

УДК 581.13:582.29:581.526.44

**О. М. Храмченкова, Д. Н. Дроздов**

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, г. Гомель, Республика Беларусь

## ПОГЛОЩЕНИЕ ВОДЫ ЭПИФИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ

Для четырех видов эпифитных лишайников – *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina* определены размеры анатомических структур, связанных с поглощением воды талломами. Процесс насыщения водой талломов *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina* описывается логарифмической функцией. Интенсивность поглощения воды наиболее высокая у *Evernia prunastri*, наименьшая – у *Xanthoria parietina*. Установлено, что на протяжении 53–56 мин. происходит полное насыщение водой талломов *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina*.

➤ **Ключевые слова:** эпифитные лишайники, анатомическое строение, поглощение воды, интенсивность поглощения, насыщение слоевищ водой.

### Введение

Пойкилогидридные организмы не способны регулировать свой водный баланс. Поверхность и весь объем слоевища поглощают осадки, туман, росу за счет адгезионных и когезионных свойств воды, не имея структур для пространственно-временной организации и компартментации объемов влаги внутри организма. Хорошо известна способность лишайников поглощать парообразную воду, позволяющую этим организмам существовать в условиях, где высшие растения не выживают. О механизме проведения воды в талломах лишайников известно не много: считается, что процессы поглощения, удержания и потери воды слоевищами определяются только физическими закономерностями [1]. Еще менее исследованными являются механизмы поступления воды в клетки микобионта и фотобионта, где можно предположить наличие отличий, связанных с грибной или водорослевой организацией последних. Для достижения нормальной физиологической активности слоевище лишайника должно содержать определенное количество воды, зависящее от видовых морфологических и анатомических особенностей [2]. Возникают сложности со смысловым наполнением понятия «нормальная физиологическая активность слоевищ», т. к. не известно, что считать нормой: состояние максимальной насыщенности таллома водой, совокупность параметров, отражающих наибольшую интенсивность процессов жизнедеятельности, или максимальную скорость роста лишайника. Известно, что толстые и плотные слоевища лишайников содержат меньше воды, чем тонкие и рыхлые при одинаковой интенсивности фотосинтеза [1, 2].

Целью настоящей работы было исследование водопоглощающей способности эпифитных макролишайников, отличающихся по морфологическому и анатомическому строению.

### Методы исследований

К исследованию были приняты четыре вида листоватых и кустистых эпифитных лишайников, описанных в отечественной и зарубежной лихенологической литературе как повсеместно встречающиеся [3–9].

Гипогимния вздутая – *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (Syn. *Parmelia physodes* (L.) Ach.) – распространенный полиморфный вид листоватых лишайников семейства *Parmeliaceae* порядка *Lecanogiales* класса *Lecanogomycetes* отдела *Ascomycota*.

Талломы розетковидные, полурозетковидные, неопределенной формы с беспорядочно расположенными, тесно сближенными или налегающими друг на друга лопастями, в центре довольно плотно прижаты к субстрату. Лопасты выпуклые, на концах часто расширенные, губовидно отогнутые, внутри полые. Слоевища прикрепляются к субстрату всей нижней поверхностью. Верхняя сторона светло-серая или серо-зеленая, гладкая, часто матовая, иногда с темными пятнами. Нижняя сто-

рона черная, матовая, по краям коричневая, блестящая. Сердцевина белая, рыхлая, с пустотами внутри слоевища. Слоевище гетеромерное, гонидиальный слой непрерывный. Фотобионт представлен коккоидной зеленой водорослью рода *Trebouxia* Ruum. Встречается преимущественно на стволах и ветвях хвойных и березы, но растет и на всевозможных листовых породах, а также на самых разнообразных других субстратах – обработанной древесине и каменистом субстрате, иногда на почве. В кортикальном слое содержит атранорин и хлоратранорин; в медулярном – физодовую, физодоловую и проточетраровую кислоты [4–6]

Эверния сливовая – *Evernia prunastri* (L.) Ach. – распространенный вид кустисто-лиственных лишайников семейства *Parmeliaceae* порядка *Lecanorales* класса *Lecanoromycetes* отдела *Ascomycota*.

Слоевище листоватое или листовато-кустистое, в виде цельной пластинки или разветвленное, свисающее или приподнятое над субстратом, прикреплено к субстрату псевдогомфом, ризоиды отсутствуют. Верхняя поверхность беловато- или серовато-зеленая; нижняя более светлая, беловатая, часто с розовым оттенком. Таллом гетеромерный, покрытый со всех сторон хорошо развитым коровым слоем. Коровой слой образован гифами, расположенными перпендикулярно к поверхности, пареплектенхимный, бесцветный во внутренней части и чуть зеленоватый во внешней. Сердцевина состоит из рыхло переплетенных гиф. Гонидиальный слой образован водорослями, принадлежащими к *Cystococcus*: у слоевищ, имеющих листоватое строение, размещается под верхней корой, у слоевищ с радиальным строением образует цилиндр, а на поперечном срезе выглядит в виде кольца. Встречается на стволах и ветвях деревьев листовых, или хвойных пород, особенно на опушках леса, у лесных дорог и в других открытых, хорошо освещенных местах. Иногда переходит к обитанию на обработанной древесине (крыши, заборы и т. д.), валунах, почве, песках в речных дюнах, хвое ветвей. В кортикальном слое содержит атранорин и усниновую кислоту; в медулярном – эверновую кислоту [4, 5, 7].

Рамалина пыльцеватая – *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. – распространенный вид листовато-кустистых лишайников семейства *Ramalinaceae* порядка *Lecanorales* класса *Lecanoromycetes* отдела *Ascomycota*.

Слоевище в виде прямостоячих, сравнительно мягких, небольших кустиков, иногда твердых, подушкообразных. Слоевищные лопасти серовато- или беловато-зеленые, иногда с желтоватым оттенком, с нижней стороны несколько более светлые, блестящие, плоские или местами слегка вздутые, более или менее морщинистые, с несколько расширенными, разорванными и иногда бахромчатыми концами. Слоевище гетеромерное, покрытое с обеих сторон хрящевато-волокнистым коровым слоем, обычно снаружи прозоплектенхимного строения, внутри состоящего из гиф, расположенных параллельно продольной оси слоевища. Сердцевина имеет такое же строение, как кора, но состоит из более толстых рыхло переплетенных гиф. Она заполняет все пространство, иногда образует в центре пустоты. Фотобионт представлен коккоидной зеленой водорослью рода *Trebouxia* Ruum. Встречается на коре деревьев листовых, реже хвойных пород, в хорошо освещенных, открытых местах. Редко на камнях. Содержит усниновую и эверновую кислоты [4, 5, 8].

Ксантория настенная – *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. – распространенный вид листовых лишайников семейства *Teloschistaceae* порядка *Teloschistales* класса *Lecanoromycetes* отдела *Ascomycota*.

Слоевище листоватое, розетковидное. Розетки распростерты, лопастные, многолистные, плотно прилегающие к субстрату. Лопастные плоские, с волнистым или складчатым краем. Верхняя поверхность чуть глянцева или матовая, золотисто-желтая, красновато-желтая или зеленовато-желтая в затененных местах. Нижняя сторона слоевища белая, по краям чуть желтоватая, морщинистая, с редкими рассеянными по всей поверхности ризинами. Верхняя кора пареплектенхимная, в верхней своей части с инкрустацией в виде зерен париедина и потому желтая. Гонидиальный слой непрерывный, подстилает бесцветную часть коры, образован водорослями *Trebouxia*-типа. Сердцевина рыхлая, белая. Нижняя кора бесцветная, пареплектенхимная. встречается на коре деревьев как листовых, так и хвойных пород, а также на обработанной древесине и камнях. Особенно обильно развивается на деревьях открытых мест, вдоль дорог, вблизи человеческого жилья. Содержит комплекс антрахинонов, преимущественно – париедин [4, 5, 9].

Биомассу лишайников отбирали в пригородных лесах и г. Гомеле. Слоевища отдели от субстрата, высушивали до постоянной массы. Для исследования выбирали образцы генеративного периода онтогенеза [10–13]. Особенности анатомического строения лишайников изучали с использованием методики, приведенной в [14]. Образцы изучаемых видов лишайников, помещали в закрытые стеклянные сосуды на слой влажной фильтровальной бумаги. Определяли содержание воды в слоевищах, находившихся во влажной камере 0–180 мин. Данные обрабатывали с использованием стандартного программного продукта Статистика 7.0.

## Результаты и их обсуждение

Принятые к исследованию виды лишайников заметно отличались размерами анатомических структур, что, по-видимому, связано как с собственно видовыми особенностями, так и условиями существования. В табл. 1 приведены результаты измерения анатомических структур четырех видов эпифитных лишайников.

Таблица 1

Размеры анатомических структур эпифитных лишайников, мкм

Вид лишайника	Толщина верхнего корового слоя		Толщина нижнего корового слоя		Диаметр клеток фотобионта	
	средняя	размах выборки	средняя	размах выборки	средний	размах выборки
<i>Hypogymnia physodes</i>	10,2±0,69	9,3÷11,5	8,3±0,46	7,6÷9,1	5,9±0,11	5,8÷6,1
<i>Evernia prunastri</i>	11,2±0,95	9,4÷13,3	7,4±0,93	3,5÷8,5	5,7±0,56	4,6÷7,2
<i>Ramalina pollinaria</i>	4,7±0,68	3,3÷6,1	5,1±1,13	3,7÷7,0	6,2±1,03	4,5÷9,4
<i>Xanthoria parietina</i>	74,1±8,45	61,5÷92,5	58,3±7,26	40,4÷73,6	9,7±1,02	7,5÷12,3

Образцы тонких и рыхлых слоевищ гипогимнии вздутой и эвернии сливовой имели близкие по значениям размеры верхнего и нижнего коровых слоев, а также диаметр клеток фотобионта. Образцы плотных и тонких талломов рамалины пыльцеватой отличались более тонкой корой и более крупными клетками водоросли, а образцы ксантории настенной были самыми толстыми и с самыми крупными клетками *Trebouxia*.

Насыщение водой талломов лишайников удовлетворительно описывается логарифмической функцией  $y = a \ln(x) + b$  – табл. 2, рис. 1.

Таблица 2

Параметры временных зависимостей насыщения водой талломов лишайников

Вид лишайника	$a$	$b$	$R^2$
<i>Hypogymnia physodes</i>	0,025	0,086	0,86
<i>Evernia prunastri</i>	0,030	0,094	0,87
<i>Ramalina pollinaria</i>	0,027	0,083	0,89
<i>Xanthoria parietina</i>	0,023	0,080	0,90

Угловой коэффициент  $a$  логарифмической функции  $y = a \ln(x) + b$  является показателем скорости поглощения воды, поэтому его можно использовать для оценки скорости поглощения воды каждым видом лишайников друг относительно друга.

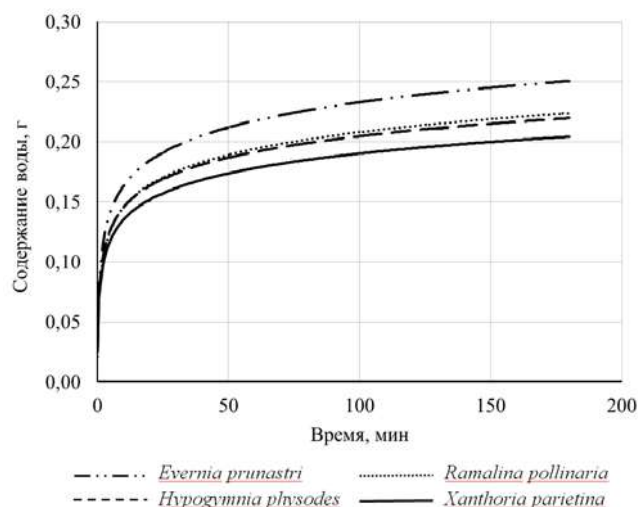


Рисунок 1 – Насыщение водой талломов эпифитных лишайников

Среди изучаемых видов лишайников наиболее рыхлым талломом характеризуется гипогимния вздутая, имеющая полости внутри лопастей. Параметры зависимостей водопоглощения данным ви-

дом лишайников близки к таковым для тонкокорого и плотного слоевища рамалины пыльцеватой. Наиболее энергично воду поглощает эверния сливовая, в слоевищах которой под плотной параплектенхимной корой располагается рыхлая сердцевина. Толстые и довольно плотные слоевища ксантории настенной поглощают медленнее и меньшее количество воды.

Скорость поглощения воды талломами лишайников разных видов достаточно хорошо описывается экспонентой вида  $y = aexp(-bt)$ , где  $t$  – время эксперимента – рис. 2, табл. 3.

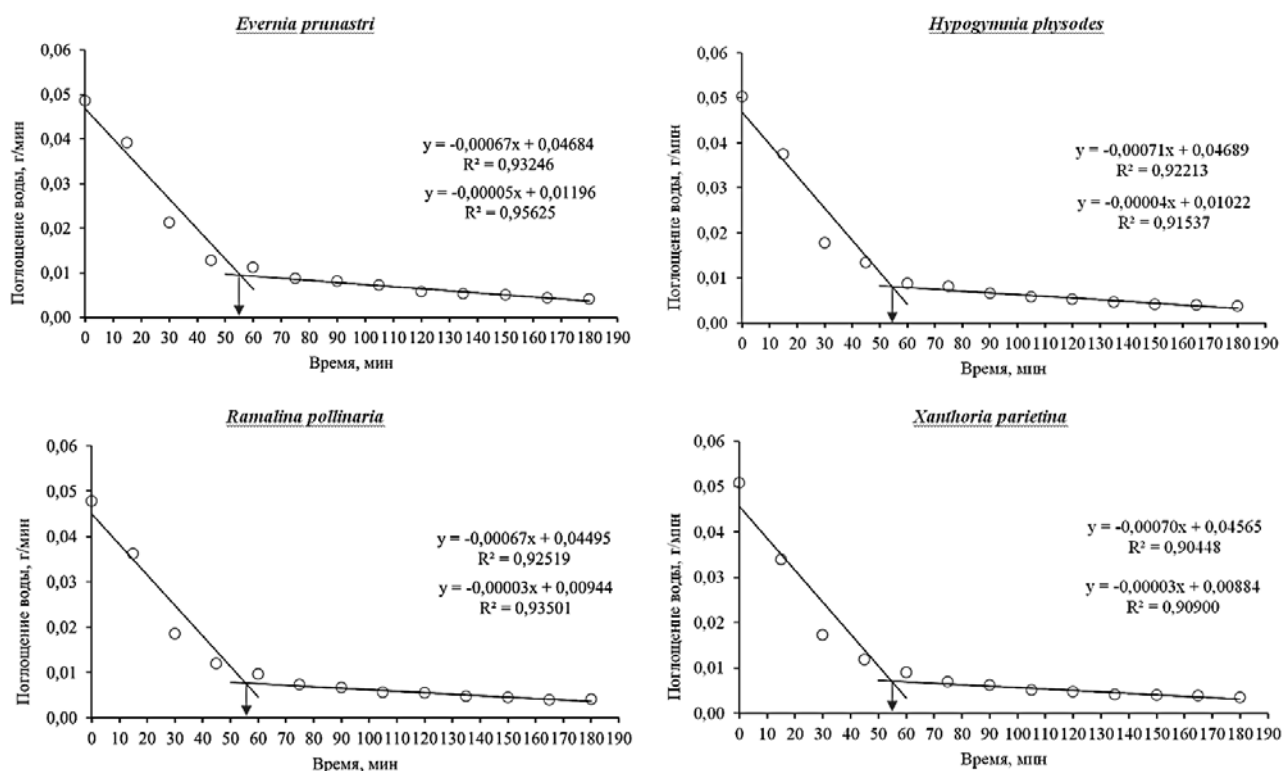


Рисунок 2 – Поглощение воды талломами эпифитных лишайников

Таблица 3

Параметры экспоненциального уравнения скорости поглощения воды лишайниками

Вид лишайника	$a$	$B$	$R^2$
<i>Evernia prunastri</i>	0,039	0,19	0,90
<i>Hypogymnia physodes</i>	0,036	0,20	0,88
<i>Ramalina pollinaria</i>	0,034	0,19	0,86
<i>Xanthoria parietina</i>	0,034	0,20	0,87

В каждой экспоненте можно выделить участок крутого падения (спад) и участок выхода на относительно устойчивый участок флуктуации (плато). Оба участка хорошо описываются линейными функциями, пересечение которых позволяет определить время прекращения набора воды талломами и границы флуктуации ее содержания.

Воздушно-сухие талломы разных видов эпифитных лишайников с разными скоростями поглощают не одинаковые количества воды, но для четырех изучаемых видов это происходит за одно и то же время. Установлено, что в течение 53–56 мин. происходит насыщение водой талломов *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina*, составляющее 220,7±8,3 %, 197,3±9,2 %, 189,1±7,4 %, и 176,3±8,8 % сухой массы лишайников, соответственно.

### Выводы

Для четырех видов эпифитных лишайников – *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina* определена толщина верхнего и нижнего корового слоя, а также диаметр клеток фотобионта. Образцы *Evernia prunastri* и *Hypogymnia physodes* имели близкие по значениям размеры верхнего и нижнего коровых слоев, а также диаметр клеток фотобионта. Лишайник *Ramalina pollinaria* характеризовался более тонкой корой и более крупными клетками водоросли. Талломы *Xanthoria parietina* имели наиболее толстый коровый слой и самыми крупными клетками *Trebouxia*.

Насыщение водой талломов *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina* удовлетворительно описывается логарифмической и степенной функциями. Интенсивность поглощения воды была наиболее высокой у *Evernia prunastri*, наименьшей – у *Xanthoria parietina*. На протяжении 53–56 мин. происходит насыщение водой талломов *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina pollinaria* и *Xanthoria parietina*, составляющее 220,7±8,3 %, 197,3±9,2 %, 189,1±7,4 %, и 176,3±8,8 % сухой массы лишайников, соответственно.

### Список литературы

1. Nash, III T. H. Lichen biology / T. H. Nash III. – Cambridge University Press, 1999. – 486 p.
2. Тарасова, В. Н. Лишайники: физиология, экология, лишеноиндикация: учебное пособие / В. Н. Тарасова, А. В. Сониная, В. И. Андросова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 368 с.
3. Tsurukau, A. Lichens from Gomel region: a provisional checklist / A. Tsurukau, V. Khranchankova // Bot. Lith. – 2011. – Vol. 17, № 4. – P. 157–163.
4. Горбач, Н. В. Лишайники Белоруссии. Определитель / Н. В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1973. – 368 с.
5. The Lichens of Great Britain and Ireland. 2nd ed. / Eds.: C. W. Smith [et al.]. – London: British Lichen Society, 2009. – 700 p.
6. Определитель лишайников СССР. Вып. 1. Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые / Е. Г. Копачевская [и др.]; под. ред. И. И. Абрамова. – Л.: Наука, 1971. – 412 с.
7. Определитель лишайников России. Вып. 6. Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые / Н. С. Голубкова [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 1996. – 203 с.
8. Определитель лишайников России. Вып. 10. Agyriaceae, Anamylopsoraceae, Aphanopsidaceae, Arthrorhaphidaceae, Brigantiaeaceae, Chrysotrichaceae, Clavariaceae, Ectolechiaceae, Gomphillaceae, Gypsoplacaceae, Lecanograceae, Lecideaceae, Mycoblastaceae, Phlyctidaceae, Physciaceae, Pilocarpaceae, Psoraceae, Ramalinaceae, Stereocaulaceae, Vezdaeaceae, Tricholomataceae / М. П. Андреев [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 2008. – 515 с.
9. Определитель лишайников России. Вып. 9. Фусцидеевые, Телосхистовые / Н. С. Голубкова [и др.]; под. ред. Н. С. Голубковой. – СПб.: Наука, 2004. – 339 с.
10. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях / Ю. Г. Суетина // Экология. – 2001, № 3. – С. 203–208.
11. Мартюшов, П. А. Структура таллома лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / П. А. Мартюшов, С. А. Шавнин // Ж. общ. биол. – 2004. – Т. 65, № 2. – С. 178–186.
12. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и возрастно-виталитетная структура популяции лишайника *Evernia prunastri* (L.) Ach. / Ю. Г. Суетина, Е. И. Ямбердова // Вестник Удмуртского университета. – 2010. – Вып. 6–3. – С. 44–51.
13. Суетина, Ю. Г. Популяционно-онтогенетические исследования видов рода *Ramalina* Ach. / Ю. Г. Суетина // Изучение грибов в биогеоценозах: мат-лы V междунар. конф. – Пермь: Изд-во Перм. гос. пед. ун-та, 2009. – С. 340–342.
14. Храменкова, О. М. Методические подходы к изучению анатомического строения лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / О. М. Храменкова, А. Г. Цуриков // Экологический вестник. – 2015, № 4(34). – С. 110–115.

**V. M. Khranchankova, D. N. Drazdou**

### WATER ABSORPTION OF EPIPHYTIC LICHENS

*Upper and lower cortical layers, photobiont cell diameters were measured for lichen samples Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Ramalina pollinaria and Xanthoria parietina. Water saturation thalli Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Ramalina pollinaria and Xanthoria parietina satisfactorily described logarithmic-cal and power functions. The intensity of the water absorption is highest at Evernia prunastri, the lowest – in Xanthoria parietina. During 53–56 minutes there is a complete water saturation thalli Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Ramalina pollinaria and Xanthoria parietina.*