

Национальный банк Республики Беларусь
УО «Полесский государственный университет»

Т.В. КОЗЛОВА, А.И. КОЗЛОВ, В.Н. БОСАК

АЛЬГОЛОГИЯ И МИКОЛОГИЯ

Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов 1 курса дневного отделения
специальности 1-31 01 01 – Биология
направления 1-31 01 01- 03 – Биотехнология

Пинск
ПолесГУ
2009 г.

УДК 582.26(076)+582.287.237(076)
ББК 28.591р.я.73
А56

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор Л.В. Камлюк
доктор биологических наук, профессор Л.С. Цвирко

Утверждено

научно-методическим советом ПолесГУ

А56 **Козлова, Т.В.**

Альгология и микология: методич. указания к лабораторным занятиям /
Т.В. Козлова, А.И. Козлов, В.Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 124 с.

ISBN 978-985-516-044-2

В пособии представлены общие методические указания к выполнению лабораторных занятий по курсу «Альгология и микология». Изложены основные теоретические сведения, приведены иллюстрации и даны практические задания по каждой изучаемой теме. Указания составлены в соответствии с типовой программой по дисциплине.

Предназначено для студентов 1 курса дневного отделения специальности 1-31 01 01-03 – Биотехнология.

УДК 582.26(076)+582.287.237(076)
ББК 28.591р.я.73

ISBN 978-985-516-044-2

© УО «Полесский государственный
университет», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Курс «Альгология и микология» направлен на изучение особенностей строения клеток и талломов водорослей, грибов и грибоподобных организмов, особенностей их размножения и циклов развития, характеристики основных таксономических групп, их представителей. Изучение альгологии и микологии позволяет выработать у студентов навык применять альгологические и микологические знания в научно-педагогической и природоохранной деятельности, использовать основные методы альгологии и микологии в практической работе и экспериментальных исследованиях.

На лабораторных занятиях по курсу детально разбирается строение водорослей, грибов и лишайников, изучается их развитие и систематическое положение. Студенты знакомятся с особенностями строения клеток, талломов, генеративных структур, циклами развития и экологией организмов. Особое внимание уделяется изучению видового состава организмов, прежде всего имеющих большое практическое значение для прикладной биотехнологии.

В процессе выполнения заданий совершенствуются навыки работы с приборами, с гербарным и фиксированным материалом, отрабатывается техника приготовления срезов и временных препаратов, выполнения биологического рисунка.

Хорошее знание анатомо-морфологических особенностей и систематики водорослей, грибов и лишайников – основа для успешного изучения ряда общих и специальных курсов («Микробиология», «Фармакогнозия», «Фитопатология» и др.), а также для прохождения летней учебной практики.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Студенты обязаны:

1. Владеть необходимым теоретическим материалом по теме лабораторного занятия для более успешного выполнения практических опытов.
2. Иметь альбом для рисования, ластик, простой карандаш (можно использовать цветные карандаши или фломастеры), пачку лезвий для безопасной бритвы.
3. Тщательно рассматривать и аккуратно зарисовывать все предлагаемые для изучения объекты.
4. Бережно относиться к гербарным и прочим материалам, а также ко всему оборудованию, которое предоставляется для выполнения лабораторной работы.
5. Строго соблюдать правила техники безопасности, осторожно обращаться с колющими и режущими предметами.
6. Отработать все лабораторные занятия и сдать зачеты по контролю самостоятельной работы. Пропущенные лабораторные занятия необходимо отработать. Графики отработки составляются по согласованию с преподавателем.

Требования к ведению альбома:

1. Альбом должен быть подписан:

АЛЬБОМ

*для лабораторных занятий по курсу «Альгология и микология»
студента I курса I-й группы (фамилия, инициалы)*

2. Каждое лабораторное занятие начинается с указания в альбоме даты выполнения работы, номера занятия и названия темы.
3. Рисунки следует располагать только с одной стороны альбомного листа. Количество рисунков – не более 3-4 на одну страницу.
4. Рисунок должен выполняться простым карандашом, быть крупным и отчетливым. Под рисунком необходимо приводить название зарисованного объекта.
5. Все детали рисунка должны быть четко обозначены стрелками и горизонтальными надписями.
6. Студент обязан аккуратно вести альбом и поддерживать его в опрятном виде.

Порядок приготовления и изучения временного препарата:

1. Протереть салфеткой покровное и предметное стекла.
2. Нанести на предметное стекло (в центре) каплю воды, стараясь, чтобы капля сильно не растекалась по стеклу.
3. Поместить рассматриваемый материал в каплю воды и тщательно его расправить при помощи препаровальной иглы. Для лучшей смачиваемости материала иногда целесообразно использовать уксусную кислоту. Фиксированные микроскопические водоросли можно рассматривать, поместив на предметное стекло каплю пробы.
4. Для изучения плотных структур необходимо приготовить срез объекта. Лучше сделать несколько срезов, чтобы иметь возможность выбора.
5. Срез поместить в каплю жидкости и накрыть покровным стеклом следующим образом: поднести стекло к краю капли и привести в соприкосновение с водой; наклонить стекло под углом 45° и осторожно опустить до тех пор, пока центр стекла не коснется центра капли. Жидкость должна равномерно растечься.
6. Если под стеклом окажутся пузырьки воздуха, следует осторожно постучать препаровальной иглой по стеклу или слегка приподнять стекло иглой и вновь опустить. Покровное стекло должно плотно прилегать к предметному стеклу. Лишнюю жидкость следует убрать с помощью фильтровальной бумаги. Если жидкости под стеклом недостаточно, необходимо ее добавить.
7. Все объекты должны быть тщательно рассмотрены вначале при малом (объектив $\times 8$), затем при большом (объектив $\times 40$) увеличении и аккуратно зарисованы с указанием их систематического положения. При небрежном ведении альбома отработанное лабораторное занятие не засчитывается.

2. ПЛАНЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

ЗАНЯТИЕ 1

Тема: Отдел Цианобактерии, или сине-зеленые водоросли.

Цель: изучить особенности строения и развития сине-зеленых водорослей.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, лезвия, кристаллизатор с водой.

Материал: пробы воды с сине-зелеными водорослями.

ОТДЕЛ ЦИАНОБАКТЕРИИ (CYANOBACTERIA), ИЛИ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CYANOPHYTA)

Отдел включает одноклеточные, колониальные и многоклеточные организмы с прокариотическим строением клетки и кислородным фотосинтезом. Клетка окружена стенкой, структурным компонентом которой является муреин. Оболочка часто ослизняется. В протопласте отсутствует оформленное ядро, хлоропласты, митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматический ретикулум, вакуоль с клеточным соком и ряд других органелл. В нем различают периферическую окрашенную часть – хроматоплазму – и центральную неокрашенную часть – центроплазму. У многих представителей нельзя установить резкой границы между хроматоплазмой и центроплазмой. В хроматоплазме располагаются тилакоиды, в которых содержатся следующие пигменты: хлорофиллы *a*, *b* (у прохлорофитовых), каротиноиды и фикобилипротеины (синие аллофикоцианин и фикоцианин и красный фикоэритрин). Различное соотношение пигментов обуславливает окраску сине-зеленых водорослей от сине-зеленой до желтой и даже красноватой.

В цитоплазме располагается ДНК, но в отличие от эукариот она не ограничена ядерной оболочкой. Запасные вещества представлены цианофициновым крахмалом, цианофициновыми гранулами, полиэдральными тельцами. Клетки многих сине-зеленых водорослей содержат псевдовакуоли – газовые вакуоли, мембрана которых состоит только из белка. В жизненном цикле отсутствуют жгутиковые стадии, половой процесс не найден. Размножение осуществляется делением клеток, распадом колоний, фрагментами нитей, экзо- и эндоспорами. Распространены в пресных водах, морях, наземных местообитаниях.

На лабораторных занятиях может быть использован как живой, так и фиксированный материал.

Порядок Хроококковые (Chroococcales)

Род микроцистис (*Microcystis*) формирует микроскопические, чаще бесформенные колонии, в которых шаровидные клетки погружены в общую слизь. Очертания колоний могут быть варьироваться от шаровидной до нитевидной формы, причем в слизи иногда возникают отверстия, придавая колонии сетчатый или продырявленный вид (рис. 1).

У некоторых видов в клетках имеются газовые вакуоли, из-за которых клетки под микроскопом кажутся почти черными. Благодаря этим

вакуолям колонии всплывают на поверхность воды, образуя на ней маслянистый грязно-зеленоватый налет.

Род микроцистис встречается в водных и наземных местообитаниях, а также в слизи других водорослей.

Род мерисмопедия (*Merismopedia*) образует свободноплавающие колонии в форме квадратных или прямоугольных однослойных слизистых пластинок (рис. 2). Клетки шарообразные или слегка эллипсоидные, часто расположены по четыре. Мерисмопедия обычно встречается в водоемах со стоячей водой, реже в ручьях и реках, в планктоне или между другими водорослями.

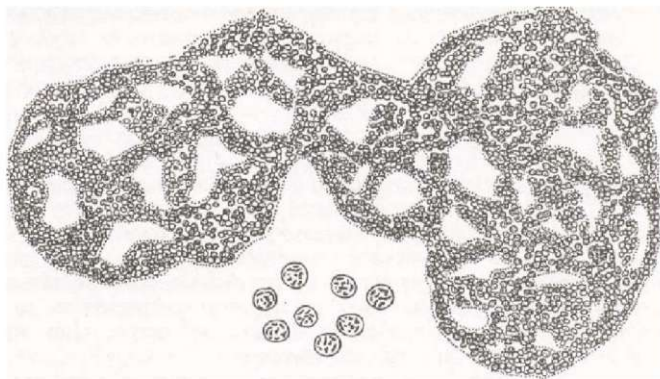


Рис. 1. *Microcystis*. Общий вид колонии и отдельные клетки

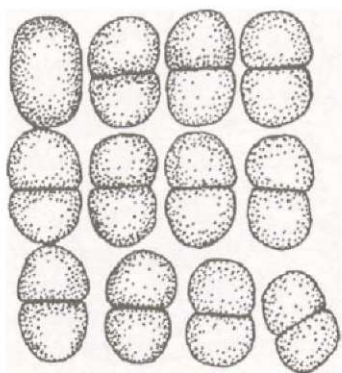


Рис. 2. *Merismopedia*. Общий вид колонии

Порядок Осцилляториевые (Oscillatoriales)

К порядку относятся нитчатые водоросли с гомоцитными неветвящимися нитями.

Род **осциллятория** (*Oscillatoria*) часто образует сине-зеленые пленки, плавающие в виде лепешек на поверхности стоячих водоемов или покрывающие влажную землю, растения, дно водоемов. Осциллятории могут долго сохраняться в смешанных культурах водорослей, поэтому ее всегда можно иметь в живом состоянии.

Для приготовления препарата осциллятории в капле воды на предметном стекле препаровальными иглами разъединяют небольшой кусочек пленки на отдельные нити, закрывают покровным стеклом и рассматривают при малом увеличении микроскопа.

Осциллятория представляет собой нити чаще всего сине-зеленого цвета, прямые или слегка изогнутые (рис. 3). Конец нити поворачивается то в одну, то в другую сторону, нить как бы качается (осцилляторное движение). Это качание сопровождается вращением нити вокруг собственной оси и ее поступательным движением по субстрату. Движение нитей осциллятории можно заметить и без микроскопа при перемещении их из воды на стенки сосуда или по расползанию из комочка по всей капле на предметном стекле.

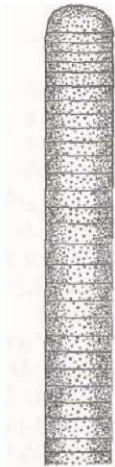


Рис. 3. *Oscillatoria*.
Участок нити

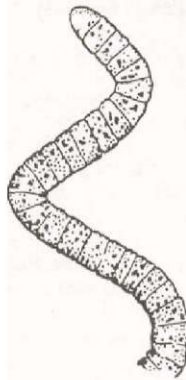


Рис. 4. *Spirulina*.
Участок нити

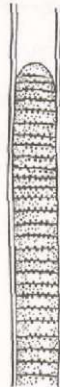


Рис. 5. *Lyngbya*.
Участок нити

При большом увеличении микроскопа видно, что нити состоят из одинаковых коротких или удлинённых клеток цилиндрической, редко бочонкообразной формы. Только верхушечные клетки могут по форме отличаться от остальных. Нить растёт в результате поперечного деления клеток. У некоторых видов можно различить центроплазму и хромато-плазму, а также цианофициновые гранулы – зернистые включения, которые могут располагаться вдоль поперечных перегородок. Водоросль размножается путем распада нитей на отдельные подвижные участки – *гормогонии*, из которых вырастают новые нити.

Род спирулина (*Spirulina*) близок к роду осциллятория, но отличается от него формой нитей, которые представляют собой правильную, реже несколько неправильную спираль (рис. 4). У крупных нитей более или менее хорошо заметны поперечные перегородки. Нити способны к вращательному и поступательному движению. Спирулина широко распространена в стоячих и медленно текущих водах.

Род лингбия (*Lyngbya*) также близок к роду осциллятория, но имеет плотное трубчатое влагалище или чехол, в который заключена нить (рис. 5). При размножении гормогонии выскальзывают из влагалища и после некоторого периода движения вырабатывают новые влагалища.

Широко распространены в водоёмах различного типа, некоторые представители живут в слизи других водорослей.

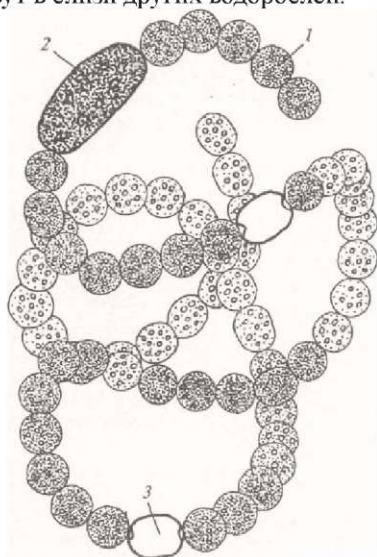


Рис. 6. *Anabaena*. Общий вид нити:

1 – вегетативная клетка; 2 – спора; 3 – гетероциста

Порядок Ностоковые (Nostocales)

К порядку относятся нитчатые водоросли с гетероцитными нитями, т.е. помимо вегетативных клеток образуются гетероцисты и споры.

Род **анабена** (*Anabaena*) представлен одиночными или собранными в дерновинки нитями прямой или изогнутой формы. В нитях наряду с вегетативными клетками со множеством газовых вакуолей можно увидеть клетки с прозрачным содержимым без газовых вакуолей, но с толстыми стенками – гетероцисты, в которых происходит фиксация азота. На границе соединения с соседними вегетативными клетками в каждой гетероцисте имеется «пробка». Отдельные вегетативные клетки, сильно разрастаясь, превращаются в споры (акинеты), покрытые толстой оболочкой. В таких спорах исчезают газовые вакуоли и накапливаются цианофициновые зерна (рис. 6).

Многие планктонные виды анабена нередко вызывают цветение воды в стоячих водоемах. Такие водоросли можно легко собрать и зафиксировать формалином. Обычно в материале наряду с нитями, в которых еще отсутствуют споры, содержатся нити с клетками, находящимися на разных стадиях спорообразования.

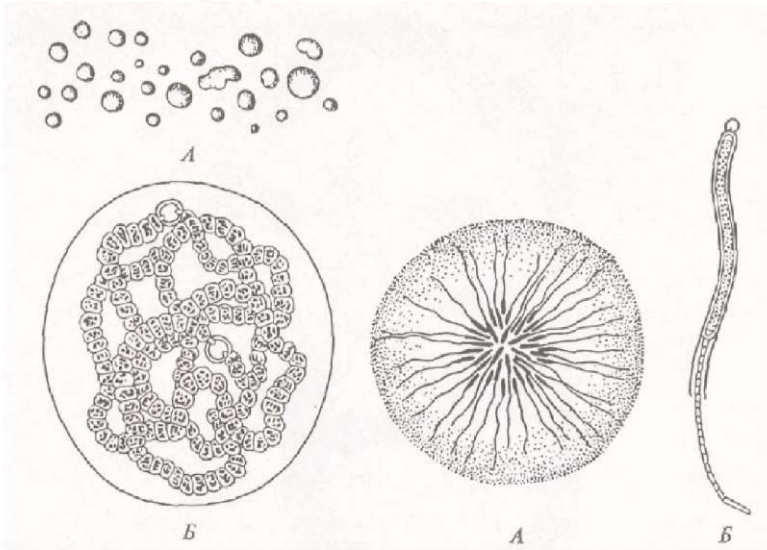


Рис. 7. *Nostoc*:
А – общий вид колонии;
Б – молодая колония

Рис. 8. *Gloeotrichia*:
А – колония в разрезе;
Б – нить колонии со зрелой спорой

Род носток (*Nostoc*) представлен слизистыми колониями шаровидной или неправильной формы, размеры которых варьируются от 1 мм до нескольких сантиметров. В слизи имеются нити, очень похожие на анабэну (рис. 7).

Носток можно легко выделить в культуру, а также долго сохранять в старых смешанных культурах. Для приготовления препарата ностока берут целиком мелкие колонии или кусочек колонии, помещают в каплю воды на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и исследуют под микроскопом.

Роды ривулария (*Rivularia*) и глеотрихия (*Gloeotrichia*) имеют шаровидные или полусферические колонии, состоящие из нитей, погруженных в слизь (рис. 8). Внутри колонии нити располагаются радиально и имеют расширенные концы с гетероцистами, которые обращены внутрь колонии, противоположные же концы часто вытянуты в бесцветный волосок. Роды отличаются друг от друга тем, что у глеотрихии в основании нити над гетероцистой расположена крупная спора, окруженная влагалищем, а у ривуларии споры не формируются. Препараты для этих водорослей готовят так же, как для ностока.

Задания

1. На временном препарате рассмотреть колонии водорослей *Microcystis sp.* (на малом и большом увеличении). Зарисовать колонию, отметив слизь, клетки, газовые вакуоли.

2. Приготовить временный препарат и рассмотреть трихомы, осциллятории с гормогониями.

3. На временном препарате рассмотреть трихомы водоросли *Anabaena sp.* Обратить внимание на форму вегетативных клеток, гетероцисты, акинеты. Зарисовать фрагмент колонии, отметив вегетативные клетки с газовыми вакуолями, гетероцисты, акинеты.

4. Обратить внимание на размер, форму, консистенцию макроскопической водоросли *Nostoc*. Уяснить локализацию и строение нитей в слизи колонии. Зарисовать.

ЗАНЯТИЕ 2

Тема: Отделы эвгленовых и динофитовых водорослей.

Цель: ознакомиться со строением клеток эвгленовых и динофитовых водорослей, записать общую характеристику представителей отделов.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: пробы фитопланктона с эвгленовыми и динофитовыми водорослями.

ОТДЕЛ ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (EUGLENOPHYTA)

К отделу относятся монадные одноклеточные представители, встречающиеся преимущественно в пресных водах. Они снабжены двумя жгутиками неравномерной длины, покрытыми в один ряд тонкими волосками. Отличительные свойства эвгленовых водорослей: своеобразный митоз, хлоропласт покрыт тремя мембранами, хлорофиллы *a* и *b* не маскируются каротиноидами, запасной продукт – *парамилон*, клеточный покров – *пелликула*, размножение вегетативное.

Род эвглена (*Euglena*), развиваясь в массе, обуславливает зеленый цвет луж, богатых органическими веществами. На переднем конце тела эвглен находится глотка, состоящая из воронки, глоточного канала и резервуара, в который выбрасывает свое содержимое сократительная вакуоль. Рядом с глоткой расположен глазок красного цвета (рис. 1). Поступательное движение клеток совершается с помощью жгутика, выходящего из глотки. Второй жгутик – короткий – за пределы глотки не выходит. Кроме того, эвглены могут совершать метаболические движения, связанные с существенными изменениями формы тела: в поперечном направлении клетка вздувается и расширяется, в продольном – сокращается. При большом увеличении микроскопа можно разглядеть оболочку клеток эвглен – *пелликулу*, на которой у некоторых видов наблюдаются штрихи, точки или отдельные гранулы, собранные в ряды.

В клетке имеется одно ядро, один или несколько ярко-зеленых хлоропластов, которые имеют разнообразное строение и могут быть с пиреноидами или без. Запасной продукт – *парамилон* – откладывается в цитоплазме в виде зерен, палочек, колец. Размножаются эвглены продольным делением пополам.

У ряда видов в клетках находится большое число красных гранул, содержащих каротиноид атаксантин. Они маскируют зеленый хлорофилл, придавая клетке красную окраску. При массовом развитии эти

виды на свету вызывают красное «цветение» воды. У одних видов эвглен клетки большую часть времени красные, у других – окраска может меняться на зеленую в течение нескольких минут в зависимости от освещенности.

Род факус (*Phacus*). Виды рода имеют уплощенное плоско сжатое тело, снабженное бесцветным прямым или согнутым хвостовым отростком (рис. 2). Для рода характерно отсутствие метаболического движения. Клетки винтообразно скручены относительно продольной оси. На оболочке заметны штрихи. Видимый жгутик один, отходит от переднего конца клетки. Ядро одно, хлоропласты многочисленные в виде дисков без пиреноидов. Количество, форма и расположение парамилонных зерен используются для определения видов.

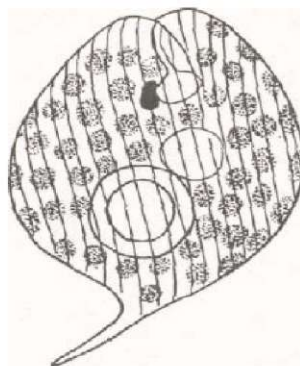
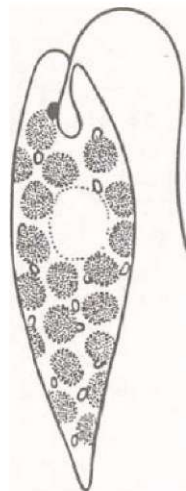


Рис. 1. *Euglena*. Внешний вид клетки

Рис. 2. *Phacus*. Внешний вид клетки

Род трахеломонас (*Trachelomonas*). Виды рода отличаются тем, что зеленые монады заключены внутри «домиков» (рис. 3). «Домики» могут быть гладкими или орнаментированными, иметь разную форму и окраску в бурые тона. Для выхода жгута в передней части «домика» имеется отверстие, часто окруженное выростом стенки «домика» – горлышком, или окаймление шипиками. При размножении, когда клетка делится пополам, через это отверстие выходит одна или обе дочерние особи. В воде они вырабатывают собственные домики.

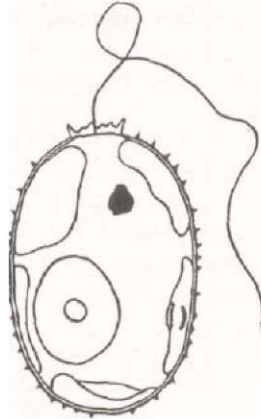


Рис. 3. *Trachelomonas*. Внешний вид клетки

ОТДЕЛ ДИНОФИТОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (DINORPHYTA) (динофиты, динофлагеллаты, перидинси)

Название отдела происходит от греч. *Dineo* – вращаться. Это преимущественно одноклеточные монадные формы. Подвижные клетки имеют два жгутика неравной длины и разных по морфологии. Поперечный жгутик (длинный) уплощенный, имеет спирально закрученную аксонему и параксиальный тяж, продольный жгутик (короткий) нитевидный, обычного строения. Оба жгутика несут тонкие волоски. Дополнительные пигменты перидинин, диадиноксантин и диноксантин маскируют зеленые хлорофиллы *a* и *c₂*, придавая хлоропластам желто-бурый цвет. В хлоропластах встречаются пиреноиды различной формы. В монадных клетках может присутствовать глазок, расположенный в хлоропласте или в цитоплазме. Пресноводные формы запасают преимущественно крахмал, откладываемый в цитоплазме, а морские – липиды и стеролы. Присутствует уникальное ядро – динокарион, хромосомы которого находятся в конденсированном состоянии на протяжении всего клеточного цикла и содержат незначительное количество гистонов. Митоз закрытый. Размножение чаще всего происходит продольным делением клетки пополам, также встречается бесполое размножение зооспорами или апланоспорами. У некоторых видов описан половой процесс. Митохондрии с трубчатыми кристаллами. В клетках имеются характерные образования – *пузулы*. Клеточный покров – амфиесма.

Динофитовые водоросли встречаются как в морских (около 90 % видов), так и в пресных водах.

Род перидиниум (*Peridinium*). Клетки представителей этого рода имеют ясно выраженное дорзовентральное строение: выпуклые со спинной стороны и вогнутые с брюшной (рис. 4). Клетки, имеющие шарообразную или яйцевидную форму, одеты мощным панцирем, состоящим из щитков, на поверхности которого выражены поперечная и продольная бороздки. Щитки соединены между собой поперечно исчерченными швами, за счет расширения которых растет панцирь. Поперечная бороздка опоясывает спинную выпуклую сторону клетки, а концы ее смыкаются или не смыкаются на брюшной стороне. Она делит клетку на две почти равные части: верхнюю, или апикальную, и нижнюю, или антапикальную. Продольная бороздка, перпендикулярная к поперечной, проходит по брюшной стороне нижней половины клетки. От места пересечения бороздок отходят жгутики. Поперечный лентовидный уплощенный жгутик лежит в поперечной бороздке, а нитевидный продольный – в продольной бороздке, выступая за пределы нижнего конца клетки.

В протопласте содержатся многочисленные хлоропласты бурого цвета, крупное ядро, иногда глазок. Запасные вещества – крахмал и масло. Размножение чаще всего происходит делением клетки на две. Редко у некоторых представителей наблюдается половой процесс – изогамия.

Род пресноводный, но некоторые его представители встречаются в опресняемой прибрежной полосе морей и океанов.

Род церациум (*Ceratium*). Клетки видов этого рода сильно вытянуты в длину (рис. 5). Поперечная бороздка у видов церациума окружает всю клетку в самом широком месте, продольная бороздка начинается от поперечной на брюшной стороне клетки и идет косо вниз. Верхняя (апикальная) половина клетки продолжается в длинный отросток или апикальный рог, а нижняя (антапикальная) имеет два или три роговидных придатка. Два жгутика – поперечный и продольный. Клетка покрыта панцирем, состоящим из целлюлозы. Широкие швы не образуются, так как щитки панциря плотно соединяются.

Размножение происходит в подвижном состоянии путем деления всей клетки в косом направлении. Каждая из новых особей получает часть панциря материнской клетки. Недостающие части достраиваются заново и покрываются панцирем. В конце вегетационного периода образуются цисты, которые перезимовывают на дне водоема или в тине. Для некоторых видов известен гетерогамный половой процесс.

Большинство – морские представители, в пресных водах встречается 4 вида.

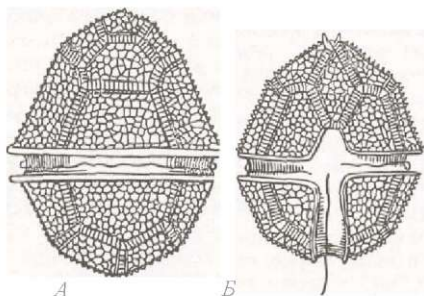


Рис. 4. *Peridinium*. Вид клетки:
 А – брюшная сторона;
 Б – спинная сторона

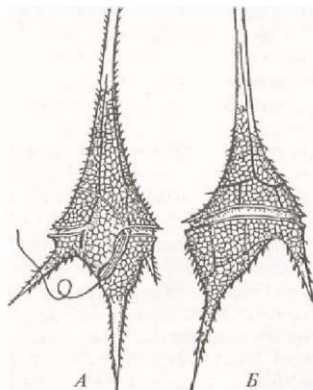


Рис. 5. *Ceratium*. Вид клетки:
 А – брюшная сторона;
 Б – спинная сторона

Задания

1. Рассмотреть строение клеток эвгленовых водорослей. Зарисовать.
2. Рассмотреть и зарисовать клетки *Ceratium* и *Peridinium*.

ЗАНЯТИЕ 3

Тема: Отдел диатомовые водоросли (*Bacillariophyta, Diatomophyceae*).

Цель: изучить строение и способы размножения диатомовых водорослей.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: постоянные препараты диатомовых, пробы фитопланктона.

ОТДЕЛ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (BACILLARIOPHYTA, DIATOMOPHYCEAE)

Диатомовые водоросли – микроскопические организмы, одноклеточные и колониальные, с коккоидным типом дифференциации таллома. Их характерная особенность – своеобразное строение оболочки, которая представлена кремнеземным панцирем, состоящим из двух половинок, надевающихся друг на друга, как крышка на коробку. Каждая половинка панциря состоит из

створки и поясковидного ободка. Одной стороной поясковидный ободок соединяется с загибом створки, другой, свободной, – охватывает поясковидный ободок второй половинки панциря. У ряда диатомей между загибом створки и поясковидным ободком возникают вставочные ободки, на которых формируются неполные перегородки, или септы. Большая створка называется *эпитекой*, меньшая – *гипотекой*. У подвижных особей на створке имеется *шов* – щель или канал и узелки, в которых проходят вертикальные каналы.

Изучение диатомей принято начинать со створки и пояска. Под панцирем находится клетка, окруженная плазмалеммой. В клетке цитоплазма расположена в постенном слое и содержит желто-бурые хлоропласты разнообразной формы, окраска которых зависит от присутствия в них, кроме хлорофиллов *a* и *c*, бурого пигмента фукоксантина и еще ряда каротиноидов. Строение хлоропластов типично для охрофитовых водорослей. Запасные продукты – хризоламинарин и масло. Ядро обычно расположено в центре клетки в цитоплазматическом мостике. Имеются вакуоли с клеточным соком.

Жгутиковая стадия в жизненном цикле представлена только сперматозоидом, который имеет только один жгутик, несущий трехчастные мастигонемы, у него отсутствует центральная пара микротрубочек и редуцированы жгутиковые корешки.

Диатомовые водоросли размножаются вегетативным и половым путем. При вегетативном размножении каждая дочерняя особь получает половинку панциря материнской, которая для дочерней особи всегда становится эпитекой, гипотеку же дочерняя клетка достраивает заново. Половой процесс – изогамия (у гамет отсутствуют жгутики) и оогамия. Перед образованием гамет ядро редуционно делится, в результате чего развиваются гаплоидные гаметы. Зигота одета тонкой оболочкой и способна к росту. Такая растущая клетка диатомей называется *ауксоспорой*, затем она вырабатывает панцирь и превращается в вегетативную клетку. Жизненный цикл диатомей – диплоидный с гаметической редукцией.

Диатомовые водоросли широко распространены по всему земному шару. Они обитают в планктоне и бентосе морских и пресных водоемов, в обрастаниях различных субстратов.

Порядок Навикуловые (Naviculales)

Род навикула (*Navicula*). Клетки чаще всего одиночные, подвижные. Створки линейные, ланцетовидные, эллиптические, симметричные по продольной и поперечной осям. Щелевидный шов проходит посередине створки (рис. 1). Хлоропластов два, редко один. Встречаются на дне, в обрастаниях, реже в планктоне как пресноводных, так и солоновато-водных и морских водоемов.



Рис. 1. *Navicula*. Вид со створки

Порядок Цимбелловые (Cymbellales)

Представители порядка одиночные или собраны в колонии. Створки клеток изо- или гетеропольные, могут быть полулунной формы. Щелевидный шов на обеих створках хорошо развит или на одной из них зачаточный.

Род цимбелла (*Cymbella*). Клетки одиночные, часто свободноживущие (рис. 2, *A*). Они прикрепляются к субстрату с помощью слизистой ножки или заключены в студенистые трубки (рис. 2, *B*). Створки имеют полулунную форму с прямым или вогнутым брюшным краем и выпуклым спинным. Шов обычно приближен к брюшному краю. Единственный хлоропласт в виде пластинки расположен с поясковой стороны.

Цимбелла встречается на дне или в обрастаниях, преимущественно в пресных водах.

Род гомфонема (*Gomphonema*). Клетки одиночные, но могут формировать колонии, к субстрату прикрепляются с помощью слизистой ножки (рис. 3, *B*). Панцирь несимметричный по поперечной оси (один конец уже другого), с пояска клиновидный, со створки булавовидный, ланцетовидный, часто перешнурованный (рис. 3, *A* и 3, *B*). Шов проходит посередине створки. В клетке два хлоропласта, имеющих форму пластинок и прилегающих к поясковым сторонам.

Гомфонемы встречаются на дне и в обрастаниях пресных водоемов.

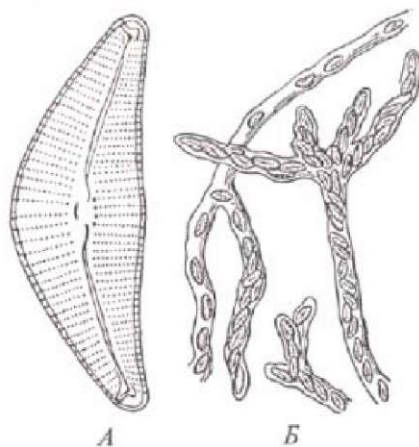


Рис. 2. *Cymbella*:

A – вид со створки; *Б* – колонии в слизистых трубках

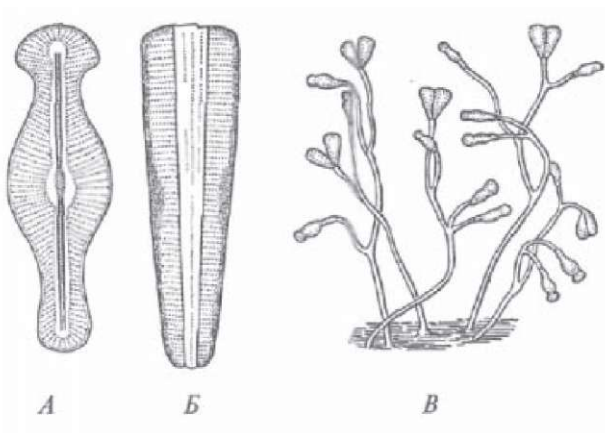


Рис. 3. *Gomphonema*:

A – вид со створки; *Б* – вид с пояса; *В* – колонии

Порядок Мелозировые (Melosirales)

Представители порядка колониальные, реже одиночные. Панцирь шаровидный или цилиндрический. Створки круглые, плоские или выпуклые. Двугубые выросты расположены по всей поверхности створки. Подавляющее большинство видов – морские.

Род мелозира (Melosira). Колониальная водоросль. Клетки цилиндрические, соединяются круглыми створками в нити или цепочки (рис. 4, *A*). На створках имеются точки, располагающиеся в радиальных рядах. Хлоропласты имеют вид дисков или лопастных пластинок. Ауксоспоры имеют вид раздутых клеток, которые по ширине значительно превышают вегетативные клетки. Концы ауксоспор слегка оттянуты (рис. 4, *B*).

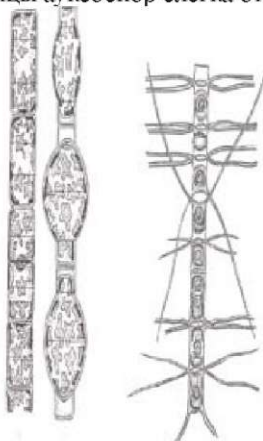


Рис. 4. *Melosira*:

A – общий вид колонии (клетки видны с пояса); *B* – колонии с ауксоспорами

Задания

1. На постоянном препарате рассмотреть строение и формы диаметовых водорослей.
2. Зарисовать клетки *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*.
3. Рассмотреть и зарисовать клетки и колонии *Melosira*.

ЗАНЯТИЕ 4

Тема: Бурые и красные водоросли.

Цель: ознакомиться с особенностями строения, размножения и жизненными циклами бурых и красных водорослей, их видовым разнообразием.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: гербарии бурых и красных водорослей. Фиксированные бурые и красные водоросли, образцы агар-агара.

КЛАСС БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (PHAEOPHYCEAE, FUCOPHYCEAE)

К бурьм водорослям относятся только многоклеточные представители с разнонитчатым псевдопаренхиматозным и паренхиматозным талломом, обычно макроскопические. У простейших представителей талломы представлены небольшими (несколько сантиметров) ветвящимися нитями. У более сложно устроенных бурьх водорослей талломы дифференцированы на ткани. Талломы крупных водорослей (например, из порядка Ламинариевые) могут достигать длины 60 м и более. Таллом нарастает или за счет апикальной клетки, или вставочного (интеркалярного) роста.

Жгутиковые стадии (зооспоры и гаметы) бурьх водорослей имеют два жгутика, неравных по длине и прикрепленных сбоку (латерально) клетки. Передний длинный жгутик несет два ряда трехчастных мастигонем, задний – короткий гладкий с базальным вздутием. Оба жгутика заканчиваются акронемой. В переходной зоне отсутствует переходная спираль. Хлоропласты типичны для охрофитовьх водорослей, они окрашены в бурьй цвет из-за маскировки хлорофиллов *a* и *c* дополнительными каротиноидами, из которых преобладает фукоксантин. Глазок у жгутиковьх стадий (отсутствует у ламинариевьх) расположен в хлоропласте и ориентирован на базальное вздутие жгутика. Запасные продукты – ламинарин, откладывающийся вне хлоропласта, шестиатомный спирт маннит и липиды. Клеточная стенка состоит из сети целлюлозных микрофибрил, укрепленных альгинатом кальция, формирующих структурную фракцию клеточной стенки, и аморфного матрикса, состоящего из фукоиданов и растворимьх альгинатов.

Бурье водоросли размножаются вегетативно, бесполом и половым путем. Гаметы формируются в многогнездных гаметангиях, зооспоры – в одногнездных спорангиях. Жизненный цикл диплоидный с гаметической редукцией или гаплоидно-диплоидный со спорической редукцией. Подавляющее большинство представителей – морские обитатели.

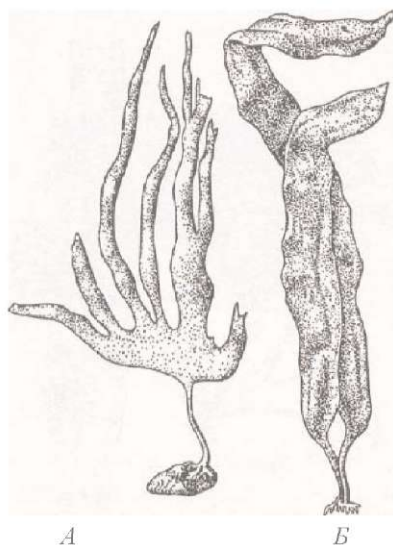
Порядок Ламинариевые (Laminariales)

Представители порядка имеют паренхиматозный тип дифференциации таллома у спорофита. Рост спорофита осуществляется за счет вставочной меристемы, расположенной между стволом и пластинкой. Жизненный цикл с гетероморфной сменой форм развития, с крупным (у некоторых представителей до 60 м и более) спорофитом и микроскопическим гаметофитом. Половой процесс оогамный, в каждой оогонии образуется по одной яйцеклетке, в каждом антеридии – по одному спер-

матозоиду. За немногим исключением, у подвижных стадий ламинариевых отсутствуют глазок и базальное вздутие на жгутике.

Ламинариевые обычны для холодных вод северного и южного полушарий. Они встречаются по вертикали от поверхности моря до глубины 200 м.

Род ламинария, морская капуста (*Laminaria*) имеет слоевище в виде пластинки, ровной или морщинистой, цельной или рассеченной, без отверстий, длиной от нескольких десятков сантиметров до 20 м. Пластинка сидит на неразветвленном стволике, который прикрепляется к субстрату ризоидами или дисковидной подошвой. Ламинарии в основном распространены в северном полушарии. Размножаются ламинарии бесполым и половым путем (рис. 1).



А

Б

Рис. 1. Общий вид таллома:

А – *Laminaria digitata*; Б – *L. saccharina*.

Порядок Фукусовые (Fucales)

К порядку относятся водоросли с апикальным ростом, тканевым талломом, диплоидным жизненным циклом и гаметической редукцией.

Род фукус (*Fucus*) имеет многолетнее кустистое слоевище длиной до 2 м, которое прикрепляется к субстрату с помощью подошвы (рис. 2, А). В северных морях, в том числе Белом и Баренцевом, на прибрежных камнях в литоральной зоне образует заросли *Fucus vesiculosus* L. Для фукуса характерны плоские ветви с выступающим продольным ребром и

дихотомическим ветвлением. Рост ветвей апикальный. На талломе расположены воздушные пузыри, заполненные газом, близким по составу к воздуху. Благодаря таким пузырям во время прилива талломы принимают вертикальное положение.

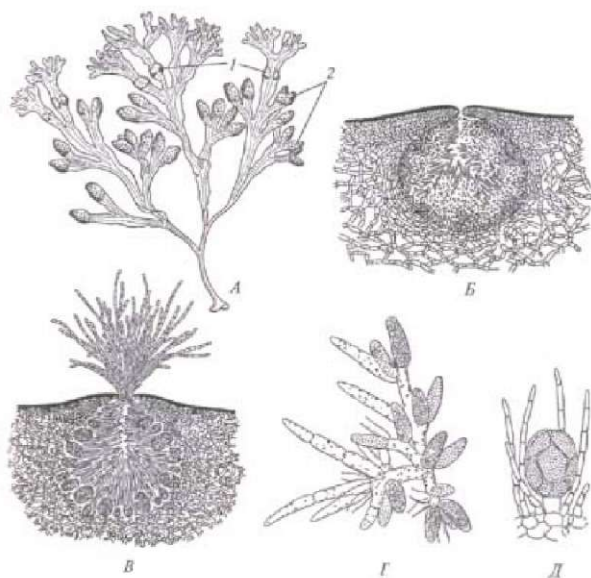


Рис. 2. *Fucus*:

- A* – внешний вид таллома (1 – воздушные пузыри, 2 – рецептакулы);
B – разрез мужского скафидия; *C* – разрез женского скафидия;
D – веточка с антеридиями; *E* – оогоний

Таллом фукуса имеет довольно сложное анатомическое строение. Снаружи он одет многослойной мелкоклеточной корой, средняя часть (сердцевина) состоит из вытянутых клеток и особых вторично развивающихся многоклеточных нитей, придающих прочность таллому. Гаметы формируются внутри гаметангиев, которые располагаются во вздутых кончиках ветвей – *рецептакулах*. Внутри рецептакулов расположены камеры – *концептакулы (скафидии)*, открывающиеся наружу с помощью поры. На поперечных срезах с этих частей таллома видно, что концептакул представляет собой полость, сообщаемую с внешней средой

с помощью выводного отверстия. От стенок концептакула внутрь его отходят многоклеточные волоски (парафизы), которые иногда высовываются из отверстия в виде хохолка. У некоторых видов мужские и женские скафидии могут располагаться на одном талломе, у других, как у *F. vesiculosus* L., – на разных. Половой процесс oogамный. Первое деление ядра в гаметангии – мейотическое.

Род цистозира (*Cystoseira*) встречается в Черном, Охотском и Японском морях. Цистозира имеет вид обильно и неправильно ветвящихся кустов (рис. 3), растущих в прибрежной зоне на камнях. Ее талломы достигают 2 м высоты, прикрепляются к субстрату с помощью диска. Рост ветвей апикальный. Ветви цилиндрические, неровные, извилистые. На талломе располагаются веретеновидные рецептакулы и однокамерные воздушные пузыри, которые могут быть одиночными или собранными в цепочки. Рецептакулы обоеполюсы, в oogонии формируется по одной яйцеклетке.

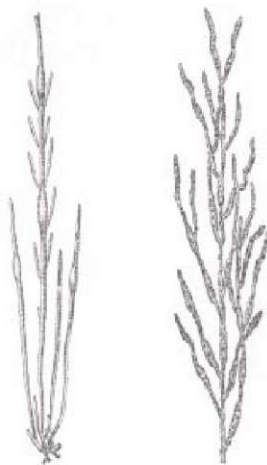


Рис. 3. *Cystoseira*: часть таллома с рецептакулами

ОТДЕЛ КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ (RHODOPHYTA)

Красные водоросли – хорошо выраженная группа эукариот, у которых обнаружено определенное, хотя и достаточно отдаленное родство с зелеными водорослями.

У немногих, самых примитивных красных водорослей, таллом микроскопический – одноклеточный, колониальный или нитчатый. У большинства же представителей он макроскопический – в виде развет-

вленных нитей, чаще всего имеющих строго верхушечный рост, кустиков, цельных или рассеченных пластин. Некоторые красные водоросли имеют сложно дифференцированные ложно-тканевые талломы, иногда внешне очень напоминающие высшие растения. Почти всегда таллом состоит из не настоящих тканей, а из нитей, т. е. у него формируются ложные ткани. Размер таллома может быть самым разным, но обычно не превышает 0,5 м и изредка достигает примерно 2 м.

Клетки красных водорослей окружены стенкой, имеющей целлюлозную основу и содержащей значительные количества пектиновых веществ. Набухая в воде, пектиновые стенки нередко сливаются в общую массу слизи мягкой или хрящевой консистенции. У многих форм стенки сильно инкрустированы известью. У большинства представителей между клетками имеются поры. Клетки обычно одноядерные, но у некоторых форм с возрастом они могут становиться многоядерными. Цитоплазма занимает постенное положение из-за центральной вакуоли с клеточным соком. У низших представителей хлоропласт в клетке один, звездчатый, иногда с пиреноидом. У более высокоорганизованных форм хлоропласты имеют форму мелких пластинок, часто располагающихся правильными рядами. В хлоропластах помимо хлорофилла *a* и каротиноидов присутствуют еще растворимые в воде пигменты – фикобилины: фикозеритрин красного цвета, фикоцианин и аллофикоцианин синего цвета. От количественного соотношения этих пигментов зависит окраска водорослей, которая варьируется от темно-малиновой до розовой, оливковой, сине-зеленой или травянисто-зеленой.

Жгутиковые стадии полностью отсутствуют. При бесполом размножении образуются неподвижные споры, по одной (у более примитивных) или по 4 (у более высокоорганизованных). Соответственно их называют моно- и тетра-спорами, а спорангии, где они образуются, – моно- и тетраспорангиями. Встречаются также биспоры (образуются по 2 в спорангии) и полиспоры (образуются в спорангии в большом количестве).

Половой процесс – своеобразная оогамия. Мужские гаметангии – *сперматангии* (антеридии) – мелкие клетки, собранные гроздьями на концах ветвей таллома. В каждой сперматангии образуется по одной мужской гамете – спермацию. Оогоний, называемый *карпогоном*, представляет собой крупную клетку, у большинства состоящую из двух частей: расширенной нижней – брюшка, где находится ядро, и вытянутой верхней – трихогины. Спермаций переносится токами воды на трихогину (при ее отсутствии – непосредственно на карпогон), его ядро проникает внутрь карпогона, мигрирует по трихогине, достигает ядра и сливается с ним.

КЛАСС СОБСТВЕННО КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ (RHODOPHYCEAE)

Порядок Бангиевые (Bangiales)

Род порфира (*Porphyra*). Таллом порфиры представлен в виде пластинки розовато-пурпурного цвета с гладкими или волнистыми краями, размер которой не превышает 50 см (у одного вида может достигать 2 м). Пластинка сложена из одного или двух слоев клеток и при помощи короткого черешка и подошвы прикрепляется к подводным предметам (рис. 4, А). В клетках находится по одному звездчатому хлоропласту.

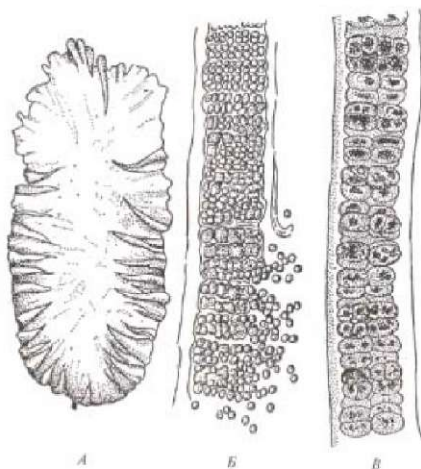


Рис. 4. *Porphyra*:

А – внешний вид таллома; Б – поперечный разрез таллома с антеридиями;

В – поперечный разрез таллома с карпогонами, содержимое которых после оплодотворения делится с образованием карпоспор

Порядок Батрахоспермовые (Batrachospermales)

Род батрахоспермум (*Batrachospermum*). Талломы представителей рода имеют вид небольших (от 3 до 8 см) кустиков синевато-зеленого (до почти «травяного») цвета. Невооруженным глазом видно, что кустики состоят из ветвящихся нитей с как бы нанизанными на них бусами (рис. 5, А). Под микроскопом таллом выглядит сложенным из клеток, резко различающихся размером. Основные оси, неограниченно нарастающие, состоят из очень крупных бесцветных клеток, расположенных

в один ряд. От границы двух соседних таких клеток, непосредственно под поперечной перегородкой, берут начало мутовки ассимиляторов – боковых ветвей ограниченного роста, обильно ветвящихся и состоящих из очень мелких клеток с многочисленными хлоропластами (рис. 5, Б). Эти мутовки и выглядят как бусы. Крупные клетки основных осей в более старых частях таллома покрыты многочисленными тонкими нитями, расположенными неплотно относительно друг друга и составляющими своеобразную кору. Эти нити берут начало от оснований ассимиляторов.

Для батрахоспермум характерно бесполое размножение, которое происходит моноспорами.

Порядок Анфельциевые (*Ahnfeltiales*)

Представители порядка (всего несколько видов) имеют ярко выраженный гетероморфный жизненный цикл. Гаметофиты представляют собой обильно ветвящиеся кустики высотой до 15 см, состоящие из примерно одинаковых во всех частях таллома округлых хрящеватых осей, тетраспорифит имеет вид корки (ранее он описывался как самостоятельный род *Porphyrodiscus*). Однако гонимобласты формируются уже от ауксиллярных клеток, причем расположенных вблизи карпогона. Гонимобласты закладываются до оплодотворения. Карпоспорофиты развиваются полностью на поверхности материнского таллома.

Представители порядка обитают в морях. Для них характерно образование агара (агар-агара) – водорослевого коллоида, широко используемого в современной экспериментальной биологии.

Род анфельция (*Ahnfeltia*). Вид *A. plicata*. раньше широко встречался в Белом, Баренцевом, а также в дальневосточных морях. К настоящему времени из-за массовой добычи этой водоросли ради агара численность ее во многих местах сильно сократилась. Обитает анфельция в сублиторальной зоне на камнях и скалах, но может отрываться от них и некоторое время сохранять жизнеспособность, находясь в свободном состоянии. Талломы водоросли – грубые на ощупь хрящеватые кустики высотой 10 – 15 см, обильно, в основном дихотомически, ветвящиеся, причем нередко одна ветвь вырастает больше другой, встречается также три- и тетрахолия (рис. 6). Окраска талломов фиолетовая, почти черная.

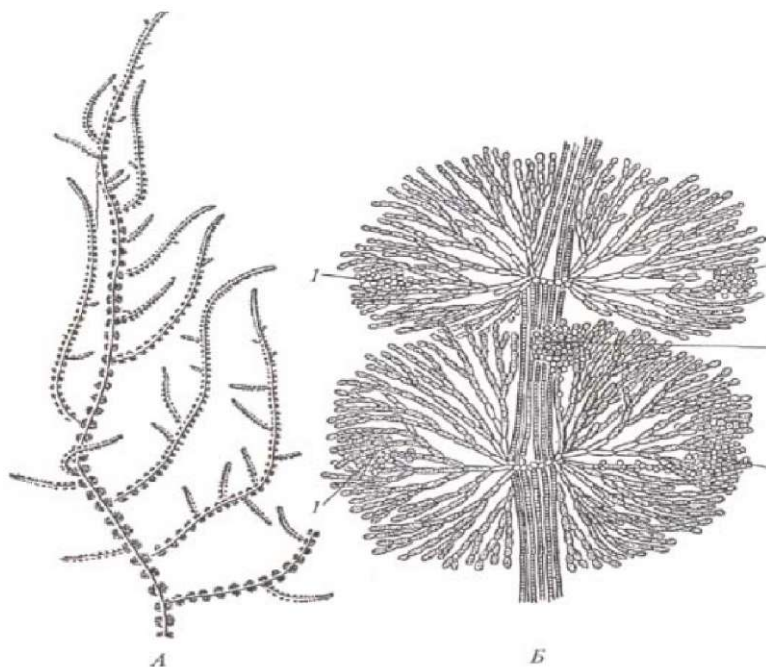


Рис. 5. *Batrachospermum*:
 А – внешний вид таллома;
 Б – часть таллома с гонимокарпами (1)

Задания

1. По гербарию и фиксированному материалу ознакомиться с разнообразием талломов бурых водорослей, обратив внимание на рецептакулы фукуса, цистозиры, на воздушные пузыри фукуса. Зарисовать.
2. По гербарию и фиксированному материалу ознакомиться с разнообразием талломов красных водорослей.
3. На постоянном препарате рассмотреть и зарисовать фрагмент таллома *Batrachospermum*.
4. На постоянном препарате рассмотреть и зарисовать фрагмент таллома *Ahnfeltia*.
5. Ознакомиться с образцами агар-агара.

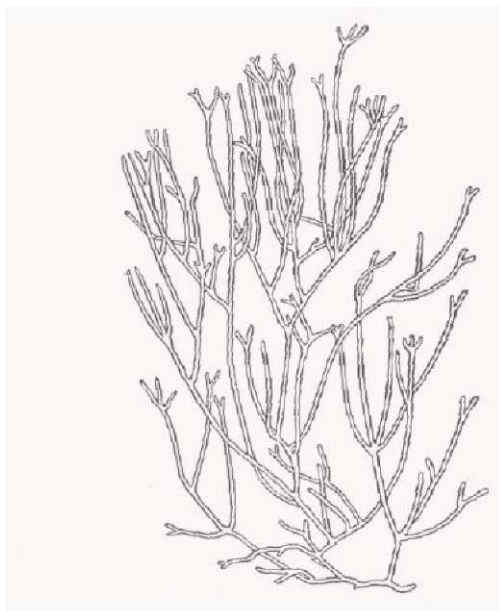


Рис. 6. *Ahnfelita*. Внешний вид таллома

ЗАНЯТИЕ 5

Тема: Зеленые водоросли. Улотриковые водоросли. Сифоновые водоросли. Конъюгаты.

Цель: ознакомиться со строением, размножением и жизненными циклами представителей различных классов зеленых водорослей, с их видовым разнообразием.

Оборудование: микроскоп, пенал с набором инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: пробы фитопланктона с зелеными водорослями, гербарии талломов сифоновых, улотриковых водорослей; фиксированные талломы сифоновых, улотриковых водорослей. Постоянные препараты спирогиры.

ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

Отдел включает водоросли, стоящие на самых разных ступенях морфологической дифференциации таллома: монадной, пальмеллоидной, коккоидной, нитчатой, разнонитчатой (гетеротрихальной), паренхиматозной, псевдопаренхиматозной, сифоновой, сифонокладальной. Клетка у зеленых водорослей обычно имеет жесткую стенку, у большинства она целлюлозная, но может иметь другой состав, например, пептидогликокановый. Хлоропласты представлены в разном количестве (от одного до очень многих на клетку) и разнообразных формах. Зеленый (травяной) цвет хлоропластов обусловлен хлорофиллами *a* и *b*, которые преобладают над каротиноидами: α - и β -каротином, лютеином, неоксантином, виолаксантином, зеаксантином, антераксантином. Пиреноид погружен в строму хлоропласта и пронизан тилакоидами. Запасным продуктом чаще всего является крахмал, который откладывается внутри хлоропласта: вокруг пиреноида и в строме. У большинства видов значительная часть клетки занята крупной вакуолью с клеточным соком. У подвижных клеток обычно имеется два жгутика, реже – один, четыре или много (до 120, такие подвижные клетки называют стефаноконтными). Во всех случаях они одинакового размера и строения. Жгутики могут быть ориентированы относительно друг друга по часовой стрелке, против часовой стрелки, находиться на одной линии или оба направлены в одну сторону. Вегетативное размножение обычно происходит делением отдельных клеток путем фрагментации колоний или за счет разрыва нитей. Бесполое (споровое) размножение осуществляется при помощи подвижных зооспор, у некоторых представителей – неподвижных апланоспор. Половой процесс – изогамия, гетерогамия, оогамия (чаще всего), конъюгация. У примитивных форм может быть хологамия – слияние целых вегетативных особей в качестве гамет. Большинство представителей отдела гаплонты, но есть также диплонты и виды с изо- и гетероморфной сменой поколений.

Представители отдела встречаются преимущественно в пресной воде, но есть также морские, почвенные виды, обитатели коры деревьев, камней и других субстратов вне воды, а также различные симбионты, особенно водорослевые компоненты (фотобионты) лишайников.

КЛАСС СОБСТВЕННО ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYCEAE)

Класс представлен монадными, пальмеллоидными, коккоидными, нитчатыми и гетеротрихальными формами. Клетка делится с участием фикопласта – пластинки из микротрубочек, располагающихся в плоско-

сти деления. Телофазное веретено не сохраняется; нити веретена в анафазе всегда укорачиваются. У более примитивных представителей клеточное деление происходит путем образования борозды, у более высокоорганизованных имеется клеточная пластинка, возникающая из пузырьков гладкой эндоплазматической сети или из пузырьков, образующихся от аппарата Гольджи. Обычно в клетке имеется ризопласт – структура, связывающая базальные тельца жгутиков с ядерной оболочкой. Соединение базальных телец между собой поперечно-полосатое. Жизненные циклы, где известны гаплоидные, с зиготической редукцией.

Собственно зеленые водоросли являются пресноводными формами. Также есть водоросли вневодных местообитаний.

Порядок Вольвоксовые (Volvocales)

Порядок объединяет одноклеточные, колониальные и ценобиальные монадные формы. Они подвижны в течение всей своей жизни и только при наступлении неблагоприятных условий (например, подсыхания) могут переходить в пальмеллоидное состояние. Некоторые представители порядка, иногда выделяемые в отдельный порядок *Tetrasporales*, постоянно существуют в пальмеллоидном состоянии. Зоиды имеют жесткую клеточную стенку.

Ценобии могут быть плоскими или объемными. При развитии объемных ценобиев сначала образуется пластинка из четырех, затем из восьми клеток. После этого пластинка искривляется до тех пор, пока не образуется полая сфера с маленьким незамыкающимся отверстием. При этом передние концы клеток, где должны возникнуть жгутики, обращены внутрь сферы. Затем сфера полностью выворачивается наизнанку. Клетки образуют жгутики.

Род хламидомонада (*Chlamydomonas*), Многочисленные виды рода обитают в лужах на глинистых почвах, канавах и других мелких пресных водоемах, а также на снегу (рис. 1). При массовом развитии хламидомонад может наблюдаться «цветение» воды, т.е. вода принимает зеленую окраску.

Клетка водоросли имеет форму от почти округлой до грушевидной, эллипсоидальной или почти цилиндрической. Размер ее не больше 25 мкм в длину. Клетка окружена стенкой, плотно прилегающей к протопласту или (у более старых особей) несколько отстающей от него в задней части. От переднего конца отходят два жгутика, за счет биения которых хламидомонада может довольно быстро перемещаться.

Бесполое размножение происходит зооспорами, образующимися обычно по четыре или по восемь внутри стенки материнской клетки (рис. 2). При выходе они уже представляют собой маленькие хламидо-

монады, которые потом только увеличиваются в размере. Половой процесс у большинства видов изогамный, но есть виды, у которых он гетерогамный или оогамный.

Род дуналиелла (*Dunaliella*). Виды этого рода, как и хламидомонады, являются одиночными формами (рис. 3), внешний облик и внутреннее строение клетки у них также сходны. Клетки дуналиелл обычно имеют более округлую форму, чем клетки хламидомонады, также у дуналиелл отсутствует обособленная клеточная стенка. Размножение – путем продольного деления клетки на две, причем обычно при этом продолжается движение. Известен половой процесс – хологамия, т. е. две вегетативные клетки выступают в роли гамет.

Встречаются дуналиеллы в разных местообитаниях, причем некоторые виды – в водоемах с очень высокой концентрацией солей.

Род гониум (*Gonium*). Ценобии расположены в одной плоскости, образуя подвижную пластинку (рис. 4), которая состоит из 4 и более клеток, окруженных слоем бесцветной слизи. У наиболее распространенного вида *G. pectorale* ценобии 16-клеточные. При бесполом размножении образуются дочерние ценобии: содержимое каждой материнской клетки последовательно делится, так что образуется столько клеток, сколько их в ценобии у данного вида. Каждая дочерняя клетка приобретает все структуры, присущие взрослой клетке, и новый ценобий освобождается после того, как расплывается стенка материнской клетки. Половой процесс изогамный.



Рис. 1. *Chlamydomonas*. Вегетативная особь

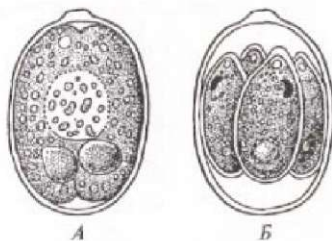


Рис 2. *Chlamydomonas*:

А – начальная стадия образования зооспор;
Б – молодые особи внутри стенки материнской клетки

Род пандорина (*Pandorina*). Ценобии объемные, шаровидной или овальной формы (рис. 5). Они состоят из клеток, тесно прижатых друг к другу, из-за чего имеют граненую форму, и одетых общей оберткой, так называемым инволюкрумом (*involutum*). При бесполом размножении, как и у других ценобиальных монадных зеленых водорослей, образуются дочерние ценобии. Половой процесс изогамный.

Наиболее распространен и повсеместно встречается вид *P. morum*, ценобии которого состоят из 16 клеток.

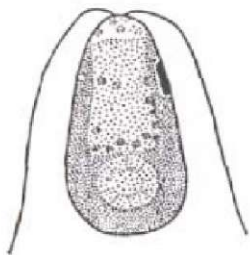


Рис. 3. *Dunaliella*. Ценобий

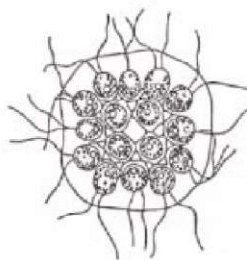


Рис. 4. *Gonium pectorale*. Ценобий

Род эвдорина (*Eudorina*). В ценобиях отдельные клетки расположены довольно рыхло по периферии эллипсоида, середина которого заполнена слизью, а вокруг клеток, как и у пандорины, имеется общий инволюкрум – слой более плотной слизи (рис. 6).

При бесполом размножении ценобии останавливаются, и каждая клетка в результате последовательных делений дает начало стольким клеткам, сколько их во взрослом ценобии. Половой процесс – резко выраженная гетерогамия.

Наиболее распространенный вид – *E. elegans*, ценобии которого состоят из 32 клеток.

Род вольвокс (*Volvox*). Ценобий – крупный (диаметром до 3 мм) слизистый шар с тонким инволюкрумом, под которым в один слой располагаются клетки (рис. 7). Число клеток у разных видов варьируется от 500 до 60 000. Обширная внутренняя полость шара занята жидкой слизью. Строение клеток типично для монадных зеленых водорослей, только внутренние слои стенки очень сильно ослизняются. Более плотные наружные слои у соседних клеток соприкасаются и образуют полигональный узор, иногда хорошо видимый. Ценобий движется таким образом, что одна его часть всегда впереди, а другая сзади. Клетки у вольвокса четко дифференцированы на вегетативные (соматические, неспособные

к размножению) и репродуктивные (генеративные). Последних немного, и располагаются они в задней части ценобия.

Для бесполого размножения предназначено 8 – 10 клеток, называемых гонидиями, которые увеличиваются в объеме, вдаются во внутреннюю часть ценобия, и их содержимое начинает делиться по описанной выше схеме.

Половой процесс оогамный. Одни сравнительно немногочисленные (5 – 15 на ценобий) клетки превращаются в антеридии, другие (около 30) – в оогонии (рис. 8).

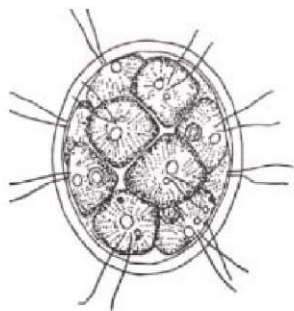


Рис. 5. *Pandorina morum*. Ценобий

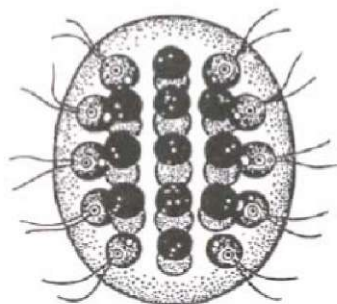


Рис. 6. *Eudorina elegans*. Ценобий

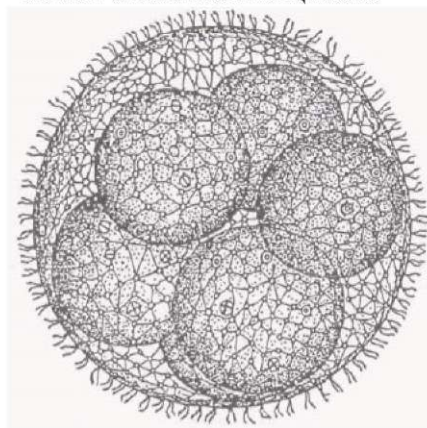


Рис. 7. *Volvox aureus*.
Дочерние шары внутри материнского

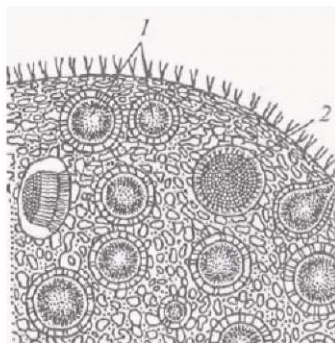


Рис. 8. *Volvox globator*.
1 – часть ценобия с оогониями;
2 – часть ценобия с антеридиями

Порядок Хлорококковые (Chlorococcales)

Порядок объединяет коккоидные формы, т.е. одноклеточные, колониальные и ценобиальные формы, не имеющие жгутиков в вегетативном состоянии. Бесполое размножение происходит двужгутиковыми зооспорами, не имеющими жесткой клеточной стенки, и автоспорами, т.е. неподвижными спорами, представляющими собой в миниатюре взрослую особь. Половой процесс изогамный, гетерогамный и оогамный.

Род гидродикцион, или водяная сеточка (*Hydrodictyon*). Ценобии макроскопические, сложенные из большого числа клеток (до 20 тыс.). У старых экземпляров длина отдельных клеток 1,5 см, а сам ценобий может быть размером до 1,5 м. Клетки, слагающие ценобий, имеют удлиненную форму. Стенка клеток целлюлозная, кутинизированная во внешних слоях. Цитоплазма занимает постенное положение, так как центральная часть клетки занята громадной вакуолью с клеточным соком. У совсем молодых ценобиев клетки одноядерные, с хлоропластом в виде пластинки и одним пиреноидом. С возрастом количество ядер и пиреноидов быстро увеличивается, а хлоропласт становится постенным, неправильно-сетчатым. Клетки срастаются своими концами, чаще всего по три, реже по две-четыре. Таким путем формируется сеть, состоящая из отдельных ячеек, в основном шестиугольных (рис. 9).

Размножение может осуществляться как бесполом, так и половым путем. В бесполом размножении может участвовать любая клетка ценобия. Ее содержимое распадается на двужгутиковые зооспоры. Не выходя наружу, они через некоторое время теряют подвижность, удлиняются и складываются в новую сеточку, которая покидает материнскую клетку после разрыва ее стенки и увеличивается до размеров взрослого ценобия.

Половое размножение считается изогамным. Гаметы внешне сходны с зооспорами, но, вместо того чтобы складывать новую сеточку, они покидают материнскую клетку. Зигота окружается стенкой, в которой накапливается жир, окрашенный каротиноидами в кирпично-красный цвет. Постепенно зигота увеличивается в размерах и переходит в состояние покоя, а затем прорастает. Ядро ее претерпевает мейоз, в результате чего образуются четыре крупные двужгутиковые зооспоры (естественно, гаплоидные). Зооспоры, поплавав некоторое время, останавливаются, и каждая развивается в многоугольную клетку – полиэдр. Полиэдр разрастается, становится многоядерным, и содержимое его распадается на двужгутиковые зооспоры, которые слагаются в молодую сеточку (как в вегетативной клетке при бесполом размножении), освобождающуюся через разрыв стенки полиэдра. Полиэдр может служить и для перенесения неблагоприятных условий, например, при подсыхании водоемов.

Род широко распространен в пресных стоячих или текущих водах (озера, водохранилища, заводы, каналы) с постоянным подтоком азотистых веществ. При благоприятных условиях в некоторые годы ценобии могут развиваться в массовом количестве. Однако в тех же местах в другие годы водяная сеточка может полностью отсутствовать.



Рис. 9. *Hydrodictyon*:
 А – молодая сеточка внутри материнской клетки;
 Б – часть молодой сеточки

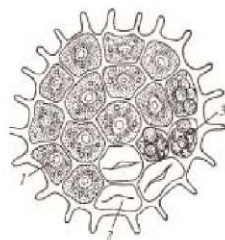


Рис. 10. *Pediastrum*:
 1 – вегетативные клетки;
 2 – клетки с зооспорами;
 3 – пустые клетки после выхода зооспор

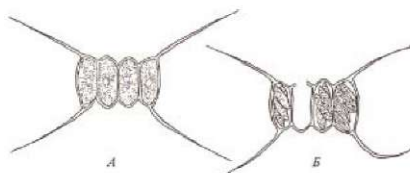


Рис. 11. *Scenedesmus*:
 А – ценобий; Б – образование новых ценобиев

Род педиаструм (*Pediastrum*). Ценобии плоские, в виде более или менее округлых табличек («ковриков»). Клетки могут плотно примыкать друг к другу, и тогда ценобий будет сплошной. Если между клетками останутся промежутки, ценобий получается продырявленный. Каждая краевая клетка ценобия несет 1 или 2 (редко 4) отростка (рис. 10). Хлоропласт чашевидный с одним пиреноидом. Единственное ядро маскируется хлоропластом и без покраски не видно. Бесполое размножение происходит зооспорами, выходящими из клеток (а в зооспорангии, как и у водяной сеточки, может превращаться любая клетка) в слизистом пузырьке и, еще находясь в нем, складывающимися в новый ценобий. Половой процесс сходен с половым процессом водяной сеточки.

Виды этого рода широко распространены в планктоне пресных вод.

Род сценедесмус (*Scenedesmus*). Ценобии представляют собой плоские, иногда загнутые пластинки – «плотики» (рис. 11). Они состоят из 4

– 8 (реже 2– 16 или даже 32) клеток, срастающихся своими боками параллельно друг другу и располагающихся при этом в один или два ряда, но никогда не становящихся объемными. Стенка клеток целлюлозная, гладкая или различным образом орнаментированная. У некоторых видов на краевых или на всех клетках имеются длинные тонкие выросты – «рога». Хлоропласт постенный, с одним пиреноидом, ядро без покраски невидимо. Размножение происходит автоспорами, которые могут образовываться в любой из клеток ценобия. Прямо внутри материнской клетки они формируют новый маленький ценобий, который выходит наружу. Есть данные о наличии у некоторых представителей полового процесса.

Виды рода *Scenedesmus* широко распространены в пресноводном планктоне. Часто они встречаются в прибрежной зоне среди нитчаток, мхов и т. п. Могут массово развиваться в старых культурах разных водорослей, а также в сосудах для полива комнатных растений и т. п.

КЛАСС ТРЕБУКСИЕВЫЕ (TREVOUXIOPHYCEAE)

Класс представлен в основном одноклеточными формами, иногда очень крупными. Отдельные клетки при делении могут объединяться в «пачки» или цепочки внутри стенки родительской клетки (сарциноидные формы). Есть также нитчатые и пластинчатые формы.

Размножение осуществляется делением клеток с образованием автоспор или зооспор, т.е. имеет место оогамный половой процесс.

Отличительной особенностью класса является то, что при митозе центриоли находятся по бокам веретена, тогда как у остальных зеленых водорослей и многих других протистов они располагаются по полюсам веретена.

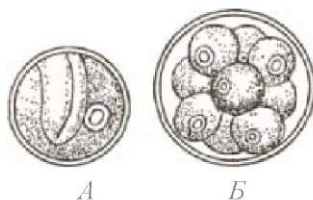


Рис. 12. *Chlorella*:

А – вегетативная клетка, Б – образование автоспор

Род хлорелла (*Chlorella*). Виды рода – одноклеточные водоросли. Клетки одиночные, мелкие (от 2 до 12 мкм в диаметре), шаровидные или овальные, с гладкой стенкой. Хлоропласт в виде глубокой чаши, цельный, с одним пиреноидом или без него. Ядро одно, без окраски невидимо. Раз-

множение только бесполое, автоспорами. В материале обычно можно наблюдать их образование. Они окружаются собственной стенкой еще внутри материнской клетки и освобождаются путем разрыва ее стенки.

Хлореллы широко распространены в пресных и морских водах, на сырой земле и на коре деревьев, а также как симбионты в клетках пресноводных беспозвоночных (гидры, губки, различные простейшие).

Они хорошо растут на искусственных питательных средах, как жидких, так и агаризованных.

КЛАСС УЛЬВОВЫЕ (ULVOPHYCEAE)

Для класса характерен митоз с сохраняющимся телофазным веретеном. У более примитивных представителей клеточное деление происходит путем образования борозды с участием пузырьков, образующихся от аппарата Гольджи. У более высокоорганизованных цитокинез с митозом непосредственно не связан: ядра и клетки делятся независимо или клетки вообще не делятся, а только увеличиваются в размере. Одноклеточных (монадных и коккоидных) представителей у этого класса нет, самые примитивные формы состоят из нескольких клеток. Талломы могут быть нитчатыми, паренхиматозными, псевдопаренхиматозными, сифоновыми или сифонокладальными.

В классе Ульвовые в основном преобладают морские формы.

Порядок Ульвовые (Ulvales)

У представителей порядка таллом паренхиматозный, в виде пластины или трубчатый. Смена поколений изоморфная. Морские и пресноводные формы.

Род ульва, или морской салат (*Ulva*). Таллом – пластина из двух слоев клеток салатно-зеленого цвета длиной до 25 см и шириной 15 см с гофрированными лопастными краями. Пластина прикрепляется к субстрату короткой ножкой (рис. 13, А), также она может отрываться и переходить к самостоятельному росту.

Пластина ульвы состоит из двух слоев изодиаметрических клеток (рис. 13, Б). В ножке и в нижней части таллома некоторые клетки дают длинные мешковидные выросты, которые внедряются между двумя слоями. Хлоропласты располагаются по внешним стенкам клеток.

В жизненном цикле чередуются диплофаза (спорофит) и гаплофаза (гаметофит). Спорофиты дают начало четырехжгутиковым зооспорам, прорастающим в гаметофиты того же облика, что и спорофиты. На гаметофитах формируются гаметы одинакового облика, т.е. половой процесс изогамный.

Виды этого рода широко распространены в прибрежной зоне северных и южных морей. Могут развиваться в массе, особенно в бухтах, где вода загрязнена органикой.



Рис. 13. *Ulva*:

A – внешний вид таллома; *B* – поперечный разрез таллома

Порядок Улотриковые (*Ulothrichales*)

Представители порядка – коккоидные, нитчатые или пластинчатые формы, обитающие в морях и пресных водах.

Род улотрикс (*Ulothrix*). Неветвящиеся нити улотрикса состоят из одного ряда клеток, цилиндрических или слегка бочковидных, часто коротких, с довольно толстыми целлюлозными стенками (рис. 14).

Нити прикрепляются к субстрату с помощью почти бесцветной конической базальной клетки – ризоидальной. Нити улотрикса часто отрываются и ведут неприкрепленный образ жизни. Хлоропласт поперечный, в виде пояса, замкнутого или незамкнутого, с несколькими пиреноидами. Ядро одно, но без окраски не видно.

Бесполое размножение происходит с помощью четырехжгутиковых зооспор, которые образуются в клетках или по 2–4 (так называемые макрозооспоры), или в большем количестве и, соответственно, меньшего размера (микрозооспоры). Микрозооспоры встречаются чаще. Зооспоры выходят из материнской клетки в слизистом пузырьке, который вскоре

расплывается. Иногда они могут прорасти в новые нити, не выходя из материнской клетки. Половой процесс изогамный. Некоторым видам свойственен гетероталлизм. Двужгутиковые гаметы образуются в клетках так же, как и зооспоры. Они выходят наружу и сливаются. Зигота некоторое время движется. В этом состоянии она напоминает зооспору, поскольку имеет 4 жгутика, но у нее 2 глазка. Потом зигота останавливается, оседает на дно и окружается толстой стенкой.

Виды рода *Ulothrix* довольно широко распространены в текучих пресных водах: реках, ручьях или в прибрежной зоне больших озер. Известны и морские виды.

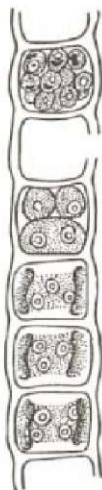


Рис. 14. *Ulothrix*. Нить с развивающимися в некоторых клетках зооспорами

Порядок Сифонокладовые (Siphonocladales)

Порядок характеризуется сифонокладальным типом организации таллома, т.е. таллом разделяется на клетки, каждая из которых содержит много ядер. Деление ядер и клеток происходит независимо друг от друга. Представители обитает как в морях, так и в пресных водах. Некоторые виды входят в состав лишайников.

Род кладифора (*Cladophora*). Талломы всех видов этого рода на ранних стадиях развития прикреплены к субстрату: камням, бетону, деревянным сваям и т.п., на более поздних стадиях многие талломы отрываются от субстрата и свободно плавают, нередко в виде плотных шаровидных скоплений темно-зеленой тины, неслизистой на ощупь.

Сильно ветвящиеся нити кладофоры сложены из крупных цилиндрических клеток, обычно с толстой целлюлозной (с присутствием хитина) стенкой, иногда слоистой и никогда не ослизняющейся. Строение хлоропластов наблюдают в молодых растущих клетках, которые не забиты крахмалом. Хлоропласты неправильной формы, удлинненные, смыкающиеся концами в постенную сеть, так что выглядят как единая сетчатая пластинка с многочисленными пиреноидами. В постенном слое цитоплазмы, под хлоропластами, находится несколько довольно крупных ядер (размером больше пиреноидов), однако в живом состоянии они не видны.

При бесполом размножении в конечных клетках ветвящихся нитей, выделяющихся своим густо-зеленым цветом (рис. 15), образуется масса мелких четырехжгутиковых зооспор. Половое размножение изогамное посредством четырехжгутиковых гамет. Смена ядерных фаз бывает разной. Так, у широко распространенного в пресных водах вида *C. glomerata* смены поколений нет, а существует гаметическая редукция, т.е. талломы диплоидны, а только гаметы гаплоидны. Обитающие в северных морях виды рода *Cladophora* имеют изоморфную смену поколений, а некоторые североамериканские виды гаплоидны.

Большинство видов этого рода – обитатели морей, но некоторые широко распространены и в пресных водах. Есть также фотобионты лишайников.

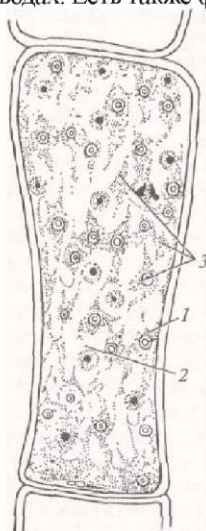


Рис. 15. *Cladophora*:

- А – часть нити с зооспорангиями (темные клетки);
 Б – зооспорангии; В – многоядерная клетка: 1 – пиреноиды,
 2 – ядра; 3 – хлоропласты

КЛАСС ХАРОВЫЕ (CHAROPHYCEAE)

Харовые – наиболее прогрессивная ветвь зеленых водорослей. Детали ядерного и клеточного делений у них сходны с делением высших растений, с которыми они несомненно являются сородичами. К харовым относятся одноклеточные, нитчатые или очень сложно устроенные гетеротрихальные формы. Есть и другие типы строения таллома.

Вегетативное размножение происходит делением одноклеточных форм пополам, фрагментацией нитей или с помощью специальных выводящих почек. Половой процесс – оогамия или конъюгация, т.е. слияние амебоидных протопластов обычных вегетативных клеток.

Класс харовые представлены исключительно пресноводными формами, некоторые виды могут встречаться в сильно опресненных участках морей. Харовые могут обитать и вне воды, но только в зоне постоянного попадания водяных брызг.

Несколько особняком стоят порядки Зигнемовые (*Zygnematales*) и Десмидиевые (*Desmidiaceae*), до сих пор чаще объединяемые в отдельный класс Конъюгаты, или Сцеплянки (*Zygothryxales*, или *Conjugatophyceae*). Они отличаются полным отсутствием жгутиковых стадий и половым процессом – конъюгацией. При прорастании зиготы происходит мейоз, так что эти водоросли – гаплонты. Бесполого размножения у них нет, зато широко распространено вегетативное размножение путем деления клеток пополам или распада нитей.

Порядок Зигнемовые (*Zygnematales*)

Представители порядка одноклеточные или нитчатые неветвящиеся, обычно свободноплавающие формы. Стенка цельная, сплошная, без пор. Хлоропласт самой разной формы. При прорастании зиготы из нее развиваются 4 проростка (у одноклеточных форм) или всего один проросток (у нитчатых форм).

Род спиригира (*Spirgyra*). Хлоропласт (в числе одного или нескольких на клетку) представляет собой узкую плоскую ленту с неровными краями, располагающуюся в виде спирали в периферической части клетки (рис. 16). У многих видов отчетливо заметен гребень хлоропласта – темно-зеленая тонкая полоска, проходящая вдоль ленты хлоропласта с ее внутренней стороны. По средней линии хлоропласта или по его гребню на более или менее равном расстоянии друг от друга расположены хорошо заметные пиреноиды, окруженные крахмальной сферой. Зерна крахмала могут откладываться и в толще хлоропласта, при этом забывая так клетку, что строение хлоропласта становится неразличимым.

Полость клетки заполнена большой вакуолью, поэтому цитоплазма располагается тонким слоем под стенкой. В центре клетки находится подвешенное на цитоплазматических тяжках и заключенное в цитоплазматический мешочек большое ядро с одним или двумя ядрышками, обычно видимое между витками хлоропластов. У разных видов спирогиры ядро имеет разную форму, чаще всего шаровидную или линзовидную, ориентированную в последнем случае перпендикулярно к длинной оси клетки. У некоторых видов в клеточном соке откладываются кристаллики гипса в виде крестообразно расположенных иголочек. Снаружи нити одеты слизистым чехлом.

Конъюгация (лестничная или боковая) у спирогиры анизогамная: протопласт из одной клетки через мостик (копуляционный канал) переходит в другую клетку, где и формируется зигота.

Спирогиры широко распространены в стоячих и медленно текущих водах: заводях и старицах рек, прудах, болотах, канавах и лужах, нередко образуя большие массы тины ярко-зеленого цвета.

Род зигнема (*Zygnema*) Хлоропласты имеют звездообразную форму и один крупный пиреноид в центре (рис. 17). Хлоропласты соединены цитоплазматическим мостиком, в котором заключено ясно различимое ядро с ядрышком. Нити зигнем обычно тоньше, чем у спирогиры, а клетки относительно короче и имеют цилиндрическую форму. Они одеты еще более мощно развитым слизистым чехлом, который хорошо виден без специальной обработки. В отличие от спирогиры зиготы у зигнем могут образовываться и непосредственно в конъюгационном канале, так что доля участия клеток-партнеров одинакова (изогамная конъюгация).

Род мужоция (*Mougeotia*) отличается хлоропластом в виде пластинки, проходящей вдоль клетки, с двумя или многими пиреноидами, окруженными сферами крахмальных зерен. Клетки длинные (длина их может в несколько раз превышать диаметр). Ядро помещается в центре и видно в тех клетках, где хлоропласт повернут ребром. Оно имеет вид блестящей полулинзы, тесно примыкающей своей плоской стороной к хлоропласту. В клеточном соке, как и у зигнем, обычно заметны многочисленные мелкие капельки дубильных веществ. Как и у зигнем, зиготы мужоций могут образовываться в конъюгационном канале.

Мужоции нередко в массе развиваются в прудах и канавах, сплошь затягивая их поверхность желтовато-зеленой тиной. Некоторые виды с особенно крупными талломами распространены в известковых водах. В торфяных болотах, по карьерам, на местах выемки торфа в огромных количествах встречаются виды с более мелкими талломами (рис. 18).



Рис. 17. *Zygnema*. Строение клетки

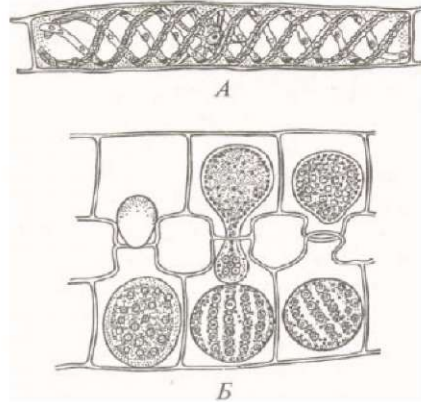


Рис. 16. *Spirogyra*:
А – строение клетки, Б – конъюгация

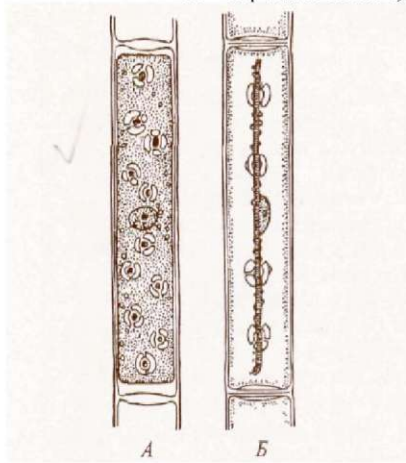


Рис. 18. *Mougeotia*:
А – пластинка хлоропласта, повернутая широкой стороной;
Б – хлоропласт, повернутый ребром

Порядок Десмидиевые (*Desmidiaceae*)

Десмидиевые представляют коккоидный тип организации таллома, однако у некоторых видов клетки образуют прочные нитевидные колонии, которые некоторыми исследователями рассматриваются как нитчатые

формы. Клетки часто сложных очертаний, состоят из двух симметричных половинок (полуклеток), у большинства с перетяжкой в плоскости симметрии. Стенка слоистая, со сложно устроенным поровым аппаратом, с гладкой или орнаментированной шипиками, гранулами, бородавочками и т.п. поверхностью, всегда сегментированная, т.е. состоит из двух или большего числа частей. У многих представителей десмидиевых стенки окрашены в коричневый цвет из-за отложения в них солей железа. Хлоропластов два или несколько, но никогда один и тот же хлоропласт не принадлежит сразу двум полуклеткам. Чаше хлоропласты занимают центральное (осевое) положение, но могут быть и постенными. В каждом из них находится один или несколько пиреноидов.

При вегетативном размножении клетка делится пополам по границе двух полуклеток, а потом каждая из этих полуклеток достраивает недостающую половину.

Половой процесс – конъюгация между двумя клетками. Зигота прорастает двумя проростками (за исключением рода *Hyalotheca*, у видов которого зигота прорастает одним проростком, как у нитчатых зигнемовых).

Представители порядка – железолубивые формы. Они предпочитают воду с кислой реакцией, бедную кальцием, поэтому наиболее разнообразно и обильно представлены в торфяных бологах, заболачивающихся озерах и других водоемах дистрофного типа. Десмидиевые удерживаются между листочками мха или во взвешенном состоянии или прикрепляются к ним слизью. Нередко они в огромных количествах развиваются в неглубоких лужах в торфяниках, зарастающих вахтой трехлистной и другими болотными растениями. Во взятой оттуда воде на дне сосуда отстаивается слизистый хлопьевидный бурый осадок, нередко содержащий много самых разных десмидиевых. Особенно часто встречаются в таких пробах нитевидные формы родов *Desmidium*.

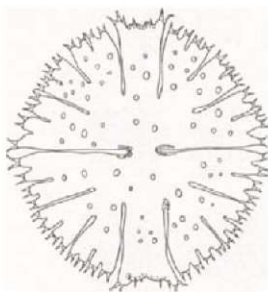


Рис. 19. *Micrasterias*. Вид клетки с широкой стороны

Род микроастерияс (*Microasterias*). Клетка более или менее плоская, с глубокой перетяжкой (рис. 19). Каждая полуклетка разделена на одну или несколько симметричных боковых лопастей и одну среднюю, более толстую лопасть. Между лопастями имеются глубокие узкие вырезы, а сами лопасти обычно еще рассечены по краям. Стенка гладкая, у некоторых пунктированная, гранулированная, иногда с шипиками. Хлоропласты по одному в каждой полуклетке, обычно пластинчатые, осевые, со многими пиреноидами. Ядро в перешейке и обычно без покраски невидимо. В верхушке каждой средней лопасти нередко можно видеть кристаллы гипса.

Порядок Харовые (*Charales*)

К порядку относятся наиболее высокоорганизованные зеленые водоросли (а по некоторым параметрам и наиболее высокоорганизованные водоросли вообще), характеризующиеся сложно построенным талломом (усложненный вариант гетеротрихального типа) и многоклеточными половыми органами. Прямостоячие талломы *Charales* четко дифференцированы: имеются неограниченно нарастающие оси («стебли») и оси ограниченного роста («листья»). Рост верхушечный. И «стебли», и «листья» на конце имеют верхушечную клетку, которая отчленяет от себя клетку-сегмент. От периферических клеток узла «стебли» отделяются верхушечные клетки «листьев», расположенных благодаря этому всегда мутовками (рис. 20). Клетки окружены стенкой, в наружных слоях инкрустированной известью. Цитоплазма содержит многочисленные хлоропласты в виде зерен без пиреноидов.

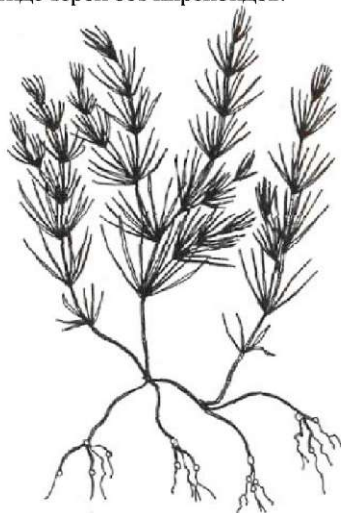


Рис. 20. *Chara fragifera*. Общий вид таллома

Вегетативное размножение осуществляется посредством специальных клубеньков на ризоидах или звездообразных скоплениях клеток на нижних стеблевых узлах, которые дают начало новому таллomu. Бесполое размножение отсутствует. Половой процесс oogамный.

Род хара (*Chara*). Растение прямостоячее, ветвящееся, достигает в длину 20 – 50 см. «Стебли» и «листья» чаще всего покрыты «корой». Оогоний обычно расположен над антеридием.

Задания

1. Найти, рассмотреть на препарате и зарисовать хламидомонас, дуналиеллу, пандорину.
2. Рассмотреть на препарате, а затем зарисовать колонии вольвокса с дочерними особями.
3. Рассмотреть на препарате и зарисовать ценобии педиаструма, сценедесмуса, клетки хлореллы.
4. Приготовить временный препарат и рассмотреть нитчатый таллом улотрикса.
5. Рассмотреть талломы ульвы и энтероморфы. Изучить жизненный цикл этих водорослей.
6. По гербарии и фиксированному материалу ознакомиться с сифоновыми водорослями.
7. Приготовить временные препараты десмидиевых водорослей. Рассмотреть и зарисовать клетки, отметив хроматофоры, пиреноиды, ядра, перетяжки.
8. Приготовить временный препарат зигмоновых водорослей. Рассмотреть и зарисовать участки нитчатых талломов этих водорослей, отметив форму хроматофоров, их количество и расположение в клетках.
9. На постоянном препарате рассмотреть конъюгирующие нити спиригиры, определить тип конъюгации. Зарисовать фрагмент конъюгирующих талломов, отметив на рисунке конъюгационные каналы, зиготы.

ЗАНЯТИЕ 6

Контроль самостоятельной работы студентов по разделу «Альгология» в виде коллоквиума или письменной контрольной работы.

ЗАНЯТИЕ 7

Тема: Отдел Оомикота.

Цель: ознакомиться с особенностями строения и развития оомицетов.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: клубни и столоны картофеля, пораженные раком; мертвая рыба, пораженная сапролегнией; листья и плоды томатов, пораженные фитофторой.

ЦАРСТВО ГРИБЫ. МУСОТА, (МУСЕТЕС, МУСОРНЫТА, FUNGI)

Грибы отличаются от животных организмов хорошо выраженной клеточной стенкой, неподвижностью на вегетативной стадии жизненного цикла, неограниченным ростом, осмотрофным (всасывающим) типом питания, размножением с помощью разного типа спор. От растений грибы отличает наличие хитина, хитозана, глюкана в матриксе клеточной стенки, отсутствие фотосинтезирующих пигментов. Запасные продукты питания грибов – гликоген, волютин, масло, а не крахмал, как у растений.

У подавляющего большинства грибов вегетативное тело – мицелий (грибница), образованный системой разветвленных гиф, густо пронизывающих субстрат. Гифы мицелия активно колонизируют субстрат, входят с ним в тесный контакт. У некоторых грибов вегетативное тело (таллом) представлено одиночными, почкующимися или делящимися клетками.

Неклеточный мицелий представляет собой одну огромную, сильно разветвленную клетку со многими ядрами (рис. 1, А). Клеточный мицелий образован тонкими ветвящимися бесцветными гифами, разделенными поперечными перегородками (септами) на отдельные клетки (рис. 1, Б).

Жгутиковые стадии имеются только у представителей отдела Хитридиомицеты, у остальных они полностью отсутствуют.

Клеточные ядра у грибов очень мелкие, в живых клетках они не видны и обнаружить их можно только после специальной окраски ядерными красителями. Строение ядра типично для растительной клетки. Неклеточный мицелий содержит большое число ядер и называется центотическим. В клетках септированного мицелия обычно находится одно или несколько ядер.

Цитоплазма в молодых клетках гомогенная и заполняет всю полость клетки. Мелкие вакуоли проявляются только после прижизненной окраски красителем нейтральным красным. С возрастом цитоплазма становится

зернистой, вакуоли увеличиваются, становятся заметными или сливаются в одну крупную вакуоль. В таких клетках цитоплазма занимает постенное положение и ее тяжи пересекают вакуоль во всех направлениях. Клеточный сок вакуолей бесцветный и состоит из водного раствора питательных веществ и продуктов метаболизма. В цитоплазме часто можно увидеть шаровидные капли масла, кристаллы различной формы, мелкие капли гликогена, окрашивающиеся реактивами, содержащими йод, в красно-бурый цвет.

Грибы размножаются вегетативно, бесполом и половым путем. Вегетативное размножение происходит фрагментами мицелия, которые, попав на новый пригодный субстрат, дают начало новому мицелию. Этот способ размножения грибов широко используется в лабораторной практике для поддержания роста грибов на искусственных питательных средах путем переноса кусочков мицелия с одной среды на другую.

Органы бесполого и полового размножения у грибов чрезвычайно разнообразны и составляют основу классификации этого царства. Бесполое размножение может осуществляться подвижными зооспорами или неподвижными спорангиоспорами, а также конидиями. Зооспоры и спорангиоспоры образуются эндогенно, т. е. внутри материнской клетки – спорангия, а конидии формируются экзогенно – на вершине или сбоку специализированной гифы мицелия, называемой конидиеносцем.

В процессе полового размножения у грибов, как и у других организмов, происходит слияние двух половых клеток (плазмогамия) и их ядер (кариогамия). При этом эти два события могут быть разделены во времени и пространстве: соответствующие ядра могут сперва не сливаться, а координироваться попарно, в дальнейшем синхронно делясь; пара таких несестринских ядер носит название дикарион. В результате полового процесса у примитивных представителей образуются покоящиеся споры – зиготы, а у более развитых – специальные половые мейоспоры. У сумчатых грибов формируются эндогенные аскоспоры, а у базидиальных – экзогенные базидиоспоры.

Грибы, как гетеротрофные организмы, используют энергию, накопленную в органических соединениях преимущественно растительными и в меньшей степени животными организмами, осмотрофно поглощая питательные вещества из субстрата, в котором они развиваются. Органические вещества, используемые грибами в качестве источников питания, представлены в субстрате крупными полимерными молекулами, которые не способны проникнуть через клеточную мембрану. Поэтому мицелий грибов вырабатывает экзоферменты, расщепляющие молекулы субстрата на мелкие фрагменты, способные проникнуть в клетку. Разные грибы синтезируют специфические спектры ферментов, что служит одним из механизмов субстратной приуроченности грибов.



Рис. 1. Мицелий грибов:
 А – фрагмент неклеточного мицелия;
 Б – клеточный мицелий на поздней стадии развития

ОТДЕЛ ООМИКОТА (ООМУСОТА). КЛАСС ООМИЦЕТЫ (ООМУСЕТЕС)

Вегетативное тело оомицетов – хорошо развитый мицелий, сложенный из многоядерных, лишенных перегородок гиф с неограниченным верхушечным ростом. Бесполое размножение происходит с помощью зооспор, гораздо реже – неподвижных апланоспор, а у ряда видов порядка Пероноспоровые (*Peronosporales*) зооспорангий, не дифференцируясь на зооспоры, прорастает сразу в гифу. Половой процесс – своеобразная оогамия, при которой антеридий не дифференцирует свое содержимое на гаметы.

Большинство оомицетов – обитатели водной среды, но есть и наземные формы. Делятся на сапротрофы и паразиты, причем освоение вневодных местообитаний в значительной степени сочеталось здесь с переходом от сапротрофного образа жизни к паразитизму.

Порядок Сапролегниевые (*Saprolegniales*)

Вегетативное тело хорошо развито и состоит из ветвящихся толстых свободных гиф и более тонких ризоидов, отходящих от их основания и внедряющихся в субстрат. В стенке гиф всегда имеется целлюлоза. На свободных концах гиф развиваются зооспорангий, оогоний и антеридий. Зооспоры хемотаксически привлекаются продуктами разложения белковых субстратов и развиваются там в мицелий, который через 3 – 4

дня становится заметным в виде пушка. При неблагоприятных условиях гифы образуют геммы – хламидоспоры неправильной формы с густым содержимым и плотными стенками. Они служат для сохранения вида и прорастают вегетативно. В оогониях шаровидной формы содержится по несколько яйцеклеток, лишенных собственных стенок и называемых оосферами. На образование оосфер идет все содержимое оогония. Антеридии имеют вид тонких цилиндрических клеток.

Сапролегниевые – преимущественно водные сапротрофы. Некоторые паразитируют на икре рыб и лягушек, на рыбах, беспозвоночных животных, на морских и пресноводных водорослях, на водных грибах, на корнях высших наземных растений. Многие из них весьма распространены в наших пресных водоемах.

Род сапролегния (*Saprolegnia*). Виды рода сапролегния широко распространены в водоемах (реках, прудах). Они хорошо заметны в водоемах в виде ватообразного беловатого мицелиального обрастания на органических остатках животного происхождения. Чаще всего они сапротрофно развиваются на мертвых рыбах, насекомых, земноводных и т.д., но при массовом развитии могут переходить к паразитическому образу жизни, поражая рыбью и лягушачью икру, молодь рыб, порой даже крупные особи.

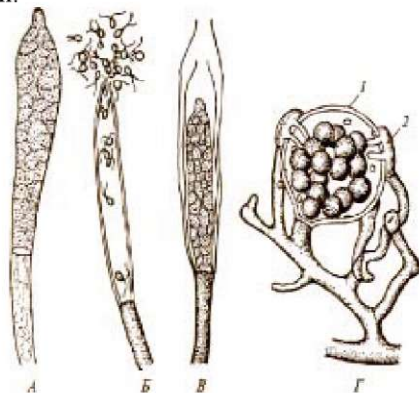


Рис. 2. *Saprolegnia*:

А – молодой зооспорангий; Б – выход зооспор из зооспорангия;
 Б – пролиферация зооспорангия; Г – оогоний (1) и антеридий (2)

Порядок Пероноспоровые (*Peronosporales*)

Пероноспоровые, как и сапролегниевые, характеризуются развитым неклочным мицелием. При бесполом размножении у наиболее примитивных из них – обычно обитателей водной среды – образуются зоо-

спорангии, из которых выходят зооспоры с двумя жгутиками, расположенными латерально. У более высокоорганизованных представителей порядка – паразитов наземных растений – появляется способность к отрыву зооспорангия целиком.

Род фитофтора (*Phytophthora*) отличается ветвящимися спороносными структурами – спорангиеносцами, выходящими через устьица на пораженной части растения. Спорангиеносцы *Phytophthora*, которые имеют неограниченный рост, не прекращающийся после формирования очередного спорангия, пучками высовываются из устьиц на нижней стороне листа. Спорангии лимонovidные, расположенные на концах спорангиеносцев (рис. 3). Вегетативный мицелий находится в межклетниках растения-хозяина, образуя в клетках гаустории. В сухую погоду спорангии прорастают ростковой гифой, а во влажную, при пониженных температурах, – зооспорами.

Виды этого рода – широко распространенные паразиты многих высших растений. Наиболее известен и хорошо изучен вид *P. infestans*, паразитирующий на растениях семейства Пасленовые (картофель, томаты). Его не зря называют «инфекционный пожиратель». Листья растений, пораженные фитофторозом, выглядят как обожженные или ошпаренные, на их нижней стороне образуется легкий беловатый пушистый налет. Листья буреют, затем чернеют, ботва увядает, а затем загнивает или засыхает. На пораженных клубнях хорошо заметны розовато-коричневые пятна, проникающие внутрь клубня. На первых стадиях заболевания клубней развивается сухая гниль, но позже, при попадании на пораженные места бактерий, гниль становится мокрой, с резким неприятным запахом.

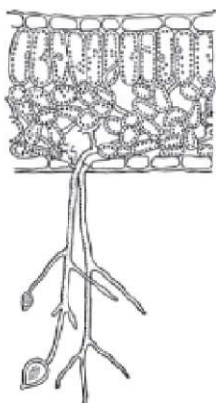


Рис. 3. *Phytophthora*. Спорангиеносцы со спорангиями

Задание

1. Рассмотреть клубни и столоны картофеля, пораженные раком.
2. На временном препарате рассмотреть под микроскопом и зарисовать летние и зимние цисты возбудителя рака картофеля.
3. Ознакомиться и рассмотреть сапролегнию. Зарисовать.
4. Зарисовать цикл развития фитифторы.

ЗАНЯТИЕ 8

Тема: Зигомицеты. Аскомицеты. Гемياسкомицеты.

Цель: ознакомиться со строением и развитием зигомицетов и голосумчатых грибов.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: живой материал мукора на агаризированной среде, пекарские дрожжи, колонии гриба ризопус на агараризированной среде.

ОТДЕЛ ЗИГОМИКОТА (ZUGOMYCOTA), КЛАСС ЗИГОМИЦЕТЫ (ZYGOMYCOTES)

Зигомицеты обладают хорошо развитым многоядерным, преимущественно неклочным бесцветным мицелием, в котором септы возникают при старении или при образовании репродуктивных структур. Клетки мицелия окружены хорошо заметной твердой стенкой, образованной главным образом комплексом хитина и хитозана.

Бесполое размножение зигомицетов осуществляется неподвижными спорами, покрытыми оболочкой, образующимися эндогенно внутри особых споровместилищ – многоспоровых спорангиев, называемых спорангиоспорами. У эволюционно более развитых представителей зигомицетов спорангиоспоры образуются в малоспоровых мероспорангиях или односпоровых спорангиолях, которые при созревании отпадают целиком, так как стенка споры срастается со стенкой спорангиоли. Переход от формирования многоспоровых спорангиев к односпоровым служит приспособлением к наземному образу жизни: в наземных условиях на образование массивного многоспорового спорангия необходимо больше времени, чем на формирование многочисленных мелких спорангиолей экзогенных спор, а условия на суше гораздо более переменчивы, чем в воде, и легко могут измениться в худшую сторону.

Половой процесс у зигомицетов называется зигогамией, который представляет собой слияние недифференцированного на отдельные гаметы содержимого двух клеток (гаметангиев), отделяющихся от концевых участков гиф мицелия поперечными перегородками (септами). Среди зигомицетов существуют гетероталлические (большинство) и гомоталлические виды. У гомоталлических видов сливаются гаметангии, образующиеся на одном мицелии, а у гетероталлических – гаметангии, формирующиеся на разных мицелиях. У одних видов копулирующие гаметангии могут не различаться по внешнему виду и размеру, тогда как у других – одна из сливающихся клеток (женская) большего размера, чем другая (мужская). Часто от суспензора – гифы, несущей женский гаметангий, отрастают придатки, а в случае их образования от обоих суспензоров придатки на суспензоре с мужским гаметангием более мелкие. В месте слияния гаметангиев формируется покоящаяся зигоспора (зигота) с толстыми темноокрашенными стенками. При прорастании зигоспоры образуется короткая ростковая гифа со спорангием, морфологически сходным со спорангием, формирующимся при обычном бесполом размножении.

Зигомицеты насчитывают более 600 видов, обитающих преимущественно в наземных условиях. Развиваются как сапротрофы в почве, особенно окультуренной, на растительных остатках, на помете животных; среди них имеются паразиты грибов, высших растений, насекомых и других животных, включая человека. Мукоровые грибы часто образуют пушистый белый или сероватый налет на хлебе, варенье, плодах, овощах и семенах во время их хранения. Виды класса Гломеромицеты (*Glomeromycetes*) образуют эндомикоризы с травянистыми растениями.

Подавляющее большинство представителей отдела входят в класс Собственно зигомицеты (*Zygomycetes*), к которому относится практически все, что было сказано об отделе в целом. Центральное место в этом классе занимает порядок Мукоровые (*Mucorales*), которые являются наиболее типичными зигомицетами.

Со строением таллома, морфологией органов бесполого и полового размножения, образованием зигот, особенностями гетероталлизма, эволюцией от многоспоровых к односпоровым спонгиям можно ознакомиться на примере видов, относящихся к родам *Mucor*, *Phycomyces*, *Rhizopus*, *Pilobolus*, *Circinell*.

Род мукор (*Mucor*) характеризуется одиночными бесцветными спорангиеносцами, отходящими от вегетативных гиф мицелия. Спорангиеносцы могут быть простыми или разветвленными. Большинство видов рода гетероталлически.

Основная часть мицелия мукора развивается внутри субстрата и частично на его поверхности. От поверхностного мицелия вертикально вверх отходят цилиндрические неветвящиеся гифы – спорангиеносцы, на вершине которых образуются шаровидно вздутые спорангии. Внутри спорангия вдавливается шаровидно или булавовидно расширенный конец спорангиеносца, который формирует колонку в полости спорангия. У разных родов мукоровых грибов колонка имеет неодинаковую форму – цилиндрическую, грушевидную, шаровидную или булавовидную. При созревании спор спорангии не отделяются от спорангиеносца. Их стенка при повышенной влажности воздуха растворяется, и споры пассивно распространяются ветром и водой. Внутри спорангия развиваются многочисленные споры бесполого размножения – спорангиоспоры. Масса зрелых спорангиев видна на поверхностном беловатом или сероватом пушке в виде мелких черных головок (рис. 1).

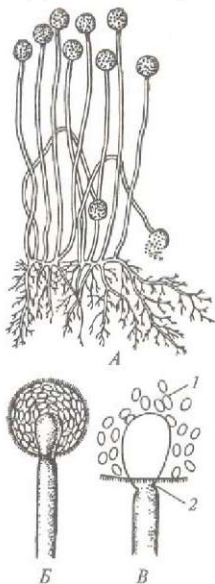


Рис. 1. *Mucor*:

- А – мицелий и спорангиеносцы со спорангиями;
 Б – спорангий со спорами;
 В – колонка с воротничком (2) в основании и споры (1)

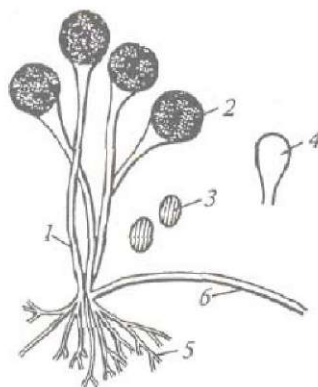


Рис. 2. *Rhizopus*:

- 1 – спорангиеносцы, 2 – спорангии;
 3 – споры, 4 – колонка; 5 – ризиоды;
 6 – столон

Род ризопус (*Rhizopus*). В отличие от мукора спорангиеносцы видов рода ризопус образуются не одиночно, а пучками, сидящими на раз-

ветвленных коричневатых ризоидах, внедряющихся в субстрат. Между пучками спорангиеносцев образуются бесцветные дуговидные столоны, располагающиеся над поверхностью питательной среды. Гриб растет быстро и обычно нарастает на внутреннюю поверхность крышки чашки Петри, на которой очень хорошо видны ризоиды и столоны при рассматривании под бинокляром. Зрелые спорангии окрашены в черный цвет от массы спорангиоспор, просвечивающих через стенку спорангия (рис. 2).

ОТДЕЛ СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ, ИЛИ АСКОМИКОТА (ASCOMYCOTA)

Представители класса аскомицеты, или сумчатые грибы, относятся к высшим грибам, имеющим септированный многоклеточный мицелий. Основной особенностью аскомицетов является образование в результате полового процесса специальных одноклеточных структур – сумок (асков), внутри которых формируется обычно 8 аскоспор, хотя их число у разных видов может варьировать от 2 до 4–5 тыс. Сумки могут возникать непосредственно на мицелии, но у большинства аскомицетов они формируются внутри или на поверхности плодовых тел, образованных сплетением мицелия. Различают три основных типа плодовых тел.

1. Клейстотетции – полностью замкнутые плодовые тела обычно шаровидной или округлой формы, стенки которых образованы рыхлым сплетением гиф. У некоторых аскомицетов сумки в зрелых клейстотетциях расположены беспорядочно и заполняют всю полость плодового тела, освобождение аскоспор в таком случае происходит пассивно (рис. 26, *А*). Реже сумки в клейстотетциях располагаются упорядоченно (или она всего одна), а аскоспоры освобождаются активно.

2. Перитетции – плодовые тела шаровидной, вертикально сплюснутой или грушевидной формы, часто с более или менее выраженным оттянутым носиком, имеющие, как правило, отверстие на вершине. Стенка образована многоугольными, обычно окрашенными плотно сросшимися клетками. Сумки со стенкой, не разрушающейся при созревании, образуют вертикально расположенный параллельный пучок, отходящий от основания плодового тела. При созревании сумки (созревание их поочередное) аскоспоры активно выбрасываются. У некоторых аскомицетов (мучнисто-росяные грибы) перитетции могут быть вторично закрытыми вследствие ксерофитных условий обитания (рис. 3, *Б*).

3. Апотеций – открытые плодовые тела, на верхней поверхности которых развивается слой сумок, перемежающийся со стерильными эле-

ментами – парафизами, который называется гимением. Типичные апотеции имеют дисковидную, блюдцевидную, чашевидную, бокаловидную, лопатовидную формы. Они могут быть сидячими или располагаться на короткой или длинной ножке. Распространение аскоспор активное.

Бесполое размножение осуществляется с помощью экзогенных спор – конидий, формирующихся на специальных структурах – конидиеносцах. Конидиальные (бесполое, анаморфные) стадии аскомицетов классифицируются среди дейтеромицетов.

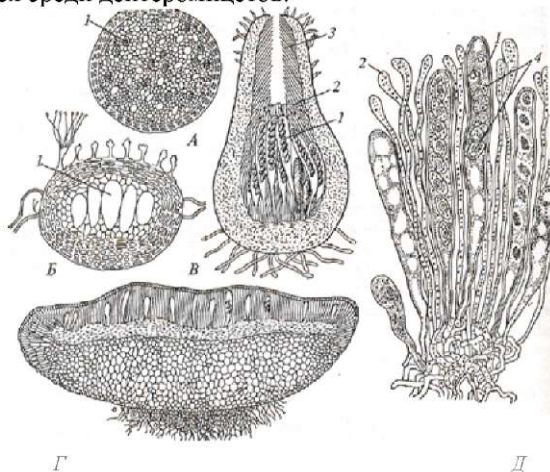


Рис. 3. Типы плодовых тел аскомицетов:

A – клейстотейций; *B* – перитеций (вторично закрытый); *B* – перитеций с устьицем; *Г* – апотейций; *Д* – фрагмент гимения; 1 – сумки; 2 – парафизы, 3 – перифизы; 4 – аскоспоры

КЛАСС ТАФРИНОМИЦЕТЫ (TAPHRINOMYCETES)

Этот класс представляет собой наиболее древнюю группу, исходную для остальных аскомицетов. Из этого класса рассмотрим только порядок Тафриновые, к которому в значительной мере относится характеристика всего класса.

Порядок Тафриновые (Taphrinales)

Род тафрина (*Taphrina*). Мицелий у видов рода многолетний, зимующий в стеблях, почках, трещинах коры или в паренхиме побегов. *T. deformans* поражает молодые листья, побеги и плоды. Листья становятся более толстыми, деформируются, сморщиваются, приобретая курчавый

вид, и обесцвечиваются (рис. 4). Другой вид этого рода, *T. pruni*, вызывает образование дутых несъедобных плодов у слив, а *T. padi* – заболевание плодов черемухи, называемое «кармашками». Косточка у таких плодов не образуется. Весной споры гриба во время цветения заражают завязь плодов, где развивается мицелий. Формирующиеся из зараженных завязей плоды деформируются, вздуваются и удлиняются. Их поверхность кажется как бы покрытой восковым налетом (рис. 5).

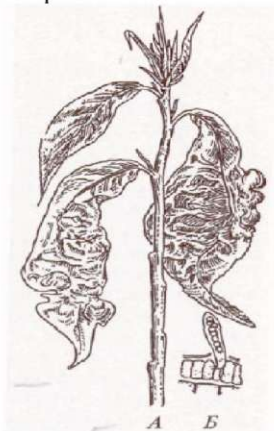


Рис. 4. *Taphrina deformans*. «Курчавость» листьев персика:
 А – внешний вид поражения; Б – сумка

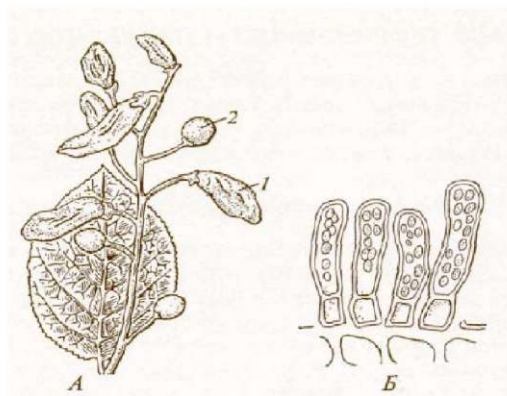


Рис. 5. *Taphrina pruni*:
 А – кисть черемухи с пораженными (1) и здоровыми (2) плодами;
 Б – разрез через периферическую часть пораженного плода
 с палисадным слоем сумок

КЛАСС САХАРОМИЦЕТЫ (SACCHAROMYCETES), ИЛИ ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ (HEMIASCOMYCETES)

Грибы этой группы не образуют плодовых тел. Их вегетативное тело представлено овальными продолговатыми клетками, размножающимися почкованием, делением или почкованием, совмещенным с делением. Такие грибы называют дрожжами. Однако дрожжеподобные грибы представляют собой чрезвычайно гетерогенную группу, включающую представителей зигомицетов, аскомицетов, базидиальных грибов и дейтеромицетов с дрожжеподобным типом вегетативного роста.

Порядок Сахаромицетовые (Saccharomycetales)

Этот небольшой (около 300 видов) порядок включает примитивные аскомицеты, не имеющие плодовых тел. У большинства представителей порядка вегетативное тело представлено почкующимися клетками, иногда соединенными в короткие ветвящиеся цепочки, а у некоторых – псевдомицелием, образующимся при нерасхождении клеток после почкования. Бесполое размножение конидиями существует у немногих видов. Сумки образуются из одиночных клеток или формируются на мицелии.

Сахаромицеты развиваются сапротрофно на богатых сахарами жидких субстратах (например, на соке, вытекающем из ран на стволах деревьев, на пнях свежеспеленных деревьев), на поверхности сочных плодов, в нектаре цветков и др. Некоторые из них обитают в почве и немногие паразитируют на животных и человеке.

Род сахаромицес (*Saccharomyces*) объединяет как природные, так и «культурные» (производственные) виды. Все они способны активно сбраживать сахара с образованием самого большого (по сравнению с другими дрожжами) количества этилового спирта. Наибольшее значение имеет вид *S. cerevisiae* Meyen – пивные, или хлебные (пекарские), или винные дрожжи. Они существуют только в виде культурных рас и применяются в хлебопечении, пивоварении и виноделии. Вегетативное тело этих видов дрожжей представлено отдельными овальными клетками, размножающимися почкованием. При этом на поверхности клетки образуется небольшая постепенно увеличивающаяся выпуклость (почка). Она увеличивается в размерах, перешеек, соединяющий ее с материнской клеткой, утончается, а затем дочерняя клетка отделяется от производящей ее клетки. После отделения новая клетка также размножается почкованием. При достаточной концентрации сахара в питательной среде, благоприятной температуре и хорошей аэрации процесс почкования идет очень быстро, так что почкующиеся клетки не успевают разделиться, и тогда могут формироваться короткие не-

стабильные цепочки клеток, образующих так называемый псевдомицелий. На среде с малым содержанием сахара и высоким уровнем аэрации клетка превращается в сумку обычно с 4 аскоспорами (реже с 8) (рис. 6).

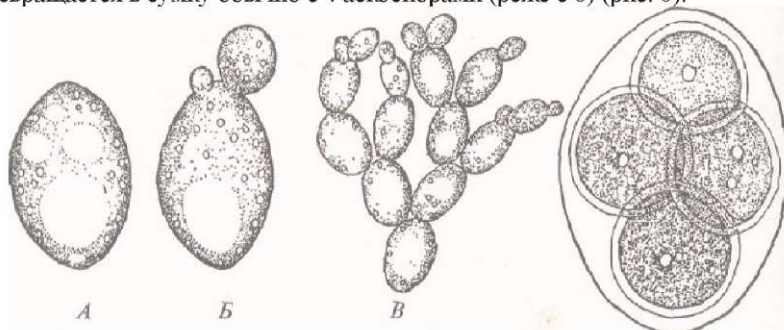


Рис. 6. *Saccharomyces cerevisiae*: А – вегетативная клетка; Б – почкующаяся клетка; В – псевдомицелий; Г – сумка со спорами

Задания

1. Рассмотреть колонии мукора со спорангиеносцами и спорангиями. Зарисовать.
2. Рассмотреть колонии ризопуса со спорангиеносцами и спорангиями. Зарисовать.
3. Изучить на временном препарате строение клеток пекарских дрожжей.
4. Изучить строение гриба *Taphrina pruni* и зарисовать фрагменты среза с сумками.

ЗАНЯТИЕ 9

Тема: Классы эвриомицеты (*Eurotiomycetes*) и сордариомицеты (*Sordariomycetes*).

Цель: ознакомиться с особенностями строения и развития эвриоциевых и сордариоциевых грибов.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой, уксусная кислота.

Материал: плоды цитрусовых, пораженные грибами *Penicillium* и *Aspergillus*; колонии этих грибов на агаризированных средах.

КЛАСС ЭВРОЦИОМИЦЕТЫ (EUROTIOMYCETES)

Эвроциомицеты – наиболее примитивные представители эуаскомицетов. Плодовые тела – клейстотеции с беспорядочно расположенными прототуникатными сумками. Освобождение аскоспор всегда пассивное.

Порядок Эвроциевые (Eurotiales)

Эвроциевые грибы образуют замкнутые плодовые тела – клейстотеции со стенкой из более или менее рыхлого переплетения мицелия, в которых беспорядочно расположены, заполняя всю полость плодового тела, округлые сумки с прототуникатными стенками. Аскоспоры освобождаются пассивно после лизиса сумок и разрушения стенки плодового тела (перидия).

В жизненном цикле этой группы грибов существенное место занимает гаплоидная конидиальная (бесполая) стадия развития, в которой они могут развиваться продолжительное время. Конидиальные (анаморфные) стадии эвроциевых грибов относятся к формальной группе дейтеромицетов (*Deuteromycota*). Для них используется специальная классификация: формальные роды, формальные семейства и т.д.

Наибольшее практическое значение имеют анаморфные стадии эвроциевых грибов, принадлежащие к формальным родам аспергилл (*Aspergillus*) и пеницилл (*Penicillium*), способным образовывать антибиотики и многие другие экзометаболиты.

Формальные роды аспергилл (*Aspergillus*) и пеницилл (*Penicillium*). Большинство видов этих формальных родов обитают, как и сапрофиты, преимущественно в верхних горизонтах почвы. Некоторые образуют налеты плесеней зеленого, сизого, голубоватого или других цветов на продуктах растительного происхождения: на хлебе, варенье, на плодах и овощах, а также на изделиях из кожи, ткани, бумаги, на сырых стенах. Некоторые виды аспергиллов способны вызывать заболевания дыхательных путей, ушных проходов животных и человека (так называемые аспергиллезы), а их споры могут провоцировать аллергические реакции. Виды этих родов выделяют в субстрат, на котором развиваются экзометаболиты – микотоксины (афлатоксины, охратоксины и др.), которые, накапливаясь в больших концентрациях в продуктах питания, приводят к интоксикации человека и животных, и при тяжелых отравлениях неизбежны развитие опухолевых заболеваний или летальный исход.

Септированный, интенсивно разветвленный мицелий аспергилла и пеницилла густо пронизывает субстрат и может образовывать легкий пушок на его поверхности. Поверхностный налет обычно образуется многочисленными конидиеносцами, на которых формируются цепочки

спор бесполого размножения – конидий, придающих в массе характерную окраску поверхностному налету. У аспергиллов и пенициллов с полным циклом развития в культуре образуются также клейстотеции, относящиеся к родам *Eurotium*, *Emericella* (у видов рода *Aspergillus*) или *Eupenicillium*, *Talaromyces* (у видов рода *Penicillium*). Однако, как было отмечено выше, их классификация осуществляется раздельно: среди сумчатых грибов рассматриваются только половые клейстотециальные (телеоморфные) стадии, тогда как бесполое конидиальное (анаморфное) относятся к дейтеромицетам.

Конидиеносец аспергилла цилиндрической формы, одноклеточный и на вершине булавовидно или головчато вздутый. На поверхности вздутия располагаются короткие кеглевидной формы конидиогенные клетки – фиалиды, образующие цепочку конидий. Такие головки называются однорядными. У некоторых конидиеносцев на поверхности головок располагаются два ряда клеток. Нижний ряд, находящийся непосредственно на вздутии, образован профиалидами (метулами), на которых размещается мутовка собственно конидиогенных клеток – фиалид. Такие головки называют двухрядными (рис. 1).

Головка конидиеносца аспергилла с радиально расходящимися цепочками конидий в целом напоминает струйки воды, расходящиеся из наконечника лейки, из-за чего аспергилл еще называют лещным грибом, лещником.

Конидиеносец пеницилла многоклеточный, в верхней части разветвленный в виде кисточки, и потому его называют кистевиком. Конидиеносец сначала разделяется на веточки, несущие в свою очередь пучки метул с мутовками фиалид, на которых образуются цепочки конидий, как и у аспергилла (рис. 2). Кисточки пенициллов могут быть устроены более или менее сложно. В наиболее простом случае имеется только мутовка фиалид, напрямую отходящая от конидиеносца. В двухъярусной кисточке есть метулы, от каждой из которых отходит мутовка фиалид, а в более сложных конидиеносцах метулы пучками расположены на веточках конидиеносца. Для некоторых видов пеницилла характерны коремии – конидиеносцы, сросшиеся боковыми стенками в столбик, от которого отходят кисточки, несущие конидии.

У некоторых видов аспергиллов и пенициллов в культуре развиваются похожие на клейстотеций, но обычно более крупные склероции – стерильные мицелиальные образования. У одних видов склероции очень твердые, как песчинки, которые невозможно раздавить под покровным стеклом, у других они мягкие и легко разрушаются. Сумки в них не формируются.

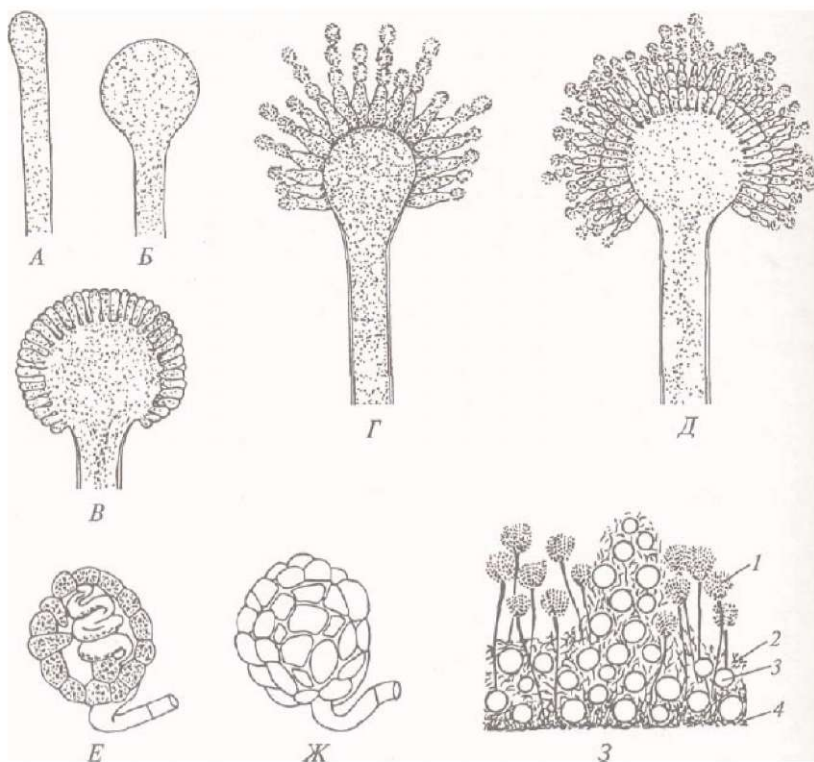


Рис. 1. *Aspergillus*:

А, Б, В – стадии развития конидиеносца;
 Г, Д – однорядная и двухрядная головки соответственно;
 Е, Ж – образование клейстотеция; 3 – схематический разрез колонии:
 1 – конидиеносец; 2 – мицелий; 3 – клейстотеций; 4 – субстрат

КЛАСС СОРДАРИОМИЦЕТЫ (SORDARIOMYCETES)

Эта группа объединяет грибы, плодовые тела которых – перитеции кувшиновидной, грушевидной или колбовидной формы, с более или менее выраженным оттянутым носиком и с отверстием на его вершине. Сордариомицеты имеют хорошо развитый перидий, состоящий из нескольких слоев угловатых коричневатых, черноватых или светлоокрашенных плотно сросшихся клеток. Внутри перитеция образуется пучок цилиндрических, цилиндрически-булавовидных или булавовидных су-

мок с более или менее выраженной ножкой, которая отходит от слоя клеток, расположенных на дне перитеция. По мере созревания сумки вытягиваются, достигая отверстия (устыща) на вершине перитеция. В сумках в результате ферментации гликогена резко увеличивается тургорное давление, и они с силой выстреливают аскоспоры. Сумки, для которых характерно активное отбрасывание спор, называют эутуникатными. Оболочка опустевшей сумки спадается, и на ее место поднимается следующая. В перитеции содержится большое количество сумок, находящихся на разной стадии развития – от совсем молодых, еще формирующихся, до созревающих и зрелых. Споровая продукция перитеция по сравнению с клейстотецием значительно больше.

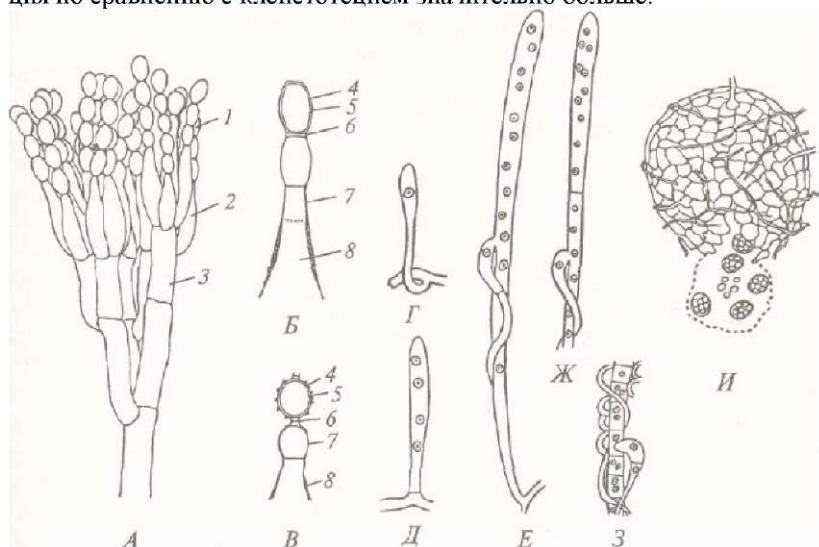


Рис. 2. *Penicillium*.

A – конидиеносец, *Б, В* – образование конидий;

Г, Д – развитие женской копуляционной ветви;

Е – контакт антеридия с аскогоном, *Ж* – апомиктическое развитие аскогона; *З* – формирование аскогоном аскогенных гиф; *И* – разрушающийся клейстотеций с выпадающими сумками; 1 – конидия; 2 – фидии; 3 – метула; 4 – первичная стенка конидии; 5 – вторичная стенка конидии; 6 – дизъюнктор; 7 – формирующаяся конидия; 8 – верхушка фиалиды

Перитеции имеют обычно диаметр около 1 мм. Они образуются одиночно на мицелии или на поверхности особого мицелиального сплетения – стромы – или погружены в строму. В жизненном цикле некоторых сордариомицетов имеются также анаморфные (конидиальные) спороношения.

Сордариомицеты в основном являются сапротрофами. Они обитают в почве, на растительных остатках, многие на помете животных. Среди них есть также паразиты растений.

Порядок Сордариевые (Sordariales)

Перитеции имеют типичное строение, образуются свободно на мицелии или на поверхности стромы, в таком случае их перидий окрашен в темно-коричневый или черный цвет либо перитеции погружены в темноокрашенную строму.

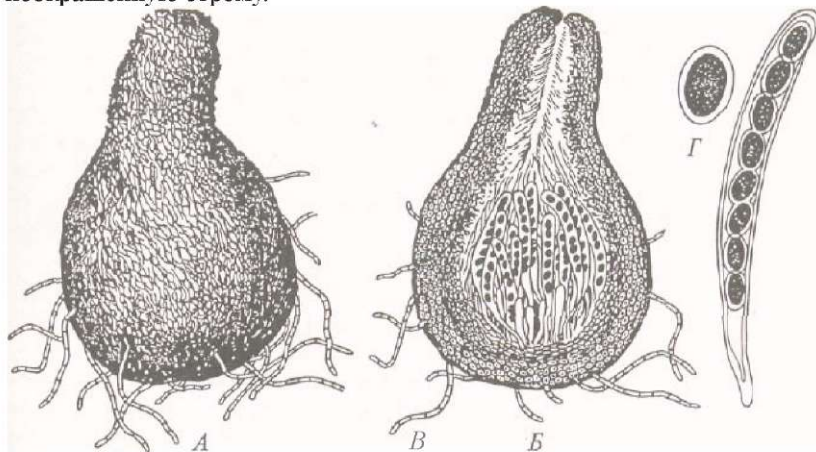


Рис. 3. *Sordaria*. Перитеции:

A – внешний вид, *Б* – разрез перитеция, *В* – сумка со спорами;
Г – аскоспора, окруженная слизистой оберткой

Род сордария (*Sordaria*) характеризуется одиночными перитециями с тонким пленчатым перидием бурого цвета. Виды этого рода развиваются на помете животных, навозе, в почве, на соломе и на разных растительных остатках (рис. 3).

Задания

1. Рассмотреть под микроскопом внешние признаки грибов, имеющих конидиальное спороношение *Penicillium* и *Aspergillus*. Зарисовать.
2. Рассмотреть строение колоний этих грибов на средах.
3. Ознакомиться со строением грибов *p. Sordaria*. Зарисовать.

ЗАНЯТИЕ 10

Тема: Аскомицеты. Гипокрейнные, спорыньевые. Дискомицеты.

Цель: изучить особенности строения и развития гипокрейнных, спорыньевых и пезизовых грибов, ознакомиться с их разнообразием.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: колосья злаков, пораженные «спорыньей» и «чехловидной болезнью», сморчки и строчки.

Порядок Гипокрейнные (Hypocreales)

Представители порядка образуют светлоокрашенные одиночные или чаще погруженные в яркоокрашенную строму перитеции, лишенные собственной стенки и имеющие вид многочисленных полостей.

Несколько особняком в этом порядке стоит семейство Спорыньевые (*Clavicipitaceae*), раньше обычно выделявшееся в отдельный порядок. Сумки здесь удлинненно-цилиндрические, с нитевидными аскоспорами, располагающимися пучком и распадающимися при созревании на членики. Парафиз между сумками не образуется.

Род клавицпец (*Claviceps*). Стромы видов рода состоят из стерильной ножки и более или менее округлой головчатой фертильной части, в которую погружены перитеции. Наиболее распространенный и важный вид *C. purpurea* паразитирует на культурных и многих дикорастущих злаках, вызывая заболевание, известное под названием «спорынья». Наиболее часто гриб встречается на ржи, а также на пшенице. В конце лета (в августе) в колосьях пораженных растений вместо семян образуются черно-фиолетовые рожковидные склероции, выступающие из колосковых чешуек. Склероции образованы плотным сплетением бесцветного мицелия с темноокрашенным наружным слоем и остатками мумифицированной ткани пестика растения-хозяина и предназначены для перезимовки гриба (рис. 1, А). Они зимуют в почве, а весной прорастают стремами, в которых образуются перитеции. Аскоспоры спорыньи нитевидные и распространяются ветром. При попадании на рыльце пестика спора формирует ростковую трубку, проникающую в завязь. Через несколько дней на пораженных колосьях появляется конидиальная стадия гриба, относящаяся к роду *Sphacelia*. В завязи образуется плотная масса мицелия с конидиеносцами, продуцирующими массу конидий, погруженных в капли сахаристой жидкости, называемой «медвяной росой». Конидии распространяются насекомыми, а при высыхании – ветром.

Склеротии спорыньи содержат несколько групп алкалоидов. Мука, приготовленная из зерна, зараженного склеротиями, может вызвать интоксикацию и заболевание человека, известное как «эрготизм», «антонов огонь» или «злые корчи». Сейчас некоторые из этих алкалоидов применяют в хирургической практике.

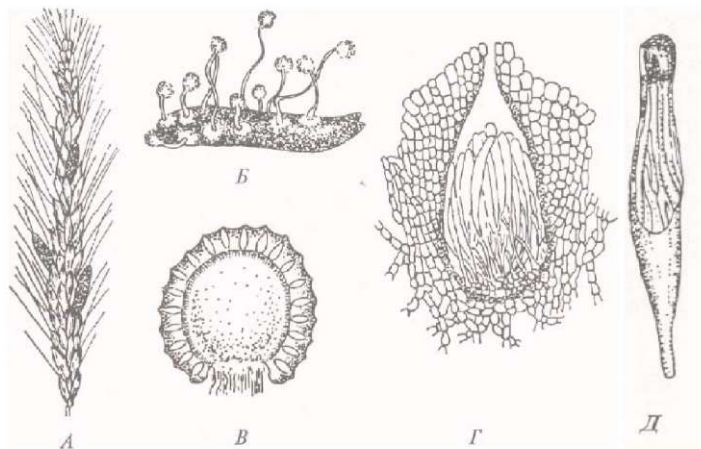


Рис. 1. *Claviceps purpurea*:

А – колос ржи со склеротиями; В – склеротий со строматами; В – продольный разрез верхушки стромы с перитециями; Г – разрез отдельного перитеция в строме; Д – сумка с нитевидными спорами

Род эпихлоэ (*Epichloe*). Стромы распростерты, образуются на пораженных органах растений-хозяев, обычно на стеблях, часто окружая их в виде чехла. Сначала они светлые, потом приобретают более темную окраску, обычно оранжевую. Наиболее распространенный представитель этого рода *E. typhina* вызывает чехловидную болезнь на стеблях ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) и других дикорастущих злаков. В начале июля на верхнем междоузлии стебля появляется белый мицелиальный чехол, охватывающий стебель с вышележащим листовым влагалищем, что и дало название этому заболеванию. Затем строма приобретает желто-оранжевую окраску и на ее поверхности проявляются более темные точки, представляющие собой несколько выступающие над уровнем поверхности устья перитециев (рис. 2).

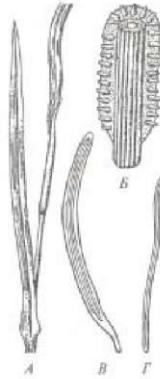


Рис. 2. *Epichloe typhina*:

А – внешний вид злака, пораженного «человидной болезнью»;
Б – разрез стромы с перитециями; *В* – сумка с аскоспорами;
Г – нитевидная аскоспора

ДИСКОМИЦЕТЫ

Два последующих класса – Пезизомицеты (*Pezizomycetes*) и Леоциомицеты (*Leotiomycetes*) – широко известны под общим названием «дискомицеты». Они характеризуются тем, что их плодовые тела – апотеции, реже – производные апотециев, вторично замкнутые плодовые тела.

КЛАСС ПЕЗИЗОМИЦЕТЫ (PEZIZOMYCETES)

Морфология апотециев у представителей класса достаточно разнообразна. Типичные апотеции имеют дисковидную, блюдцевидную, чашевидную или бокаловидную форму. Они могут быть сидячими или обладать более или менее длинной ножкой. У некоторых родов апотеции могут быть булавовидными, шпательвидными, лопастевидными, в виде шляпки на ножке, а также сильно складчатыми – мозговидной формы. Вся верхняя поверхность плодового тела покрыта слоем одновременно созревающих и активно отбрасывающих споры сумок, чередующихся с парафизами – гимением. Сумки оперкулятные, т. е. вскрывающиеся на вершине крышечкой (оперкулом). Конидиальные (анаморфные) стадии редки.

Подавляющее число пезизомицетов развивается сапротрофно. Виды пезизовых с четкой дифференциацией на шляпку и ножку известны как «сморчковые грибы».

Род гелвелла, или лопастник (*Helvella*). Плодовые тела с двухлопастной (седловидной) или трехлопастной шляпкой, со свободным краем. У *H. acetabulum* (L.: Fr.) Quel. плодовые тела достигают высоты 1,5 – 7 см (при созревании с чашевидным апотецием до широко распростертого), диаметром от 6 до 10 см. Внешняя поверхность опушенная, бархатистая, серовато-коричневая, с беловатыми разветвленными ребрами.

Род сморчок (*Morchella*). Апотеции мясистые, высотой до 14 см. Шляпка правильных очертаний, яйцевидная или коническая, с многочисленными углублениями на поверхности, разделенными четкими ребрами. Цвет шляпки варьирует от грязно-серовато-белого до темно-коричневого в зависимости от вида и возраста плодового тела. Гимениальный слой выстилает только поверхность ячеек, тогда как ребра остаются стерильными. Сумки цилиндрические, вверху закругленные, неамилоидные, с 8 гиалиновыми эллипсоидальными гладкими аскоспорами. Край ячистой фертильной полой внутри части апотеция сростается с цилиндрической беловатой или кремовой полой ножкой.

У сморчка конического (*M. conica* Pers.: Fr.) апотеции крупные, высотой до 10 – 15 см, диаметром в 3 – 5 см, конические, вверху притупленно-заостренные, покрытые ячейками, образованными выступающими вертикальными и горизонтальными ребрами. Апотеции имеют оливково-коричневый цвет с более светлым цветом ребер (рис. 3).

Род сморчковая шапочка (*Verpa*) с наиболее распространенным видом *V. bohemica* (Krombh.) J.Schroet. Ножка длинная, толстая, белая, несколько уплощенная. Шляпка коричневато-оливковая, колокольчатая, продольно складчатая со свободным, не приросшим к ножке краем, соединенная с ножкой только в ее верхней части. Вся поверхность шляпки покрыта гимением. Ножка цилиндрическая, кремовая с легким муаровым рисунком. Сумки цилиндрические с двумя крупными цилиндрическими аскоспорами (рис. 4).

Род строчок (*Gyromitra*). Апотеции крупные, неправильной формы, с беспорядочной складчатостью, бурой, реже светло-бурой окраски. У некоторых видов апотеции не имеют ножек.

Строчок осенний (*G. infula* Quel). Плодовые тела высотой до 12 – 15 см с крупной седловидной треугольно-конической темно-коричневой или красновато-коричневой шляпкой. Ножка длиной около 10 см, почти цилиндрическая, полая, снаружи мучнистая, кремовая до слегка крас-

новатой окраски (рис. 5). Сумки длинные, цилиндрические с восемью гладкими эллипсоидальными спорами с двумя каплями масла. Осенний вид, развивающийся с конца августа по сентябрь на гнилой древесине. Гриб считается съедобным после термической обработки.

Строчок обыкновенный (*G. esculenta*). Плодовые тела внешне похожи на *G. infula*, развиваются ранней весной в тех же местах и одновременно с *G. esculenta*. Этот вид характеризуется эллипсоидальными аскоспорами с полярными апикулами. Гриб считается ядовитым, так как кроме гелвелловой кислоты содержит токсин гиromитрин, не разрушающийся после кипячения (рис 6).

Особняком стоит **семейство Трюфельевые** (*Tuberaceae*), ранее выделявшееся в самостоятельный порядок. Грибы этого семейства образуют замкнутые подземные (гипогейные) плодовые тела клубневидной, округлой или овальной формы, размером от 1 до 10 см, иногда более крупные. Трюфельевые филогенетически происходят от типичных пезизовых грибов. На ранней стадии образования их плодовые тела закладываются как открытые апотеции, но вторично закрываются вследствие развития под землей. При закрывании апотеция его гимений образует складки. На срезе плодового тела виден мраморный рисунок из темных и светлых извилистых полос, которые называют наружными и внутренними венами. Мешковидные сумки с восемью шаровидными или широкоэллипсоидальными орнаментированными (шиповатыми или сетчатыми) спорами образуются в гимениальном слое или гнездообразно. В их основании располагаются парафизы. Освобождение аскоспор пассивное, происходит после разрушения плодового тела или после поедания их животными. Все виды – обязательные микоризообразователи с лиственными или хвойными деревьями.

Наиболее известный в мире трюфельевый гриб – **черный французский трюфель** (*Tuber melanosporum*), обитающий во Франции, в частности в районе г. Периге, откуда его другое название – перигорский трюфель. Он образует микоризу с дубами, буком, грабом и орешником и имеет высокую гастрономическую ценность. Сейчас во Франции с помощью искусственной микоризации саженцев дуба создаются промышленные плантации черного трюфеля. Плодовые тела традиционно собирали с помощью животных – свиней и собак, обладающих тонким обонянием и улавливающих выделяемые зрелыми плодовыми телами летучие ароматические вещества.

Белый трюфель (*Choiromyces venosus*). Плодовые тела беловатые или желтоватые, неправильно-округлой формы с волокнистым перидием. Мякоть плодового тела вначале белая, при созревании желтовато-

буроваяя. На срезе мякоти хорошо видны извилистые светлые и темные полосы, образуемые внутренними и наружными венами (рис. 7). Гриб съедобный и образует микоризу с березой, осиной, орешником, встречается также в глинистой почве около лугов, сельскохозяйственных полей и газонов.

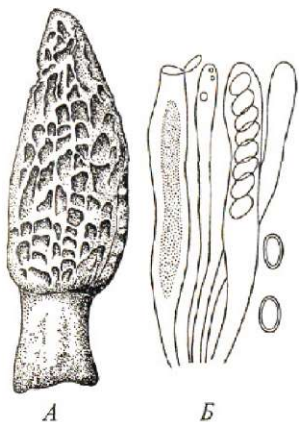


Рис. 3. Плодовое тело *Morchella conica*:
А – внешний вид апотеция;
Б – сумки со спорами и парафизы

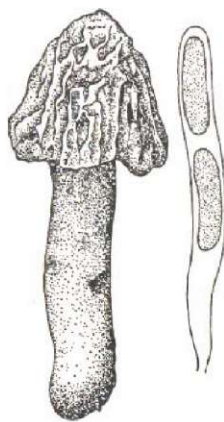


Рис. 4. Апотеций *Verpa bohemica*:
А – внешний вид,
Б – сумка с двумя акоспорами

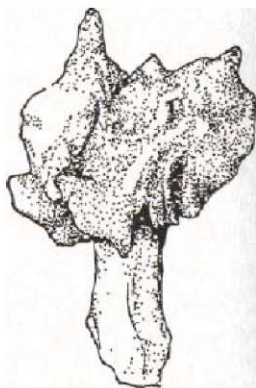


Рис. 5. Внешний вид плодового тела *Gyromitra infula*

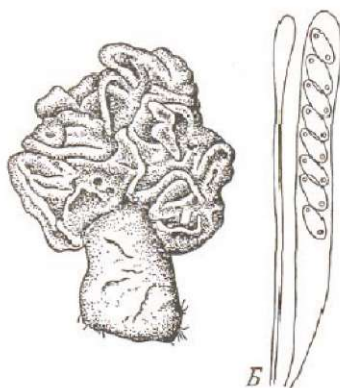


Рис. 6. Плодовое тело *Gyromitra esculenta*:
А – внешний вид апотеция;
Б – сумка с акоспорами и парафиза

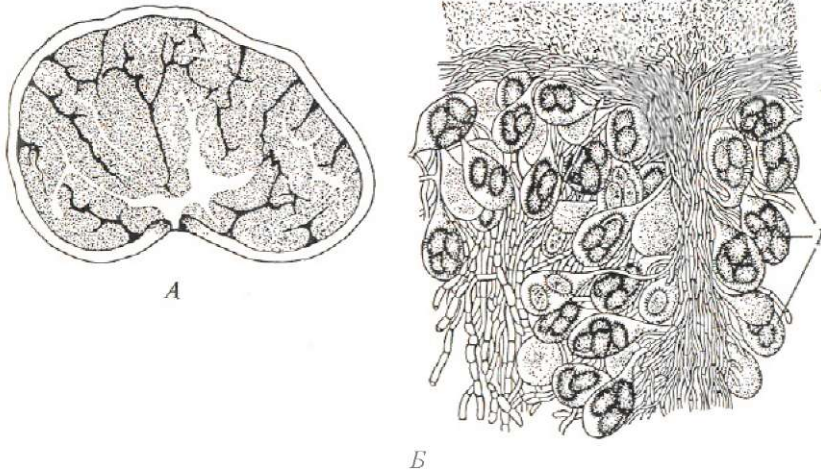


Рис. 7. *Choironomyces*:

А – разрез плодового тела;

Б – разрез при большом увеличении; 1 – сумки со спорами

Задания

1. Рассмотреть колосья злаков «спорыньей» и «чехловидной болезнью». Зарисовать.
2. Рассмотреть гербарные образцы сморчков и строчков. Зарисовать.
3. Зарисовать строение плодового тела белого трюфеля.

ЗАНЯТИЕ 11

Тема: Отдел базидиальные грибы (*Basidiomycota*).

Цель: ознакомиться с жизненным циклом ржавчинных грибов на примере гриба *Puccinia graminis*.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: листья барбариса со спермогониями и эцидиями; гербарный и фиксированный материал.

ОТДЕЛ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ (BASIDIOMYCOTA)

Отдел включает грибы, характеризующиеся многоклеточным (септированным) мицелием и образованием базидий с экзогенными базидиоспорами. В жизненном цикле базидиомицетов присутствует два типа мицелия: один – одноядерный, гаплоидный (первичный), существующий кратковременно; другой – дикариотический (вторичный), занимающий основное место в жизненном цикле базидиомицетов. Именно из дикариотического мицелия образованы разнообразные плодовые тела.

Половой процесс – соматогамия, представляющая собой слияние двух соматических (вегетативных) клеток первичного мицелия, в результате которого образуется дикариотический вторичный мицелий. Базидия у многих базидиомицетов формируется из дикариотической гифы по способу пряжки, гомологично образующимся по способу крючка сумкам у аскомицетов. Однако в отличие от крючка пряжка не всегда связана с половым процессом и может просто способствовать миграции ядер в мицелии. Наличие пряжек – отличительная черта мицелия многих видов базидиомицетов.

Базидии могут развиваться тремя способами:

- 1) непосредственно на мицелии (порядок Экзобазидиальные);
- 2) прорасти из покоящейся структуры (устилагиномицеты и урединиомицеты);
- 3) на поверхности либо внутри плодовых тел в виде гимениального слоя, часто содержащего помимо базидий стерильные элементы (большинство собственно базидиомицетов).

Строение базидий – важный таксономический признак для базидиомицетов. Существуют два подхода к классификации базидий. Так, по числу клеток базидий разделяют на холобазидии (состоящие из одной клетки) и фрагмобазидии (чаще четырехклеточные, с перегородками). По способу образования выделяют гомобазидии (вся базидия формируется из материнской клетки) и гетеробазидии, состоящие из двух частей: нижней гипобазидии и верхней эпибазидии (при этом только гипобазидия образуется из материнской клетки, а эпибазидия – из гипобазидии).

Отдел Базидиомицеты разделяют на три класса:

1. Урединиомицеты (*Urediniomycetes*), у которых базидия образуется из прорастающих покоящихся одно-, двух- или многоклеточных телиоспор.
2. Устилагиномицеты (*Ustilaginomycetes*), базидий которых формируются при прорастании одноклеточных покоящихся устоспор.
3. Собственно базидиомицеты (*Basidiomycetes*), у которых одноклеточные базидии образуются в гимениальном слое.

КЛАСС УРЕДИНИОМИЦЕТЫ (UREDINIOMYCETES), ИЛИ ТЕЛИОМИЦЕТЫ (TELIOMYCETES)

Для жизненного цикла этого класса характерны телиоспоры, возникающие как специальное образование.

Из двух порядков этого класса как по числу видов, так и по значимости выделяется порядок Ржавчинные (*Uredinales*).

Порядок Ржавчинные (*Uredinales*)

Все представители порядка – облигатные паразиты голосеменных, покрытосеменных и папоротников, вызывающие заболевание, известное под названием «ржавчина».

Мицелий ржавчинных грибов распространяется по межклетникам тканей пораженных растений, а в клетки проникают гаустории. Клетки мицелия и спор содержат капли масла с растворенными в них каротиноидами. На пораженных растениях развиваются подушечки (пустулы), окрашенные в разные оттенки оранжевого или красновато-бурого цвета, сходные с пятнами ржавчины на металле. Благодаря этому заболевание, вызываемое этими грибами, получило свое название.

Для многих видов характерно последовательное чередование нескольких стадий в жизненном цикле, который завершается образованием специальных покоящихся спор – телиоспор, прорастающих фрагмобазидией. Отдельные стадии в жизненном цикле ржавчинных грибов принято обозначать римскими цифрами: 0-гаплоидные спермогонии (пикнии) со спермациями и воспринимающими гифами; I-эции (эцидии) с дикариотическими эциоспорами; II-урединии (уредоспороношения) с дикариотическими урединиоспорами; III-телии (телейтоспороношения) с дикариотическими телиоспорами (телейтоспорами); IV-фрагмобазидии с гаплоидными базидиоспорами.

В жизненном цикле многих ржавчинных грибов происходит смена питающих растений-хозяев, вследствие чего разные стадии жизненного цикла развиваются на разных растениях. Такие грибы носят название разнохозяйных в отличие от однохозяйных, весь жизненный цикл которых проходит на одном виде растения. У разнохозяйных ржавчинных основным хозяином называют то растение, на котором формируются телиоспоры, а второй хозяин получает название промежуточного. Ржавчинные грибы не образуют плодовых тел, и базидиоспоры образуются на фрагмобазидии, появляющейся при прорастании покоящейся телиоспоры.

Род пукциния (*Puccinia*) характеризуется двуклеточными телиоспорами на сохраняющихся (не ослизняющихся) ножках. Один из наиболее

важных и экономически значимых видов этого рода – *P. graminis*. – фитопатоген, вызывающий стеблевую или линейную ржавчину на культурных и дикорастущих злаках. Это разнохозяйный ржавчинный гриб, у которого гаплоидный мицелий паразитирует на видах родов барбарис (*Berberis*) и магонии (*Mahonia*), а дикариотический – на различных злаках. У ржавчинных грибов телиоспоры перезимовывают и прорастают весной, после чего два ядра дикариона сливаются, образуя диплоидное ядро, которое редукционно делится. При этом из каждой клетки вырастает фрагмобазидия с четырьмя гаплоидными базидиоспорами, а они в дальнейшем снова переносятся потоками воздуха на листья барбариса (рис. 1).

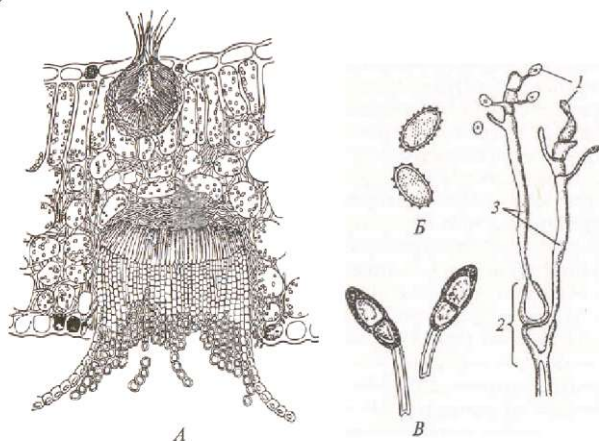


Рис. 1. Стадии спороношения возбудителя
стеблевой ржавчины злаков *Puccinia graminis*:

A – поперечный разрез листа барбариса со спермогониями на верхней и эциями на нижней стороне; *Б* – урединиоспоры на стеблях злака; *В* – телиоспоры; *Г* – прорастание телиоспоры; 1 – базидиоспора; 2 – телиоспора; 3 – фрагмобазидия

КЛАСС СОБСТВЕННО БАЗИДИОМИЦЕТЫ (BASIDIOMYCETES)

Представители класса образуют базидии на поверхности или внутри плодовых тел разнообразного строения. Базидии могут состоять из одной клетки – гомобазидии или состоять из двух разных по происхождению частей – гетеробазидия.

Афиллофороидные базидиомицеты

Плодовые тела афиллофороидных базидиомицетов чрезвычайно разнообразны. Они могут быть распростертыми и полностью прирастающими к субстрату; в виде небольших шляпок, отогнутых от распростертой части плодового тела (распростерто-отогнутые), половинчатые, копытовидные сидячие или с более или менее развитой ножкой. Гименофор плодовых тел афиллофороидных грибов может быть разнообразным, но обычно не бывает пластинчатым (в переводе с латинского термин «афиллофоровый» означает «непластинчатый»).

Трутовые грибы

Трутовые грибы, не представляющие собой определенного таксона, растут преимущественно на древесине и вызывают ее разрушение. Они развиваются как сапротрофы на мертвой или как паразиты на живой древесине. Мицелий трутовых грибов образуется внутри древесного субстрата, густо пронизывает его и формирует на поверхности плодовые тела. Гименофор трутовых грибов может быть гладким, складчатым, ячеистым, лабиринтовидным, пластинчатым или трубчатым.

Трубчатый гименофор представляет собой систему вертикально расположенных, тесно сближенных друг с другом трубочек, открытых снизу. На всей поверхности стенки внутренней полости трубочек расположен гимений. Базидиоспоры после созревания отделяются от базидий и падают вертикально вниз под действием силы тяжести, после чего подхватываются потоками воздуха и распространяются. Плодовые тела трутовиков могут быть однолетними или многолетними, ежегодно разрастающимися в толщину и ширину. Ежегодно, начиная с весны, слой прошлогодних трубочек зарастает белым постепенно уплотняющимся мицелием, в котором формируется новый слой трубочек. Во второй половине лета новые трубочки уже начинают функционировать. Точный возраст многолетнего трутовика можно определить по числу слоев гименофора. Трубочки таких многолетних плодовых тел часто называют слоистыми. Однолетние плодовые тела образуют лишь один слой гименофора (неслоистые).

У **дубовой губки** (*Daedalea quercina* Fr.), развивающейся на стволах и пнях засохших дубов, плодовые тела также однолетние, обычно консолеvidные. Поверхность трутовика короткоопушенная, бархатистая, бежево-коричневая с одноцветным гименофором, образованным радиально расходящимися достаточно толстыми тупыми ребрами с многочисленными перемычками, создающими впечатление лабиринта. Такой тип гименофора называется лабиринтовидным, или дедалевидным (рис. 2).

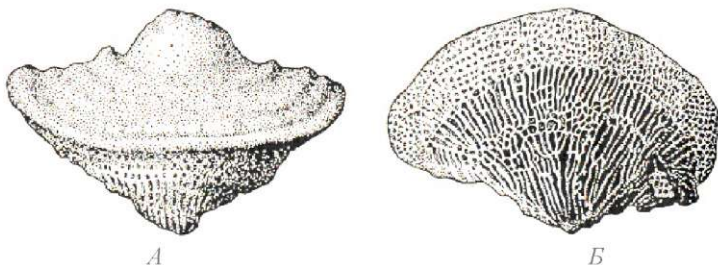


Рис. 2. Плодовое тело трутовика *Daedalea quercina* (дубовая губка):
 А – внешний вид, Б – лабиринтовый гименофор

Задания

1. На гербарном материале ознакомиться с признаками поражения растений грибами, вызывающими различные типы ржавчины.
2. Рассмотреть на нижней поверхности листа барбариса, пораженного *Puccinia graminis*, группу эцидиев. Зарисовать, отметив эцидий, эцидиоспоры, перидий эцидия.
3. На стеблях злаков рассмотреть урединии и телии гриба *Puccinia graminis*. Зарисовать.

ЗАНЯТИЕ 12

Тема: Агарикоидные базидиомицеты.

Цель: ознакомиться с представителями порядков Агарикоидных базидиомицетов.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: постоянные препараты грибов, принадлежащих различным порядкам и родам, фиксированный материал плодовых тел базидиомицетов.

АГАРИКОИДНЫЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ

Грибы, относящиеся к агарикоидным базидиомицетам, в отличие от афиллофороидных образуют мягкие, чаще мясистые недолговечные и обычно легко загнивающие плодовые тела, состоящие из шляпки и ножки. Они развиваются как почвенные гумусово-подстилочные грибы, сапротрофные или паразитические ксилотрофы. Многие из агарикоид-

ных базидиомицетов образуют эктомикоризу с различными древесными и кустарниковыми породами растений, поэтому у некоторых из них существуют бытовые наименования типа «подберезовик» или «подосиновик». К этой группе базидиомицетов относится большинство лесных съедобных и ядовитых грибов. Гименофор агарикоидных базидиомицетов расположен на нижней стороне шляпки и представлен системой пластинок, реже трубочек.

Порядок Болетовые (Boletales)

Для изучения строения плодовых тел болетовых грибов можно использовать любые, наиболее распространенные трубчатые грибы: белый гриб (*Boletus edulis Fr.*), подберезовик (*Leccinum scabrum (Fr.) S.F.Gray*) или подосиновик (*L. aurantiacum (Fr.) S.F.Gray*).

Микроскопическое строение гименофора болетусовых грибов практически не отличается от структуры трубчатого гименофора у трутовиков.

Порядок Агариковые (Agaricales)

Гименофор у представителей порядка Агариковые в отличие от болетусовых грибов состоит из пластинок, расположенных на нижней стороне шляпки плодового тела и радиально расходящихся от ножки. Поверхность пластинок выстлана гимением, образованным базидиями и стерильными гимениальными элементами (цистиды и др.). Внутренняя часть пластинки состоит из переплетения мицелия. Среди агариковых грибов имеются сапротрофные (гумусовые, подстилочные, ксилотрофные) виды, некоторые могут паразитировать на шляпках плодовых тел других агарикоидных грибов. Многие из них образуют эктомикоризу с корнями различных деревьев и кустарников.

Род мухомор (*Amanita*). Молодое плодовое тело заключено в общее покрывало, которое затем разрывается, оставляя в основании ножки мешковидное влагалище, а на поверхности шляпки различного размера и формы белые хлопья. Шляпка может быть белая, зеленоватая, оливковая, сероватая, серо-фиолетовая, красно-буроватая, красная. Гименофор закрыт дополнительным частным покрывалом, от которого при увеличении размеров плодового тела остается пленчатое кольцо в верхней части ножки. Пластинки свободные, белые или с желтоватым оттенком. Мухоморы образуют эктомикоризу с различными древесными породами. Красный мухомор (*A. muscaria*) широко распространен в лесах и тундрах Северного полушария. Плодовые тела крупные, высотой до 15 – 17 см, со шляпкой, достигающей диаметра 12 – 14 см. Плодовые тела содержат токсины – мусцимол (производное иботеновой кислоты – основной токсин), мускарин и др.

К роду мухоморов относится один из наиболее ядовитых грибов – бледная поганка (*A. phalloides*). Некоторые виды, например (*A. rubescens*), токсинов не вырабатывают и могут быть использованы в пищу. Все мухоморы образуют микоризу с деревьями.

Род шампиньон (*Agaricus*). Шляпка беловатая, реже буроватая или светло-коричневая, диаметром от 3 до 25 см, полушаровидная, плотная, с гладкой поверхностью или волокнистая, чешуйчатая. Пластинки свободные, у молодых плодовых тел белые, при созревании спор розовые, затем темнеют. Ножка ровная, плотная, реже рыхлая или полая, всегда с кольцом. Мякоть белая. Растут на перегнойной почве, навозе, на пастбищных лугах, лесах, садах; часто образуют «ведьмины кольца». Шампиньон двуспоровый (*A. bisporus*) – один из видов, не образующих микоризу, и поэтому его можно выращивать на специально приготовленном компосте в тепличных хозяйствах. Промышленная культура шампиньонов во Франции насчитывает более 300 лет. Можно использовать также другие виды шампиньонов – *A. sylvaticus*, *A. campester*.

Необходимо отметить, что пластинчатый гименофор у молодых плодовых тел закрыт белой мицелиальной пленкой – частным покрывалом, которое защищает молодой гименофор от повреждения. Эта пленка соединяет край шляпки с ножкой и легко удаляется пинцетом. По мере роста и созревания плодовых тел частное покрывало отрывается от края шляпки и тогда обнажаются пластинки гименофора, окрашенные в розовый цвет, со временем становящийся более темным, а частное покрывало остается в виде мицелиального пленчатого воротничка, прикрепленного к ножке под шляпкой. Отделяющиеся от базидий зрелые споры после этого могут свободно падать вниз. Пластинки с созревшими спорами приобретают темно-коричневую окраску, которая определяется окраской оболочки базидиоспор (рис. 1).

Микориза. Большинство агарикоидных грибов развивается в симбиозе с растениями (древесными и кустарниковыми), с которыми они образуют микоризу, имеющую чрезвычайно важное значение в жизни растений. Наиболее распространены два типа микоризы – эндомикориза у травянистых и эктомикориза у древесных растений. В случае эндомикоризы мицелий гриба проникает и внутрь клеток тканей коровой паренхимы корня. Он распространяется по межклетникам и внутриклеточно и сравнительно мало выходит на поверхность корня, у которого сохраняются корневые волоски. Из грибов чаще всего симбионтами эндомикоризы выступают гломусовые из зигомицетов, иногда встречаются

ся несовершенные грибы. Типичную эндомикоризу можно рассмотреть у представителей семейства Орхидные (*Orchidaceae*), у которых она носит облигатный характер (рис. 2).

Эктомикориза встречается почти исключительно у деревьев и кустарников. Грибной симбионт принадлежит чаще всего к агарикоидным базидиомицетам. Микоризованные корни внешне выглядят утолщенными, они коротковильчато или коралловидно разветвлены (рис. 3). Гриб образует мицелиальный чехол, покрывающий поверхность корня, с отходящими от него гифами (рис. 4). Часто наблюдается распространение гиф по межклетникам растения-хозяина, где мицелий образует так называемую сеть Гартига. Такой тип симбиоза называется эктоэндомикоризой (рис. 5). Корни с эктомикоризой не имеют корневых волосков, функцию которых берет на себя микоризообразующий гриб. Гифы, отрастающие от мицелиального чехла, распространяются в почве, окружающей корни, выполняют функцию всасывания и на них образуются плодовые тела микоризообразователя.

Род вешенка (*Pleurotus*). Шляпка слизистая, с боковой или эксцентрической ножкой, почковидная, в виде уха или округлая. Окраска светлая: от почти белой до желтоватой или буроватой. Размеры шляпки варьируются примерно от 1 до 30 см. Мякоть плотная, хрящеватая до почти деревянистой. У некоторых видов ножка совсем отсутствует и шляпка боком прирастает к субстрату или распростерта по нему. На ножке иногда заметно кольцо. Пластинки нисходящие, приросшие или выемчатые, радиально расходящиеся от ножки или же от точки прикрепления шляпки к субстрату, если ножка отсутствует.

Вешенка устричная (*P. ostreatus*) – широко распространенный в лесах ксилотрофный гриб, развивающийся на мертвой древесине лиственных пород. Вешенка устричная образует группы (сростки) раковиновидных серых, часто с фиолетовым оттенком шляпок, прикрепляющихся узкой, несколько оттянутой частью к субстрату. Снизу от места прикрепления радиально расположены избегающие пластинки гименофора (рис. 6).

Этот вид сейчас широко используют в промышленной культуре и выращивают на отходах деревоперерабатывающей промышленности.



Рис. 1. Плодовое тело шампиньона полевого (*Agaricus campestris*) с мицелиальной пленкой частного покрывала на ножке под шляпкой

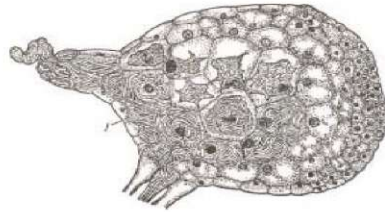


Рис. 2. Разрез с эндомикоризой. Разветвленные гифы (арбускулы) в клетках (1)

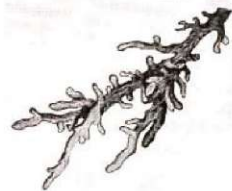


Рис. 3. Коралловидная микориза корневой мочки дуба

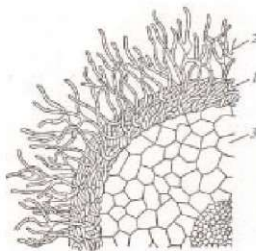


Рис. 4. Поперечный срез кончика корня с эктомикоризой:
1 – мицелиальный чехол;
2 – гифы;
3 – клетки корня

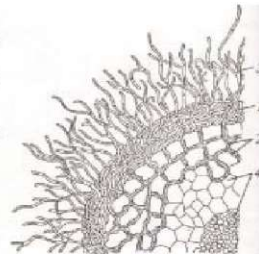


Рис. 5. Поперечный срез кончика корня с эктоэндомикоризой:
1 – мицелиальный чехол;
2 – гифы гриба, распространяющиеся по межклетникам корня (сеть Гартинга);
3 – гифы, отходящие от чехла;
4 – клетки корня

Задания

1. Изучить и зарисовать внешний вид плодового тела у шампиньонов, вешенки.
2. Зарисовать эндомикоризу и эктомикоризу.
3. Ознакомиться с внешним строением вешенки устричной. Зарисовать.

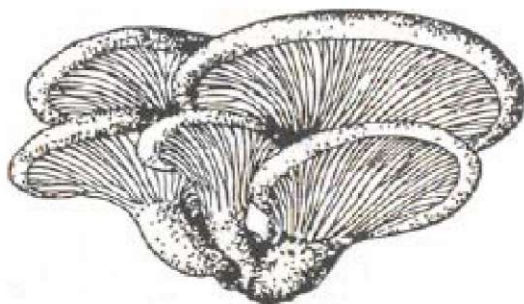


Рис. 6. Спорок плодов тел вешенки устричной (*Pleurotus ostreatus*)

ЗАНЯТИЕ 13

Тема: Лихенизированные грибы (*Lichenes*) (лишайники).

Цель: Ознакомиться со строением, развитием и разнообразием лишайников.

Оборудование: микроскоп, набор инструментов, кристаллизатор с водой.

Материал: гербарий и коллекция талломов лишайников, постоянные препараты гомеомерного таллома лишайника коллема и гетеромерного слоевища лишайника ксантория.

ЛИХЕНИЗИРОВАННЫЕ ГРИБЫ (LICHENES)

Лихенизированные грибы, или лишайники, представляют своеобразную группу симбиотрофных организмов, образованных автотрофным фотобионтом (водорослью) и гетеротрофным микобионтом (грибом). Оба компонента составляют единый симбиотрофный организм, отличающийся морфологически, анатомически и физиолого-биохимически от свободноживущих грибов и водорослей. У подавляющего большинства лишайников микобионт относится к аскомицетам (дискомицетам и перитециальным грибам). У небольшого числа видов микобионт принадлежит к базидиомицетам из рода *Thelephora* (семейство *Thelephoraceae*). Микобионты лишайников видоспецифичны. Водоросль одного вида может быть фотобионтом разных видов лишайников. Фотобионты лишайников относятся, в основном, к зеленым водорослям, в меньшей степени – к цианобактериям и очень редко к желтозеленым водорослям. Из зеленых водорослей чаще встречаются коккоидные формы (например, *Trebouxia*), могут быть также представители родов с многоклеточными

талломами (*Trentepohlia*, *Cladophora* и некоторые другие). Требуksия характеризуется центральным звездчатым, слегка лопастным хлоропластом. Трентеполия в лишайнике не имеет оранжево-красной окраски и содержит зеленые хлоропласты, но с многочисленными мелкими капельками гематохрома. Ее нити обычно распадаются на отдельные клетки или представлены короткими цепочками клеток. Из цианобактерий (сине-зеленых водорослей) наиболее часто в состав лишайников входит *Nostoc*. В талломе лишайника нити ностока обычно короче, чем у свободноживущих видов, они или распадаются на отдельные клетки, или образуют небольшие скопления.

Некоторые лишайники имеют такие бытовые наименования, как «олений мох», «исландский мох», «дубовый мох». Однако от мхов они отличаются не только внешне, но и анатомическим строением таллома. Лишайники в отличие от мхов не имеют характерной зеленой окраски, а их вегетативное тело не дифференцировано на органы: листья, стебель, корень. Таллом лишайников (слоевище) достаточно разнообразен по внешнему виду. Выделяют три основных морфологических типа таллома: накипный (корковый), листоватый и кустистый, но существуют и переходные формы.

Слоевище накипных лишайников представлено тонкой, гладкой, зернистой или порошковидной корочкой, настолько плотно растающей в субстрат (почва, кора дерева, камень), что отделить его невозможно. Образцы таких лишайников можно собрать вместе с частью субстрата (например, срезать ножом участок коры, отбить зубилом кусок камня).

Листоватые лишайники образуют таллом в виде мелких чешуек, но чаще он представлен розетковидными, часто сильно изрезанными пластинками разной величины. К субстрату такие лишайники прикрепляются всей нижней поверхностью таллома или специальными прикрепительными структурами, к которым относят ризоиды, ризины и гомф. Ризоидами называются гифы микобионта, отходящие от нижней коры, ризинами – пучки гиф, отходящие от сердцевины и обеспечивающие прикрепление таллома в нескольких точках, а гомфом – пучок гиф, также отходящих от сердцевины, но обеспечивающих прикрепление таллома в одной точке. Такие лишайники, хотя и не всегда, можно легко и без повреждения отделить от субстрата.

У кустистых лишайников таллом образуется либо в виде тонких разветвленных свисающих нитей, либо в виде более толстых округлых ветвящихся и прямостоячих кустиков. У некоторых видов кустики таллома представлены разветвленными мягкими плоскими, часто желобообразно свернутыми лентами. Слоевище кустистых лишайников прикрепля-

ется к субстрату основанием кустика с помощью гомфа только в одной точке. По анатомическому строению таллом лишайников разделяется на два типа:

1) гомеомерный с равномерным распределением микобионта и фотобионта (цианобактерии) в толще таллома;

2) гетеромерный, в котором выделяются отдельные слои, хорошо различимые на поперечных срезах: верхняя кора, представленная гифами микобионта, под ней слой фотобионта – альгальная зона или гонидиальный слой (преимущественно зеленые водоросли), затем слой микобионта – сердцевина или медула, а под ним также представленная гифами микобионта нижняя кора (у некоторых видов отсутствует).

Гомеомерный таллом. Анатомическое строение таллома гомеомерного типа можно продемонстрировать на примере лишайников рода коллема (*Collema sp.*). Виды коллемы развиваются на разных субстратах: на коре деревьев, почве, камнях, известняковых скалах, особенно в южных регионах. Они образуют небольшие коричневато-черные талломы в виде розеток, подушечек или чешуек с приподнимающимися извилистыми лопастями. При высыхании они превращаются в тонкие корочки, становятся хрупкими и ломкими, но при смачивании водой разбухают и ослизняются, значительно увеличиваясь в размерах.

Основная часть гомеомерного таллома образована рыхло переплетенными гифами гриба, погруженными в плотную слизь, и беспорядочно расположенными среди них цепочками *Nostoc*, состоящими из вегетативных клеток и гетероцист (рис. 1).

Гетеромерный таллом. Анатомическое строение лишайника гетеромерного типа видно на поперечных срезах листоватых лишайников, относящихся к родам **ксантория** (*Xanthoria sp.*) или **фисция** (*Physcia sp.*) Верхняя кора образована несколькими слоями мелких округлых клеток (плектенхимой), из которых самый верхний слой окрашен. Далее располагается рыхлый слой бесцветных гиф и непосредственно под корой находится прерывистый слой из групп одноклеточных шаровидных зеленых водорослей (фотобионт). Это альгальная зона. Ниже находится еще более рыхлый сердцевинный слой гиф микобионта с большими пустыми промежутками, заполненными воздухом. Снизу таллом подстилается нижней корой, от которой отходят однорядные гифы гриба (ризоиды или ризины) для прикрепления таллома к субстрату (рис. 2).

У кустистых лишайников цилиндрические веточки таллома анатомически организованы по гетеромерному типу. На поперечном срезе таллома **уснеи** (*Usnea sp.*) хорошо видно несколько концентрически расположенных слоев; плотная верхняя кора на периферии, слой водорос-

лей, рыхлая сердцевина, а также плотный центральный тяж из длинных клеток параллельно расположенных гиф. Он выполняет механическую функцию, придавая прочность тонкому, иногда очень длинному таллому, и предохраняет его от разрыва.

У лишайников существуют разные способы размножения. Наиболее эффективно вегетативное размножение, которое осуществляется кусочками талломов (фрагментацией) и с помощью специальных структур – соредиев и изидиев. Соредии представлены клетками водорослей, оплетенных гифами гриба. Они в огромном количестве развиваются под верхней корой. Под давлением массы соредиев в местах их скопления кора разрывается и соредии выходят на поверхность таллома, образуя крупные скопления – сорали. Участки слоевища с соралиями беловатой, сероватой, зеленоватой или желтоватой окраски обильно порошатся в сухую погоду. Сорали у листоватых лишайников могут формироваться по всей верхней поверхности или по краям лопастей. У некоторых лишайников соредии могут образовывать более или менее равномерный мучнистый или зернистый налет на значительной части поверхности слоевища (рис. 3). Соредии распространяются ветром или каплями дождя. Попав на соответствующий субстрат, при благоприятной влажности и температуре они развиваются в новый таллом лишайника.

Изидии образуются на верхней поверхности слоевища лишайника и имеют вид небольших палочковидных разветвленных коралловидных или бугорчатых выростов, включающих и гифы гриба, и клетки водоросли, покрытых корой. Изидии легко отделяются от слоевища лишайника целиком и, так же как соредии, в дальнейшем развиваются в новый лишайник. Каждый из симбионтов лишайника может размножаться самостоятельно. Зеленые коккоидные водоросли образуют автоспоры или делятся простым делением. Микобионт способен к обычному вегетативному росту, что приводит к увеличению размеров таллома, а также размножается половым путем с образованием плодовых тел – апотециев, перитециев или псевдотециев, в сумках которых образуются аскоспоры, активно из них выбрасываемые. Однако в этом случае для формирования лишайника необходимо, чтобы такие споры или образовавшиеся из них гифы встретили соответствующие водоросли.

Апотеции. На поверхности дискоидного лишайника часто образуются плодовые тела микобионта – апотеции, обычно дисковидной или блюдцевидной формы или в виде выпуклых подушечек около 1 мм в диаметре. Они могут быть поверхностными или слегка погруженными в слоевище, у некоторых лишайников – расположенными по краям или на концах лопастей и ветвей таллома. Окраска апотециев у разных видов лишайников может быть неодинаковой.

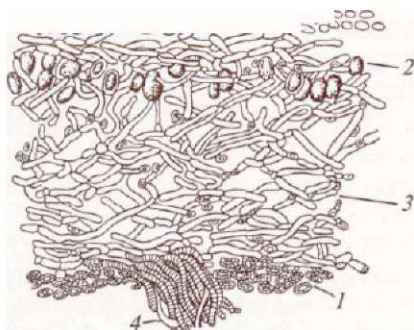


Рис. 1 *Collema*. Разрез гомеомерного таллома:

- 1 – гифы гриба (микобионта);
- 2 – нити синезеленой водоросли (фотобионта)

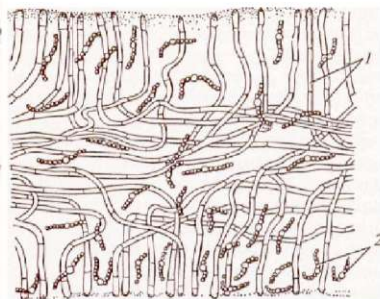


Рис. 2. Разрез гетеромерного таллома:

- 1 – верхняя и нижняя кора;
- 2 – водоросли (фотобионт);
- 3 – сердцевина из рыхлого переплетения гиф гриба;
- 4 – ризины

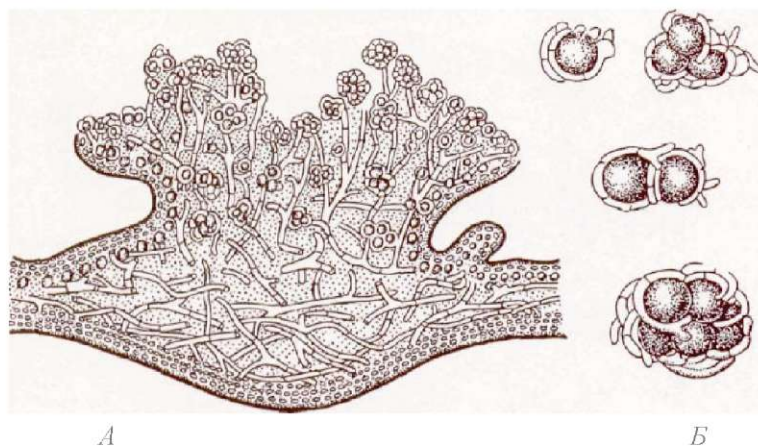


Рис. 3. Строение сорелей:
 А – сорель; В – отдельные соредии

Выделяют два разных типа апотециев – леканоровые и лецидеевые, различающиеся как по внешнему виду, так и по анатомическому строению.

Леканоровые апотечии характерны для рода *Lecanora*. На срезе, проходящем перпендикулярно к поверхности апотечия, виден выступающий периферический валик (слоевищный край), образованный гифами микобионта, в который заходят клетки симбиотической водоросли. Этот край по окраске совпадает с цветом таллома.

Верхнюю часть апотечия занимает гимениальный слой (теций), образованный булавовидными сумками с 8 овальными окрашенными или бесцветными спорами и тонкими парафизами, которые впоследствии растворяются и исчезают (рис. 4). На поверхности теция располагается эпитеций в виде тонкого слоя, сформированного окрашенными, булавовидно расширенными верхушками парафиз, и защищающий гимений. Под гимением находится субгимениальный слой (гипотеций) из плотно переплетающихся гиф, от которых отрастают сумки и парафизы. По краям апотечий охвачен амфитецием, содержащим водоросли и спускающимся вниз к слоевищу, а сверху образующим валик, выступающий над диском апотечия.

Лецидеевые апотечии свойственны многочисленным видам широко распространенного рода корковых лишайников *лецидея (Lecidea)*. Таллом этого лишайника представлен однородной гладкой, зернистой или бугорчатой корочкой или реже имеет вид сросшихся чешуек. Встречается на камнях.

У корковых лишайников отсутствует нижняя кора, а таллом плотно сростается с субстратом, прикрепляясь к нему гифами сердцевинного слоя. Апотечии округлой или неправильной угловатой формы от взаимного сдавливания погружены в таллом или расположены на его поверхности в виде выпуклых образований. Иногда они сильно перетянуты снизу или сужены в короткую ножку.

У лецидеевых апотечиев также есть эпитеций, теций и гипотеций. Кроме того, у них хорошо развит слой из темноокрашенных гиф гриба, подстилающий гипотеций снизу и охватывающий теций с боков. Он формирует оболочку апотечия, называемую эксципулом. Верхние концы гиф эксципула выступают наружу и образуют собственный край апотечия, сходный по окраске с его диском. Край лецидеевого апотечия не содержит клеток водорослей (рис. 5). Эксципул обособляет апотечий от слоевища, и фотобионт не входит в него и не развивается под ним.

У лишайников с участием пиреномицетных грибов микобионт размножается с образованием перитециев, погруженных в таллом, с выступающим наружу устьищем.

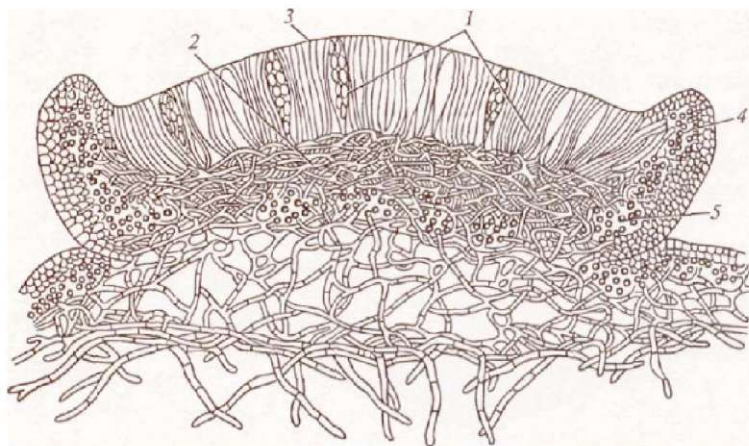


Рис 4. Разрез леканорового апотеция:
 1 – теций; 2 – гипотеций; 3 – эпитеций;
 4 – слоевищный (талломный) край с водорослями; 5 – слой фотобионта

Род графис (*Graphis*). Слоевище накипное. Плодовые тела в виде сильно изогнутых длинных ветвящихся штрихов. Бесцветные споры разделены поперечно на 6 – 10(16) клеток. *G. scripta* – наиболее часто встречающийся вид этого рода. Он широко распространен на гладкой коре лиственных деревьев – рябины, липы, черемухи, клена, ольхи. Таллом лишайника имеет вид неправильной формы пятен серовато-зеленоватых или серовато-беловатых, похожих на мазки краски, и полностью срастается с корой. Таллом иногда слабо заметен, и о его существовании можно судить только по некоторому изменению окраски коры. На поверхности таллома развиваются полупогруженные черные неправильно разветвленные извилистые апотеции, образующие узор, похожий на восточные письма (рис. 6). Погруженный в кору деревьев таллом лишайников называют гипофлеоидным.

Род ксантория (*Xanthoria*). Слоевище листоватое, рассеченное на лопасти, оранжево-желтое или оранжевое. Лишайники этого рода образуют париелиновую кислоту, которая с КОН дает яркое пурпурно-красное окрашивание таллома. Этот признак отличает виды *Xanthoria* от других видов лишайников с желтым и оранжевым талломом и обычно применяется при идентификации лишайников. Степень проявления окраски таллома связана с количеством париелиновой кислоты, которая интенсивнее образуется на ярком солнечном свете. Поэтому ярче окрашены талломы, растущие в верхней части кроны деревьев, где сильнее освещение. В затененных местообитаниях талломы часто приобретают бледный желтоватый цвет или становятся зеленоватыми.

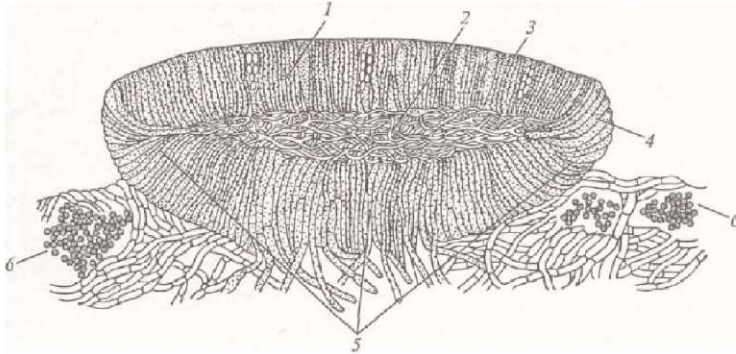


Рис. 5. Разрез лишайевого апотеция: 1 – теций; 2 – гипотеций; 3 – эпитеций; 4 – собственный край (без водорослей); 5 – экципул апотеция; 6 – слой водорослей (фотобионта)

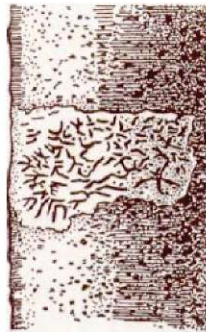


Рис. 6. Накипный (корковый) таллом *Graphis scripta* с черными извилистыми апотециями

Род фиксия (*Physcia*). *P. pulverulenta* – чрезвычайно распространенный листоватый лишайник. Таллом имеет почти правильную округлую форму диаметром до 12 см, часто встречается на коре стволов осин. Окраска лишайника оливковая или оливково-коричневая, слоевище плотно прилегает к субстрату и образовано плоскими, узкими или довольно широкими разветвленными лопастями, покрытыми обильным сизоватым налетом (латинское название вида *pulverulenta* означает «покрытая пылью»). Нижняя сторона таллома почти черная с частыми темно-серыми или черными ризинами. На верхней стороне таллома в

значительном числе образуются крупные (2 – 4 мм в диаметре) сидячие апотеции с черновато-коричневым диском. Апотеций окаймлен довольно толстым серовато-коричневым слоевищным краем (рис. 7).

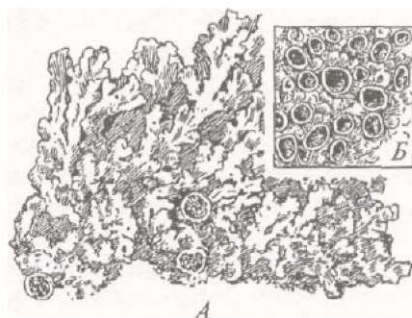


Рис. 7. *Physcia pulverulenta*:
А – листоватый таллом; В – с апотециями

Род кладония (*Cladonia*). Широко распространенные виды рода растут на песчаных почвах, на пнях, у основания стволов, среди мхов и иногда на скалах. Для многих характерно формирование первичного и вторичного слоевища. Первичное слоевище обычно представлено мелкими или довольно крупными листоватыми чешуйками, прикрепленными к субстрату с помощью гиф или ризоидов, реже выражено в виде бугорков, образующих накипную корочку. На первичном талломе развиваются разнообразной формы образования вторичного слоевища. Они называются подециями и имеют вид вертикально стоящих выростов таллома (рис. 8).

Род уснея (*Usnea*). Распространены в старых хвойных лесах или тайге в виде свисающих с ветвей деревьев длинных серовато-зеленоватых тонких сильно разветвленных прядей. Бытовое название – «бородатые лишайники». Кустики видов *Usnea* могут быть также прямостоячими. Они прикрепляются к ветвям своим основанием – гомфом. Веточки таллома в сечении округлые, цилиндрические или округло-угловатые, сильно разветвленные. У многих видов этого рода веточки несут дополнительные короткие боковые ответвления, называемые фибриллами, отходящими под прямым углом (рис. 9). Виды рода *Usnea* отличаются от других «бородатых лишайников» плотным прочным бесцветным центральным тяжем, имеющим вид беловатого стержня, заметного при растрескивании слоевища. Он хорошо виден при продольном растягивании крупных основных веточек таллома.

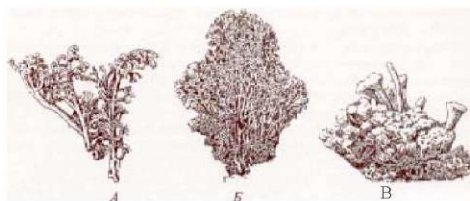


Рис. 8. Кустистые талломы видов
рода *Cladonia*: А – *C. rangiferina*, Б –
C. stellaris, В – *C. fimbriata*



Рис. 9. Кустистое свисающее слоевище *Usnea*

Род эверния (*Evernia*). Слоевище кустистое, в виде очень мягких плоских лопастей. Лишайник *E. prunastri* (L.) Ach. обычно называют «дубовым мхом». Это один из широко распространенных лишайников, растущих на коре стволов и ветвей лиственных деревьев. Талломы *E. prunastri* в отличие от других дорзовентральных лишайников характеризуются мягкими на ощупь несколько повисающими кустиками, прикрепляющимися своим основанием к субстрату. Слоевище его образовано плоскими широкими дихотомически разветвленными лопастями (рис. 10). Верхняя сторона лопастей беловатого или серозеленоватой окраски, снизу они более светлые с розоватым оттенком. Края лопастей слоевища обычно завернуты на нижнюю сторону и покрыты обильными серовато-белыми или беловатыми соралиями с многочисленными соредиями, которые легко распространяются ветром в сухую погоду. Слегка потрепав кустик *E. prunastri*, можно увидеть отделившуюся от него пыль.

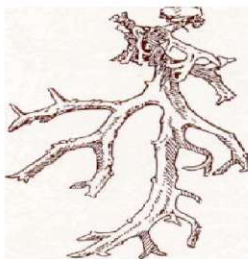


Рис. 10. Кустистый таллом *Evernia prunastri*

Задания

1. По гербарию и коллекциям ознакомиться с накипными, листовыми и кустистыми талломами лишайников. Отметить представителей указанных жизненных форм.

2. На постоянном препарате рассмотреть и зарисовать строение гомемерного таллома лишайника *Collema* sp.

3. Приготовить поперечный срез таллома *Xanthoria parietina*. На временном препарате рассмотреть и зарисовать строение гетеромерного слоевища этого лишайника, отметив верхнюю и нижнюю кору, альгальный слой, сердцевину.

4. Под биноклем рассмотреть сорали, соредии, изидии, мелкие апотеции лишайников.

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

Автогамия – самооплодотворение у одноклеточных организмов, при котором сливаются два сестринских гаплоидных ядра в общей цитоплазме.

Автоспора – *апланоспора*, представляющая собой будущую маленькую водоросль, которая по мере развития увеличивается в размере. Встречается у некоторых одноклеточных водорослей, например у *Chlorella*. А. могут быть и у некоторых *ценобияльных* водорослей. В этом случае они представляют собой отдельные клетки – будущие компоненты *ценобия*, которые его и формирует, еще находясь в спорангии.

Агар (агар-агар) – полисахарид, получаемый из некоторых морских красных водорослей. В водных растворах образует плотный студень. Состоит из агарозы, линейные молекулы которой построены из чередующихся остатков D- и L-галактозы, и агаропектина, в котором остатки галактозы частично этерифицированы серной кислотой. Используется для приготовления питательных сред при выращивании бактерий, грибов, водорослей, а также в биохимии и пищевой промышленности (например, для кондитерских изделий: мармелад и т.д.).

Агароносы – см. Агарофиты.

Агарофиты (агароносы) – красные водоросли, использующиеся для получения агара (например, *Ahnfeltia plicata*).

Адельфопаразит – паразит, таксономически близкий своему хозяину.

Азигоспора – *зигоспора* у *Zygomycota*, развивающаяся партеногенетически; у порядка *Glomerales* – структура, развитие которой неизвестно.

Акинета – клетка нитчатых зеленых или синезеленых водорослей с утолщенной оболочкой, большим количеством запасных питательных веществ и пигментов. А. образуются из вегетативных клеток и служат, прежде всего, для переживания неблагоприятных условий. У синезеленых водорослей А. называют иногда «спорами», что неверно, так как споры – это структуры, предназначенные для увеличения численности и расселения.

Акронема – тонкий бичевидный вырост на конце жгутика у некоторых водорослей, куда заходят только две центральные микротрубочки.

Аксимальный тип хлоропласта – тип хлоропласта, характеризующийся тем, что хлоропласт находится в центре клетки вдоль ее продольной оси.

Аксонема – цилиндр внутри жгутика эукариот, стенка которого построена из 9 пар микротрубочек, связанных между собой «ручками». В центре А. располагаются чаще всего 2 микротрубочки.

Аксонодии – постоянные щупальцевидные образования, местоположение, количество и размеры которых видоспецифичны.

Актин – белковые нити диаметром 8 нм, которые образуют микрофиламенты – компоненты цитоскелета, часто связанные с сократительными элементами.

Актиноморфная створка – створка диатомей, через которую можно провести три и более плоскости симметрии.

Алевриоконидия (алевриоспора) – толстостенная конидия, образующаяся на конце несущей ее гифы и способная переносить неблагоприятные условия; А. часто трактуют как мелкую терминальную *хламидоспору*.

Алевриоспора – см. Алевриоконидия.

Алкалифи́ты – водоросли, живущие в щелочных водах.

Аллюпаразит – паразит, таксономически не связанный тесно с хозяином.

Алюфиокцианин – синий фикобилиновый пигмент сине-зеленых, красных и глаукоцистофитовых водорослей.

Альвеолы – у некоторых водорослей, в частности у динофитовых, уплощенные пузырьки или мешочки, одетые мембраной, расположенные под плазмалеммой; у диатомей – удлиненная камера или одна из серии удлиненных камер, проходящих по осевой части створки к краю и открывающихся внутрь панциря большим отверстием с ареолированным наружным слоем.

Альгинаты – получаемые из бурых водорослей соли альгиновой кислоты.

Альгиновые кислоты – структурные полисахариды, входящие в состав клеточной стенки бурых водорослей. Их линейные молекулы построены из остатков β -D-маннуриновой и α -L-гулуриновой кислот, соединенных 1 – 4-гликоидными связями; включают блоки, состоящие из одной уроновой кислоты, а также участки с чередованием остатков обеих кислот.

Альгология – раздел ботаники, изучающий *водоросли* (в зарубежной литературе используется термин «фикология» – например, англ. – phycology).

Амебоидный (ризоподиальный) **тип структуры** – тип структуры, характерный для одноклеточных и колониальных водорослей, у которых отсутствуют прочные клеточные покровы и которые способны к амебоидному движению.

Амфисма – оболочка динофитовых водорослей, представленная совокупностью плазмалеммы, альвеол и микротрубочек.

Анизогамия – в широком смысле – половой процесс, при котором

формируются морфологически неодинаковые гаметы; в узком смысле – см. Гетерогамия.

Антенные пигменты – хлорофилл *a* и главные дополнительные пигменты, которые собирают свет при фотосинтезе.

Антеридий – мужской *гаметангий* водорослей и некоторых грибов с оогамным половым процессом или донор ядер при *гаметангиогамии*.

Антибиотики – вещества, образуемые живыми микроорганизмами (прежде всего, грибами и актиномицетами) и подавляющие развитие других микроорганизмов.

Апвеллинг – подъем более глубоких холодных вод к поверхности водоема; почти всегда связан с районами повышенной биологической продуктивности.

Апикальная клетка – верхушечная клетка.

Апикальные парафизы – см. Псевдопарафизы.

Апикальный аппарат – специальная сложная структура на вершине *сумки* у представителей *Ascomycota*. Для таксонов этого отдела характерны разные варианты А. а.

Апикальный рост – верхушечный рост, за счет деления апикальной (верхушечной) клетки.

Апикомплексы – группа паразитических простейших, в клетках которых находятся непигментированные пластиды.

Апланоспора – неподвижная *спора* у водорослей. Частные случаи А. – *автоспора* зеленых водорослей, *моноспора* красных водорослей, *тетраспора* диктиотовых бурых и многих красных водорослей.

Апофиза – расширение спорангиеносца непосредственно под спорангием у некоторых *Zygomycota*.

Апрессорий (аппрессорий, присоска) – орган для прикрепления паразитических грибов к субстрату. Обычно имеет вид сильно расширенного окончания гифы, от которого образуется инфекционный вырост.

Арагонит – орторомбические кристаллы карбоната кальция, откладывается у немалиевых красных водорослей.

Арбускул – у многих грибов, образующих *эндомикоризу*, – вырост гифы, идущей по межклетникам коры корня растения-хозяина внутрь клетки растения. А. состоит из тонких, обильно ветвящихся гиф; на определенном этапе А. переваривается клеткой хозяина.

Арбускулярная микориза – вариант *везикулярно-арбускулярной микоризы*, при котором развиты *арбускулы*, а *везикулы* отсутствуют или встречаются редко.

Ареола – 1) наиболее распространенный тип перфораций у диатомей; 2) у *лишайников* – небольшой участок слоевища, отделенный от

других таких же участков трещиной.

Ареолированное слоевище – слоевище *лишайника*, разделенное на *ареолы*.

Артроконидии (артроспоры) – *таллические конидии*, на которые у некоторых грибов распадается конец *гифы*, и таким образом получается цепочка. А. быстро разделяются между собой.

Артроспоры – см. Артроконидии.

Архикарип – женский половой орган у *Ascomycota*. В типичном случае представляет собой структуру, состоящую из расширенной нижней (обычно многоядерной) клетки (*аскогона*) и удлинненной верхней клетки (*трихогины*), ядра в которой дегенерируют. Иногда для А. применяют термин «аскогон».

Аскогон – широкая округлая нижняя клетка (обычно многоядерная) *архикарипа*. Иногда термин А. применяют для всего архикарипа.

Аскокарип – см. Аскома.

Аскома – плодовое тело у *Ascomycota*.

Аскоспора (сумкоспора) – мейоспора у *Ascomycota*, образующаяся в *сумке*.

Аскострома – структура из гиф того или иного определенного для данного вида облика, сначала внутри гомогенная. В А. возникают половые органы и происходит половой процесс, в результате которого начинают формироваться *сумки с аскоспорами*. При этом в А. образуются полости за счет раздвигания или частичного разрушения гиф. Обычно формируются выводные отверстия, через которые из полостей могут освобождаться *аскоспоры*. Зрелые А. могут напоминать настоящие плодовые тела, чаще всего *перитеции* (тогда их называют псевдоперитеции, или псевдотеции).

Аспергиллезы (аспергиллозы) – заболевания животных и человека, вызываемые различными видами формального рода *Aspergillus*.

Астаксантин – красный каротиноидный пигмент, образующийся у некоторых зеленых водорослей; также известен как гематокром.

Ауксиллярная генеративная клетка – у красных водорослей клетка, дающая нити *гонимобластов*.

Ауксиллярная клетка – в широком смысле – гаплоидная клетка, сливающаяся с оплодотворенным *карпогоном* без слияния ядер.

Ауксоспора – зигота у диатомовых водорослей. Первоначально не имеет характерного для этой группы водорослей кремнеземного панциря, который затем достраивает. Достигает размера крупной клетки, одевается панцирем и становится обычной вегетативной клеткой.

Ауксотрофы – организмы, не способные к самостоятельному синте-

зу какого-либо метаболита (витамина, аминокислоты и др.).

Афлатоксины (название происходит от *Aspergillus flavus*) – токсины, образуемые некоторыми видами формального рода *Aspergillus*. Относятся к числу наиболее сильных канцерогенов, известных в настоящее время.

Ацидофилы – водоросли, живущие в кислых водах.

Багрянки – устаревшее название красных водорослей.

Багрянквый крахмал – запасной продукт красных водорослей, состоящий из α -1,4- и β -1,6-связанных остатков глюкозы.

Базальное тело (кинетосома) – внутриклеточная структура эукариот, лежащая в основании жгутиков и ресничек и служащая опорой для них. Состоит из 9 триплетов микротрубочек.

Белая (коррозионная) **гниль** – гниль, при которой целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин разлагаются примерно одинаково, а в некоторых случаях преобладает разрушение лигнина.

Бентос – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте морских и континентальных водоемов.

Билатеральная симметрия – двусторонняя симметрия.

Билипротенин – красный или синий пигмент, образованный протеином, который соединен с линейным тетрапирролом (хромофором) у красных, крип-тофитовых и сине-зеленых водорослей.

Биолюминесценция – видимое свечение живых организмов, связанное с процессами их жизнедеятельности и обусловленное ферментативным окислением особых веществ – люциферфинов.

Биотрофный паразит (биотроф) – фитопатогенный гриб или микопаразит, питающийся за счет содержимого живой клетки хозяина. Многие Б.п. являются облигатными паразитами.

Борозда деления – впячивание плазмалеммы, идущее от периферии к центру клетки и приводящее к разделению клетки на две дочерние.

Брюшко – расширенная нижняя часть *карпогона* у красных водорослей.

Бурая (деструктивная) **гниль** – гниль древесины, при которой гриб разлагает в основном целлюлозу и гемицеллюлозу, но не лигнин; древесина становится бурой, очень ломкой и легко распадается на прямоугольные фрагменты (ср.: *Белая гниль*).

Ведьмино кольцо – кольцо на поверхности почвы, образованное расположенными близко друг к другу плодовыми телами агарикоидных базидиомицетов; возникает по периферии мицелия, растущего от одного центра.

Водоросли – сборная группа фотоавтотрофных организмов, вегета-

тивное тело которых – *таллом*. Имеется (как и у высших растений) некоторое количество нефотосинтезирующих представителей.

Воздушный пузырь (пневматоциста) – у некоторых бурых водорослей вздутая структура на талломе, заполненная газом; служит для поддержания плавучести.

Волосок (у жгутика) – см. Мاستигонема.

Вольва – остаток общего покрывала (см. Покрывало) в виде чашевидного влагалища у основания ножки некоторых шляпочных грибов.

Воспринимающая гифа у ржавчинных грибов – гифа, с которой сливается спермаций (пикниоспора). Функционально соответствует *трихогине*.

Вставочный ободок (копула) – элемент *поискового ободка*, располагающийся проксимально к *створке*.

Вставочный рост – см. Интеркалярный рост.

Вторичная зооспора – у некоторых Saprolegniales (Oomycota) почковидная *зооспора* со жгутиками, прикрепленными сбоку (ср.: *Первичная зооспора*).

Вуаль – у динофитов псевдоподиальная мембрана, которая выходит из борозды вблизи жгутиковой поры и имеет вид ловчей сети, по размерам превышающей размер самой клетки.

Газовый пузырек – см. Газовая везикула.

Газовая вакуоль (псевдовакуоль) – в клетках цианобактерий тельце округлой или неправильной формы, состоящее из газовых везикул.

Газовая везикула (газовый пузырек) – заполненная газом структурная единица газовой вакуоли, многогранная на поперечном сечении, оболочка которой состоит только из белков.

Гамета – половая клетка, способная сливаться с другой с образованием зиготы.

Гаметангиев контакт – вариант полового размножения, при котором два *гаметангия* вступают в контакт, но не сливаются. Мужские ядра мигрируют через пору или специальный вырост из мужского в женский гаметангий.

Гаметангий – половой орган у растений и некоторых грибов, одно- или многоклеточная структура, где развиваются *гаметы*. У некоторых грибов Г. не дифференцируются на гаметы и происходит слияние их содержимого. Если гаметы дифференцированы на женские и мужские, то гаметангии носят названия *антеридии* (мужские Г.) и *оогонии* (женские Г.).

Гаметангиогамия – половой процесс, при котором происходит слияние содержимого *гаметангиев*, не дифференцированных на гаметы.

Гаметогенез – развитие половых клеток (гамет).

Гаметофит – стадия в жизненном цикле, формирующая органы полового размножения.

Гематокром – см. Астаксантин.

Гемилцеллюлозы – группа полисахаридов, входящих вместе с целлюлозой в состав клеточной стенки. Наиболее распространены глюкуроноксираны, глюкоманнаны, галактоглюкоманнаны, арабиногалактаны. Большинство из них имеет относительно невысокую степень полимеризации и менее упорядоченную по сравнению с целлюлозой структуру.

Гемма – *хламидоспора* неправильной формы.

Генеративные гифы (в плодовых телах некоторых Basidiomycota) – основные компоненты *базидиомы*, это тонкостенные септированные гифы, обильно ветвящиеся и способные давать начало *базидиям* (ср.: *Вегетативные гифы*).

Гетеромерное слоевище – слоевище *лишайника*, в котором водоросли занимают определенный слой внутри; обычно дифференцировано также на кору и сердцевину (ср.: *Гомемерное слоевище*).

Гетеропольные створки – у диатомей *зигоморфные створки* с разными концами.

Гетерогаллизм – раздельнополость у многих грибов и водорослей, выраженная в физиологическом и генетическом различии полов без морфологических различий мужских и женских особей. Такие особи обозначают часто значками (+) («женские» особи) и (–) («мужские» особи); Г. часто понимается шире – как раздельнополость у всех растений.

Гетероциста – специальная клетка у многих сине-зеленых водорослей, где происходит фиксация атмосферного азота. По Г. также часто происходит разрыв нитей на отдельные фрагменты (вегетативное размножение).

Гимений – спороносный слой, состоящий из фертильных элементов (*сумок* или *базидий*) и стерильных структур (*парафиз* и т.п.).

Гименомицеты – название, применяемое для Basidiomycota, у которых *базидии* образуются в *гимении*. В прежнее время Г. обычно трактовались как таксон того или иного ранга.

Гипергалинный вид – вид, обитающий в условиях очень высокой солености.

Гипноспора – *апланоспора* с сильно утолщенной оболочкой, способная длительный срок находиться в состоянии покоя.

Гипотека – меньшая половинка панциря диатомей, состоит из *створки* (гиповальвы) и пояскового ободка (гипопингулума).

Гипопингулум (гипоцингулум) – поясковый ободок *гипотеки*.

Гистеротеций – видоизмененный *апотеций*, представляющий со-

бой узкий и длинный желоб, выстланный *гимением* и вскрывающийся продольной щелью.

Гистоны – щелочные ядерные белки; играют важную роль в упаковке ДНК, стабилизируя структурную организацию хроматина.

Гифа у водорослей – см. Гифы.

Гифа у грибов – структурная единица *таллома* (*мицелия*) у большинства видов; представляет собой ветвящуюся в большей или меньшей степени нить, чаще разделенную перегородками (септами).

Гифы – 1) у ламинариевых бурых водорослей – длинные клетки в сердцевине; 2) у фукусовых бурых водорослей – обильно анастомозирующие, рыхло расположенные нити, образующие тело *рецептакула* 3) у некоторых красных водорослей – ризоидные нити.

Глазок (стигма) – 1) окрашенная структура у одноклеточных и колониальных жгутиковых водорослей, участвует в процессе фоторецепции, состоит из липидных глобул, содержащих растворенные каротиноидные пигменты; 2) у диатомей Г. – пластинка кремнезема, обычно с утолщенным краем, пронизанная плотно расположенными порами.

Гликоген – разветвленный полисахарид, молекулы которого построены из остатков α-D-глюкозы.

Глотка (ампула) – впячивание на переднем конце клетки у эвгленовых и криптоноад.

Глубокие микозы – поражения грибами внутренних органов животных и человека (в частности, дыхательной системы).

Головневая спора – см. Устоспора.

Гологамия (хологамия) – форма полового процесса у одноклеточных организмов, при котором происходит слияние двух особей, функционирующих как гаметы.

Голозойное питание – питание посредством захвата твердых пищевых частиц внутрь тела организма.

Гомемерное слоевище (гомемерный таллом) – слоевище *лишайников*, в котором *фотобионт* более или менее равномерно распределен по всей толще.

Гомогаллизм – обоеполость у некоторых грибов и водорослей, при которой к слиянию способны гаметы, происходящие из одного таллома (из одной клетки).

Гонидии – 1) у *лишайников* устаревшее название клеток водорослей (*фотобионта*), входящих в состав слоевища; 2) у водорослей – одноклеточные фрагменты нитей сине-зеленых водорослей, сохраняющие слизистые оболочки и служащие для размножения; клетки, которые при делении образуют дочерние колонии.

Гонимокарп – диплоидная стадия у красных водорослей, формирующая *карпоспоры*, развивающаяся на гаплоидном женском *гаметофите*.

Гормогоний – многоклеточный фрагмент нити синезеленых водорослей, служащий для размножения: нити распадаются на Г., каждый из которых становится новой особью. При наличии *гетероцист* распад нити на Г. часто происходит возле них.

Дейтеромицеты (несовершенные грибы, митоспоровые грибы) – грибы с септированным *мицелием*, не имеющие полового спороношения или у которых половое размножение встречается редко или не доказано. Фактически Д. – совокупность *анаморф* аскомицетов, гораздо реже – базидиомицетов.

Дерматомикоз – грибная инфекция кожи животного или человека.

Деструктивная гниль – см. Бурая гниль.

Дегрит – мелкие органические частицы (остатки разложившихся организмов), осевшие на дно водосемов или взвешенные в толще воды.

Диазотрофный организм – организм, способный к фиксации атмосферного азота.

Диатомит – см. Диатомовая земля.

Диатомовая земля (диатомит) – минерал, состоящий в основном из кремнеземных панцирей диатомей.

Дикарион – пара расположенных рядом друг с другом ядер, совместимых в половом отношении; оба ядра строго синхронно делятся. Д. может возникать при контакте разных мицелиев и внутри одного и того же мицелия

Диноспора – *зооспора* динофитов.

Дискомицеты – название, применяемое для грибов с *апотециями*. В старых системах Д. часто рассматривались как определенный таксон, однако в настоящее время установлено, что это полифилетичная группа.

Диффузный рост – тип роста, когда большинство клеток таллома способны к делению и отсутствует локализованное место деления клеток.

Дополнительный пигмент – пигмент, который поглощает световую энергию и переносит ее в реакционный центр хлорофилла *a* для использования в фотосинтезе.

Дорсовентральное строение – строение *таллома*, когда можно выделить вентральную (брюшную – нижнюю, обращенную к субстрату) и дорсальную (спинную – верхнюю) стороны.

Дрожжи – жизненная форма грибов, представленная отдельными почкующимися или делящимися клетками. Некоторые грибы постоян-

но существуют как Д., другие – только при определенных условиях (см. Мицелиально-дрожжевой диморфизм).

Жертвенные клетки (некридии) – клетки, погибающие в трихоме цианобактерий, в результате чего образуется *гормогоний* из части трихома.

Закрытый митоз – митоз, на протяжении которого остается интактной ядерная оболочка.

Замор – массовая гибель водных животных в результате значительного уменьшения количества растворенного в воде кислорода (до 5 – 30 % нормального насыщения) или появления в воде ядовитых веществ (при массовой гибели обильно развившихся организмов, например планктонных водорослей, при наличии токсических организмов или сбросе ядовитых промышленных отходов или ядохимикатов). З. может возникать также при массовом развитии водорослей («цветение» воды) к концу периода вегетации (в зоне умеренного климата – к осени), когда интенсивность фотосинтеза резко падает, а интенсивность дыхания растений остается примерно на прежнем уровне, так что они начинают конкурировать с животными за кислород.

Заросток (проталлий) – половое поколение (*гаметофит*) у некоторых *водорослей* (например, видов рода *Laminaria* из бурых водорослей). Представляет собой маленькое растение (иногда состоящее всего из нескольких клеток), внешне совершенно непохожее на основное растение (*спорофит*). На З. развиваются половые органы.

Зеленый снег – снег, окрашенный в зеленый цвет из-за массового развития на его поверхности некоторых зеленых водорослей (представителей родов *Chlamydomonas*, *Raphidonema* и др.).

Зигоморфная створка – у диатомей створка, через которую можно провести не более двух плоскостей симметрии.

Зигоспора – покоящаяся спора у *Zygomycota* после полового процесса. З. можно называть и аналогичную структуру у некоторых *Chytridiomycota* (например, *Polyphagus*).

Зигофоры (суспензоры, подвески) – концы *гиф* у *Zygomycota*, несущие зиготу (зигоспору).

Зоид (зооид) – общее название для имеющих жгутики структур – *зооспор* и *гамет* – у водорослей и грибов.

Зооспора – спора, подвижная за счет наличия жгутиков (чаще всего двух). З. встречаются у большинства *водорослей* и некоторых *грибов*. Служат для бесполого (спорового) размножения и расселения.

Зооспорангий – одноклеточный орган бесполого (спорового) размножения у большинства водорослей и некоторых грибов, в котором образуются *зооспоры*. Может возникать из обычных вегетативных кле-

ток или формироваться из специальных клеток. У одноклеточных форм (например, *Chlamydomonas*) в 3. превращается вся особь.

Изидий – небольшой вырост на слоевище лишайников, содержащий как гифы гриба, так и клетки водоросли. И. отламывается и переносится на растояние, таким путем происходят вегетативное размножение и расселение.

Изогамия – тип полового процесса, при котором сливающиеся гаметы не различаются морфологически.

Изоконтная клетка – клетка со жгутиками одинаковой длины.

Изополюсные створки – у диатомей *зигоморфные створки* с одинаковыми концами.

Интеркалярный рост (вставочный рост) – рост организма в длину посредством деления клеток ниже верхушки.

Кальцит – ромбоэдрические кристаллы карбоната кальция, откладываются у кораллиновых красных водорослей.

Каналовидный шов – трубка, проходящая в стенке *створки* и более или менее выступающая на ее поверхности. На наружной поверхности трубки расположена щель, на внутренней – щель, сопровождающаяся слабо разветвленными ребрами, что можно видеть через отверстия в стенке канала.

Капсула – внеклеточная слизь у *водорослей*.

Кариогамия – слияние ядер.

Кариокинез – деление клеточного ядра.

Каротиноиды – желтые, оранжевые, красные жирорастворимые пигменты, по химической природе полиненасыщенные углеводороды терпенового ряда – *каротины* и *ксантофиллы*.

Каротины – оранжево-желтые пигменты из группы *каротиноидов*, по химической природе изопреноидные углеводороды, содержащие 40 атомов углерода (тетрацепены).

Карпогон – одноклеточный женский половой орган (*оогоний*) у красных водорослей. У более примитивных форм представляет собой округлую или овальную клетку, иногда вытянутую в небольшой носик. У более высокоорганизованных форм К. дифференцирован на нижнюю расширенную (*брюшко*) и верхнюю удлинненную (*трихогина*) части.

Карпогонная ветвь – короткая клеточная нить, конечная клетка которой развивается в *карпогон*.

Карпоспора – особая диплоидная спора у красных водорослей, образующаяся в *карпоспорангии* и дающая начало *спорофиту*.

Карпоспорангий – образующий *карпоспоры* спорангий, развивающийся у красных водорослей непосредственно из зиготы или на *гонимобластах*.

Киль – у диатомей гребневидное утолщение *створки*.

Коккоидный тип структуры – тип структуры, характерный для одноклеточных и колониальных *водорослей*, у которых клетки не имеют жгутиков, но имеют жесткую *клеточную стенку*.

Колония – 1) у грибов – налет *мицелия* или дрожжевых клеток, разрастающийся от одного центра (места посева) в культуре; К. сможет развиваться от одной единственной клетки; 2) у *водорослей* – тем или иным образом сгруппированные клетки. К. могут быть достаточно прочными или же легко распадаться. Как частный случай К. может рассматриваться *ценобий*. У цианобактерий К. могут формироваться из нитей (как у видов родов *Nostoc* или *Gloeocapsa*).

Кольцо – остаток *частного покрывала* на ножке у некоторых *шляпочных грибов*.

Конидиеносец – в той или иной мере видоизмененная часть *мицелия* у грибов, на которой образуются *конидии*. К. могут быть хорошо развитыми или мало дифференцированными, простыми или разветвленными. Обычно вертикально приподнимаются над мицелием. К. могут развиваться поодиночке или формироваться в *конидиомах*.

Конидиогенная клетка – специальная клетка определенного облика, реже просто клетка *гифы*, на которой формируются *конидии*.

Конидиома – специальная структура, где формируются *конидии*. Различные типы К. – *коремии*, *ложка*, *пикниды*, *спородохии*.

Конъюгация (у водорослей) – форма полового процесса, отличающаяся слиянием содержимого двух вегетативных клеток, не дифференцированного на специальные *гаметы*. По аналогии с некоторыми грибами (особенно зигомицетами) К. иногда называют еще *зигогамия*.

Коррозионная гниль – см. Белая гниль.

Красные приливы – явление массового развития («цветения») некоторых токсичных Dinophyta в морях, в результате чего может происходить массовое отравление моллюсков, рыб и многих других морских обитателей, часто вплоть до гибели, а также отравление питающихся ими морских птиц и человека.

Крестообразное деление – митотическое деление ядра у некоторых видов Plasmodiophotomycota, при котором наблюдается уникальная картина: ядрышко сохраняется некоторое время, удлинняется и окружается кольцом из хромосом, так что получается фигура, напоминающая крест.

Крыло – у диатомей крыловидный вырост, окружающий *створки* по краю.

Крючок – изгиб на конце *аскогенной гифы*, возникающий перед образованием *сумки* у многих Ascomycota. Колено К. отделяется перепо-

родками от остальной гифы и окончания и после происходящих в нем кариогамии двух ядер *дикариона* и мейоза превращается в сумку.

Ксантофиллы – пигменты из группы *каротиноидов*, окисленные производные каротинов.

Кустистое слоевище (кустистый таллом) – прямостоячее или свисающее вниз слоевище *лишайников*, часто обильно ветвящееся и имеющее вид кустика или дерева. К. с. чаще в сечении округлое, реже уплощенное.

Кутикула – дополнительный плотный покров на поверхности оболочки ряда видов зеленых, красных и бурых водорослей, состоящий из кутина.

Лизосома – окруженный одинарной мембраной пузырек, содержащий как в матриксе, так и в мембране набор гидролитических ферментов. При слиянии лизосом с фагосомами возникают вторичные лизосомы или пищеварительные вакуоли.

Листоватое слоевище (листоватый таллом) – слоевище *лишайников*, имеющее вид более или менее цельных или рассеченных на лопасти пластинок, распростертых по субстрату.

Литораль – приливно-отливная зона моря, периодически заливаемая водой; в пресных озерах – занятая макрофитами наиболее богатая жизнью прибрежная зона до глубины 5–7 м.

Лихеноиндикация – определение загрязнения окружающей среды по состоянию *лишайников*.

Лихенометрия – определение возраста субстрата по степени развития на нем слоевищ *лишайников*. Используется, например, для датировки постройки деревянных зданий и для определения времени, прошедшего после схождения последней лавины.

Лишайник – комплексный организм, состоящий из гриба (*микобионта*) и фотоавтотрофного компонента (*фотобионта*) – зеленой или синезеленой (как исключение охрофитной) водоросли. Научное название Л. совпадает с названием микобионта; в значительной степени в основу классификации Л. кладутся особенности микобионта. Подавляющее большинство Л. составляют класс *Lecanogomycetes* в отделе *Ascomycota*.

Люциферин – вещество, отвечающее за люминесценцию.

Макропланктон – планктон, размер организмов которого более 75 мкм.

Маннаны – запасные и опорные полисахариды растений, состоящие из остатков маннозы.

Маннит – шестиатомный алифатический спирт, при окислении дает маннозу и фруктозу.

Мастигонема (волосок) – вырост *жгутика*. М. могут быть очень мел-

кими, различимыми только с помощью электронного микроскопа, или относительно крупными. Для Ochrophyta, у *зоидов* которых обычно имеется два жгутика, характерно наличие у одного из жгутиков довольно крупных М., расположенных двумя рядами по его разные стороны (оппозитно), причем каждая М. состоит из трех частей: расширенного основания, средней части (ствола) и одного или нескольких узких окончаний.

Мезохитон – средняя оболочка *оогония* фукусовых.

Микобионт – грибной компонент лишайника.

Микоз – вызываемое каким-либо грибом заболевание животного или человека. Различают *дерматомикозы* (поражения кожи) и *глубокие микозы* (поражения внутренних органов, в частности дыхательной системы).

Микопаразит – гриб, паразитирующий на другом грибе; М. могут быть как *некротрофами*, так и *биотрофами*.

Микориза – симбиотическое образование, в состав которого входит корень высшего растения и *мицелий* гриба. М. могут сильно различаться по особенностям строения и характеру взаимоотношений партнеров.

Микотоксин – токсическое вещество, образуемое тем или иным грибом.

Микротрубочка – полая цилиндрическая структура клеток эукариот, диаметром около 24 нм, состоящая в основном из белка тубулина. Входит в состав веретена деления, ресничек, жгутиков, базальных тел, центриолей и др. Способна к самосборке и распаду в клетке.

Миксотрофный организм – организм, способный сочетать одновременно различные типы питания.

Мицелиально-дрожжевой диморфизм – способность некоторых грибов в одних условиях существовать в виде мицелия, а в других – в виде отдельных клеток (*дрожжей*).

Мицелий (грибница) – совокупность *гиф*, образующих вегетативное тело (*таллом*) гриба.

Мицетизм – отравление плодовыми телами грибов при употреблении их в пищу.

Многоосевой (фонтанный) тип строения – тип строения у бурых и красных водорослей, когда от основания поднимается вверх сразу пучок однорядных нитей.

Многослойная структура – сложно устроенная структура у *водорослей* с асимметричной корешковой системой жгутиков, состоящая из слоя тесно расположенных микротрубочек, под которым расположены слои микрофиламентов, а в основании лежит электронно-плотная пластинка.

Монадный тип структуры – тип структуры, характерный для одноклеточных и колониальных *водорослей*, у которых клетки имеют жгутики, обеспечивающие их активное движение. Многие монадные водоросли – типичные планктонные организмы.

Моноспора – спора, образующаяся по одной в спорангии (термин обычно используется только для красных водорослей).

Накипное (корковое) слоевище (накипный таллом) – слоевище *лишайников*, полностью в виде корки плотно прирастающее к субстрату и не отделимое от него.

Некротрофный паразит (некротроф) – патогенный грибок, питающийся содержимым предварительно убиваемых клеток хозяина. Н. п. часто являются факультативными паразитами.

Оболочка – термин, используемый для таких структур, как плазмалемма, *пелликула*, *перипласт*, *клеточная стенка*, *чехол*, желатиновое покрытие.

Облигатный паразит – организм, не способный развиваться в природе без хозяина. Некоторые О. п. можно выращивать в культуре на питательных средах без хозяина.

Однохозяйность – способность какого-либо ржавчинного гриба проходить весь жизненный цикл на одном круге видов растений-хозяев (ср.: *Разнохозяйность*).

Олений мох – бытовое название лишайников из рода *Cladonia*, главным образом, из секции *Cladinae*.

Оогамия – тип полового процесса, при котором сливаются крупная неподвижная женская гамета (яйцеклетка) и менее крупная обычно подвижная (реже безжгутиковая) мужская гамета (сперматозоид).

Оогоний – у *водорослей* и грибов одноклеточный женский половой орган, в котором формируется яйцеклетка.

Ооспора – покоящаяся спора, образующаяся после оплодотворения при оогамном половом процессе (оогамии).

Открытый митоз – митоз, при котором дезинтегрируется ядерная оболочка.

Пальмеллоидный тип структуры – тип структуры *водорослей*, сочетающий неподвижный образ жизни с наличием клеточных органелл, свойственных монадным организмам: сократительных вакуолей, *глазка*, жгутиков или их производных.

Панцирь – кремнеземная *клеточная стенка* диатомей; оболочка у некоторых динофитов.

Папилла – мелкий бородавчатый вырост на талломе красных водорослей.

Парабазальное тело – вздутие у основания жгутиков, в котором расположен фоторецептор у ряда *водорослей*,

Параксиальный тяж – белковый тяж, расположенный между *аксонемой* и жгутиковой мембраной и идущий вдоль жгутика.

Парамилон – запасной полисахарид, состоящий из β -1,3-связанных молекул глюкозы.

Парасексуальный цикл – цикл у грибов, при котором происходят *плазмогамия* (обычно в результате анастомоза между мицелиями), *кариогамия* (слияние несестринских ядер), гаплоидизация и митотический кроссинговер.

Параспорангий – спорангий у красных водорослей, в котором формируется больше одной споры бесполого размножения.

Парафиза – стерильная структура между *сумками* у *Ascomycota*. У *Basidiomycota* термин П. обычно не применяется, а стерильные структуры между *базидиями* имеют разные названия в зависимости от своего происхождения и функции.

Париетальный – пристеночный.

Партеногенез – одна из форм полового размножения организмов, при которой женские половые клетки развиваются без оплодотворения.

Пектины – кислые полисахариды, присутствующие у некоторых групп *водорослей* в клеточной стенке, склонные к образованию гелей. Основа молекул – цепи из 1 – 4-связанных остатков α -D-галактуроновой кислоты или ее метилового эфира, часто содержащие боковые цепочки, построенные из остатков нейтральных моносахаридов (D-галактозы, L-арабинозы, D-ксилозы, L-рамнозы).

Пелагиаль – толща воды (от поверхности до дна), населенная живыми организмами – *планктоном, nekтоном, плейстоном, нейстоном*.

Пелликула – оболочка эвгленовых, представляющая собой совокупность плазмалеммы и расположенных под ней белковых полос, микротрубочек и цистерн ЭПС.

Первичная зооспора – у некоторых *Saprolegniales* (*Oomycota*) выходящая из *зооспорангия* *зооспора* грушевидной формы со жгутиками на переднем конце (ср.: *Вторичная зооспора*).

Переходная зона – часть жгутика от верхнего конца базального тела до основания центральных микротрубочек *аксонемы*, а также структуры, расположенные вокруг этого основания.

Периплазма – слой цитоплазмы, окружающий яйцеклетку (оосферу) у некоторых *Oomycota*.

Перипласт – оболочка криптофитов, представляющая собой сово-

купность плазмалеммы, выше и ниже которой расположены белковые пластины или чехлы.

Перистый жгутник – *жгутник*, несущий волоски (*мастигонемы*) на своей мембране.

Перитеций – *аскома* у некоторых Ascomycota. Имеет обычно грушевидную форму. На вершине имеется выводное отверстие, служащее для выхода *аскоспор*, которые обычно выбрасываются активно. П. могут развиваться на мицелии поодиночке или быть погруженными в специальное образование из гиф – *строму*.

Перифитон – совокупность организмов, живущих на предметах, находящихся в воде.

Перфорации – система отверстий различного строения, расположенных на створках панциря диатомей, через которую происходит связь протопласта с внешней средой.

Пикопланктон – *планктон*, состоящий из бактерий и эукариотных водорослей, диаметр клеток которых от 0,2 до 2 мкм.

Пиреноид – структура (органелла) в клетках многих *водорослей*. Число П. в клетке может быть различным – от одного до многих. П. представляет собой бесцветное плотное образование белковой природы, имеет округлые или угловатые очертания. П. расположены внутри *хлоропласта* и вне его. Считается, что основная функция П. – концентрация фермента *рибулезобисфосфаткарбоксилазы-оксигеназы* (Рубико) для распределения ее между дочерними клетками и транспорта в места активного функционирования в хлоропласте. У зеленых водорослей, кроме того, П. служит центром отложения запасного вещества – крахмала.

Пиреномицеты – традиционное название для аскомицетов, имеющих *перитеции*. В значительной мере понятие П. соответствует классу Sordariomycetes. Иногда к П. относили и аскомицеты с *псевдоперитециями*.

Плазмогамия – слияние цитоплазмы *гамет* при половом процессе.

Планктон – совокупность организмов, населяющих толщу воды континентальных и морских водоемов и не способных противостоять переносу течениями.

Планозигота – подвижная *зигота*.

Планоспора – подвижная спора.

Плазмодий – вегетативное тело у Mucromycota и Plasmodiophoromycota, представленное многоядерной, лишенной оболочки протоплазмой, обычно сетчатой структуры. П. может быть в виде пленок или выпуклым. Размеры его от нескольких мм² до 1 – 1,5 м². Образуется путем

слияния многочисленных диплоидных *миксамеб* или путем разрастания одной миксамебы. Способен к амебоидному передвижению с помощью псевдоподий. В вегетативном состоянии обладает отрицательным фототаксисом (передвигается в более темные места), положительным гидротаксисом (заползает в более сырые места) и положительным реотаксисом (способен двигаться навстречу слабому току воды). Зрелый П. превращается в структуры, образующие споры.

Плектенхима – ложная ткань у грибов, возникающая в результате рыхлого или плотного сплетения *гиф* или их соединения. Различают два типа П.: параплектенхиму (на срезе выглядит как состоящая из клеток с более или менее равными сторонами) и прозоплектенхиму (клетки на срезе более или менее удлинённые).

Плеоморфизм – способность многих видов грибов образовывать разные спороносные структуры или какие-либо другие характерные образования (например, *склероции*), обычно внешне совершенно непохожие друг на друга (т.е. иметь разные стадии). П. особенно характерен для многих аскомицетов и ржавчинных грибов. Установить принадлежность разных форм одному виду иногда представляет большую трудность. Не следует путать с полиморфизмом – способностью одной и той же структуры иметь разный облик. Под П. понимают также наличие непохожих стадий в цикле развития водорослей.

Пневматоциста – см. Воздушный пузырь.

Подцений – вертикальная часть слоевища у некоторых *лишайников* (например, видов родов *Cladonia*, *Baeomyces*, *Stereocaulon*) в отличие от горизонтальной (*накипной* или *листоватой*) его части. В совокупности П. составляют так называемое вторичное слоевище. П. могут быть простыми или в той или иной мере разветвленными. Часто они заканчиваются воронковидными расширениями – *сцифами*. На П. могут развиваться *апотеции*.

Покрывало – особый покров у некоторых *базидиом*, окружающий их в начале развития. Обычно П. бывает пленчатым, белым, плотным. Различают общее и частное П. Общее П. окружает всю базидиому от основания. При созревании базидиомы оно разрушается, а остатки его могут сохраняться в виде чашевидного влагалища (*вольвы*) у основания и хлопьев на шляпке. Частное П. соединяет край шляпки с ножкой в верхней ее части. После разрыва оно остается на ножке в виде кольца или пленки, иногда бывает паутинистым.

Полузакрытый митоз – митоз, при котором в ядерной оболочке образуются полярные отверстия либо ядерная оболочка фрагментируется.

Почкование – образование мелких выростов («почек») от родитель-

ских клеток у дрожжевидных форм. П. – типичный пример вегетативного размножения.

Промежуточный хозяин – представитель круга растений-хозяев у разнохозяинных ржавчинных грибов (см. Разнохозяинность), на котором могут образовываться только *пикнии* и *эции*.

Проростковая трубка – структура, возникающая из прорастающей споры у большинства грибов. П. т. или развивается в *гифу*, или (у некоторых патогенных видов) дает начало специализированным инфекционным структурам.

Псевдомицелий – цепочка из клеток у некоторых *дрожжей*, возникающая в результате почкования клеток, остающихся соединенными между собой. П. может ветвиться.

Псевдоперитеций (псевдотеций) – *аскострома* с одной полостью внутри, напоминающая *перитеций*.

Псевдосклероций (ложный склероций) – *склероций*, в образование которого вовлекается субстрат, на котором развивается грибок (у фитопатогенных грибов это видоизмененная ткань растения-хозяина, например в случае *Monilinia fructigena*). В литературе термин «П.» используется также для мелких склероциев, не дифференцированных на коровую и сердцевинную части.

Псевдотеций – см. Псевдоперитеций.

Пузула – у динофитовых более или менее ветвящаяся система трубочек (продолжение плазмалеммы), открывающаяся на переднем конце клетки.

Ретикулярный – сетчатый.

Рецептакул – 1) вегетативное тело у грибов, представителей порядка Laboulbeniales, а также стерильная часть плодового тела («ножка») у представителей порядка Phallales; 2) вздутый конец таллома у фукусовых водорослей, в котором расположены *скафидии* (*концептакулы*).

Ризина (рицина) – тяж из гиф у некоторых лишайников, образованный сердцевинной, проходящий через нижнюю кору (если она есть) и служащий для прикрепления к субстрату.

Ризоид – нитевидное образование у некоторых водорослей и грибов (у лишайников – специальная *гифа микобионта*), служащее для прикрепления к субстрату и поглощения из него воды и питательных веществ. Иногда Р. называют также лопасти присосок у крупных водорослей (напр. *Laminaria*) или погруженные в субстрат выросты у некоторых сифоновых водорослей (напр. *Acetabularia* или *Botrydium*).

Ризомицелий – тонкие нитевидные выросты, идущие от основной части таллома у некоторых примитивных грибов (особенно Chytridiomycota) и не имеющие собственных ядер.

Ризоморфа – крупный тяж из гиф, обычно хорошо дифференцированный на коровую и сердцевинную часть. Внешне напоминает корень высшего растения. Р. достигают иногда нескольких метров в длину. Служат для распространения гриба, проведения питательных веществ и отчасти сохранения при неблагоприятных условиях.

Ризопласт – жгутиковый корешок, состоящий из микрофибрилл, которые часто сокращаются.

Ризоподии – длинные нитевидные, разветвленные, анастомозирующие цитоплазматические выросты, внутри которых содержатся микрофиламенты.

Ризостиль – жгутиковый корешок, состоящий из микротрубочек и связанных структур.

Связующие гифы – обычно несептированные, извилистые, обильно ветвящиеся *вегетативные гифы* в *базидиомах* некоторых Basidiomycota. С. г. могут иметь разную толщину.

Септа – поперечная перегородка в *гифе*, развивающаяся от периферии к центру (центрипетально).

Сердцевина – 1) у лишайников центральная часть *гетеромерного* слоевища; в дорсовентральных плоских слоевищах – слой непосредственно под слоем *фотобионта*, в слоевищах с радиальным строением С. расположена к центру от слоя фотобионта; 2) у грибов – центральная, более рыхлая часть *склероция* или *ризоморфы*.

Сифоновый (сифональный) тип структуры – вариант структуры зеленых и желто-зеленых водорослей, *таллом* которых иногда очень крупный (длиной до 8 м), сложно дифференцированный, обычно многоядерный, не разделен перегородками на отдельные клетки и формально представляет собой одну гигантскую клетку. В этом случае часто говорят о неклеточном строении.

Сифонокладовый (сифонокладиевый, сифонокладальный) тип структуры – вариант структуры зеленых водорослей, характеризующийся тем, что клетки их *талломов* (часто очень немногочисленные) содержат много ядер. Деления ядер и клеток происходят независимо друг от друга.

Скелетные гифы – толстостенные, обычно несептированные и неветвящиеся гифы в *базидиомах* некоторых Basidiomycota (ср.: *Связующие гифы*).

Склероций – структура у грибов, служащая для перенесения неблагоприятных условий. Образован плотным сплетением гиф. Часто С. дифференцирован на темный, особенно плотный внешний слой («кору»), где оболочки клеток гиф сильно утолщены, а внутреннее пространство

может полностью исчезать, и более светлую центральную часть («сердцевину»). Размер С. от долей миллиметра до нескольких сантиметров (наиболее крупные – до 30 см в диаметре и массой до 20 кг). Различают настоящий С., образованный только гифами гриба, и ложный С. (*псевдосклероций*). У некоторых грибов образование С. закономерно входит в жизненный цикл (например, у *Claviceps purpurea*). Плазмодий слизевиков, одевающийся толстой оболочкой и переходящий в покоящееся состояние для перенесения неблагоприятных условий, также называют С.

Слизевики – общее (традиционное) название для Acrasiomycota, Mухомycota, Dictyosteliomycota и Plasmodiophoromycota. Раньше во многих системах С. фигурировали как определенный таксон (обычно отдел), но в настоящее время показана крайняя гетерогенность этой группы.

Слоевище – см. Таллом (термин «С.» чаще используется для *лишайников*).

Соматогамия – половой процесс, заключающийся в слиянии (*плазмогамии*) вегетативных частей талломов (обычно *мицелиев*) без образования специальных половых органов.

Сораль – скопление *соредиев* на *слоевище лишайников* на определенных его участках, имеющее в каждом конкретном случае определенный облик.

Соредий – структура, предназначенная для вегетативного размножения *лишайников*. Представляет собой одну или несколько клеток *водоросли*, окруженных плотно перепутанными грибными *гифами*. С. образуются в слое водорослей в большом количестве и, прорывая коровый слой, выходят на поверхность. Иногда образуют довольно правильной формы скопления – *сорали*, иногда же могут покрывать значительную часть поверхности слоевища.

Сперматозоид – подвижная мужская *гамета* (очень широко встречается у водорослей, а у грибов – только в порядке Monoblepharidales из Chytridiomycota).

Спермаций – мужская половая клетка некоторых *водорослей* (например, красных) и грибов (например, ржавчинных), не имеющая жгутиков.

Спорангиеносец (спорангиофор) – специализированная гифа, несущая *спорангии*.

Спорангиоль (спорангиола) – небольшой спорангий, содержащий малое количество спор.

Спорангиоспора – неподвижная спора, образующаяся внутри спорангия.

Спориций – дрожжевидная клетка, образующаяся при почковании

базидиоспор головневых грибов (практически только у представителей семейства *Ustilaginaceae*). Иногда термин *С.* применяется и для самих базидиоспор этих грибов.

Спорофит – бесполое поколение в жизненном цикле организмов со сменой поколений. Развивается из зиготы после полового процесса и чередуется с *гаметофитом*, имеет диплоидный набор хромосом. *С.* образует *спорангии*, в которых развиваются споры, что сопровождается мейозом.

Створка – часть панциря (эпитека или гипотека) у диатомей.

Стеригма – вырост *базидии*, на котором располагается *базидиоспора*.

Стигма – см. Глазок.

Строма – компактная структура из гиф, внутри или на поверхности которой располагаются спороношения (половые или бесполое).

Строматолиты – карбонатные, иногда вторично окремненные образования с разнообразной внутренней слоистостью; возникают в результате жизнедеятельности главным образом цианобактерий и бактерий.

Сублитораль – зона морского дна, соответствующая шельфу, или материковой отмели, до глубины 200 – 500 м, наиболее богатая жизнью зона моря. *С.* выделяют также в озерах.

Сулькус – продольная борозда или впаивание на брюшной стороне клетки динофлагеллат, в которой лежит продольный жгутик.

Супралитораль (зона заплеска) – зона на границе моря и суши, лежащая выше литорали и не заливаемая водой во время прилива.

Сцинтиллоны – частицы, связанные с биолюминесценцией.

Сцитонемин – пигмент в чехле цианобактерий, не пропускающий УФ-лучи.

Таллом (слоевище) – вегетативное тело всех прокариот, водорослей, грибов (включая лишайники) и *микридов*. Отличается тем, что не дифференцировано на органы (стебель, лист, корень). Т. у грибов чаще всего представляет систему нитей (*гиф*). Термины «Т.» и «слоевище» используются как синонимы, но для водорослей чаще используется термин «Т.», для лишайников «слоевище», а для грибов, Т. которых состоит из *гиф*, – «*мицелий*».

Таннины – группа фенольных соединений, способных образовывать прочные связи с белками, полисахаридами и другими макромолекулами.

Тека – оболочка различной природы: у диатомовых – кремнеземный панцирь; у динофитовых – покров, состоящий из пластинок.

Телиобазидия – *базидия*, возникающая из покоящейся споры (*телиоспоры* или *устоспоры*) у головневых или ржавчинных грибов.

Телиоспора – толстостенная покоящаяся спора у ржавчинных и головневых грибов, в которой происходят кариогамия, а затем мейоз, после чего образуется *базидия*. У головневых грибов называется также *устоспора*.

Тетраспорофит – у красных водорослей особь, на которой формируются *тетраспорангии*.

Тилакоид – основной элемент фотосинтезирующей системы *хлоропластов*. Т. имеют вид уплощенных мешочков, в которых локализованы пигменты.

Трабекула – неполная поперечная перегородка у ульвофициевых.

Трама – стерильная ложная ткань в плодовых телах у многих Basidiomycota. У агарикоидных базидиомицетов с пластинчатым *гименофором* Т. – средний слой пластинки между слоями *гимения*.

Трихогина (репепторная нить) – верхняя часть женского полового органа у многих красных водорослей, колесохетовых водорослей и у представителей Ascomycota. У водорослей Т. – это вырост *брюшка*, служащий для улавливания мужских половых клеток, у грибов – отдельная клетка, первоначально многоядерная, через которую мужские ядра переходят в аскогон. Термин «Т.» используется и для *воспринимающих гиф* ржавчинных грибов.

Трихоспора – односпоровый спорангий некоторых Trichomycetes; имеет от одного до нескольких нитевидных придатков у основания.

Трихоциста – цитоплазматическая органелла, способная к «выстреливанию» при механическом или химическом раздражении.

Устоспора (головневая спора) – толстостенная покоящаяся спора у головневых грибов, возникающая по типу *хламидоспоры*. В ней происходит **Узелок** – внутреннее утолщение створки панциря диатомей.

Урединий – спороношение ржавчинных грибов, состоящее из *урединоспор*.

Урединиоспора (уредоспора) – спора у ржавчинных грибов, возникающая на дикариотичном мицелии и содержащая *дикарион*. У. прорастает в новый дикариотичный *мицелий*, который, в свою очередь, может давать У. Так может многократно повторяться в течение сезона кариогамия, а затем мейоз, после чего образуется *базидия*. У. называют также *телиоспора* (по аналогии со ржавчинными грибами).

Утрикул – у некоторых ульвофициевых вздутый терминальный конец сифонной трубки.

Фагоцитоз – активное захватывание и поглощение клетками микроскопических инородных живых объектов и твердых частиц.

Факультативный паразит – сапротрофный организм, способный

при некоторых условиях поражать другие живые организмы (ср.: *Некротрофный паразит*).

Фаллотокенины – токсичные циклопептиды некоторых шляпочных грибов.

Фанероплазмодий – *плазмодий* у некоторых Мухомусота (особенно видов порядка Physarales) плотный, вееровидной формы, с хорошо развитой сетчатой структурой. В нем присутствуют система жилок, обеспечивающих ток цитоплазмы, а также защитный слизистый чехол. Ф. часто окрашен в различные оттенки красного, желтого, розового, коричневого и черного цветов.

Феромоны – биологически активные вещества, выделяемые организмами в окружающую среду и специфически влияющие на поведение и физиологическое состояние других особей того же или родственных видов. По химическому строению весьма разнообразны и не образуют однородную группу, активны в низких концентрациях.

Фиалида – *конидиогенная клетка*, открытая на конце и последовательно продуцирующая *конидии* без изменения своей формы. Конидии могут образовываться поодиночке, группироваться в головки или располагаться в цепочках.

Физоды – пузырьки с дубильными веществами в цитоплазме клеток бурых водорослей.

Фикобилины – водорастворимые пигменты криптонад, глаукоцистофитовых, красных и сине-зеленых водорослей. По химической природе Ф. – белки из группы хромопротенидов, в состав небелковой части пигментов входят хромофорабиллины – аналоги желчных кислот. Поглощают излучение в зеленой части спектра.

Фикобилипротеины – водорастворимые белки, входящие в состав *фикобилисом*.

Фикобилисомы – у цианобактерий, глаукоцистофитовых и красных водорослей полусферические или полудисковидные структуры на поверхности тилакоидов, содержащие фикобилиновые пигменты.

Фикобионт – устаревшее название *фотобионта*.

Фикоколлоид – полисахаридный коллоид, образуемый *водорослями*.

Фикопласт – совокупность микротрубочек, расположенных перпендикулярно оси веретена и параллельно плоскости деления клетки.

Фикоцианин – сине-зеленый фикобилиновый пигмент цианобактерий, глаукоцистофитовых, криптофитовых и красных водорослей.

Фикоэритрин – красный фикобилиновый пигмент, встречающийся у цианобактерий, глаукоцистофитовых, криптофитовых и красных водорослей.

Филоподия – тонкое подвижное образование, напоминающее щупальце, способное быстро втягиваться внутрь клетки. Внутри Ф. проходит ось из микрофибрилл.

Фиталь – верхняя, хорошо освещенная часть сублиторали (глубина до 30 – 50 м).

Фитопланктон – совокупность свободноплавающих в толще воды преимущественно микроскопических фотосинтезирующих и производных от них организмов.

Фитохром – голубой пигмент из группы сложных белков – хромопротеидов. Хромофорная группа Ф. относится к билинам.

Флоридозид – первичный продукт фотосинтеза красных водорослей.

Фотобионт – фотосинтезирующий компонент *лишайника*.

Фототаксис – движение к источнику света (положительный фототаксис) или от него (отрицательный фототаксис).

Фрагментация – разделение *таллома* на отдельные фрагменты, каждый из которых способен давать начало новому организму. Ф. иногда рассматривается как промежуточный вариант между вегетативным и бесполом размножением.

Фукозан (феофициновый таннин) – полисахарид бурых водорослей, при гидролизе которого образуется фукоза. Для Ф. характерно красное окрашивание с ванилингидрохлоридом.

Фукоидин – полисахарид клеточной стенки и слизи бурых водорослей, состоящий из сульфатированных остатков фукозы.

Фукоксантин – желтый пигмент многих Ochrophyta из группы *каротиноидов*, сопровождающий пигмент при фотосинтезе, передает поглощенную энергию света на хлорофилл.

Хемотаксис – движение организмов в ответ на градиент концентрации химических веществ. Положительный Х. – движение к высоким концентрациям, отрицательный – от высоких концентраций.

Хитин – линейный полисахарид, состоящий из остатков N-ацетил-D-глюкозамина, соединенных β -1,4-гликозидными связями.

Хитосома – пузырек в цитоплазме, содержащий хитинсинтазу – фермент, участвующий в синтезе *хитина* у грибов. Считается, что Х. участвуют в росте конца *гифы*.

Хламидоспора – спора грибов, образующаяся в результате обособления части ранее существовавшего *мицелия*, которая одевается толстой оболочкой и предназначена, прежде всего, для перенесения неблагоприятных условий. Впоследствии мицелий разрушается, а Х. сохраняются и прорастают при благоприятных условиях. Имеют различную форму; Х. неправильно-звездчатой формы иногда называют *геммы*. Прораста-

ют обычно мицелием. Частным случаем *X.* иногда считают *устоспоры* головневых грибов.

Хлоропласт (хроматофор) – внутриклеточный органоид растений и водорослей, в котором осуществляется фотосинтез.

Хлоропластная эндоплазматическая сеть – одна или две мембраны, окружающие мембраны *хлоропласта*, обязательный компонент хлоропластов многих групп *водорослей*.

Холокарпные (голокарпные) **формы** – формы, у которых весь таллом идет на образование спороношения или во всяком случае прекращает существование после образования спороношения (ср.: *Эукарпные формы*).

Хризотаминарин (лейкозин, ламинарин) – запасной полисахарид, состоящий в основном из β -1,3-связанных остатков глюкозы.

«**Цветение**» **воды** – массовое развитие в водоеме микроскопических планктонных водорослей, обычно относящихся к какому-либо одному виду и вытесняющих другие виды. Толща воды при этом окрашивается в цвет, соответствующий окраске самой водоросли (сине-зеленый, зеленый, ярко-зеленый, желтый, коричневатый или красноватый). «Ц.» в. может вызываться, в частности, токсичными видами.

Ценобий (у водорослей) – особая форма колоний *водорослей*, в которой все клетки объединяются с самого начала (т.е. принадлежат одному поколению). Рост Ц. происходит только за счет увеличения размеров клеток, но не их числа.

Цефалодий – особое образование на *слоевищах* некоторых видов *лишайников* в виде выростов различной формы. Они содержат внутри сине-зеленые водоросли, тогда как в самих слоевищах этих лишайников *фотобионтами* являются зеленые водоросли. За счет этого обеспечивается фиксация атмосферного азота и снабжение им слоевища. Функционально аналогичные структуры могут располагаться и внутри слоевища, будучи внешне не заметны (внутренние Ц.).

Цианофицированные гранулы – гранулы запасных полипептидов у цианобактерий.

Циста – временная форма существования многих одноклеточных и колониальных организмов, характеризующаяся наличием защитной оболочки.

Цитокинез (цитотомия) – разделение в телофазе митоза или мейоза тела материнской клетки на две дочерние.

Цитостом (клеточный рот) – отверстие в клетке, использующееся для переваривания пищевых частиц.

Чехол – состоящее из специфических полисахаридов образование,

расположенное поверх оболочки у бурых, красных, зеленых и синезеленых водорослей.

Чешуйка – органический или неорганический элемент клеточной поверхности различной геометрии. Ч. либо одиночные, либо собраны в панцирь вокруг клетки.

Шельф (неритовая зона) – область моря от берега до конца материковой отмели (обычно соответствует глубине 200 м).

Шляпочные грибы – обиходное название для агарикоидных базидиомицетов; иногда термин «Ш. г.» распространяется на все грибы с плодовыми телами, дифференцированными на шляпку и ножку (например, сморчковые грибы из Ascomycota, виды рода *Polyporus* из афиллофороидных базидиомицетов, некоторые *гастероидные базидиомицеты*).

Шов – у диатомей короткая или длинная щель или две щели (ветви шва), прорезывающие стенку створки и идущие вдоль створки от ее концов к середине.

Щетинка – особый толстостенный вырост *гиф*, развивающийся между *базидиями* у представителей семейства Hymenochaetaceae (Basidiomycetes) и выступающий из общего гименального слоя.

Эвритермный организм – организм, способный существовать при больших колебаниях температуры среды.

Эвтрофный водоем – водоем с высоким уровнем первичной продукции.

Экзоспоры – споры, которые формируются как вырост протопласта на вершине клетки.

Экзотуника – внешний слой стенки *сумки* у Ascomycota.

Экзохитон – наружная стенка оогония у фукусовых.

Эктомикориза – *микориза*, у которой грибные *гифы* образуют чехлы на корнях растения и проникают в межклетники коры, но не в сами клетки (могут находиться там только временно и затем перевариваются клетками).

Эндомикориза – *микориза*, у которой грибные *гифы* закономерно проникают в клетки растения, а чехол из *гиф* на поверхности корня обычно не образуется. Частный случай Э. – *везикулярноарбускулярные микоризы*.

Эндотуника – внутренний слой стенки *сумки* у Ascomycota.

Эндофит – гриб или *водоросль*, растущий в тканях растения-хозяина без каких-либо внешних проявлений патологии.

Эндохитон – внутренняя стенка *оогония* у фукусовых.

Эпивальва – створка эпитеки.

Эпиконе – часть клетки выше пояса у динофитов.

Эпиксилльные организмы – организмы, обитающие на обнаженной (естественным путем или обработанной) древесине. Термин применяется обычно к лишайникам.

Эпифиты – организмы, поселяющиеся на других организмах и получающие питательные вещества из окружающей среды, а не от хозяина.

Эрготизм – отравление человека или животных при попадании в пищу склероциев гриба *Claviceps purpurea* (Ascomycota).

Эталий – спороносная структура у некоторых Мухомycota, образующаяся в результате слияния в ходе развития отдельных спорангиев (спорокарпов); обычно округлой или подушковидной формы; у некоторых видов (особенно *Fuligo* spp.) Э. могут достигать достаточно больших размеров (до 0,5 м). Внутри Э. образуется общая полость со спорами и псевдокапиллицем.

Эукарные формы – формы, у которых репродуктивные структуры развиваются на отдельных частях таллома, а остальная (вегетативная) часть его продолжает жить дальше (ср.: *Холокарпные формы*).

Эций – структура, образуемая ржавчинными грибами на пораженных тканях растения-хозяина; в Э. образующиеся цепочки *эциоспор* чередуются с бесплодными клетками-дизъюнкторами; Э. может быть окружен покровом (перидием), в который превращаются крайние цепочки эциоспор, или же перидий отсутствует.

Эциоспора (эцидиоспора) – спора ржавчинных грибов, образующаяся в *эции*, содержит *дикарион*.

Ядерная шапочка («ядерный колпачок») – характерная компактная структура у подвижных клеток некоторых Chytridiomycota (например, в порядке Blastocladales); состоит из тесно сближенных рибосом. Я. ш. примыкает к ядру со стороны, противоположной жгутику, или же полностью окружает ядро.

Яйцеклетка – женская неподвижная половая клетка при оогамном половом процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белякова, Г.А. Ботаника: учебник в 4 т. / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. – М.: Академия. 2006. – Т. 1: Водоросли и грибы / Г.А. Белякова [и др.]. – 320 с.
2. Белякова, Г.А. Ботаника: учебник в 4 т. / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. – М.: Академия. 2006. – Т. 2: Водоросли и грибы / Г.А. Белякова [и др.]. – 320 с.
3. Бурова, Л.Г. Экология грибов макромицетов / Л.Г. Бурова. – М.: Изд-во АН СССР, 1986. – 222 с.
4. Все о грибах / М.В. Горленко [и др.] – М.: Лесная промышленность, 1986. – 280 с.
5. Гарибова, Л.В. Низшие растения / Л.В. Гарибова, И.И. Сидорова, Т.Л. Сизова, – М.: МГУ, 1975. – 152 с.
6. Горбач, Н.В. Лишайники Белоруссии / Н.В. Горбач. – Минск: Наука и техника, 1973. – 583 с.
7. Горбунова, Н.Л. Альгология: учеб. пособие / Н.Л. Горбунова. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
8. Дьяков, Ю.Т. Введение в альгологию и микологию: учеб. пособие / Ю.Т. Дьяков. – М.: МГУ, 2000. – 187 с.
9. Жизнь растений: в 6 т. / под ред. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1976. – Т. 2: Грибы / под ред. М.В. Горленко. – 1976. – 479 с.
10. Жизнь растений: в 6 т. / под ред. М.В. Горленко. – М.: Просвещение, 1976. – Т. 3: Водоросли / под ред. М.В. Горленко. – 1976. – 487 с.
11. Комарницкий, Н.А. Ботаника. Систематика растений / Н.А. Комарницкий, Л.В. Кудряшев, А.А. Уранов. – М.: Просвещение, 1975. – 608 с.
10. Кудряшева, З.Н. Микология с основами фитопатологии: учеб. пособие / З.Н. Кудряшева; под ред. Н.А. Дорожкина. – Минск: Выш. шк., 1968. – 282 с.
12. Курс низших растений: учеб. для студентов ун-тов / под ред. М.В. Горленко. – М.: Высш. шк., 1981. – 504 с.
13. Лемеза, Н.А. Малый практикум по низшим растениям: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, А.С. Шуканов. – Минск: Універсітэцкае, 1994. – 287 с.
14. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: учеб. пособие / Т.Н. Барсукова [и др.]. – М.: Академия. – 239 с.
15. Малый практикум по низшим растениям / Н.Л. Горбунова [и др.]. – М.: Высш. шк., 1976. – 214 с.
16. Мир растений: в 7 т. / редкол. А.Л. Тахтаджян (гл. ред.) [и др.]. – М.: Просвещение, 1991. – Т. 2: Грибы / под ред. М.В. Горленко. – 1991. – 475 с.

17. Михеева, Т.М. Альгофлора Беларуси. Таксономический каталог / Т.М. Михеева. – Минск: БГУ, 1999. – 395 с.
18. Мюллер, Э. Микология / Э. Мюллер, В. Леффлер. – М.: Мир, 1995. – 343 с.
19. Практикум по систематике растений и грибов / под ред. А.Г. Еленевского. – М.: Академия, 2001. – 160 с.
20. Рейви, П. Современная ботаника: в 2 т. / П. Рейви, Р. Эверт, С. Айкхори. – Т. 1. – М.: Мир, 1990. – 348 с.
21. Саут, Р. Основы альгологии / Р. Саут, А. Уиттик. – М.: Мир, 1990. – 595 с.
22. Сержанина, Г.И. Шляпочные грибы Белоруссии / Г.И. Сержанина. – Минск: Наука и техника, 1984. – 407 с.
23. Сержаніна, І.І. Базідыяльныя грыбы Беларусі / І.І. Сярганіна. – Мінск: Навука і тэхніка, 1994. – 588 с.
24. Солдатенкова, Ю.Л. Малый практикум по ботанике. Лишайники / Ю.Л. Солдатенкова. – М.: МГУ, 1977. – 124 с.
25. Стрельская, О.Я. Низшие растения. Систематика / О.Я. Стрельская; под ред. Н.А. Дорожкина. – Минск: Выш. шк., 1985. – 240 с.
26. Топачевский, А.В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А.В. Топачевский, Н.Л. Масюк. – Киев: Вища шк., 1984. – 336 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие требования к проведению лабораторных занятий	4
2. Планы лабораторных занятий.....	5
Словарь основных терминов.....	93
Литература.....	121

Учебное издание

Козлова Тамара Васильевна
Козлов Александр Иванович
Босак Виктор Николаевич

АЛЬГОЛОГИЯ И МИКОЛОГИЯ

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск *П.С. Кравцов*

Редактор *Ю.Л. Купченко*
Корректор *Т.Т. Шрамук*
Компьютерный дизайн *А.А. Пресный*

Подписано в печать 03.07.09. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Ризография.
Усл. печ. л. 7.35, Уч.-изд. л. 5,41.
Тираж 100 экз. Заказ № 851.

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Полесского государственного университета.
225710, г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23.