

А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова

**ЛИСТОВАТЫЕ И КУСТИСТЫЕ
ГОРОДСКИЕ ЛИШАЙНИКИ:
АТЛАС-ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь по естественнонаучному образованию в
качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности «Биология (по направлениям)»*

Гомель 2009

УДК 582.29 (084.42) (07)
ББК 28.591.6 яб1я7
Ц 871

Рецензенты: А. К. Храмцов, доцент кафедры ботаники Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук
Н. Н. Кобзарь, научный сотрудник лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси

Цуриков А. Г.

Ц 971 Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов [и др.] / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т. им. Ф. Скорины – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.
Рис. 138, Библ. 23.

ISBN 978–985–439–390–2

В пособии приводится подробное описание морфологии, анатомии, способов размножения лишайников, методика сбора образцов в природе, некоторые особенности работы с собранным материалом при определении.

На основании результатов собственных исследований, проведенных на территории г. Гомеля в 2003 – 2007 гг., составлен список листоватых и кустистых лишайников г. Гомеля, произведена оценка встречаемости видов на его территории. С использованием современной отечественной и зарубежной литературы составлен ключ для определения листоватых и кустистых городских лишайников.

Материалы предназначены специалистам в области экологии городской среды, ботаникам-исследователям, студентам биологических факультетов университетов, преподавателям биологии и учащимся средних школ. Могут служить пособием для лиц, интересующихся лишайнофлорой, изучающих природу родного края.

УДК 582.29 (084.42) (07)
ББК 28.591.6 яб1я7

ISBN 978–985–439–390–2

© Цуриков А. Г., Храмченкова О. М., 2009
© УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Концептуальной основой многих исследований последнего времени стала идея рационального природопользования, обеспечивающего устойчивое функционирование экосистем. Выход к столь генерализованной идее связан с тем, что масштабность вмешательства человека в природу стала сопоставимой с масштабностью естественных процессов. Разнообразие сценариев этого вмешательства, объемы поставок загрязняющих веществ в биосферу, безграничность переноса поллютантов, обусловили необходимость целенаправленного изучения механизмов реакции биоты, поиска путей противостояния разрушительным тенденциям. Глобальные модели и стратегии устойчивого природопользования, при всей их теоретической и идейной значимости, не могут быть принятыми в качестве рабочих, так как они не обеспечивают решения насущных утилитарно-практических задач. Очевидно, что глобальность и футуристичность подходов к оценке состояния природно-территориальных комплексов должны быть дополнены рассмотрением конкретных регионов со всеми их природными особенностями в конкретный обозримый период времени.

Урбанизация территорий сопровождается не только возрастанием антропогенного пресса на окружающую среду, но и формированием особых условий жизнедеятельности организмов в городе, возникновением урбоэкосистем. Одним из важнейших компонентов городской среды и фактором ее формирования является городская флора. Изучение растительного покрова городов, исследование его современного состояния и тенденций изменения – актуальнейшая проблема нашего времени. Значительный интерес в этом плане представляют собой лишайники – специфическая группа организмов, само присутствие или отсутствие которых в городской флоре является фактом, подлежащим изучению и анализу. Лишайники являются весьма удобными объектами для изучения: они обладают высокой чувствительностью к атмосферному загрязнению, характеризуются атмосферной стратегией питания, способны накапливать вещества из растворов низкой концентрации, крайне медленно растут, доступны для исследования вне зависимости от сезона.

Целью настоящего издания была попытка привести все необходимые материалы для работы с лишайниками в условиях города: приводится подробное описание морфологии, анатомии, способов размножения этих организмов, методика сбора образцов в природе, некоторые особенности работы с собранным материалом при определении. Авторы ограничились описанием листоватых и кустистых лишайников, так как определение накипных форм требует отдельного рассмотрения. Выбор видов, включенных в настоящее издание, основан на данных отечественной и зарубежной литературы и результатах собственных исследований видового состава и распространения лишайников в г. Гомеле. Весь приведенный фактический материал и ключи для определения иллюстрированы собственными фотографиями и рисунками. Такой подход позволяет использовать приведенные в настоящем издании сведения при проведении учебных практик по ботанике, организации лишайномониторинговых исследований, выполнении поисковых природоведческих работ учащимися средних школ.

Авторы выражают глубокую благодарность кандидату биологических наук, доценту В.В. Голубкову (УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»), доктору биологических наук, ведущему научному сотруднику Н.В. Малышевой (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН), доктору биологических наук, профессору, главному научному сотруднику Н.В. Седельниковой и кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику Г.В. Макрый (Центральный Сибирский Ботанический Сад СО РАН), кандидату географических наук, старшему научному сотруднику Г.П. Урбанавичюсу (Институт промышленных проблем экологии Севера Кольского НЦ РАН), Е.С. Корчикову (ГОУ ВПО «Самарский государственный университет»), а также кандидату биологических наук, доценту кафедры ботаники Белорусского государственного университета А.К. Храмцову и научному сотруднику лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси Н.Н. Кобзарь за ценные консультации и замечания при подготовке рукописи настоящего издания.

Адресовано специалистам в области экологии городской среды, ботаникам-исследователям, студентам биологических факультетов университетов, преподавателям биоло-

гии и учащимся средних школ. Может служить пособием для лиц, интересующихся лишено-
флорой, изучающих природу родного края.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИШАЙНИКОВ

Лишайники – одни из наиболее изучаемых и в то же время одни из наименее изученных организмов на планете. В мировой лишенофлоре насчитывается по разным данным от 13500 до 25000 видов лишайников (в Беларуси отмечено более 600 видов). Это симбиотические организмы с участием водоросли и гриба, развившие способности к выживанию в самых разнообразных неблагоприятных экологических условиях. Их метаболизм уникально адаптирован к экологическим стрессам и выработал специфичную систему резистентности. Секрет жизнеспособности лишайников заключается в способности выдерживать длительное обезвоживание. Этим и объясняется повсеместное распространение лишайников, покрывающих 8% поверхности планеты. Даже в Антарктиде на Земле королевы Виктории, в горах на высоте 2400 м над уровнем моря произрастают лишайники, выдерживая температуры до -60°C . В Антарктике именно лишайники создают основную биомассу местных биогеоценозов. Лишайники возникли около 400 млн. лет назад, когда образовался прародитель современных лишайников в результате инвагинации мицелиальных тяжей древнего гриба, «захватившего в плен» клетку синезеленой водоросли.

Лишайники – самые медленно растущие организмы на планете. Скорость роста лишайникового слоевища обычно равна 2 – 3 мм в год. Определенные виды произрастают с относительно высокой скоростью (более 2 см в год), а некоторые наскальные виды рода дерматокарпон (*Dermatocarpon*) имеют скорость роста порядка 1,2 см в 300 лет! Однако необходимо понимать, что скорость роста слоевища лишайника может зависеть сразу от нескольких факторов. Для эпифитов, например, она может зависеть от расположения слоевища на стволе (в комлевой части или стволовой зоне), от соседства со мхами или даже от наклона ствола. Также необходимо учитывать внутри- и межвидовую конкуренцию самих лишайников.

Как организмы лишайники были известны ученым и в народе еще в давние времена. Ученик Платона и Аристотеля Теофраст (371 – 286 до н. э.) дал описание двух лишайников – уснеи (*Usnea*) и рочеллы (*Rocella*) (последнюю тогда использовали для получения красящих веществ).

До конца 60-х годов XIX века лишайники рассматривали как обычные целостные растения, а видимые под микроскопом зеленые клеточки внутри их тела считали хлорофиллоносной тканью (теория Вальбота). Однако в 1867 году русские ботаники профессор А.С. Фаминцын и его ученик И.В. Баранецкий открыли, что зеленые клетки в лишайнике – одноклеточные водоросли, которые после выделения в монокультуру могут делиться, образуя настоящие зооспоры. В том же 1867 году швейцарский ученый С. Швенденер доказал, что лишайник есть сочетание гриба с водорослью.

После этого открытия возникло множество теорий, с помощью которых ученые пытались истолковать взаимоотношения водоросли и гриба. И. Рейнке считал, что гриб и водоросль в лишайнике составляют «консорций» (неделимое целое), который и по строению и по функциям соответствует любому зеленому растению. А. де Бари развил теорию «**мутуалистического симбиоза**», из которой следовало, что оба компонента симбиотического агрегата полезны друг другу.

Однако дальнейшие наблюдения показали, что сожительство компонентов лишайника – отнюдь не идиллия. Уже в XX веке крупный русский ботаник А.А. Еленкин, наблюдая совместно с А.Н. Даниловым за примитивными слизистыми лишайниками, установил, что взаимоотношения гриба и водоросли часто становятся враждебными. Чаще всего гриб является одновременно и сапрофитом, и паразитом, т. е. питается как продуктами жизнедеятельности водоросли, так и самим ее телом. Поэтому А.А. Еленкин назвал взаимоотношения двух этих организмов **эндопаразитосапрофитизмом**, а английский лишенолог Дж. Кромби определил их как «противоестественный союз пленной девицы – водоросли и тирана-хозяина гриба».

Позже была выдвинута теория **симбиогенеза**, которую поддержали Маргулис (1975 г.) и Л.Н. Ханина (1979 г.). По существу она является теорией происхождения многоклеточных растительных организмов.

В 1983 году П.А. Генкелем была предложена концепция **симбиоморфоза**, согласно которой основой симбиоза является взаимообмен метаболитами между его компонентами, регулируемый лишайником как целым.

Сегодняшняя наука далеко ушла от понятия «симбиоз двух организмов». Учеными допускается наличие сразу нескольких типов симбиотических отношений у лишайников. В частности, один из крупнейших микологов современности Дэвид Хоксворт (David Hawksworth) считает, что симбиотические взаимоотношения между грибами и водорослями или цианобактериями могут иметь антагонистический, мутуалистический характер или характер комменсализма, причем с возрастом лишайника тип взаимоотношений может меняться. Различные типы симбиоза могут зависеть от количества компонентов вовлеченных в ассоциацию.

К симбиозу двух бионтов можно отнести лишайники, а также микофикобиозный паразитизм грибов, обитающих на водорослях.

Симбиоз из трех бионтов может быть образован двумя фотосинтезирующими организмами и грибом, как это наблюдается у лишайников, имеющих цефалодии (особые выросты, содержащие сине-зеленые водоросли, у видов, имеющих в качестве фотобионта зеленую водоросль), так и лишайниками, обитающими на водорослях, лишайниками, обитающими на мхах. Кроме того, такой симбиоз может быть образован двумя грибными компонентами и одним фотосинтезирующим партнером. Это характерно для искусственных гибридов и грибов, обитающих на лишайниках. Последних называют «лихенофильными грибами», а само явление – «парасимбиоз».

Симбиоз между четырьмя организмами встречается реже. Он может быть образован одним грибом и тремя фотосинтетиками, формирующими различные цефалодии, или двумя фотосинтетиками и двумя грибами, как это характерно для лишайников, обитающих на других лишайниках. Симбиоз четырех организмов также может быть образован тремя грибами и одним фотосинтезирующим организмом. Это можно наблюдать в случае с грибами, встречающимися на грибах, которые в свою очередь обитают на лишайниках. И, наконец, в случае искусственных гибридов можно использовать пять и более бионтов.

Оценка различных типов симбиоза – фундаментальная проблема в биологии и эволюции лишайников.

Безусловно, лишайники – трудный объект для изучения. Их медленный рост, трудность содержания в лабораторных условиях, особенности физиологии долго пугали исследователей. Лишь только последние десятилетия ознаменовались блестящими экспериментами, позволившими приподнять завесу загадок этих организмов.

Грибной и водорослевый компоненты слоевища лишайников

Грибной компонент (микобионт). В состав слоевища лишайника входят грибы двух отделов: аскомикота (у более 98% видов лишайников), базидиомикота, а также, по некоторым данным, представители отделов миксомикота, оомикота и зигомикота.

Гифы, составляющие тело лишайника представляют собой простые или разветвленные нити, обычно разделенные перегородками на клетки. Соседние клетки соединяются при помощи перфораций (отверстий) в клеточных стенках и цитоплазматических тяжей (плазмодесм), проходящих через них.

В строении гиф лишайника имеется ряд существенных отличий от структуры грибных гиф. В связи с переходом к жизни в более сухих, по сравнению с грибами, условиях клеточные оболочки лишайниковых гиф существенно толще. Наблюдается также сильное утолщение поперечных перегородок между клетками с одновременным утолщением самих гиф в этих местах.

У лишайников имеется ряд специальных типов гиф, отсутствующих у грибов: ищущие гифы для поиска водорослевого компонента; охватывающие гифы идвигающие гифы для переноса фотобионта из зоны водорослей в растущий край таллома; жировые гифы, развивающиеся в местах прикрепления слоевища лишайника к субстрату.

Водорослевый компонент (фотобионт). Термин «фотобионт» появился в литературе о лишайниках сравнительно недавно. Раньше водоросли лишайникового слоевища называли фикобионтом, что в переводе с латинского означает «водорослевый житель», но после того как некоторые ученые стали относить сине-зеленые водоросли к цианобактериям, лишенологи сочли, что более точным будет название «фотобионт», т. е. фотосинтезирующий участник симбиоза.

Абсолютное большинство лишайников содержит в качестве фотобионта сине-зеленые (*Cyanophyta*) или зеленые (*Chlorophyta*) как одноклеточные, так и нитчатые водоросли. Лишь у некоторых представителей рода веррукария (*Verrucaria*) имеются желто-зеленые (*Xanthophyta*, род *Heterococcus*) и бурые (*Phaeophyta*, род *Petroderma*) водоросли.

Предполагается, что около половины всех видов лишайников содержат в качестве фотобионта зеленую водоросль требуксия (*Trebouxia*). Распространены также трентеполия (*Trentepohlia*), хлорококкум (*Chlorococcum*), хлорелла (*Chlorella*), коккомикса (*Coccomyxa*), глеоцистис (*Gloeocystis*). Из сине-зеленых наиболее распространенной водорослью является носток (*Nostoc*). Встречаются и другие: глеокапса (*Gloeocapsa*), хроококкус (*Chroococcus*), гилла (*Hyella*), ривулярия (*Rivularia*), сцитонема (*Scytonema*) и др. (рисунок 1).

Многие виды водорослей, входящих в талломы лишайников, могут встречаться в природе в виде свободноживущих организмов. При образовании слоевища лишайников они, как правило, сильно изменяют свой внешний облик. Нитчатые виды распадаются на отдельные клетки. Размножение происходит делением клеток и апланоспорами (полностью отсутствуют подвижные стадии). Однако в монокультуре водоросли восстанавливают свой первоначальный облик, хотя некоторые отличия все же остаются. Например, устойчивость к воздействию высоких температур (фотобионт одного из видов кладоний мог переносить нагревание до 90°C) и обезвоживанию.

Морфология и анатомия лишайников

Различают три жизненные формы слоевищ лишайников: накипную, листоватую и кустистую (рисунок 2). Следует понимать, что четких разграничений между ними нет. Существуют переходные формы слоевищ как между накипной и листоватой (чешуйчатая, рисунок 3), так и листоватой и кустистой (рисунки 10, 12).

Накипные, или корковые, лишайники имеют вид налета или корочки на субстрате произрастания. Как правило, это наиболее просто устроенные виды. Наиболее примитивный тип накипного слоевища (и вообще слоевища лишайников) – лепрозный (рисунок 4). Лепрозные слоевища состоят из скоплений отдельных комочков – клубочков водорослей, окруженных грибными гифами. Такие комочки легко отрываются и переносятся ветром или животными в другие места, где прикрепляются к субстрату и спустя некоторое время разрастаются в новые лепрозные слоевища.

Прикрепление накипного слоевища к субстрату происходит либо сердцевинными гифами, либо подслоевищем, которое образовано толстыми темноокрашенными гифами гриба и никогда не содержит водоросли. Темную кайму такого подслоевища часто можно наблюдать по краям накипных слоевищ (рисунок 5).

Листоватые лишайники имеют вид листовидной пластинки, горизонтально распростертой по поверхности субстрата. За счет радиального краевого роста форма слоевищ, как правило, округлая.

Характерной особенностью листоватых слоевищ является выраженное дорсо-вентральное строение: верхняя сторона по цвету и структуре отличается от нижней (рисунок 6).

Листоватые лишайники по-разному прикрепляются к субстрату. В роли инструмента прикрепления выступают ризоиды, ризины, гаптеры или гомф. Наиболее просто устроены ризоиды. Они представляют собой тонкие нити, состоящие из одного ряда клеток, родоначальником которых является одна клетка нижнего корового слоя (рисунок 7). Ризоиды развиваются у представителей родов кладония (*Cladonia*, рисунок 8), лептогиум (*Leptogium*), нефрома (*Nephroma*) и некоторых других. Несколько более сложное строение имеют ризины. В их состав кроме клеток нижнего корового слоя входят гифы сердцевины (рисунок 7). Ризины образуются у большинства листоватых лишайников. Примером могут служить виды родов фисция (*Physcia*), пармелия (*Parmelia*, рисунок 8).

Некоторые лишайники прикрепляются участками нижнего корового слоя. Если мест прикрепления слоевища к субстрату много, то такие участки называются гаптерами. Гаптеры могут образовываться из различных частей таллома при их соприкосновении с субстратом произрастания, мхом или другим слоевищем лишайника. Гаптеры характерны, например, для представителей родов гипогимния (*Hypogymnia*) и ксантория (*Xanthoria*). В некоторых случаях пластинчатое слоевище прикрепляется к субстрату только в своей центральной части с помощью

короткой ножки. Такое образование называют гомфом. Гомф характерен для листоватых лишайников родов умбиликария (*Umbilicaria*) и дерматокарпон (*Dermatocarpon*).

В некоторых случаях нельзя четко определить тип органов прикрепления. Так, у листоватых эпигейных лишайников рода пельтигера (*Peltigera*) нижний коровой слой отсутствует, и длинные тяжки грибных гиф отходят непосредственно от сердцевины. В лихенологической литературе их называют как ризоидами (принимая точку зрения, что ризоиды – выросты из одной клетки как корового, так и сердцевинного слоев), ризоидальными тяжками, так и ризинами (рисунок 9).

Развитие органов прикрепления позволило лишайникам «отделиться» от субстрата произрастания: между слоевищем и местом прикрепления появилось пространство. Это способствует улучшению газообмена слоевища и позволяет лишайникам удерживать дополнительную влагу вместе с питательными веществами. В то же время лишайники стали более подверженными ударам ветра, дождя и повреждению животными.

Наличие, форма и размеры органов прикрепления лишайника широко используются при видовой идентификации образца.

Кустистые слоевища имеют вид прямостоящих или повисающих кустиков. По уровню организации - это наиболее высокоорганизованные слоевища.

Вертикальный верхушечный рост гиф позволяет кустикам изгибаться и занимать более выгодное положение относительно солнца для осуществления процесса фотосинтеза.

Кустистые лишайники разнообразны по размерам. Некоторые экземпляры древесного свисающего лишайника уснеи длиннейшей (*Usnea longissima*) достигают длины более 8 м.

Своеобразную переходную группу между листоватыми и кустистыми лишайниками представляют виды рода кладония (*Cladonia*). При образовании слоевища сначала появляется первичное чешуйчатое слоевище. У некоторых представителей оно вскоре исчезает, у других – сохраняется всю жизнь. Впоследствии на нем образуется вторичное слоевище, представляющее прямостоячие выросты, называемые подециями (рисунки 10, 11).

Другого рода переходной группой между листоватыми и кустистыми лишайниками являются представители, например, рода эверния (*Evernia*, рисунок 12). Эти лишайники имеют плоские лопасти дорсо-вентрального строения, но в отличие от листоватых форм в поперечном разрезе этих лопастей различают уже не четыре, а пять анатомических слоев.

Прикрепление кустистых лишайников к субстрату происходит при помощи ризоидов (кладонии, рисунок 8) или псевдогомфа (рисунок 13), состоящего только из гиф сердцевины (в образовании настоящего гомфа листоватых лишайников принимают участие как сердцевина, так и коровой слой).

Гомемерные слоевища характеризуются отсутствием дифференцировки на четко выраженные водорослевый и мицелиальный слои. По всему слоевищу лишайника среди грибных гиф хаотично распределены клетки водорослей. Такой тип строения характерен для так называемых слизистых лишайников, например, для представителей родов коллема (*Collema*) и лептогиум (*Leptogium*). Наиболее часто фотобионтом гомемерных лишайников являются сине-зеленые водоросли *Nostoc*, *Gloeocapsa* и некоторые другие, хотя встречаются представители, содержащие зеленые водоросли. В мировой лихенофлоре число слизистых лишайников не превышает 3%.

В **гетеромерном** слоевище можно выделить четко дифференцированные структуры, причем число таких структур зависит от морфологического типа слоевища. У накипных лишайников выделяют кору, или коровой слой, слой водорослей и сердцевину, или слой из грибных гиф. Такое же строение характерно и для некоторых листоватых лишайников, например, представителей рода пельтигера (*Peltigera*).

У более сложно организованных листоватых видов появляется еще один коровой слой – нижний. У кустистых лишайников, имеющих листоватое строение (представители родов цетрария (*Cetraria*), эверния (*Evernia*), рамалина (*Ramalina*) и др.) появляется еще один водорослевый слой. У этих видов в талломе имеется уже пять слоев: верхний коровой, верхний водорослевый, сердцевина, нижний водорослевый и нижний коровой. Несколько иное анатомическое строение имеют кустистые лишайники с радиальной структурой: снаружи их лопасти покрыты коровым слоем, под ним располагается водорослевый слой, а центральная часть заполнена сердцевиной.

Это наиболее высокоорганизованные лишайники. К ним относятся виды родов кладония (*Cladonia*), уснея (*Usnea*), бриория (*Bryoria*).

Коровой слой несет защитную и укрепляющую функциональную нагрузку. С одной стороны, он защищает водоросли от чрезмерного перегрева, с другой поддерживает вертикальные лопасти кустистых слоевищ. На нижнем коровом слое обычно присутствуют органы прикрепления слоевища.

Водорослевый слой выполняет функцию ассимиляции углекислоты и накопления органических веществ.

Сердцевинный слой состоит из грибных гиф. Главная его функция – подведение воздуха к водорослевым клеткам для нормального осуществления процесса фотосинтеза. В связи с этим он имеет рыхлое строение. Для обеспечения дыхания водорослей даже в дождливую погоду на поверхности гиф имеются кристаллы специфических лишайниковых веществ, препятствующих их смачиванию.

Воздух попадает в слоевища лишайников разными путями. У одних видов имеются трещинки и разрывы в коре. У других – целый ряд специальных структур. Например, у мегазии продырявленной (*Menegazzia terebrata*) это перфорации (отверстия) округлой или овальной формы, равномерно распределенные по всему слоевищу. У цетрарий (*Cetraria*) имеются псевдоцифеллы, называемые также макулами (рисунок 15). Это участки слоевища, на которых отсутствует коровый слой, а его место занимают сердцевинные гифы. Особое место занимают некоторые представители рода кладония (*Cladonia*), у которых вообще отсутствует коровый слой (рисунок 16). Подстилки этих лишайников покрыты рыхло разбросанными сердцевинными гифами, и воздух, проникая между ними, может беспрепятственно достигать клеток водорослей.

Размножение лишайников

Для лишайников характерно вегетативное, бесполое и половое размножение.

Вегетативное размножение может осуществляться как простой фрагментацией слоевища, так и при помощи специализированных структур. Фрагментацией слоевища размножаются многие тундровые лишайники, например, цетрарии, которые почти никогда не образуют плодовых тел. Слоевище разламывается животными на множество мелких кусочков, которые разносятся ветром и в благоприятных условиях дают начало новому организму.

К специализированным структурам вегетативного размножения лишайников относят соредии и изидии.

Соредии представляют собой клетки водорослей, оплетенные гифами гриба (рисунок 17). Образуются они под коровым слоем в зоне водорослей следующим образом. Клетки водорослей начинают активно делиться, рядом располагающиеся гифы гриба, усиленно ветвясь, опутывают их. Не выдерживая нарастающего давления, кора лопается, и соредии выступают наружу. Такие места их скопления называются сораями (рисунок 18). Форма и расположение соралей – важный систематический признак (рисунок 19).

Соредии встречаются примерно у 30 % известных видов лишайников, главным образом у высокоорганизованных форм. Образующие соредии виды крайне редко формируют плодовые тела (органы полового размножения) и наоборот, соредии редко наблюдаются у видов с плодовыми телами.

Размножение лишайников посредством соредий считается наиболее прогрессивным в связи с тем, что:

- соредии могут образовываться в неограниченном количестве;
- отделение соредии от слоевища происходит легко как при воздействии животных, так и при порывах ветра;
- благодаря небольшой массе соредии переносятся на огромные расстояния;
- при попадании соредий в благоприятные условия для развития лишайника имеются оба компонента слоевища: мико- и фотобионт.

Изидии – небольшие выросты на поверхности лишайника. Анатомическое строение изидий сходно со строением таллома в целом: клетки фотобионта окружены гифами гриба и покрыты снаружи коровым слоем. Именно покрытие изидий коровым слоем и отличает их от

соредий: если последние образуются путем разрыва коры, то изидии – путем ее выпячивания. Изидии, как правило, по цвету не отличаются от слоевища. Форма и размер изидий для каждого вида постоянны, поэтому эти признаки учитываются в таксономии лишайников (рисунок 20).

Функциональное назначение изидий не столь однозначно, как соредий. Изидии нелегко отделяются от таллома: отломать их могут животные, но не порывы ветра или осадки. Помимо размножения изидии принимают участие в газообмене, увеличивая общую площадь слоевища.

Бесполое размножение микобионта осуществляется конидиями, пикноконидиями и стилоспорами.

Пикноконидии развиваются в особых вместилищах – пикнидиях и представляют собой мелкие одноклеточные образования. Пикнидии развиваются как правило у листоватых и кустистых лишайников, у накипных встречаются крайне редко. У пармелий (*Parmelia*) и гипогимний (*Hypogymnia*), например, они разбросаны по всей поверхности слоевища, у цетрарий (*Cetraria*) развиваются на верхушках ресничек слоевища, у некоторых кладоний (*Cladonia*) – на кончиках подоцветов (рисунок 21). Кроме одноклеточных пикноконидий в пикнидиях иногда могут развиваться крупные многоклеточные споры, называемые стилоспорами. Стилоспоры встречаются гораздо реже, чем пикноконидии.

По мнению некоторых специалистов, пикноконидии – это мужские половые клетки, однако, поскольку их слияния с женскими клетками до сих пор еще никто не наблюдал, этот вопрос остается открытым. Зато доказано, что из пикноконидии может развиваться новое лишайниковое слоевище.

Конидии у лишайников развиваются экзогенно на конидиеносцах, однако они были обнаружены у немногих видов, например, у некоторых представителей рода калоплака (*Caloplaca decipiens*, *C. citrina* – калоплака обманчивая, калоплака лимонно-желтая). Чаше конидии образуют изолированные микобионты на искусственных средах.

Редкое образование конидий у лишайников, по-видимому, связано с утратой ими биологического значения. Если у быстро развивающихся и недолговечных грибов образование конидий – это быстрая форма размножения в течение одного вегетационного периода, то у лишайников с их многолетними слоевищами и плодовыми телами этот сезонный способ размножения излишен.

Как и в случае с пикноконидиями, до сих пор не ясно, являются ли стилоспоры и конидии спорами бесполого размножения лишайников. Вероятно, у гриба лишайников в связи с особенностями жизни в симбиозе с водорослями происходит утрата способа размножения с помощью спор, образованных бесполом путем, столь характерного для свободноживущих грибов. И хотя микобионт образует эти бесполое спороношения, роль их в размножении лишайников, по-видимому, невелика.

При **половом** размножении лишайников формируются спороношения виде плодовых тел: апотециев и перитециев. У подавляющего большинства лишайников, представляющих основную эволюционную линию, споры развиваются в сумках. Микобионтом этих видов являются аскомицеты.

Самостоятельную эволюционную линию представляют лишайники, в состав которых входят грибы отдела базидиомикота. Базидиальные лишайники преимущественно тропические организмы, по своему строению напоминающие трутовые и агариикоидные грибы. На нижней стороне слоевищ находится плодущий слой, состоящий из базидий и парафиз.

Половой процесс и развитие плодовых тел у лишайников, особенно базидиальных, изучены недостаточно. Эти процессы имеют много общих черт с аналогичными процессами у свободноживущих грибов, хотя и отличаются целым рядом особенностей. Было замечено, что развитие плодового тела у представителей различных семейств лишайников протекает неодинаково и изменяется от семейства к семейству. На основе характера онтогенеза плодовых тел сумчатые лишайники делят на группы: асколокулярные и аскогимениальные.

У **асколокулярных** лишайников образование плодового тела начинается с закладки особой ткани – стромы. В строме, в свою очередь, закладывается архикарп – женский половой орган лишайника, и локулы – камеры, в которых формируются сумки со спорами.

Подавляющее число лишайников относят к группе **аскогимениальных**. Закладка архикарпа у них происходит среди вегетативных гиф сердцевинного слоя. В плодовом теле образуется настоящий гимениальный слой, состоящий из сумок и парафиз.

Архикарп состоит из толстой спирально закрученной 10 – 12-клеточной гифы – аскогона и отходящей от нее тонкой гифы, выходящей на поверхность лишайника, – трихогины.

Вопрос оплодотворения архикарпа остается открытым. Некоторые лихенологи считают, что оплодотворение происходит пикноконидиями, поскольку было замечено, что они прилипают к верхушке трихогины, теряют свое цитоплазматическое содержимое, и на вершине трихогины остается лишь их пустая оболочка. Однако нет цитологических данных, которые бы свидетельствовали о проникновении содержимого пикноконидии в трихогину.

Считается, что для лишайников характерна редукция, утрата процесса оплодотворения. Возможно, что во многих случаях процесса оплодотворения вовсе не происходит и плодовое тело формируется из неоплодотворенного аскогона. Причем, только у слизистых лишайников рода коллема (*Collema*) развитие плодового тела происходит из одного архикарпа; у большинства видов плодовое тело развивается из многих архикарпов и окружающих их гиф.

Сумки развиваются из аскогенных гиф, которые, в свою очередь, формируются из нижней части архикарпа – аскогона.

Плодовое тело формируется на верхней (крайне редко на нижней) поверхности слоевища. Процесс формирования плодового тела очень медленный и может длиться 4 – 10 лет.

Большинство лишайников имеют открытые плодовые тела – апотеции. Они формируются на верхней поверхности накипного или листоватого слоевища, а также на концах лопастей кустистых слоевищ. Лишь у небольшого числа видов, например, представителей рода нефрома (*Nephroma*) аптеции образуются на нижней стороне таллома. Обычно плодовые тела плотно прирастают к поверхности слоевища, но у некоторых видов могут возвышаться над ней на ножке, как, например, у представителей семейств *Caliciaceae*, *Coniocybaseae* и некоторых других (рисунок 22). Апотеции могут располагаться на поверхности слоевища лишайника разбросанно (по одиночке) или скученно, группой. В последнем случае края апотециев деформируются от взаимного давления.

Размер, расположение, цвет и форма апотециев у каждого вида постоянны и широко используются при определении лишайников.

Апотеций состоит из гимениального слоя, в состав которого входят сумки и парафизы, а также грибного валика, окружающего плодовое тело. Парафизы несколько превосходят по длине сумки и свободным краем образуют верхний защищающий надгимениальный слой – эпитеций. Под гимением располагается гипотеций – слой, в котором происходит закладка сумок и парафиз. Гипотеций состоит из переплетенных грибных гиф и отделяет гимений от водорослевого слоя.

По анатомическому строению различают леканоровые, лецидеевые и биаторовые апотеции.

Диск леканоровых апотециев окружен слоевищным краем, который имеет схожий со слоевищем цвет (часто отличающийся от цвета гимения) и анатомическое строение (рисунки 23, 24).

Лецидеевые апотеции обычно черные и твердые, но могут быть и других цветов (рисунки 25 – 27). От леканоровых их отличает отсутствие слоевищного края. Край этих апотециев носит название собственного. Собственный край никогда не содержит водорослей и состоит из гиф, которые образуют валик, называемый эксципулом.

Биаторовые апотеции по внешнему виду похожи на лецидеевые, но они мягче по консистенции и, как правило, светлее окрашены (рисунок 28). Они также имеют собственный край, образованный эксципулом.

В название типов апотециев были положены названия трех родов лишайников – леканора (*Lecanora*), лецидея (*Lecidea*) и биатора (*Biatora*). Однако иногда виды даже этих родов бывает идентифицировать крайне трудно. Связано это, в первую очередь, с онтогенезом апотециев. Например, у вида леканора смешанная (*Lecanora symmicta*) апотеции имеют строго леканоровый тип только на стадии формирования. Поэтому в разное время этот вид имел названия и лецидея смешанная, и биатора смешанная (рисунок 29).

Следует отметить, что лишайники с морфологически идентичными апотециями часто относятся не только к разным родам, но и к разным семействам. На рисунке 30 представлены лишайники из различных семейств, имеющие черные лецидеевые апотеции.

Вышеописанные типы апотециев имеют строго округлую форму. Однако существуют лишайники с вытянутыми апотециями. В современной литературе плодовые тела такого типа называются лиреллиформными (рисунок 31). Они характерны для лишайников родов графис (*Graphis*), опергафа (*Opegrapha*) и некоторых других.

В отличие от аскогимениальных лишайников, имеющих настоящие апотеции, у асколюлярных лишайников (представителей класса *Arthoniomycetes* – артониомицеты) открытые плодовые тела называются апотециевидными аскомами (рисунок 32).

Перитеции – закрытые плодовые тела кувшиновидной формы с выводным отверстием в верхней части, служащим для распространения спор.

Внутреннюю часть перитеция составляют сумки со спорами и парафизы, образующие гимениальный слой. Его, в свою очередь, окружает оболочка, состоящая из гиф – эксципул. Иногда эксципул снаружи покрыт еще одной оболочкой – покрывальцем. Ближе к устью с внутренней стороны перитеция развиваются особые образования – перифизы для защиты внутреннего содержимого плодового тела от воздействий внешней среды (рисунок 33).

Часто перитеции полностью погружены в слоевище лишайника и выступают лишь верхушками, вследствие чего слабо заметны на поверхности таллома. Это характерно для многих видов, например, представителей рода дерматокарпон (*Dermatocarpon*). У других лишайников перитеции хорошо заметны (рисунок 34).

Сумки лишайников могут быть разнообразной формы. В них образуется от 1 до 200, но чаще 8 спор. В зависимости от строения, сумки подразделяют на прототуникатные, унитуникатные и битуникатные (по строению они соответствуют таковым у свободноживущих грибов).

Споры лишайников одно-, двух- или многоклеточные, высвобождаются из сумки активно, за исключением представителей порядков калициевых (*Caliciales*) и лихиновых (*Lichinales*), сумки которых прототуникатны. Споры, в которых кроме поперечных перегородок образуются еще и продольные, называются муральными (рисунок 35).

Считается, что после процесса споруляции (выхода спор) пустая сумка распадается и на ее месте вырастает новая. Плодовые тела, таким образом, многолетние.

Для развития слоевища из споры необходим ряд условий. Во-первых, это благоприятная влажность для ее прорастания, и, во-вторых, наличие необходимых водорослей для формирования фотобионта. Мицелий, проросший из споры и не встретивший подходящую водоросль, быстро погибает. Для поиска фотобионта имеются специальные ищущие гифы. Воздействуя на обнаруженные клетки водорослей, гриб заставляет их делиться. Так начинается развитие нового слоевища.

Фотобионт размножается вегетативным делением клеток либо при помощи неподвижных спор (апланоспор).

Классификация лишайников по видам субстрата произрастания

По отношению к субстрату лишайники подразделяют на эпифиты – произрастающие на коре живых деревьев и кустарников, эпилиты – на каменистых субстратах, эпигеи – на почве, эпиксилы – на обработанной или гниющей древесине (рисунки 36 – 39).

Выделяют также эпибриофитные лишайники – виды, обитающие на дерновинках мхов, эндолитные виды – лишайники, проникающие и обитающие внутри каменистых субстратов, эндофледные лишайники – растущие внутри древесного субстрата, а также гидрофиты – виды, произрастающие под водой (в Беларуси – *Leptogium rivulare*).

Известно также около 600 видов эпифильных лишайников, обитающих на поверхности листьев растений тропического дождевого леса. При этом на одном листе размером с ладонь можно обнаружить до 48 видов таких лишайников (амазонская часть Эквадора) или до 82 видов (Коста-Рика) одновременно. Такому «сожительству» способствует «фрагментация экологических ниш». Так как длительность существования эпифильных видов ограничивается продолжительностью жизни отдельного листа или дерева в целом, то биоразнообразие в данном биоценозе находится под влиянием его пространственно-временной динамики.

Известны также паразитические лишайники.

Систематика лишайников

Таксономия лишайников, пожалуй, самая сложная часть лихенологии как науки. В середине XX века ученые выделяли лишайники в самостоятельный отдел *Lichenophyta*. В 1980-е годы лихенологи включили лишайники в систему грибов. Таким образом, в настоящее время среди грибов выделяют лишенизированные (lichenized), или, что является наиболее правильным, лишайниково-образующие (lichen-forming) грибы (по некоторым данным около 21% всех известных грибных организмов) и лишенизированные. Лишайниково-образующие грибы входят в одни таксоны с «обычными» грибами: в различные роды, семейства, порядки и классы отделов аскомикота и базидиомикота.

В настоящее время над системой аскомицетов работает множество микологов и лихенологов. Результатом их работы является классификация родов и таксонов высшего уровня, публикуемая в журналах «Systema Ascomycetum» и «Mycosnet» под редакцией О.Е. Эриксона (Eriksson). Первый номер «Mycosnet» вышел в декабре 1997 года. В связи с периодическими изменениями положения многих таксонов журнал выпускается ежегодно. В настоящей работе систематика приводится согласно 12-му номеру «Mycosnet» от 27.02.2006 с последней версией примечаний, датированной 05.06.2007.

Система лишайников на видовом уровне также постоянно претерпевает изменения. Вся номенклатура лишайников приводится согласно последним сводкам лишайников Норвегии и Швеции (Santesson), Канады и США (Esslinger).

Отдел аскомикота включает в себя три подотдела: тафриномикотина (*Taphrinomycotina*), сахаромикотина (*Saccharomycotina*) и пециономикотина (*Pezizomycotina*), к которому и относят все известные лишайниково-образующие грибы.

Подотдел *Pezizomycotina* включает десять классов грибов:

- Артониомицеты (*Arthoniomycetes*);
- Дотидеомицеты (*Dothideomycetes*);
- Эвротииомицеты (*Eurotiomycetes*);
- Лабульбениомицеты (*Laboulbeniomycetes*);
- Леканоромицеты (*Lecanoromycetes*);
- Леоцииомицеты (*Leotiomycetes*);
- Лихиномицеты (*Lichinomycetes*);
- Орбилиомицеты (*Orbiliomycetes*);
- Пециомицеты (*Pezizomycetes*);
- Сордариомицеты (*Sordariomycetes*).
- а также порядки, семейства и роды с неопределенным систематическим положением.

К классу **артониомицеты** относят один порядок (*Arthoniales*), объединяющий 46 родов¹ асколокулярных грибов и лишайников с битуникатными сумками. К распространенным на территории Беларуси лишайникам можно отнести артонию лучистую (*Arthonia radiata*) и опеграфу рыжеватую (*Opegrapha rufescens*).

Класс **дотидеомицеты** включает в себя огромное количество грибов (около 740 родов), из которых только небольшая часть лишайниково-образующие. Представителем является артопирения точковидная (*Arthopyrenia punctiformis*).

Современный класс **эвротииомицеты** объединяет два подкласса (ранее самостоятельных класса): хетотириомицеты (*Chaetothyriomycetidae*) и собственно эвротииомицеты (*Eurotiomycetidae*). Из всех представителей только около половины являются лишайниково-образующими, в абсолютном большинстве относящиеся к двум порядкам хетотириомицетов: пиренуловые (*Pyrenulales*) и веррукариевые (*Verrucariales*). В качестве представителей можно отметить пиренулу блестящую (*Pyrenula nitida*) и веррукарию стенную (*Verrucaria muralis*).

К классу **лабульбениомицетов** относят около 140 родов лишенизированных грибов.

¹ здесь и далее: характеристика таксонов дается на уровне мировой флоры. Представители указываются только из белорусской флоры.

Класс леканоромицеты включает большую часть всех лишайниково-образующих грибов. К нему относят 9 порядков.

Небольшой порядок акароспоровые (*Acarosporales*) включает 7 родов, наиболее распространенным из которых на территории Беларуси является род акароспора (*Acarospora*), представитель – эпилитный лишайник акароспора буроватая (*Acarospora fuscata*).

К порядку агириевые (*Agyriales*) относят 17 родов. В качестве представителя можно отметить ксилографу параллельную (*Xylographa paralella*).

К порядку гиалектовые (*Gyalectales*) относят 9 родов лишайниково-образующих грибов. Представитель – гиалекта стволовая (*Gyalecta truncigena*).

Обширный порядок остроповые (*Ostropales*) включает 96 родов грибов. Типичным представителем лишайников этого порядка является графис начертанный (*Graphis scripta*).

К порядку пертузариевые (*Pertusariales*) относят 12 родов исключительно лишайниково-образующих грибов. Представителями являются икмадофила пустошная (*Icmadophila ericetorum*), пертузария горькая (*Pertusaria amara*), охролеchia овернская (*Ochrolechia parella*).

Из 7 родов порядка трихотелиевые (*Trichotheliales*) на территории Республики Беларусь встречается только один вид лишайников – трихотелиум медно-красный (*Trichothelium aeneum*).

Порядок леканоровые (*Lecanorales*), объединяющий лишайники 29 семейств и более 300 родов, по праву может считаться самым крупным порядком, включающим лишайниково-образующие грибы. Среди наиболее значимых в лишайнофлоре Беларуси семейств можно перечислить следующие.

Семейство калициевые (*Caliciaceae*) объединяет аскогимениальные лишайники с протуникатными сумками. Плодовые тела приподняты на ножках над поверхностью слоевища. Наиболее распространенным представителем является калициум зеленый (*Calicium viride*).

Многочисленные виды рода кладония (*Cladonia*) из семейства кладониевых (*Cladoniaceae*) образуют сплошной напочвенный покров в сосновых лесах на песчаных почвах. Наиболее распространены кладонии лесная, вильчатая, грациозная, оленья (*C. arbuscula*, *C. furcata*, *C. gracilis*, *C. rangiferina*) и многие другие (в Беларуси более 50 видов).

Многие представители семейства леканоровые (*Lecanoraceae*) являются очень устойчивыми лишайниками к изменениям окружающей среды и, как следствие, широко представленными во флоре городов: канделяриелла желточно-желтая (*Candelariella vitellina*), леканора конизоидная (*Lecanora conizaeoides*), лециделла эуфорова (*Lecidella euphorea*), сколициоспорум хлорококковый (*Scoliciosporum chlorococcum*) и многие другие.

Семейство лецидеевые (*Lecideaceae*) включает 9 родов, в том числе широко распространенный род лецидея (*Lecidea*). В последнее время положение многих представителей этого рода было пересмотрено, в результате чего более полутысячи ранее входивших в него видов теперь относятся к другим родам и семействам. Сегодня к роду лецидея относят исключительно накипные эпилитные лишайники. Также к семейству лецидеевые принадлежит чешуйчатый лишайник гипоценомице ступенчатый (*Hypocenomyce scalaris*).

Семейство пармелиевые (*Parmeliaceae*) объединяет 89 родов как широко распространенных, так и редких лишайников. К типичным видам можно отнести эвернию сливовую (*Evernia prunastri*), гипогимнию вздутую (*Hypogymnia physodes*), пармелию бороздчатую (*Parmelia sulcata*) и многие другие виды. В то же время все представители родов уснея (*Usnea*), бриория (*Bryoria*), цетрелия (*Cetrelia*) и некоторых других являются исключительно редкими на территории Беларуси, многие из них включены в 3-е издание Красной книги.

Семейство фисциевые (*Physciaceae*) также широко представлено во флоре Беларуси. К нему относят 34 рода лишайников. Характерными представителями являются амандинея точечная (*Amandinea punctata*), анаптихия реснитчатая (*Anaptychia ciliacris*), фисция звездчатая (*Physcia stellaris*), феофисция округлая (*Phaeophyscia orbicularis*) и многие другие. Многие виды данного семейства являются доминантами лишайносообществ городов.

Семейство рамалиновые (*Ramalinaceae*) в настоящее время включает в себя ранее независимое семейство бацидиевые (*Bacidiaceae*) и объединяет в общей сложности 36 родов. Представителем является рамалина ясенева (*Ramalina fraxinea*).

Порядок пельтигеревые (*Peltigerales*) включает в себя преимущественно широколопастные листоватые лишайники. Распространенными представителями являются пельтигера

двупальчатая (*Peltigera didactyla*) и пельтигера собачья (*Peltigera canina*). Остальные виды этого порядка являются более редкими, многие включены в 3–е издание Красной книги Республики Беларусь. К этому же порядку относятся лишайники рода лобария (*Lobaria*). Все представители этого рода приурочены к старовозрастным насаждениям и являются охраняемыми в большинстве стран Западной и Восточной Европы. В Республике Беларусь отмечены два вида: лобария легочная (*Lobaria pulmonaria*) и ямчатая (*L. scrobiculata*). Последняя, вероятно, уже исчезла из лишайнофлоры республики.

Порядок телосхистовые (*Teloschistales*) объединяет 16 родов широко распространенных лишайников. Типичным представителем является ксантория настенная (*Xanthoria parietina*), встречающаяся по всему земному шару. Так же распространенными являются ксантория многоплодная (*Xanthoria polycarpa*) и многочисленные виды рода калоплака (по некоторым данным в мировой флоре около 1000 видов), типичные из которых – калоплаки лимонно-желтая (*Caloplaca citrina*), обманчивая (*C. decipiens*), огненная (*C. pyracea*) и др.

К классу леоцимицеты относят более 500 родов нелихенизированных грибов.

Класс лихиномицеты включает 53 рода лишайниково-образующих грибов. В Республике Беларусь не представлен.

Классы орбилиомицеты, пециомицеты и сордариомицеты объединяют только нелихенизированные грибы.

Также имеется 4 порядка, 26 семейств и 123 рода с неопределенным систематическим положением. К ним относятся многие лишайники, произрастающие на территории Беларуси: например, беомицес рыжий (*Baeomyces rufus*) из семейства беомицесовые (*Baeomycetaceae*), хенотека ржавая (*Chaenotheca ferruginea*) из семейства кониоцибевые (*Coniocybaceae*), телокарпон Лаурера (*Thelocarpon laureri*) из семейства телокарповые (*Thelocarpaceae*).

Виды лишайников, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь

В третье издание Красной книги Республики Беларусь (2005 г.) занесено 24 вида лишайников.

К первой категории, объединяющей виды, находящиеся на грани исчезновения, относят кладонию дернистую (*Cladonia caespitica*), кладонию крупнолистную (*C. macrophylla*), пунктелию грубоватую (*Punctelia subrudecta*), умбиликарию обугленную (*Umbilicaria deusta*).

Ко второй категории (исчезающие виды) – кладонию стройную (*Cladonia amaurocraea*), цибебе тонкий (*Cybebe gracilentia* = *Chaenotheca gracilentia*), лептогиум лишайниковый (*Leptogium lichenoides*), лептогиум тонкий (*L. subtile*), пельтигеру горизонтальную (*Peltigera horizontalis*), пельтигеру пузырчатую (*P. aphthosa*), пельтигеру чешуеносную (*P. lepidophora*), уснею ороговевшую (*Usnea ceratina*).

К третьей категории (уязвимые виды) – калициум усыпанный (*Calicium adpersum*), цетрелию цетрариевидную (*Cetrelia cetrarioides* incl. *C. olivetorum*), хенотеку зеленоватую (*Chaenotheca chlorella*), эвернию распростертую (*Evernia divaricata*), гипотрахину отогнутую (*Hypotrachyna revoluta*), лобарию легочную (*Lobaria pulmonaria*), пармелиопсис темный (*Parmeliopsis hyperopta*), пармотрему паклевидную (*Parmotrema stuppeum*), рамалину длинноволосатую (*Ramalina thrausta*), уснею цветущую (*Usnea florida*).

К четвертой (потенциально уязвимые) – менегацию продырявленную (*Menegazzia terebrata*), меланелию соредиозную (*Melanelia soledata*).

Кроме этого 12 видов лишайников включены в «черный список» как виды, вероятно исчезнувшие с территории Беларуси. Это лобария ямчатая (*Lobaria scrobiculata*), нефрома арктическая (*Nephroma arcticum*), завернутая (*N. resupinatum*), красивая (*N. bellum*), ровная (*N. parile*), уснея складчатая (*Usnea plicata*), пельтигера беложилковая (*Peltigera leucophlebia*) (A1) и уснея ямчатая (*Usnea cavernosa*), вульпицида можжевельниковая (*Vulpicida juniperinus*), билоссомы волосистая (*Bylossoma subdiscordans*), гетеродермия видная (*Heterodermia speciosa*), рамалина китайская (*Ramalina sinensis*) (A2).

30 видов лишайников включены в Красную книгу как нуждающиеся в профилактической охране.

МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ЛИШАЙНИКОВ

Сбор лишайников может проводиться как с целью создания и пополнения научного гербария, так и при выполнении экологических мониторинговых исследований.

Создание систематического гербария в учреждениях образования является обязательным условием качественного преподавания ботанических дисциплин, поскольку позволяет избежать формального усвоения знаний. Наличие гербария также обязательно и для научных учреждений, поскольку это обеспечивает подтверждаемость научных работ.

При создании научного гербария необходимо как можно более полно изучить флору исследуемого региона. Для этого необходимо в естественных и антропогенно измененных местообитаниях тщательно обследовать стволы деревьев, кустарников и кустарничков, почву, крупные и мелкие камни, понимая, что видовой состав силикатных и карбонатных горных пород, как правило, разнится. Следует уделить должное внимание как возможным субстратам произрастания мертвой и обработанной древесины, на которой часто произрастают особые виды лишайников, дерновинкам мхов (бриофитные виды), костям животных и др.

Для проведения экологических мониторинговых исследований необходимо определиться с экологической группой лишайников, по которой будут проводиться исследования. Наиболее часто для этого выбирают эпифитные лишайники. Можно исследовать особенности распределения одного, нескольких видов или морфологической группы (например, листоватых или кустистых видов).

Большое внимание следует уделить этикетированию образца, поскольку качество этикетки зачастую больше влияет на научную ценность образца, чем качество самого сбора. В полевых условиях надписи наносятся на конверт простым карандашом. Приводится как можно более подробное описание места сбора (область, район, близлежащий населенный пункт и расстояние до него, в случае лесного массива желателен указать лесничество и квадрат), субстрат произрастания, дата сбора, фамилия и инициалы коллектора. Без этикетки образец не имеет научной ценности. В лабораторных условиях образец высушивается, переключивается в чистый конверт из гигроскопичной бумаги и снабжается стандартной этикеткой (рисунок 40).

Кафедра ботаники и физиологии растений Учреждение образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»
Семейство Cladoniaceae
Род и вид <i>Cladonia coniosraea</i> (Floerke) Spreng.
Место сбора Беларусь, Гомельская область, Припятский заповедник, 50 кв. Озеранского лесничества, сосняк мшистый, на гнилом пне
Собрал Шахрай О.П.
Определил Цуриков А.Г.
Дата 04.07.1974

Рисунок 40 – Пример оформления этикетки гербарного образца

Отбор лишайников проводят разными способами. Эпигейные лишайники отбирают руками или ножом вместе с тонким слоем почвы, если слоевище плотно прикреплено к субстрату. Эпифитные виды срезают ножом с участком коры. Однако срез коры должен быть как можно тоньше, чтобы причинить наименьший ущерб дереву. Эпилитные виды необходимо скалывать с тонким слоем породы зубилом и молотком.

Необходимо четко представлять объем сбора. Для гербаризации слоевище должно быть отобрано полностью. Однако не нужно отбирать большое количество слоевищ лишайников. Следует помнить, что лишайники – медленно растущие организмы и для восстановления популяции (особенно это актуально для редких видов) нужно длительное время. При проведении экологических мониторинговых работ на территории города определение как можно большего

числа лишайников необходимо проводить в полевых условиях, не срезая образец. Для этого используют лупу с увеличением 16х. Для лабораторного определения отбирают часть образца (сектор), включающую как срединные участки таллома, так и его край. Часть таллома ОБЯЗАТЕЛЬНО оставляют для восстановления лишайника. Если нужно провести химический анализ (например, воздействие реактивом на сердцевину лишайника), отбирают только одну лопасть. Таким образом наносится наименьший урон лишайнофлоре города.

Определение вида лишайника в лабораторных условиях проводят с помощью определителей. В настоящей работе мы приводим ключ для определения листоватых и кустистых лишайников г. Гомеля и описание каждого вида. Видовое разнообразие лишайников г. Гомеля изучалось нами в 2003 - 2007 гг. при проведении мониторинговых исследований в рамках задания «Комплексная оценка влияния антропогенных факторов на фиторазнообразие споровых и лекарственных растений и рекомендации по их использованию (на примере Гомельской области)» Государственной программы ориентированных фундаментальных исследований «Радиация и экосистемы». В приводимый нами определительный ключ включены все обнаруженные в Гомеле виды листоватых и кустистых лишайников. При определении лишайников за пределами городских территорий необходимо пользоваться более полными и фундаментальными определителями: Определителем лишайников Белоруссии Н.В. Горбач или Определителем лишайников России (СССР) в 10 томах (10-й том на момент написания Атласа находится в печати).

Определение лишайников проводят с использованием стереомикроскопа (бинокля) и светового микроскопа с увеличением 1000х. Необходимы также микротом для изготовления срезов (бритвенные лезвия, скальпель), предметные и покровные стекла, иммерсионное масло, препаровальные иглы, фильтровальная бумага.

При определении лишайников используют следующие реактивы.

10% раствор щелочи КОН (или NaOH). Это наиболее простой и часто используемый в лишайнологии реактив. Его применяют при определении образцов для окрашивания слоевища в желтый или красный (в зависимости от вида) цвет (рисунок 41). Положительную реакцию отмечают как «К+ желтый» или «К+ красный» на кусочке бумаги (детерминантке), который затем вкладывается в конверт с образцом. Отрицательную реакцию отмечают как «К-».

Реакцию проводят, нанося каплю реактива на участок таллома лишайника (можно использовать пипетку или шприц) и наблюдая за изменениями цвета. В некоторых случаях (при определении образцов рода кладония) целесообразнее использовать фильтровальную бумагу. Каплю реактива наносят на подстилку или чешуйку первичного слоевища и затем прикладывают кусочек фильтровальной бумаги и по ее цвету определяют реакцию слоевища. Желтое окрашивание фильтровальной бумаги следует отличать от побурения, вызванного растворением почвенных частиц при размочивании образца (рисунок 42).

Если необходимо провести реакцию сердцевинного слоя (поскольку у многих видов реакции коры и сердцевины отличаются), то кору осторожно разрушают препаровальной иглой и каплю реактива наносят непосредственно на сердцевинный слой.

При работе с реактивами необходимо соблюдать технику безопасности, поскольку щелочь разъедает кожу рук. Все приготовленные реактивы желательно проверять на правильно определенных образцах, дающих положительную реакцию.

Парафенилендиамин ($C_6H_4(NH_2)_2$) также часто используют при определении многих видов лишайников, особенно представителей рода кладония. Для работы используют спиртовой раствор парафенилендиамина (0,1 г реактива на 5 мл 95% спирта) или насыщенный раствор парафенилендиамина в тиосульфате ($Na_2S_2O_3$). Небольшую каплю реактива наносят на образец, после чего наблюдается, как правило, красное окрашивание (рисунок 43). Положительную реакцию отмечают на детерминантке как «P+» или «Pd+», отрицательную – «P-» или «Pd-».

Раствор парафенилендиамина используют только в течение одного дня, поскольку он быстро разрушается на воздухе. Поэтому перед проведением химического анализа необходимо готовить свежий раствор. Раствор ТОКСИЧЕН, обладает КАНЦЕРОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ, легко впитывается через кожу, поэтому работать необходимо в резиновых перчатках, тщательно соблюдая правила техники безопасности.

Гипохлорит кальция ($CaCl_2O_2$) используют в виде концентрированного водного раствора. При отсутствии реактива его можно заменить любым хлорсодержащим бытовым отбеливателем (например, «Белизна»). Следует помнить, что со временем реактив разлагается на

воздухе. Работоспособность реактива проверяют на слоевище гипоценомице ступенчатого (*Hypocenomyce scalaris*), который окрашивается в красный цвет. Положительную реакцию отмечают как «С+», отрицательную – «С-».

Раствор I в KI (или реактив Люголя) также широко применяется в лихенологии для проведения цветных реакций слоевищ лишайников и различных структур гимениального аппарата (например, апикального аппарата сумок, рисунок 44). Как правило, йод вызывает синее окрашивание, которое иногда с течением времени сменяется на красное. Часто для реакций гимениальных структур стандартный раствор Люголя разводят дистиллированной водой в 2 раза.

Необходимо внимательно рассматривать отобранные в природе образцы. Часто многие морфологически схожие виды растут рядом. Только тщательное изучение всего эксиката позволит правильно и полно описать его видовое разнообразие (рисунок 45).

Некоторые виды лишайников могут расти на других лишайниках, используя их в качестве субстрата произрастания (рисунок 46).

Поскольку определение многих видов лишайников – сложный процесс, желательно проверять правильность определения путем консультаций со специалистами.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

**КЛЮЧ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИСТОВАТЫХ И КУСТИСТЫХ
ЛИШАЙНИКОВ ГОРОДА ГОМЕЛЯ**

Доступен в печатной версии издания

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

Все листоватые и кустистые лишайники, обнаруженные на территории Гомеля и описанные в данном атласе, относятся к классу леканоромицеты (*Lecanoromycetes*) отдела аскомицота (*Ascomycota*). Ниже приводится их систематическое положение. Виды, отмеченные звездочкой, были найдены у самых границ города и в будущем могут быть обнаружены на его окраинах.

Порядок леканоровые (*Lecanorales*)

Семейство кладониевые (*Cladoniaceae*)

1. *CLADONIA carneola* (Fr.) Fr.
2. *Cladonia chlorophaea* (Floerke ex Sommerf.) Spreng.
3. *Cladonia coniocraea* (Floerke) Spreng.
4. *Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.*
5. *Cladonia fimbriata* (L.) Fr.
6. *Cladonia grayi* G. Merr. ex. Sandst.*
7. *Cladonia ochrochlora* Floerke
8. *Cladonia pyxidata* (L.) Hoffm.*
9. *Cladonia rei* Schaer.
10. *Cladonia subulata* (L.) Wigg.*

Семейство леканоровые (*Lecanoraceae*)

11. *CANDELARIA concolor* (Dicks.) Stein.

Семейство лецидеевые (*Lecideaceae*)

12. *HYPOCENOMYCE scalaris* (Ach.) M. Choisy

Семейство пармелиевые (*Parmeliaceae*)

13. *EVERNIA mesomorpha* Nyl.
14. *Evernia prunastri* (L.) Ach.
15. *FLAVOPARMELIA caperata* (L.) Hale
16. *HYPOGYMNIA physodes* (L.) Nyl.
17. *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.
18. *MELANELIXIA fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
19. *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco et al.
20. *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
21. *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
22. *MELANOHALEA exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.
23. *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.
24. *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al.
25. *PARMELIA sulcata* Tayl.
26. *PARMELINA tiliacea* (Hoffm.) Hale
27. *PLEUROSTICTA acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch
28. *PSEUDEVERNIA furfuracea* (L.) Zopf.
29. *TUCKERMANNOPSIS chlorophylla* (Willd. in numb.) Hale
30. *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale.
31. *USNEA hirta* (L.) Wigg.
32. *VULPICIDA pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai

Семейство физциевые (*Physciaceae*)

33. *ANAPTYCHIA ciliaris* Koerb.
34. *PHAEOPHYSCIA ciliata* (Hoffm.) Moberg
35. *Phaeophyscia nigricans* (Floerke) Moberg
36. *Phaeophyscia orbicularis* (Neck.) Moberg
37. *PHYSCIA adscendens* (Fr.) H. Olivier
38. *Physcia aipolia* (Ehrh.) Hampe.
39. *Physcia caesia* (Hoffm.) Furnr.
40. *Physcia dubia* (Hoffm.) Lettau
41. *Physcia stellaris* (Ach.) Nyl.
42. *Physcia tenella* Bitter.
43. *Physcia tribacia* (Ach.) Nyl.

44. *PHYSCONIA detersa* (Nyl.) Poelt
45. *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon
46. *Physconia entheroxantha* (Nyl.) Poelt
47. *Physconia grisea* (Lam.) Poelt

Семейство рамалиновые (*Ramalinaceae*)

48. *RAMALINA farinacea* (L.) Ach.
49. *Ramalina fraxinea* (L.) Ach.
50. *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach.

Порядок пельтигеровые (*Peltigerales*)

Семейство пельтигеровые (*Peltigeraceae*)

51. *PELTIGERA canina* (L.) Willd.*
52. *Peltigera didactyla* (With.) J. R. Laundon

Порядок телосхистовые (*Teloschistales*)

Семейство телосхистовые (*Teloschistaceae*)

53. *XANTHORIA elegans* (Link.) Th. Fr.
54. *Xanthoria fallax* (Hepp) Arnold
55. *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.
56. *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Rieber
57. *Xanthoria candelaria* (L.) Th. Fr.

Anaptychia ciliaris – Анаптихия реснитчатая.

Слоевище кустистое, крупное, жесткое с длинными, приподнятыми над субстратом лопастями (рисунок 47). Верхняя поверхность грязно-серая, иногда с коричневатым оттенком, нижняя сторона белая, морщинистая. По краям лопастей развиваются длинные чернеющие к концам реснички (фибриллы). Апотеции встречаются часто, многочисленные, блюдцевидные, сидячие или чуть приподнятые. Край апотеция листовидный, зубчатый, загнутый внутрь. На коре лиственных пород деревьев. В черте города встречается редко¹.

Candelaria concolor – Канделярия одноцветная.

Слоевище розетковидное или неопределенной формы 0,5 – 2 мм в диаметре (рисунок 48). Лопастии узкие, рассеченные, 0,2 – 2 мм длиной и 0,1 – 0,5 мм шириной. Верхняя сторона лимонно-желтая, желтая, желтовато-зеленоватая, нижняя более светлая с беловатыми ризинами. Изидии мелкие, развиваются по краям лопастей. Слоевище от КОН не изменяется в окраске. На коре деревьев. Может быть также обнаружена и на каменистом субстрате. Редко.

Candelaria concolor морфологически схожа с некоторыми видами рода *Xanthoria* (например, *X. candelaria*, рисунок 49), однако четко отличается отсутствием реакции на КОН (у *Xanthoria spp.* наблюдается красное окрашивание).

Cladonia carneola – Кладония телесная.

Первичное слоевище состоит из чешуек разной величины сверху зеленых, снизу белых. Подтеций до 4 см высотой сероватые или зеленоватые всегда с ясными и широкими сцифами, покрыты зернистым соредиозным налетом (рисунок 50). У основания подтециев часто имеются филлокладии. Апотеции бледные, светло-коричневые, сидячие или на коротких ножках. Слоевище от КОН и парафенилендиамина не изменяется в окраске. На гниющей древесине, мшистых участках коры. Единично встречающийся на территории города вид, что связано с ограниченным количеством подходящих субстратов.

От других кладоний, образующих широкие сцифы, *C. carneola* отличается бледными бежеватыми апотециями и отсутствием химических реакций.

¹ Оценка распространенности видов приводится на основании результатов собственных исследований: единично встречающийся вид; редкий вид (2 – 20% пробных площадей), обычный вид (21 – 60% пробных площадей), часто встречающийся вид (>61% пробных площадей, по Малышева, 2003).

Cladonia chlorophaea – Кладония темно-зеленая.

Первичное слоевище представлено чешуйками различной величины, сверху зеленовато-сероватых, снизу белых, иногда с единичными зернистыми соредиями. Подеции 0,5 – 3 см высотой, серовато-зеленоватые со сцифами правильной формы (рисунок 51), по краям нередко пролифицирующими. Поверхность подециев покрыта зернистыми соредиями, в нижней части имеется коровый слой, филлокладии редки. Апотеции коричневые, располагаются по краям сциф. Подеции и первичное слоевище от КОН не изменяются в окраске, под действием парафенилендиамина краснеют. На почве, на основаниях деревьев с грубой корой (дуб, береза). Редкий, как и все кладонии, для городских территорий вид.

Cladonia chlorophaea очень полиморфный вид, из которого ранее были выделены на основании химических реакций самостоятельные теперь виды. Определение всех видов рода *Cladonia* должно сопровождаться обязательным химическим анализом исследуемых образцов.

Cladonia coniocraea – Кладония порошистая.

Первичное слоевище состоит из чешуек средних или крупных размеров, иногда до 1 см длиной, образующих рыхлые дерновинки, сверху зеленовато-сероватых, снизу белых, нередко с зернистыми соредиями. Подеции 0,5 – 2 см, простые, на концах шиловидные или тупые, иногда с узкими мало заметными сцифами, соредиозные (рисунок 52). Коровой слой развивается только у основания подециев и под апотециями. Апотеции коричневые, развиваются на верхушках подециев. Слоевище от КОН не изменяется в окраске, под действием парафенилендиамина краснеет. На обработанной древесине, на основаниях деревьев с грубой корой (дуб, береза). Один из наиболее распространенных видов *Cladonia*. В связи с ограниченностью подходящих местообитаний на территории города встречается редко.

От *Cladonia ochrochlora* отличается слабым развитием корового слоя (образуется только в нижней части подеция (рисунок 53).

Cladonia cornuta – Кладония рогатая.

Первичное слоевище состоит из чешуек небольшого размера (до 8 мм длиной) сероватых или зеленоватых сверху и белых снизу. Подеции до 10 см высотой зеленоватых оттенков шиловидной формы (рисунок 54). Верхняя часть с тонким соредиозным налетом, нижняя и средняя части подеция покрыты коровым слоем, иногда с филлокладиями. Апотеции коричневые на концах подециев. От КОН первичное слоевище и подеции в окраске не изменяются, под действием парафенилендиамина краснеют. На сухих песчаных почвах, редко на обработанной древесине. Может быть обнаружена на окраинах города.

От других высоких кладоний шиловидной формы отличается присутствием корового слоя в нижней и центральной частях подеция.

Cladonia fimbriata – Кладония бахромчатая.

Первичное слоевище состоит из чешуек 2 – 10 мм длиной, сверху зеленых, снизу белых. Подеции до 2 мм высотой (иногда до 4 мм – *Cladonia fimbriata* forma *major*), беловато-серые или зеленые со сцифами правильной бокаловидной формы, по краю нередко пролифицирующие, покрыты тонким мучнистым соредиозным налетом (рисунок 55). Филлокладии редки. Апотеции коричневые, располагаются по краям сциф. Слоевище от КОН в окраске не изменяется, под действием парафенилендиамина краснеет. На песчаных почвах, на гниющей и обработанной древесине, на деревьях с грубой корой (дубах, березах, рисунок 56). На территории города встречается единично в связи с ограниченностью мест обитаний.

От других кладоний с широкими сцифами *C. fimbriata* отличается формой сциф (бокальчатая) и очень мелкими мучнистыми соредиями.

Cladonia grayi – Кладония Грэя.

Морфологически идентична *Cladonia chlorophaea* (см. описание), от которой отличается коричневатой окраской (рисунок 57), набором лишайниковых кислот и химическими реак-

циями (от КОН и парафенилендиамина окраска не изменяется). В тех же местообитаниях, что и *C. chlorophaea*.

Cladonia ochrochlora – Кладония желто-зеленая (рисунок 58).

Первичное слоевище состоит из чешуек до 8 мм длиной сверху зеленоватых, снизу белых. Подеции до 4 см высотой, беловато-сероватые, на концах шиловидные или с узкими сцифами, соредиозные. Коровой слой развивается в нижней части подеция, под апотециями и во внутренней части сциф. Апотеции коричневые на концах подециев. Слоевище от КОН в окраске не изменяется, под действием парафенилендиамина краснеет. На сухих песчаных почвах, на гниющей древесине, пнях, на грубой коре деревьев. Может быть обнаружена на обработанной древесине и на окраинах города.

От *Cladonia coniocraea* отличается наличием корового слоя внутри сциф, несколько большим его развитием в нижней части подеция (рисунок 53).

Cladonia pyxidata – Кладония крыночковидная (рисунок 59).

Первичное слоевище состоит из чешуек до 1 см длиной, сверху сероватых, зеленоватых или коричневых, снизу белых. Подеции низкие, до 3 мм высотой и до 2 см в диаметре, зеленовато-коричневых оттенков, прямостоячие с широкими сцифами, покрытые бугорчатым ареолированным коровым слоем. Пролификации и филлокладии редки. Апотеции коричневые, развиваются по краям сциф, часто приподняты на своеобразных выростах (рисунок 60). Слоевище от КОН не изменяется в окраске, под действием парафенилендиамина краснеет. На песчаной почве, на гниющей древесине, на грубой коре деревьев. Вид может быть обнаружена на окраинах города.

От морфологически схожих видов отличается отсутствием соредиозного налета.

Cladonia rei – Кладония Рея (рисунок 61).

Первичное слоевище состоит из мелких чешуек до 5 мм высотой, сверху обычно коричневых, снизу белых. Подеции до 5 см высотой, сероватые с грязно-коричневым оттенком, шиловидные, покрыты соредиозным налетом. Если коровый слой развивается, то только у самого основания подециев. Апотеции коричневые, развиваются на концах подециев. Слоевище от КОН и парафенилендиамина не изменяется в окраске. На сухих песчаных почвах. Как и все эпигейные лишайники на территории города встречается редко.

От *Cladonia subulata* отличается реакцией слоевища с парафенилендиаминном. Некоторые исследователи считают *C. rei* не самостоятельным видом, а хемотипом *C. subulata*.

Cladonia subulata – Кладония шиловидная.

Горизонтальное слоевище состоит из мелких округлых чешуек до 5 мм в диаметре, сверху сероватых, снизу белых. Подеции до 10 см высотой, сероватые, шиловидные, редко расширяющиеся в неправильные сцифы, иногда разветвляющиеся на 2 – 3 ветви, с мучнистым соредиозным налетом (рисунок 62). Апотеции коричневые, развиваются на концах подециев. Слоевище от КОН не изменяется в окраске, под действием парафенилендиамина краснеет. На песчаных почвах, пнях, гниющей древесине. Вид может быть обнаружен на окраинах города.

Evernia mesomorpha – Эверния мезоморфная.

Слоевище кустистое, до 10 см длины, свисающее или распростертое на субстрате, мягкое на ощупь, серо- или желтовато-зеленое с широкими углами в местах ветвлений. Лопастей 1 – 2 мм шириной, угловато-округлые, местами слегка уплощенные, одинаковые по строению и окраске с верхней и нижней сторон. Поверхность лопастей складчато-морщинистая с многочисленными короткими простыми изидиями (рисунок 63). Соредии беловатые, могут покрывать всю поверхность лопастей. На стволах деревьев (преимущественно хвойных и берез). На территории города встречается единично.

Evernia prunastri – Эверния сливовая.

Слоевище в виде повисающих или торчащих кустиков, иногда шарообразной формы, до 10 см длиной, прикреплено к субстрату слабо выраженным основанием или без него. Лопасты от относительно узких (0,5 – 1 мм) до широких (6 мм), плоские, со слегка заворачивающимися на нижнюю сторону краями, дорсо-вентральные (рисунок 64). Верхняя сторона зеленая, нижняя светлая до белой. Сорали развиваются по краям лопастей. Сливаясь, могут образовывать сплошную кайму. Таллом от КОН желтеет. На деревьях хвойных и лиственных пород, на мертвой и обработанной древесине. Часто встречающийся лишайник.

Flavoparmelia caperata – Флавопармелия козлиная (рисунок 65).

Слоевище листоватое, кожистое, прижатое к субстрату, лопастное. Лопасты крупные, сближенные, иногда налегающие друг друга с закругленными концами. Верхняя поверхность слоевища желтовато-зеленоватая, серовато-зеленая, матовая. Нижняя сторона в центре черная, матовая, на периферии коричневая, блестящая. Сорали разбросаны по верхней стороне слоевища, извилисто завитые или кратеровидные (рисунок 66). Верхний коровой слой от КОН желтеет, от КОН+CaCl₂O₂ сердцевина окрашивается в розовый, а затем красный цвет. На стволах деревьев различных пород. Может быть найден и на каменистом субстрате (замшелых валунах). В городских условиях встречается крайне редко.

Hypocenomyce scalaris – Гипоценомице ступенчатый.

Слоевище состоит из маленьких (до 5 мм шириной) чешуек чаще светло-коричневого или зеленовато-коричневого цвета (рисунок 67). Чешуйки выпуклые, матовые, по краю соредиезные, сверху покрыты коровым слоем. Слоевище от CaCl₂O₂ краснеет. На коре сосен, реже на коре лиственных пород, пнях и гниющей древесине. В городских условиях редко.

H. scalaris можно перепутать с первичным чешуйчатым слоевищем многих видов рода *Cladonia*, у которых еще не образовались подетики (вертикальные образования). *H. scalaris* отличается красной реакцией на CaCl₂O₂ (*Cladonia spp.* желтеют или не изменяют окраски) и некоторыми морфологическими особенностями (у многих кладоний нижняя сторона чешуек белая, верхняя – темно-зеленая).

Hypogymnia physodes – Гипогимния вздутая.

Слоевище розетковидное, распростертое по субстрату, в центре довольно плотно прикрепленное, по краям обычно более свободное (рисунок 68). Лопасты выпуклые, на концах часто расширенные, губовидно отогнутые, внутри полые. Верхняя сторона слоевища светло-серого или серо-зеленого цвета, гладкая, в большинстве матовая, иногда с темными пятнами. Нижняя сторона черная, матовая, по краям коричневая, блестящая. Соредии в виде белых мучнистых скоплений возникают на месте разрывов тканей на границе между верхней и нижней корой на расширенных губовидных концах лопастей. Это очень характерный и постоянный признак, отличающий этот вид от других. Апотеции могут образовываться в местах с чистым воздухом. Коровой слой от КОН желтеет, затем становится коричнево-красным.

На стволах и ветвях лиственных и хвойных пород, а также на обработанной древесине. Часто встречающийся полиморфный лишайник.

Hypogymnia tubulosa – Гипогимния трубчатая.

Слоевище неопределенной формы, реже розетковидное, в центре прикрепленное к субстрату, по периферии с приподнимающимися, свободными верхушками лопастей. Лопасты вздутые с трубчатыми верхушками, внутри полые. Верхняя сторона светло-серая или зеленовато-серая (рисунок 69). Нижняя сторона черная, матовая, по краям коричневая, блестящая. Соредии образуются на концах лопастей. Коровой слой и сорали от КОН желтеют, затем становятся коричнево-красными. На стволах и ветвях деревьев различных пород. Обычный вид.

Встречается в основном как примесь к *Hypogymnia physodes*, от которой отличается формой соралей (рисунок 23).

Melanelixia fuliginosa – Меланеликсия буро-черная.

Слоевище розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Лопастни глубокораздельные с закругленными верхушками. Верхняя поверхность оливково-зеленая, оливково-коричневая или коричневая, матовая, иногда молодые слоевища блестящие. Соредии отсутствуют. Изидии многочисленные, тонкие, цилиндрические, простые или разветвленные, часто с обломанными верхушками (рисунок 70). Сердцевина от CaCl_2O_2 интенсивно краснеет. На стволах и ветвях деревьев. Может быть обнаружена на каменистом субстрате. Редко.

Вид морфологически идентичен *Melanohalea elegantula*, от которой отличается положительной реакцией сердцевины на CaCl_2O_2 (интенсивно краснеет).

Melanelixia glabra – Меланеликсия голая.

Слоевище розетковидное, толстое, кожистое, до 10 см в диаметре. Лопастни волнистые, по краям приподнимающиеся. Верхняя поверхность от зеленовато-бурой до темно-коричневой, матовая, без соредиев и изидиев, покрыта тонкими бесцветными гиалиновыми волосками (лупа x16, рисунок 71). Сердцевина от CaCl_2O_2 краснеет. На коре лиственных пород. Редко.

Внешне вид близок к *Melanohalea olivacea*, от которой отличается более грубым, кожистым слоевищем, наличием на поверхности слоевища волосков, и положительной реакцией сердцевины на CaCl_2O_2 (краснеет).

Melanelixia subargentifera – Меланеликсия серебристоносовая.

Слоевище розетковидное или неопределенной формы, до 10 см в диаметре со слегка загибающимися вверх краями. Верхняя поверхность от зеленовато-оливковой до оливково-коричневой с тонкими волосками по краям лопастей (лупа x16). Там же нередко образуется тонкий беловатый налет. В центре слоевище складчатое, с многочисленными соредиозными изидиями, а также округлыми соралиями, приподнятыми над поверхностью лопастни (отчего напоминают кратер, рисунок 72). Сердцевина от CaCl_2O_2 интенсивно краснеет. На коре лиственных пород, а также обработанной древесине. Редко.

Melanelixia subaurifera – Меланеликсия золотистоносовая.

Слоевище розетковидное, тонкое, плотно прилегающее к субстрату. Верхняя поверхность коричневая, бронзово-коричневая, желтовато-зеленовато-коричневая, матовая. Соредии желтоватые, одиночные или собранные в соралии (рисунок 73). Изидии мелкие, короткие, тонкие, легко разрушаются, образуя изидиозно-соредиозную массу. Сердцевина от CaCl_2O_2 интенсивно краснеет. На коре лиственных пород. Часто встречающийся распространенный вид.

Melanohalea exasperata – Меланохалея шероховатая.

Слоевище розетковидное, довольно плотно прилегающее к субстрату, до 8 см. в диаметре. Лопастни на концах слегка расширенные, иногда черепитчато налегающие друг на друга. Верхняя сторона оливково-коричневая, гладкая, иногда с налетом. Соредии отсутствуют. Изидии разбросаны по всему слоевищу в виде мелких бородавочек, как правило, окрашены несколько иначе, чем слоевище (рисунок 74). Апотеции встречаются часто, до 6 мм в диаметре, сидячие, блюдцевидные с более светлым, чем слоевище блестящим диском. По краям апотециев также развиваются изидии. На стволах деревьев различных пород. Может быть обнаружена на обработанной древесине. Редкий вид.

Melanohalea exasperatula – Меланохалея шероховатистая (рисунок 75).

Слоевище тонкое, часто розетковидное, лопастное. Лопастни с мелковолнистыми приподнятыми над субстратом краями. Верхняя сторона слоевища коричневая, оливково-коричневая или зеленовато-коричневая, в смоченном состоянии зеленая. Соредии отсутствуют. Изидии шпательевидные или булавовидные, часто в беспорядке налегающие друг на друга, обычно блестящие, полые. На стволах и ветвях деревьев различных пород, реже на обработанной древесине и каменистом субстрате. Часто встречающийся распространенный вид.

Melanohalea olivacea – Меланохалея оливковая.

Слоевище тонколистоватое, розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Лопастей с едва заметными мелкими псевдоцифеллами на концах. Верхняя сторона слоевища от оливковой до коричневой, часто блестящая (рисунок 76). Соредии и изидии отсутствуют.

Апотеции образуются в центре слоевища¹, иногда изобилии, сидячие или с возрастом приподнятые со всегда сохраняющимся узким, гладким или слегка зазубренным слоевищным краем (рисунок 77). Диск апотеция вогнутый со слегка волнистой блестящей поверхностью. На коре лиственных пород. В городских условиях крайне редкий вид.

Parmelia sulcata – Пармелия бороздчатая.

Слоевище розетковидное или чаще неопределенной формы, плотно прилегающее к субстрату. Лопастей выемчатые, часто налегающие краями друг на друга, на концах тупые. Верхняя сторона слоевища голубовато-серая или пепельно-серая сетчато-морщинистая (рисунок 78). На поверхности присутствует развитая сеть жилок, или борозд, по ребрам и краям которых развиваются беловатые соредии, иногда покрывающие всю поверхность лопастей. Верхний коровой слой от КОН желтеет, сердцевина от КОН желтеет, а затем становится красновато-коричневой. На стволах и ветвях деревьев различных пород, на отмершей и обработанной древесине, редко на камнях. Один из наиболее распространенных видов региона.

Parmelina tiliacea – Пармелина липовая.

Слоевище розетковидное, кожисто-листоватое, плотно прижатое к субстрату, до 20 см в диаметре. Лопастей тесно сомкнутые, широкие (3 – 10 мм), на концах округло-выемчатые, волнистые. Верхняя поверхность по краям серебристо-серая, к центру темно-серая, матовая. Соредии отсутствуют. Изидии мелкие, темные, от коричневых до черных, развиваются преимущественно в центре слоевища (рисунок 79). Коровой слой от КОН желтеет, сердцевина от CaCl₂O₂ краснеет. На коре лиственных пород. Обычный вид.

Peltigera canina – Пельтигера собачья.

Слоевище крупнолопастное, кожистое, рыхло прилегающее к субстрату, края лопастей приподнимающиеся, закругленные, слегка загнутые книзу (рисунок 80). Верхняя поверхность слоевища серая, реже с коричневатым оттенком, матовая благодаря тонкому войлочному покрову, особенно заметному на концах лопастей. Нижняя сторона слоевища светлая, от белой до бежевой, чуть темноватая к центру, войлочно-пушистая благодаря отсутствию нижнего корового слоя с ясно выраженными жилками. Ризины пушистые, часто разветвленные, рассеяны по всему слоевищу. Альгальный слой образован сине-зелеными водорослями *Nostoc*. На почве по склонам канав и на обочинах дорог, на корневых лапах и гниющих пнях. На территории г. Гомеля не обнаружен, однако встречается в непосредственной близости границы города. В связи с этим вид может быть найден в граничащих с пригородом участках. Один из наиболее типичных видов рода *Peltigera*.

Peltigera didactyla – Пельтигера двупальчатая.

Слоевище маленькое, 1 – 3 см, редко до 5 см в диаметре. Верхняя поверхность серая или зеленовато-серая, матовая от тонкого паутинистого налета, который усиливается к концам лопастей. Вид хорошо отличим благодаря округлым соралиям, разбросанным по всему слоевищу. Нижняя сторона слоевища светлая по краю и темноватая в центре с хорошо выраженными жилками более светлыми по краю и темными в центре. Апотеции образуются на вертикально приподнятых плодоносных лопастях. Диск красно-коричневый матовый, без налета. На песча-

¹ Очень близкий вид *Melanohalea septentrionalis* отличается апотециями, развивающимися по всему слоевищу, в т.ч. и по краям лопастей, более мелкими спорами и высотой гипотеция (у *M. olivacea* гипотеций 30 – 75 мкм высотой, у *M. septentrionalis* – 15 – 30 мкм). *M. septentrionalis* может быть отмечена для рассматриваемого региона.

ной и глинистой почве по склонам канав и рвов, на гниющих мшистых пнях, корневых лапах. Как и прочие эпигеи на территории города редок.

Peltigera didactyla достаточно полиморфный вид, в пределах которого выделяют несколько морфологических типов. Типовым вариантом являются мелкие чешуевидные, широкоокруглые и стерильные лопасти (ранее такие образцы относили к самостоятельному виду *Peltigera erumpens*, рисунок 81). Другой вариант (ранее называвшийся *Peltigera spuria*, рисунок 82) – практически исключительно фертильные, вертикально растущие сужающиеся к апотецию лопасти (в этом случае сорали редки, и необходимо тщательно изучать образцы).

Phaeophyscia ciliata – Феофисция реснитчатая.

Слоевище розетковидное, до 5 см в диаметре, плотно прилегающее к субстрату (рисунок 83). Верхняя поверхность лопастей серо-коричневая до коричневого, в смоченном состоянии зелено-коричневая. Нижняя сторона черная, с, как правило, выступающим из-под нее плотным венком ризин. Соредии и изидии отсутствуют. Апотеции обычны. Иногда венки ризин также развиваются по краям апотециев. На коре лиственных пород, часто на представителях рода *Populus*. На территории г. Гомеля встречается достаточно редко.

Вид можно спутать с некоторыми экземплярами *Physcia stellaris*, которые в городской черте нередко принимают коричневатый из-за копоти оттенок (рисунок 84). Однако *Phaeophyscia ciliata* отличается отсутствием окраски от КОН (*P. stellaris* желтеет), а также выступающими из-под лопастей ризинами, нередко присутствующими и на краях апотециев, и сменой цвета лопастей на зеленый при смачивании.

Phaeophyscia nigricans – Феофисция черноватая.

Слоевище в виде правильных и неправильных розеток, очень маленькое (редко более 1 см в диаметре), листоватое или иногда мелкокустистое (рисунок 85). Лопасты мелкие (до 1 мм), различимые под лупой, сильно разветвленные. Окраска лопастей вариабельна, от коричневой до почти черной. По краям лопастей образуются зернистые изидии, отчего слоевище кажется еще более разветвленным. На коре лиственных пород, а также на камнях и антропогенных субстратах. Один из типичнейших представителей городской флоры.

Phaeophyscia orbicularis – Феофисция округлая.

Слоевище розетковидное, плотно прилегающее к субстрату, до 3 см в диаметре. Иногда из-за скопления многих слоевищ может образовываться сплошной покров. Морфологически полиморфный лишайник. Верхняя поверхность лопастей темно-серая, серо-зеленая или серо-коричневая, в смоченном состоянии зеленеет. Нижняя сторона черная, иногда с выступающими ризинами. Характерной особенностью является наличие головчатых соралей, образующихся посередине лопастей (рисунок 86). Апотеции обычны, иногда с венком ризин. На различных субстратах, в том числе антропогенного генезиса. Один из самых распространенных лишайников городов.

Physcia adscendens – Фисция восходящая.

Слоевище маленькое, до 3 см в диаметре, с узкими светло-серыми лопастями, несущими по краю длинные реснички. На концах лопастей располагаются шлемовидные сорали (рисунок 87). Апотеции обычны. На различных субстратах. Часто встречающийся вид.

Physcia aipolia – Фисция серо-голубая.

Слоевище розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Верхняя поверхность беловатая или голубовато-серая с характерной пятнистой поверхностью, нижняя – темная (рисунок 88). Соредии и изидии отсутствуют. Апотеции многочисленные с тонким слоевищным краем. Диск коричневатый или черный с интенсивным сизым налетом. От КОН кора и сердцевина слоевища желтеют. На коре деревьев лиственных пород, может быть найдена на разрушающейся древесине и каменистом субстрате. На территории города встречается редко.

Physcia aipolia морфологически идентична часто встречающемуся виду *Physcia stellaris*, от которого отличается положительной реакцией сердцевины на КОН (рисунок 93).

Physcia caesia – Фисция голубовато-серая.

Слоевище розетковидное, до 2 мм в диаметре (редко до 5 см). Верхняя поверхность голубовато-серая с характерными пятнышками. Головчатые сорали образуются в большом количестве, голубоватые до белых (рисунок 89). Апотеции встречаются крайне редко. На коре деревьев и на каменистом субстрате. Обычный вид.

Physcia dubia – Фисция сомнительная.

Слоевище неправильной формы, серое с короткими узкими вертикально отстоящими лопастями (рисунок 90). Часто вид образует скопления из нескольких слоевищ. Сорали губовидные. Характерной особенностью являются выступающие из-под нижней стороны лопастей черные короткие ризины. Апотеции обычны. На различных субстратах. Один из наиболее распространенных видов.

Physcia dubia морфологически сходна с *Physcia tenella*, у которой также развиваются губовидные сорали. Однако здесь необходимо отличать ризины *P. dubia* от ресничек *P. tenella*. Ризины от основания до верхушки окрашены в черный цвет и образуются только на нижней стороне слоевища. Реснички у основания или по всей длине имеют сходный со слоевищем цвет и отходят от боковой или даже верхней стороны лопасти (рисунок 91).

Physcia stellaris – Фисция звездчатая.

Слоевище листоватое, розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Верхняя поверхность таллома светло-серая (рисунок 92). Нижняя сторона слоевища светлая со светлыми ризинами. Апотеции многочисленные с толстым, от взаимного давления угловатым слоевищным краем. Диск плоский, коричневатый-черный, иногда с налетом. От КОН кора желтеет, сердцевина не окрашивается. На различных субстратах. Один из наиболее распространенных видов.

Physcia stellaris морфологически идентичен гораздо более редкому виду *Physcia aipolia*, от которого отличается отрицательной реакцией сердцевины на КОН, более толстыми угловатыми краями апотециев, а также отсутствием слабо пятнистой поверхности (рисунок 93).

Physcia tenella – Фисция нежноватая.

Слоевище светло-серое, маленькое, розетковидное или неправильной формы. Лопастей короткие и узкие, сильно разветвленные. По краю лопастей образуются реснички, окрашенные так же, как слоевище, но с темными верхушками. Сорали губовидные. Апотеции обычны. На коре деревьев лиственных пород и обработанной древесине, реже на камнях. Часто встречающийся вид.

Physcia tribacia – Фисция тройчатая.

Слоевище розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Лопастей светло-серые, широкие, с легким мучнистым налетом (рисунок 95). Соредии собраны по краям лопастей. Апотеции не известны. На камнях, реже на обработанной древесине. Редко (для точной оценки распространенности этого вида на территории Гомеля необходимо дополнительное исследование).

Physconia detersa – Фискония стертая.

Слоевище розетковидное или неправильной формы, плотно прилегающее к субстрату. Лопастей коричневатые различных оттенков с волнистыми краями, покрытыми мучнистым налетом (рисунок 96). Нижняя сторона слоевища черная с ершиковидными ризинами. Изидии отсутствуют. Сорали развиваются по краям лопастей. Соредии и сердцевинный слой белые, от КОН окраски не изменяют. На коре лиственных пород. Редко.

Главным отличием *Physconia detersa* от морфологически близких видов фисконий, в том числе *Physconia enteroxantha*, является отрицательная реакция сердцевины на КОН.

Physconia distorta¹ – Фискония искривленная.

Слоевище в виде крупных розеток, плотно прилегающих к субстрату (рисунок 98). Верхняя поверхность концов лопастей покрыта тонким мучнистым налетом. Нижняя поверхность черная с ершиковидными ризинами (рисунок 97). Соредии и изидии отсутствуют. Апотеции многочисленные (рисунок 99). На коре деревьев и обработанной древесине. Обычный вид.

Physconia enteroxantha – Фискония сердцевинножелтая.

Слоевище розетковидное или неправильной формы, плотно прилегающее к субстрату. Лопастии от серо-коричневых до темно-коричневых с тонким мучнистым налетом на верхней стороне и волнистыми краями. Нижняя поверхность черная с ершиковидными ризинами (рисунок 97). Изидии отсутствуют. Сорали развиваются по краям лопастей (рисунок 100). Соредии и сердцевинный слой желтоватые, от КОН желтеют. На коре лиственных пород и обработанной древесине. Часто встречающийся вид.

Physconia enteroxantha отличается от морфологически сходной *Physconia deterosa* положительной реакцией сердцевинны на КОН (желтеет). От *Physconia grisea* отличается отсутствием зернистых изидиев, присущих последнему виду, а также черной нижней поверхностью (у *P. grisea* нижняя поверхность светлая даже в срединных участках слоевища).

Physconia grisea – Фискония серая.

Слоевище розетковидное, плотно прилегающее к субстрату. Верхняя поверхность от сероватой до коричневой. Края лопастей волнистые, сверху покрыты пятнами мучнистого налета. Нижняя сторона светлая с простыми бесцветными ризинами. Изидии в виде зерен располагаются по краям лопастей (рисунок 101). Часто изидии становятся соредиевыми. От КОН сердцевина желтеет. На коре лиственных пород и обработанной древесине. Редко.

Physconia grisea отличается от других фисконий наличием зернистых изидиев, светлой нижней поверхностью и простыми ризинами.

Pleurosticta acetabulum – Плевростикта блюдчатая.

Слоевище правильно розетковидное, кожистое, сравнительно толстое, до 20 см в диаметре (рисунок 102). Лопастии широкие (5 – 10 мм) с загибающимися вверх краями. Верхняя сторона слоевища бронзового, оливково-зеленоватого, голубовато-зеленоватого цвета, иногда с сизоватым налетом, в центре поперечно-морщинистая. Соредии и изидии отсутствуют. Апотеции крупные, сидячие или приподнятые, встречаются в изобилии. Кора и сердцевина слоевища от КОН желтеют. От CaCl_2O_2 окраска не изменяется. На коре лиственных пород деревьев. Может быть найдена на обработанной древесине. Редкий вид.

Pseudevernia furfuracea – Псевдэверния зернистая.

Слоевище до 15 см длиной в виде торчащих или повисающих кустиков (рисунок 103). Лопастии дихотомически ветвящиеся, дорсо-вентральные, часто с завернутым вниз краями. Верхняя поверхность пепельно-серая с многочисленными изидиями того же цвета (рисунок 104). Нижняя сторона складчатая, ближе к концам белая или розоватая, к центру черная. От КОН верхняя и нижняя части слоевища желтеют. На коре хвойных и лиственных деревьев, на обработанной древесине. В городских условиях крайне редко.

Ramalina farinacea – Рамалина мучнистая.

Слоевище кустистое, повисающее, светло- или желто-зеленое, довольно жесткое, прикрепляется к субстрату зачерненным, дисковидно расширенным основанием (рисунок 105). Веточки сплюснутые, одинаково окрашенные с обеих сторон. Сорали довольно крупные, разме-

¹ К этому же виду относятся экземпляры нашего региона, описываемые многими исследователями как *Physconia venusta*. *P. venusta* в классической интерпретации – средиземноморский вид, отличающийся от *P. distorta* отсутствием нижнего корового слоя.

щуются по краям лопастей, хорошо отграничены друг от друга. Апотеции встречаются крайне редко. На коре лиственных пород деревьев. В городских условиях встречается единично.

Ramalina farinacea отличается от *Evernia prunastri* более узкими одинаково окрашенными с обеих сторон веточками. Маленькие экземпляры *R. farinacea* легко спутать с такими же по величине представителями *Ramalina pollinaria*, от которых они отличаются четко отграниченными соралиями и узко заканчивающимися веточками.

Ramalina fraxinea – Рамалина ясеневая.

Слоевище очень разнообразной формы и величины (от 2 до 20 см длиной, рисунок 106), свисающее или торчащее, жесткое, серо-зеленое различных оттенков, иногда желтовато-зеленое. Веточки сплюснутые, иногда до 2 см шириной, в основании и на концах суженные, в центре более широкие, заканчивающиеся тупо или закругленно. Поверхность веточек морщинистая, сетчатая или ямчатая, с большим количеством псевдоцифелл в виде щелей, иногда чуть приподнятых над поверхностью коры. Апотеции встречаются в местах с чистым воздухом. Соредии отсутствуют. На коре преимущественно лиственных пород деревьев. В городских условиях встречается единично.

От других свисающих лишайников отличается широкими лопастями и отсутствием изидиев и соредиев.

Ramalina pollinaria – Рамалина пыльцевая.

Слоевище кустистое, жесткое, серо- или желто-зеленое, до 5 см длиной, но обычно меньше (рисунок 107). Слоевищные веточки часто расположены в одной плоскости и только в результате скручивания направлены в разные стороны, сплюснутые, довольно широкие, с зубчатыми краями. Соралии развиваются по краям и на концах веточек, часто сливаясь и образуя сплошную кайму. Апотеции встречаются крайне редко. На коре деревьев преимущественно лиственных пород. На территории города редок.

От *Ramalina farinacea* отличается меньшими размерами, широкими кругло или тупо заканчивающимися веточками и сливающимися в сплошную массу соралиями (рисунок 108).

Ramalina pollinaria, имеющую веточки с широкими закругленными концами

Tuckermannopsis chlorophylla – Тукерманнопсис хлорофилловый.

Слоевище розетковидное, в центре плотно прижатое к субстрату, на периферии лопасти свободные, вертикально отстоящие, с волнистым или изрезанным краем (рисунок 109). Верхняя поверхность зеленовато-коричневая, оливково-коричневая, иногда сетчато-морщинистая. По краям лопастей в виде каймы располагаются беловатые соредии или, реже, изидии, которые крайне редко образуются на всей поверхности. Нижняя сторона светлее верхней с многочисленными ризинами. На стволах и ветвях хвойных и лиственных пород, может быть обнаружен на обработанной древесине. В городских условиях встречается единично.

Tuckermannopsis chlorophylla хорошо отличается от других темно-окрашенных лишайников каймой соредиев по краям лопастей (рисунок 110).

Tuckermannopsis sepincola – Тукерманнопсис заборный.

Слоевище неправильно розетковидное, в центре плотно прикрепленное к субстрату, по краям приподнимающееся, до 3 см в диаметре. Лопастии 2 – 5 мм длиной и 0,5 – 1,5 мм шириной. Верхняя поверхность слоевища темно-коричневая, коричневая или оливково-коричневая, гладкая, почти всегда с апотециями. Соредии и изидии отсутствуют. Нижняя сторона слоевища более светлая, со слабым жилкованием и длинными белыми ризинами. Апотеции размещаются на концах лопастей. Диск апотеция темно-коричневый, чуть глянцеваый. Слоевище от реактивов, применяемых для диагностики лишайников, окраски не меняет. На коре хвойных и лиственных пород, на тонких веточках кустарника (рисунок 111), иногда на обработанной древесине. В городских условиях встречается единично.

Tuckermannopsis sepincola хорошо отличается от других темно-окрашенных лишайников маленькими размерами и большим количеством апотециев, развивающихся на концах лопастей (рисунок 112).

Usnea hirta – Уснея жестковолосатая.

Слоевище кустистое, свисающее или чуть приподнятое над субстратом, до 8 см длины, прикреплено к субстрату суженным более темным основанием, оливково- или желтовато-зеленоватое, матовое, разветвленное от самого основания (рисунок 113). Веточки 0,5 – 2 мм в диаметре, округлые, иногда неправильно округлые в поперечном сечении, с ямчатой поверхностью и многочисленными боковыми веточками, похожими по своему внешнему виду и строению на главные. На поверхности веточек средней и верхушечной части таллома имеются многочисленные изидии и изидиозные соредии (установлены один возле другого, как гвоздики). В центре слоевища имеется осевой тяж¹, занимающий 1/3 часть толщины ветви. Осевой тяж очень прочный и заметен при растяжении ветви. На стволах и сучьях деревьев различных пород. Редко.

Вид легко спутать с *Usnea subfloridana*, от которой отличается ямчатой поверхностью главных ветвей, темным основанием (никогда не бывает черным) и отсутствием папилл (бородавочек-сосочков) на главной ветви (у *U. subfloridana* ветви гладкие с многочисленными округлыми соралиями, не имеют ямчатых углублений, основание, которым прикрепляется лишайник к субстрату, смоляно-черное, на главных ветвях имеются папиллы). *U. subfloridana* на территории Гомеля не обнаружен и встречается крайне редко в пригородной зоне (рисунки 114 – 116).

Vulpicida pinastri – Вульпицида сосновая.

Слоевище неопределенной формы, прижатое в центре и приподнятое по краю, до 5 см шириной. Лопасты с волнистыми слегка зазубренными складчатыми краями (рисунок 117). Верхняя поверхность слоевища желтая или желтовато-зеленоватая, гладкая, матовая. Изидии отсутствуют. Сорали золотисто-желтые, лежат по краям лопастей в виде каймы, редко могут находиться и на поверхности слоевища. На основании стволов, реже на сучьях лиственных и хвойных пород, на кустарниках и кустарничках, на обработанной древесине. Может быть обнаружена на каменистом субстрате. Единично встречающийся лишайник.

Xanthoria elegans – Ксантория элегантная.

Слоевище розетковидное, прижатое к субстрату, более или менее округлое, до 4 см в диаметре, редко больше (рисунок 118). Верхняя сторона лопастей оранжевая до темно-красновато-оранжевой, нижняя – светлая. Лопасты узкие, до 1 мм шириной, довольно отдаленные друг от друга, выпуклые до сильно вздутых, вильчато или неправильно разветвленные (рисунок 119). Сердцевина с выраженной полостью. Апотеции многочисленные. Слоевище от КОН краснеет. На каменистом субстрате. Обычный вид.

Этот таксон рассматривается как полиморфный вид, однако некоторые исследователи считают, что *X. elegans* представляет собой комплекс видов из разных генетических групп, возможно, даже из разных родов.

Xanthoria elegans отличается от *Xanthoria parietina* темно-оранжевым слоевищем и узкими вздутыми лопастями.

Xanthoria fallax – Ксантория обманчивая.

Слоевище неопределенной формы, до 3 см в диаметре, состоит из широких, коротких, черепитчато расположенных лопастей (рисунок 120). Лопасты от желто-серых до желто-оранжевых, округлые, маленькие, на концах закругленные, часто шлемовидно или губовидно загнуты вверх с золотисто-желтыми шлемовидными соралиями. Нижняя поверхность беловатая или желтая до светло-коричневой с многочисленными короткими светлыми ризинами. Слое-

¹ По наличию осевого тяжа род *Usnea* отличают от другого рода нитевидных эпифитных лишайников *Bryoria*. Все виды рода *Bryoria* являются исключительно редкими на территории Республики Беларусь. В городе Гомеле и ближайшем пригороде пока не обнаружены.

вище от КОН краснеет. На коре деревьев, может быть обнаружена на обработанной древесине, а также на каменистом субстрате и на мхах. Редко.

Xanthoria parietina – Ксантория настенная.

Слоевище довольно тонкое, розетковидное или неопределенной формы, до 10 (20) см в диаметре, в центре тесно прижатое к субстрату, на периферии немного приподнятое над субстратом, рассеченное на хорошо выраженные лопасти (рисунок 121). Верхняя поверхность слоевища желтая до оранжево-желтой (сероватая в затененных условиях). Нижняя поверхность беловатая. Апотеции обычно многочисленные, иногда полностью покрывающие центральную часть, с оранжево-желтым диском. Слоевище от КОН краснеет. На коре лиственных и хвойных деревьев, на обработанной древесине, на стенах, крышах, на известняковых и силикатных породах, на мхах и лишайниках. Один из распространеннейших видов региона.

Очень полиморфный вид. Всего описано свыше 40 форм различной таксономической значимости, отличающихся размерами, формой и окраской лопастей слоевища.

Xanthoria polycarpa – Ксантория многоплодная.

Слоевище до 1 см в диаметре, редко больше, мелколопастное, часто незаметное из-за скопления апотециев, высоко приподнятых над субстратом в центральной части (рисунок 122). Лопастей до 1 мм в диаметре, хорошо развитые только в молодых слоевищах, желтые (серые в затененных условиях). Соредии и изидии отсутствуют. Апотеции многочисленные, часто полностью закрывающие слоевище. Слоевище и апотеции от КОН краснеют. На коре деревьев, на мертвой и обработанной древесине, на маленьких веточках деревьев и кустарников, на каменистом субстрате. Широко распространенный часто встречающийся вид.

Xanthoria candelaria – Ксантория восковидная.

Слоевище очень маленькое, до 3 – 4 мм в диаметре, простое или собранное в группы, образующие пятна до 10 см в диаметре, прикрепленное к субстрату центральной частью (рисунок 123). Лопастей очень короткие, до 2 мм длиной, лимонно-желтые, часто зеленовато-желтые, края изидиозные. От КОН краснеет. На коре деревьев, может быть обнаружена на камнях и некоторых антропогенных каменистых субстратах. Редко.

Схожий вид *Candelaria concolor* отличается отсутствием окрашивания от КОН.

Ниже приводятся некоторые накипные виды лишайников, имеющие розетковидное схожее с листоватым слоевище.

Caloplaca decipiens – Калоплака обманчивая.

Слоевище накипное, лопастное, 1 – 3 см в диаметре, редко больше, розетковидное, округлое или бесформенное, часто сливающееся с соседними слоевищами и граница между отдельными экземплярами теряется (рисунок 124). Слоевище лимонно-желтое до желтовато-оранжевого, голое или с желтовато-беловатым налетом, в центре часто ареолированное. Лопастей узкие, сильновыпуклые, плотно прижатые одна к другой, обычно несколько извилистые. На концах лопастей, расположенных в центральной части слоевища, часто образуются губовидные или головчатые соралии, с возрастом сливающиеся. Соредии светлее слоевища, светло-желтые, зернистые. Слоевище от КОН краснеет. Широко распространенный часто встречающийся вид.

На известняковых скалах и бетонных сооружениях, крайне редко на коре и обработанной древесине.

Caloplaca saxicola – Калоплака скальная.

Слоевище накипное, розетковидное, округлое, 1 – 3 см в диаметре, матовое, желтоватое до оранжевого, часто покрытое сероватым налетом, особенно в центре слоевища, из-за чего кажется двухцветным (рисунок 125). Лопастей узкие, выпуклые, в центре слоевища разделенные продольными трещинками на ареолы, несущие апотеции. Апотеции многочисленные, расположенные в основном в центральной части, часто сгущенные. Слоевище от КОН краснеет. На каменистом субстрате. Обычный вид.

Lecanora muralis – Леканора настенная.

Слоевище накипное, розетковидное, часто округлое, в центральной части ареолированное, по краю лопастное, желтовато-зеленое. Лопасты короткие, неглубоко разделенные, с белой каймой по краю. Апотеции многочисленные, иногда полностью покрывают центральную часть слоевища, округлые до угловатых. Диск апотеция желтоватый до бурого. В Гомеле этот эпилитный вид был обнаружен на несвойственном ему субстрате – обработанной древесине (рисунок 126). Может быть найден на каменистом субстрате (рисунок 127). Единично встречающийся в Гомеле лишайник.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

В связи с периодическими изменениями систематического положения многих видов, в различных работах могут употребляться несколько другие синонимы, отличающиеся от названий, используемых в этом атласе. Ниже приводится список видов лишайников, употребляющийся в Определителях лишайников СССР (России), Определителе лишайников Белоруссии, а также некоторых статьях, посвященных лихенофлоре Полесья:

Cetraria caperata Vain. = *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai
Cetraria chlorophylla (Willd.) Vain. = *Tuckermannopsis chlorophylla* (Willd. in numb.) Hale
Cetraria pinastri (Scop) S.F. Gray = *Vulpicida pinastri* (Scop.) J.-E. Mattsson & M. J. Lai
Cetraria sepincola (Ehrh.) Ach. = *Tuckermannopsis sepincola* (Ehrh.) Hale.
Cladonia cornutoradiata (Coem.) Zopf. = *Cladonia subulata* (L.) Wigg.
Cladonia nemoxynea (Ach.) Zopf. = *Cladonia rei* Schaer.
Evernia furfuracea (L.) Mann. = *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.
Evernia thamnodes (Flot.) Arn. = *Evernia mesomorpha* Nyl.
Melanelia exasperata (De Not.) Essl. = *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.
Melanelia exasperatula (Nyl.) Essl. = *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.
Melanelia glabra (Schaer.) Essl. = *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco et al.
Melanelia glabratula (Lamy) Essl. = *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
Melanelia olivacea (L.) Essl. = *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al.
Melanelia subargentifera (Nyl.) Essl. = *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
Melanelia subaurifera (Nyl.) Essl. = *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
Oxneria fallax (Hepp) S.Kondr. & Kärnefelt = *Xanthoria fallax* (Hepp) Arnold
Parmelia acetabulum (Neck.) Duby = *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch
Parmelia aspera A. Massal. = *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.
Parmelia caperata (L.) Ach. = *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale
Parmelia cylisphora (Ach.) Wain. *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale
Parmelia exasperata (Ach.) De Not. = *Melanohalea exasperata* (De Not.) O. Blanco et al.
Parmelia exasperatula Nyl. = *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco et al.
Parmelia fuliginosa (Fr.) Nyl. = *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
Parmelia glabra (Schaer.) Nyl. = *Melanelixia glabra* (Schaer.) O. Blanco et al.
Parmelia glabratula (Lamy) Nyl. = *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
Parmelia laetevirens (Flot.) F. Rosend. = *Melanelixia fuliginosa* (Fr. ex Duby) O. Blanco et al.
Parmelia olivacea (L.) Ach. = *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al.
Parmelia physodes (L.) Ach. = *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.
Parmelia scorstea Ach. = *Parmelia tiliacea* (Hoffm.) Hale
Parmelia subargentifera Nyl. = *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
Parmelia subaurifera Nyl. = *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco et al.
Parmelia tubulosa (Schaer.) Bitt. = *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav.
Peltigera erumpens (Tayl.) Lang. = *Peltigera didactyla* (With.) J. R. Laundon
Peltigera spuria (Ach.) DC = *Peltigera didactyla* (With.) J. R. Laundon
Physcia ciliata (Hoffm.) Du Rietz = *Phaeophyscia ciliata* (Hoffm.) Moberg
Physcia grisea (Lam.) Zahlbr. = *Physconia grisea* (Lam.) Poelt
Physcia nigricans (Floerke) Stizenb = *Phaeophyscia nigricans* (Floerke) Moberg
Physcia pulverulenta (Schreb.) Hampe = *Physconia distorta* (With.) J. R. Laundon
Pseudoparmelia caperata (L.) Hale = *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale
Psora scalaris (Ach.) Hook. = *Hypocenomyce scalaris* (Ach.) M. Choisy
Rusavskia elegans (Link.) S.Kondr. & Kärnefelt = *Xanthoria elegans* (Link.) Th. Fr.

На рисунках 128 – 138 представлены карты распространения редких и единично встречающихся видов лишайников на территории Гомеля.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Апотеции – открытые плодовые тела сумчатых грибов и лишайников.

Аскомы – плодовые тела асколокулярных лишайников.

Гаптера – прикрепительная пластинка, образующаяся при длительном контакте слоевища лишайника с плотным и неподвижным субстратом.

Гетеромерное слоевище – слоевище лишайника, дифференцированное на грибной и водорослевый слои.

Гимений (или гимениальный слой) – основной слой апотеция, состоящий из сумок и парафиз.

Гипотечий (или субгимениальный слой) – слой, состоящий исключительно из грибных гиф, расположенный непосредственно под гимением, в котором происходит закладка сумок.

Гомеомерное слоевище – слоевище лишайника, не имеющее четкой дифференциации на грибной и водорослевый слои.

Гомф – слоевищный вырост в центре нижней поверхности слоевища, образованный гифами сердцевинного и корового слоев, служащий органом прикрепления листоватых лишайников.

Изидии – небольшие выросты слоевища, покрытые коровым слоем.

Коровой слой – наружный слой слоевища, состоящий из плотно переплетенных грибных гиф, как правило обуславливающий цвет всему слоевищу.

Лепрозное слоевище – наиболее простой тип слоевища, не дифференцированный на различные анатомические структуры (кора, сердцевина), состоящий из соредиоподобных комочков (водорослей, оплетенных гифами гриба).

Лиреллиформные плодовые тела – плодовые тела вытянутой формы.

Лихенология – раздел микологии, изучающий природу, систематику и положение лишайников в системе органического мира, анатомические, морфологические, биохимические, географические, экологические и ценотические их особенности, значение лишайников в природе, возможности их использования людьми и охрану.

Микобионт – грибной компонент лишайника.

Парафизы – тонкие стерильные нити (гифы) между сумками в гимениальном слое апотеция.

Перитеции – закрытые плодовые тела грибов и лишайников.

Подтеции – вторичное слоевище у представителей семейства кладониевые (*Cladoniaceae*), представляющее собой вертикальные выросты разнообразной формы (в зависимости от вида).

Подслоевище – образование корового слоя, состоящее из разветвленных гиф, которые создают губчатое сплетение из однорядных тонкостенных клеток.

Пролификации – вторичные выросты, образующиеся на стенках сциф.

Псевдогомф – орган прикрепления многих кустистых лишайников, состоящий только из гиф сердцевинного слоя.

Псевдоцифеллы – небольшие пятнышки на поверхности слоевища, представляющие собой непокрытые корой участки сердцевины.

Реснички – тонкие нитевидные выросты, расположенные по краям слоевища.

Ризины – органы прикрепления листоватых лишайников, образованные коровым и сердцевинным слоями.

Ризоиды – органы прикрепления лишайников, образующиеся из одной клетки корового слоя.

Серцевина – внутренний слой слоевища, состоящий из рыхло переплетенных грибных гиф, как правило, белого цвета.

Сорали – образования на лопастях лишайников, в которых образуются соредии (или места выхода соредий).

Соредии – образования, служащие для размножения лишайника, образованные клеткой водоросли, оплетенной гифами гриба.

Стерильные лопасти – лопасти лишайника, лишенные плодовых тел.

Сумка – орган спороношения сумчатых грибов и лишайников.

Сцифы – окончания подоцветов некоторых видов кладоний кубковидной или воронковидной формы.

Фертильные лопасти – лопасти лишайника с плодовыми телами.

Филлокладии – листовидные выросты на подоцветях многих видов кладоний, напоминающие чешуйки первичного слоевища.

Фотобионт – фотосинтезирующий автотрофный компонент лишайника.

Цефалодии – особые выросты на поверхности слоевища, содержащие водоросли отличные от тех, что находятся в альгальном слое самого слоевища.

Эксципул – валик, сформированный из грибных гиф, образующий собственный край лецидеевого апотеция.

Эпитеций – надгимениальный слой, образованный верхушками парафиз. Обуславливает цвет диска апотеция.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Генкель, П.А. Влияние окружающих условий на лишайниковый симбиоморфоз / П.А. Генкель, И.Д. Пронина // Журнал общей биологии. – 1983. – Т. 44, № 3. – С. 332 – 338.
- 2 Горбач, Н.В. Лишайники Белоруссии. Определитель / Н.В. Горбач. – Мн.: Наука и техника, 1973. – 368 с.
- 3 Горбач, Н.В. Определитель листоватых и кустистых лишайников БССР / Н.В. Горбач. – Мн.: Наука и техника, 1965. – 180 с.
- 4 Еленкин, А.А. Понятия «лишайник» и «лишайниковый симбиоз» / А.А. Еленкин // «Новости систематики низших растений». – 1975. – Т.12. – С.3 – 81
- 5 Жизнь растений. В 6 т. / ред.: М.М. Голлербах [и др.] – М.: Просвещение, 1974, – Т.3: Водоросли. Лишайники. – 487 с.
- 6 Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, НАН Беларуси; редкол.: Л.И. Хоружик [и др.]. – Мн.: БелЭн, 2005 – 456 с.
- 7 Комарницкий, Н.А. Систематика растений. / Н.А. Комарницкий, Л.В. Кудряшов, А.А. Уранов – М.: Просвещение, 1975. – 608 с.
- 8 Кондратюк, С.Я. Ліхеноіндикація / С.Я. Кондратюк, В.Г. Мартиненко. – Київ-Кіровоград: ТОВ «КОД», 2006. – 260 с.
- 9 Малышева, Н.В. Лишайники Санкт-Петербурга / Н.В. Малышева. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003. – 100 с.
- 10 Определитель лишайников России: Алекториевые, Пармелиевые, Стереокаулоновые. – СПб.: Наука, 1996. – Вып. 6. – 203 с.
- 11 Определитель лишайников России: Фусцидиевые, Телосхистовые. – СПб.: Наука, 2004.– Вып. 9. – 339 с.
- 12 Определитель лишайников СССР: Калициевые – Гиалектовые. – Л.: Наука, 1975. – Вып. 3.– 275 с.
- 13 Определитель лишайников СССР: Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. – Л.: Наука, 1971. – Вып. 1. – 412 с.
- 14 Солдатенкова, Ю.П. Малый практикум по ботанике. Лишайники (кустистые и листоватые) / Ю.П. Солдатенкова. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 128 с.
- 15 Цуриков, А.Г. Альгология и микология: практическое руководство по изучению темы «Лишайники» для студ. биологич. спец. вузов / А.Г. Цуриков, В.А. Собченко, О.М. Храмченкова. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2006. – 50 с.
- 16 Шапиро, И.А. Загадки растения-сфинкса: лишайники и экологический мониторинг / И.А. Шапиро. – Л.: Гидрометеониздат, 1991. – 80с.
- 17 Eriksson, O.E. Outline of ascomycota – 2006 / O.E. Eriksson // Myconet. – 2006. – Vol. 12. – Mode of access: <http://www.fieldmuseum.org/myconet/> – Date of access: 07.10.2007.
- 18 Esslinger, T.L. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada / T.L. Esslinger. – Fargo, North Dakota: North Dakota State University, 2006. – Mode of access: <http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/esslinge/chcklst7.htm> – Date of access: 05.11.2006.
- 19 Hawksworth, D.L. Interacciones Hongo-Alga en Simbiosis Uquénicas y LiQuenoides / D.L. Hawksworth // An. Jard. bot. Madrid. – 1989. – Vol. 46, № 1. – P. 235 – 247.
- 20 Lücking, R. The microcosmos in the tropical forest / R. Lücking // Germ. Res. – 1999. – S. 4 – 9.
- 21 Moberg, R. Lavar. En fälthandbok / R. Moberg, I. Holmåsén. – Stockholm, Interpublishing, 1982.– 240 s.
- 22 Purvis, W. Le succès tout-terrain des lichens / W. Purvis, M. Wedin // Recherche. – 1999. – № 317. – P. 96 – 99.
- 23 Santesson, R. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Sweden. Version 1 November 2006 / R. Santesson. – <http://checklists.de> (02.12.2006).
- 24 Spier, L. *Cladonia rei* is a chemotype and synonym of *Cladonia subulata* / L. Spier, A. Aptroot // The Lichenologist. – 2007. – Vol. 39, № 1. – P. 57 – 60.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Общая характеристика лишайников	5
Грибной и водорослевой компоненты слоевища лишайников	6
Морфология и анатомия лишайников.....	7
Размножение лишайников	9
Классификация лишайников по видам субстрата произрастания	12
Систематика лишайников	13
Виды лишайников, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь	15
Методика сбора и обработки лишайников	16
Ключ для определения листоватых и кустистых лишайников города Гомеля.....	19
Карты распространения редких и единично встречающихся видов лишайников на территории Гомеля.....	Ошибка! Закладка не определена.
Словарь терминов.....	35
Литература	37

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф.СКОРИНЫ

Учебное издание

ЦУРИКОВ Андрей Геннадьевич
ХРАМЧЕНКОВА Ольга Михайловна

**ЛИСТОВАТЫЕ И КУСТИСТЫЕ ГОРОДСКИЕ ЛИШАЙНИКИ
АТЛАС-ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ**

Учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов

В авторской редакции

Лицензия №02330/0133208 от 30.04.04

Подписано в печать 14.04.2009 г. Формат 84×108 1/16.

Бумага писчая №1. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 14,41. Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 25 экз. Заказ № 31

Отпечатано с оригинала-макета на ризографе
учреждения образования

«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

Лицензия № 02330/0150450 от 03.02.09

246019, г. Гомель, ул. Советская, 104