный период	Лишайниковая	0—5	2,90	Для слоя 0—5 см —1,31±0,72, t=1,79	1,56±0,45 t=3,42																				
		10—15	1,40				Зеленомошная	0—5	3,60	Для слоя 10—15 см —0,64±0,27, t=2,35	1,68±0,54 t=3,01	10—15	2,00	Сухой период	Лишайниковая	0—5	1,45	Для слоя 0—5 см —0,66±0,24, t=2,71	0,36±0,10 t=3,54	10—15	1,10		Зеленомошная	0—5	2,11
	Зеленомошная	0—5	3,60	Для слоя 10—15 см —0,64±0,27, t=2,35	1,68±0,54 t=3,01																				
		10—15	2,00			Сухой период	Лишайниковая	0—5	1,45	Для слоя 0—5 см —0,66±0,24, t=2,71	0,36±0,10 t=3,54	10—15	1,10		Зеленомошная	0—5	2,11	Для слоя 10—15 см —0,33±0,07, t=4,54	0,68±0,17 t=3,93	10—15	1,43				
Сухой период	Лишайниковая	0—5	1,45	Для слоя 0—5 см —0,66±0,24, t=2,71	0,36±0,10 t=3,54																				
		10—15	1,10				Зеленомошная	0—5	2,11	Для слоя 10—15 см —0,33±0,07, t=4,54	0,68±0,17 t=3,93	10—15	1,43												
	Зеленомошная	0—5	2,11	Для слоя 10—15 см —0,33±0,07, t=4,54	0,68±0,17 t=3,93																				
		10—15	1,43																						

ми значительно выше, чем над зеленомошными, при дождях влажность минеральных горизонтов больше под первыми. Так, при разности скво-

зистости около 45% (лишайники растут практически на открытом месте) разность влажности минерального слоя 0—5 см составляла  $+2,34 \div 3,00\%$ , т. е. оказалась выше под лишайниковым покровом. Понятно, что это различие связано с перехватом осадков кронами. Например, если при сквозистости 100% («окно» в лесу) на поверхность лишайникового покрова попадают все осадки — 2,6 мм, то при 55% сквозистости поверхность зеленомошного ковра получит только 0,6 мм (23%), а при количестве осадков 9,8 мм зеленых мхов достигнет при той же сквозистости 8,1 мм (83%). И тем не менее, если объединить данные, полученные при дождях и в сухую погоду, во всем диапазоне сквозистости, в среднем влажность минеральных горизонтов под зелеными мхами выше. В исследованных нами сосняках влажность слоя 0—5 см под зелеными мхами составила 3,1%, а под лишайниками — 2,7%. Соотношение влажностей для слоя 10—15 см такое же.

Почвенные горизонты (подстилка, минеральные слои 0—5 и 10—15 см) также в целом влажнее в зеленомошных синузиях. Влажность их меньше варьирует, т. е. водный режим стабильнее. В связи с этим более благоприятные гидроусловия для развития травяно-кустарничкового яруса создаются на участках с зеленомошным покровом, прежде всего для растений, корни которых обычно расположены в подстилке (очевидно, здесь играет роль и большой резерв питательных веществ). Возможно, зеленомошный ковер более благоприятен в этом отношении и для сосны.

Ленинградский госуниверситет  
имени А. А. Жданова

Поступила в редакцию  
10 декабря 1986 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ипатов В. С., Кирикова Л. А. Влияние сквозистости полога древостоя на характер почвенного покрова в зеленомошно-лишайниковых сосняках. — Экология, 1981, № 3, с. 39—45.
- Ипатов В. С., Кирикова Л. А., Бибииков В. Л. Сквозистость древостоев, измерение возможности использования в качестве показателя микроклиматических условий под пологом леса. — Бот. журн., 1979, № 11, с. 1615—1624.
- Ипатов В. С., Тархова Т. Н. Микроклимат моховых и лишайниковых синузий в сосняке лишайниково-зеленомошном. — Экология, 1982, № 4, с. 27—32.

УДК 581.524 : 57.084.2

## О МЕТОДИКЕ ПОЛЕВОГО ИЗУЧЕНИЯ БИОГЕОЦЕНОЗА И АНАЛИЗА ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В. Д. Лопатин*

Установлено, что при обобщении материалов полевых биогеоценологических исследований необходимо сравнивать агрохимические свойства почв только по пробам, отобранным ранней весной, данные анализов пересчитывать на единицу объема, учитывать жизненность растений, насыщенность слоев почвы корнями, мозаичность и микрокомплексность. Даны общие принципы выбора и использования стационарных площадок. При изучении динамики растительности и для выбора ключевых участков рекомендуется применять метод экоценологических координат.

В современной науке, и в частности в экологии, при изучении компонентов биогеоценозов и отдельных параметров процессов, происходящих в них, все большее значение приобретают исследования путем моделирования. Решающее значение для точной работы моделей имеет методика отбора фактического материала. Важны, на первый взгляд такие подчас незначительные детали, как способ заложения пробных площадок, определение мест для почвенного разреза, сроки отбора проб и т. п. Из-за неполного учета указанных деталей нечетко работают из-