АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

М.М. Силантьева

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ "НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ"

ЧАСТЬ I. АЛЬГОЛОГИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АЛТАЙСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

БАРНАУЛ - 1997

ББК 28. 591. 2я73

Рецензент:

к. б. н. Г.Г. Соколова

Силантьева М.М.
Лабораторный практикум по курсу "Низшие растения". Часть I. Альгология. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1997. - 62 с.

В пособии изложены необходимые сведения для подготовки и проведения лабораторных работ по альгологии в курсе "Низшие растения" для студентов биологических факультетов.

© М.М. Силантьева, 1997
© Алтайский госуниверситет, 1997

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое учебное пособие написано в соответствии с программой курса "Низшие растения", изданной в 1996 г. Мы сочли необходимым поместить ее также в конце каждой из частей пособия (Часть I. Альгология. Часть II. Микология).

В пособии изложены необходимые сведения для подготовки и проведения лабораторных работ по альгологии для студентов первого курса биологического факультета Алтайского государственного университета. В качестве объектов для рассмотрения на практикуме взяты виды и рода водорослей, наиболее часто встречаемые в водоемах Алтайского края, а также те объекты, по которым на кафедре ботаники имеется гербарный или фиксированный материал. Основные разделы пособия написаны М.М. Силантьевой, при участии С. А. Дьяченко подготовлены разделы по синезеленым и диатомовым водорослям.

Приношу искреннюю благодарность рецензенту - кандидату биологических наук, доценту Г.Г. Соколовой за замечания и поправки, а также помощникам в работе: осуществлявшим набор текста Ю.В. Манакову, С.А. Дьяченко и О.В. Блиновой.

Рисунки и схемы жизненных циклов водорослей заимствованы из литературы, приводимой в конце пособия. Компьютерную доработку рисунков осуществили Р. Голубев и С. К. Пугачева. Выражаю им особую признательность за помощь в подготовке материала. Приношу искреннюю благодарность за подготовку конечного варианта пособия (компьютерные верстка и графика) С. В. Смирнову.

Отдел СИНЕ-ЗЕЛЕНЫЕ ВОДОРОСЛИ - CYANOPHYTA

Отдел включает около 2 тысяч видов, широко распространенных в разнообразных водных и вневодных биотопах. Особи *Cyanophyta* обычно микроскопические, могут быть одноклеточными или многоклеточными. Индивиды очень часто образуют разнообразные скопления - колонии и продуцируют значительное количество слизи.

Как отдельные особи, так и колонии, обычно имеют специфический сине-зеленый цвет. Однако их окраска может сильно варьировать в зависимости от комбинации пигментов - быть почти зеленой, оливковой, желтовато-зеленой. Для одноклеточных *Cyanophyta* характерна коккоидная форма строения тела, для многоклеточных - нитчатая (трихальная), разнонитчатая. Жгутиковая (монадная) форма строения тела отсутствует. Кроме того, в пределах трихальной формы строения тела различают гомоцитную (клетки не дифференцированы по форме и функциям), гетероцитную с неразветвленными трихомами и гетероцитную с разветвленными трихомами. Напомним, что настоящих ядер, хлоропластов и вакуолей, заполненных клеточным соком, у *Cyanophyta* нет. Но нередко встречаются газовые вакуоли, а так же включения.

В отделе ***Cyanophyta*** выделяют 3 класса: ***Chroococcophyceae***, ***Hormogoniophyceae***, ***Chamaesiphonophyceae***. В лабораторном практикуме нами будут рассмотрены два первых класса.

Класс **Хроококковые (Chroococcophyceae).** Сюда относятся одноклеточные коккоидные и колониальные организмы. У большинства колонии образуются за счет выделения значительных масс слизи, реже путем слипания клеток в плотные комки. Клетки в колониях располагаются беспорядочно или правильно, очень редко нитевидно. Размножаются делением клеток, реже наноцитами, планококками и спорами. Эндо- и экзоспоры, а также гетероцисты отсутствуют.

Порядок **Хроококковые (Chroococcales).** Включает широко распространенные одноклеточные и колониальные формы, не образующие слоевищ, свободноживущие или сидящие на субстрате.

Семейство **Микроцистиевые (Microcystidaceae).**

Род микроцистис *(Microcystis)*. Это микроскопические, большей частью бесформенные комочки слизи, в которые погружена масса беспорядочно расположенных мелких

шаровидных клеток. Колонии микроцистиса могут иметь шаровидную, эллипсовидную формы, но чаще неправильную, продырявленную. Очертания слизи колонии могут быть отчетливыми или более или менее расплывающимися. Клетки у большей части видов микроцистиса содержат газовые вакуоли, которые обеспечивают им парение в воде.

Виды этого рода - частые возбудители " цветения" воды почти во всех климатических зонах, некоторые содержат или выделяют ядовитые вещества. Род охватывает 20-25 трудноопределяемых видов, из которых наиболее обычен *Microcystis aeruginosa*, чрезвычайно широко распространенный в планктоне стоящих и медленно текущих вод. Но не исключено, что в препарате, используемом в вашей работе, может оказаться другой вид микроцистиса.

Задание. Приготовьте препарат этой водоросли. Клетки *M. aeruginosa* под микроскопом кажутся почти черными из-за присутствия в них газовых вакуолей. Благодаря этим вакуолям клетки всплывают на самую поверхность воды, образуя на ней маслянистый грязно-зеленоватый налет. Иногда в поле зрения попадаются материнские клетки с большим количеством более мелких клеток внутри них - нанноцитов, образовавшихся в результате быстрого деления материнского протопласта.

Передайте на рисунке фрагмент колонии микроцистиса на малом увеличении, показав ее облик (шаровидный, эллипсовидный или сетчато-продырявленный). Изобразите одиночные шаровидные клетки микроцистиса при большом увеличении и покажите на рисунке газовые вакуоли (если у данного вида они просматриваются). Сделайте подписи к рисунку. В названии рисунка укажите тип морфологической структуры объекта.

Класс **Гормогониевые (Hormogoniophyceae)** объединяет многоклеточные нитевидные водоросли, клетки которых образуют трихомы, голые или покрытые слизистыми влагалищами, в трихомах имеются или отсутствуют гетероцисты. Размножение гормогониями, реже спорами.

Порядок **Ностоковые** (**Nostocales**). Его представители имеют однорядные трихомы, всегда содержащие гетероцисты и часто споры, не ветвящиеся или ветвящиеся ложно, как с влагалищами, так и без них.

Семейство **Ностоковые** (**Nostocaceae**). Род *Nostoc* представлен сложными слизистыми сферическими колониями,

достигающими размеров куриного яйца, или имеет вид морщинистых пленок; они студенистые, мягкие или с крепкой поверхностью, до 30 см в поперечнике.

Задание. Сделав препарат из слизистого кусочка колонии, рассмотрите его на малом увеличении. В слизи находится большое количество причудливо изогнутых нитей с гетероцистами и часто со спорами. В последнем случае многие или даже все вегетативные клетки превращаются в споры, обычно незначительно отличающиеся от вегетативных клеток по форме и размерам (характерная особенность порядка *Nostocales*). Споры могут быть соединены в цепочки. В благоприятных условиях спора прорастает, ее содержимое делится на клетки - образуются спорогормогонии, оболочка ослизняется, разрывается или открывается крышечкой, и гормогоний выходит.

Зарисуйте общий облик колонии ностока и на другом рисунке покажите фрагмент строения колонии (при большом увеличении). Изобразите на рисунке гетероцисты, споры, включения.

Семейство **Анабеновые (Anabaenaceae)** включает формы, которые по строению нитей похожи на представителей семейства ностоковых, но у них никогда не образуются студенистые колонии. Нити у этих водорослей с влагалищем или без него, соединенные в бесформенные дерновины или одиночные.

Род анабена (*Anabaena*) широко распространен. Многие планктонные виды наряду с *Microcystis* вызывают обильное "цветение" воды, причем токсичное вещество (анатоксин), выделяемое анабеной в воду, вызывает наиболее острые отравления с неврологическими синдромами уже через несколько минут после попадания в организм.

Задание. Рассмотрите предложенный вам препарат. В зависимости от видовой принадлежности нити анабены могут быть одиночными свободноплавающими, прямыми или изогнутыми, а также многократно и разнообразно изогнутыми, спиралевидными и при этом соединенными в свободноплавающие дерновинки или клубочки. У всех этих водорослей в нитях наряду с вегетативными клетками (бочонкообразными или шаровидными), темными от газовых вакуолей, встречаются гетероцисты - клетки, отличающиеся по размерам и форме, с прозрачным содержимым, лишенным газовых вакуолей. На границе с соседними вегетативными клетками в каждой гетероцисте находится так называемая пробка, или замыкающее

тельце. По гетероцистам нити обычно распадаются на отдельные участки - гормогонии. Кроме того, у этих водорослей отдельные вегетативные клетки, сильно разрастаясь, значительно превосходят по размерам соседние клетки; и одетые толстой оболочкой, они резко выделяются своей яркой сине-зеленой окраской на фоне почти черных от газовых вакуолей вегетативных клеток. Эти покоящиеся споры - акинеты. Содержимое спор обычно зернистое, что в большинстве случаев обусловлено накоплением цианофициновых зерен.

Зарисуйте строение нитей анабены при максимальном увеличении. На рисунке передайте форму клеток трихома, а также обозначьте газовые вакуоли, цианофициновые зерна, гетероцисты, акинеты.

Порядок **Осциллаториевые (Oscillatoriales).** Трихомы в этом порядке не содержат гетероцист и почти всегда лишены спор, они однорядные, с влагалищами или без них, подвижные.

Семейство **Осциллаториевые** (**Oscillatoriaceae**) объединяет роды, представители которых лишены влагалищ или заключают только по одному трихому в каждом влагалище. Ветвление отсутствует.

Род *Oscillatoria* - осциллатория. Многочисленные представители этого рода часто образуют сине-зеленые пленки, покрывающие влажную землю после дождя, подводные предметы и растения, затягивают слизистое дно и поверхность воды или плавают в виде толстых кожистых лепешек на поверхности стоячих водоемов, обычно с сильно загрязненной водой.

Осциллатория представляет собой длинные нити, большей частью сине-зеленого цвета. Нити сложены из цилиндрических клеток, ширина которых заметно превышает высоту. Клетки совершенно одинаковые, за исключением верхушечных, имеющих закругленную с одной стороны форму. Нить растет в результате поперечного деления клеток.

Задание. Наблюдая за концом нити осциллатории под микроскопом, отметьте, как она поворачивается в одну сторону, потом через некоторый промежуток времени - в другую. Конец нити, таким образом, качается, совершает осциллаторное движение. Это колебание сопровождается вращением нити вокруг собственной оси и ее поступательным движением. Последнее заметно и невооруженным глазом, когда нити перемещаются из воды на стенки сосуда или, помещенные

комочком в каплю воды на предметное стекло, через некоторое время равномерно расползаются по всей капле.

В клетках осциллатории под микроскопом обычно видны зернистые включения - цианофициновые зерна, у некоторых видов располагающиеся вдоль поперечных перегородок. Эти перегородки не у всех видов хорошо видны, и границы отдельных клеток угадываются по цианофициновым зернам. Нить размножается путем распада на отдельные участки - гормогонии, тоже подвижные, которые вырастают в новые нити.

Задание. Приготовьте препарат из нитей осциллатории, аккуратно разъединив иглами на предметном стекле кусочек пленки. При максимальном увеличении рассмотрите строение нитей. Передайте на рисунке форму клеток трихом и верхушечные клетки, цианофициновые зерна, гормогонии. В подписи к рисунку укажите тип морфологической структуры.

Семейство **Ривуляриевые (Rivulariaceae).** В качестве показательных гетероцитных форм познакомьтесь со строением водорослей родов ривулярия (*Rivularia*) и глеотрихия (*Gloeotrichia*). Они отличаются тем, что их нити соединены общей слизью в шаровидные или полушаровидные колонии до 2 см в поперечнике. Это в основном планктонные, утончающиеся от основания к вершине нити, заканчивающиеся бесцветным волоском, они располагаются радиально. На расширенном, обращенном внутрь колонии конце, находятся гетероцисты. У глеотрихии над гетероцистой развивается очень длинная спора, окруженная хорошо заметным влагалищем. У ривулярии подобная спора отсутствует.

Задание. Зарисуйте при малом увеличении предложенный вам препарат глеотрихии или ривулярии, изобразив общую схему расположения нитей в колонии. На большом увеличении зарисуйте строение нитей указанных водорослей, передав форму вегетативных клеток, и обозначьте гетероцисту, ооспоры, газовые вакуоли. В подписи к рисунку отметьте тип морфологической структуры.

Отдел **ЗЕЛЕНЫЕ ВОДОРОСЛИ - CHLOROPHYTA**

Отдел объединяет свыше 20 000 видов макро- и микроскопических эукариотических водорослей, по окраске напоминающих высшие растения. Мельчайшие по размерам приближаются к бактериальным клеткам, не превышая нескольких микрометров в диаметре, наиболее крупные (харовые) достигают 2 м в высоту. Представлены одноклеточные, многоклеточные, колониальные и неклеточные индивиды, прикрепленные и свободноживущие, а также все типы структуры вегетативного тела от монадой до паренхиматозной. Наблюдается большое разнообразие в строении клетки и клеточных покровов. Особым разнообразием отличаются хроматофоры: по форме, размерам, положению в клетке. По форме различают чашевидные, пластинчатые, корытовидные, лентовидные, дисковидные, сетчатые, звездчатые хроматофоры, по положению - пристенные и осевые (центральные). В хроматофорах обычно содержится от одного до нескольких десятков погруженных пиреноидов. Их число и локализация в пластиде видоспецифичны. При рассмотрении объектов на занятиях описанные выше особенности хроматофоров должны найти свое отражение в ваших рисунках.

Особый интерес в лабораторном курсе вызывает размножение зеленых водорослей, которое осуществляется вегетативным, бесполым и половым путем. При бесполом размножении широко представлены разнообразные специальные клетки (зооспоры, апланоспоры, автоспоры, гипноспоры, гемизооспоры, гемиавтоспоры). У зооспор обычно 2 или 4 изоморфных изоконтных жгутика. У *Oedogoniales* и некоторых *Bryopsidales* зооспоры (андроспоры) с многочисленными жгутиками, расположенными венцом у переднего конца клетки.

Как половой процесс, представленный разнообразыми формами (голо-, оо-, гетеро- и изогамией), так и циклы развития у зеленых водорослей многовариантны. Наряду с цикломорфозом наблюдается зиготический, спорический, гаметический и соматический мейоз. Смена форм развития - изо- или гетероморфная с преобладанием гаметофита, гаметоспоро-фита или спорофита. Особенности этих циклов будут рассмотрены на примере родов *Chlamydomonas, Ulothrix, Ulva, Oedogonium, Spirogyra, Chara*. В отделе 2 класса: ***Chlorophyceae, Conjugatophyceae***.

Класс **Собственно Зеленые водоросли (Chlorophyceae)**

В этом классе представлены практически все типы морфологической структуры талломов (за исключением харовой). Бесполое размножение: вегетативное или с помощью спор разного строения. Половой процесс: холо-, изо-, гетеро- или оогамия. Циклы развития преимущественно с зиготической редукцией, часто встречаются спорическая, реже - гаметическая редукции.

Порядок **Вольвоксовые (Volvocales)**

К этому порядку относятся монадные, одноклеточные и колониальные зеленые, подвижные в течение всей вегетативной жизни.

Семейство **Хламидомонадовые (Chlamydomonadaceae)**

Род хламидомонада (*Chlamydomonas*). Хламидомонада является одним из наиболее широко распространенных санитаров загрязненных вод, вызывающих "зеленое цветение" воды. Наряду с автотрофным питанием хламидомонада способна всасывать через оболочку растворенные в воде органические вещества.

Задание. Для рассмотрения хламидомонады возьмите на предметное стекло каплю воды. При малом увеличении понаблюдайте за движением монадных клеток, обратите внимание на эллипсоидную форму (для хламидомонады хоботковой, часто встречающейся в пробах воды из стоячих водоемов, характерна округлая форма клетки, со слегка заостренным передним концом, обращенным при движении вперед).

Оттяните из-под покровного стекла полоской фильтровальной бумаги часть воды, переведите микроскоп на большое увеличение и рассмотрите строение хламидомонады. (Поможет Вам разобраться в этом схема строения хламидомонады - рис. 1). Клетка обладает целлюлозно-пектиновой оболочкой. Всю внутреннюю часть клетки занимает чашевидный хроматофор, в сильно утолщенном дне которого расположен чашевидный пиреноид с крахмальной сферой. Близ переднего конца на хроматофоре находится хорошо заметный при вращении микрометрического винта красный глазок (стигма), а внутри вырезки хроматофора расположено невидимое без специальной окраски крупное шаровидное ядро с ядрышком. Два равных по длине жгутика также не видны без окрашивания. Для прокрашивания жгутиков сделайте препарат в метиленовой сини (2%). Рассмотрите схему жизненного цикла *Chlamydomonas* (рис. 2), зарисуйте ее, укажите тип редукционного деления.

Зарисуйте клетку хламидомонады, обозначив на рисунке

оболочку, жгутики, стигму, хроматофор с пиреноидом, ядро с ядрышком, цитоплазму, пульсирующие вакуоли.

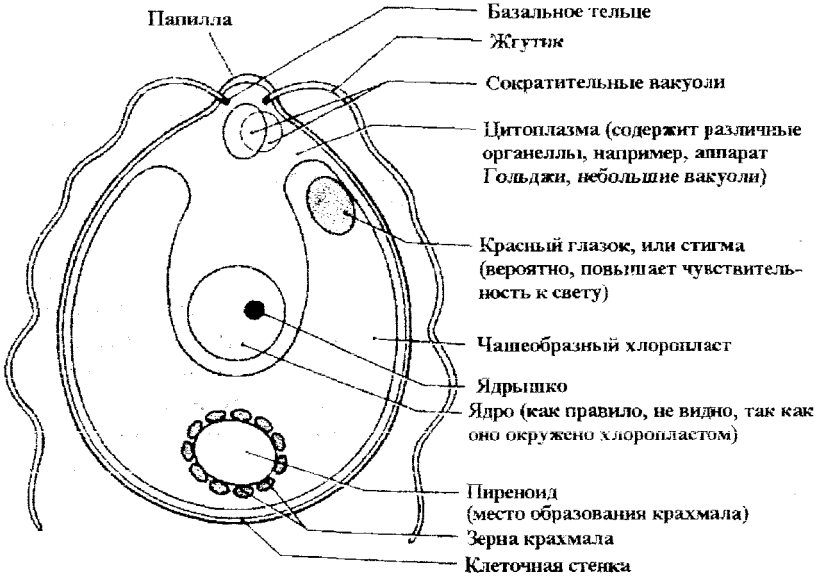

Рис. 1. Схема строения Chlamydomonas

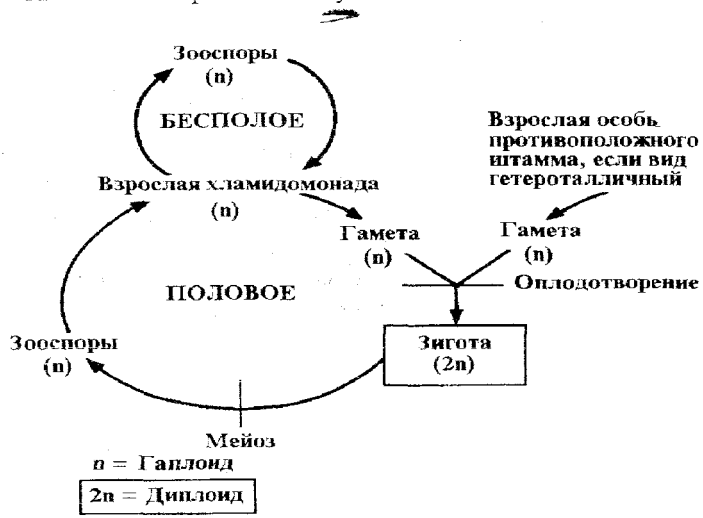

Рис. 2. Схема жизненного цикла Chlamydomonas

Семейство **Вольвоксовые (Volvocaceae)**

Род вольвокс (*Volvox*) представляет собой крупный, до 3 мм в диаметре, слизистый шар, одетый тонким инволюкрумом. Клетки, количеством от 500 до 60000, располагаются по периферии в один слой. Внутренняя полость занята слизью. Отдельные клетки в колонии построены по тому же типу, что и клетки хламидомонады. Отличие состоит в том, что внутренние оболочки сильно ослизняются, в результате чего протопласт сильно удален от самого наружнего, не ослизняющегося слоя оболочки. Более плотные оболочки соседних клеток образуют полигональный узор. Протопласты всех клеток по радиусам связаны многоклеточными цитоплазменными отростками, проходящими до самых наружних плотных слоев наружной оболочки. Цитоплазменные отростки соседних клеток связаны между собой плазмодесмами. У одних клеток (*V. globator*) они толстые, грубые, у других (*V. aureus*) - тонкие, едва различимые. У вольвокса, в отличие от других колониальных, наблюдается заметная дифференциация клеток на вегетативные, не способные к размножению, и репродуктивные. Количество репродуктивных клеток невелико, и они располагаются в задней (по движению) части колонии. Напомним, что клетки (8-10), служащие для бесполого размножения и дающие дочерние колонии, называют гонидиями.

Задание. Прочтите в учебнике подробное описание образования дочерней колонии и сравните со схемой на рисунке 3.

Половой процесс - оогамия. Одни клетки превращаются в антеридии (5-15), другие - в оогонии. Оплодотворение яйцеклетки происходит одним сперматозоидом, из образовавшейся в антеридии пластинки из 32-64 двужгутиковых сперматозоидов. Оплодотворенная яйцеклетка одевается толстой оболочкой и становится ооспорой. Вольвоксы бывают однодомными и двудомными.

Задание. Приготовьте (или используйте готовый) препарат из вольвокса. Рассмотрите и зарисуйте строение колонии, обозначьте антеридии, оогонии с яйцеклетками, партеногонидии (гонидии), дочерние колонии.

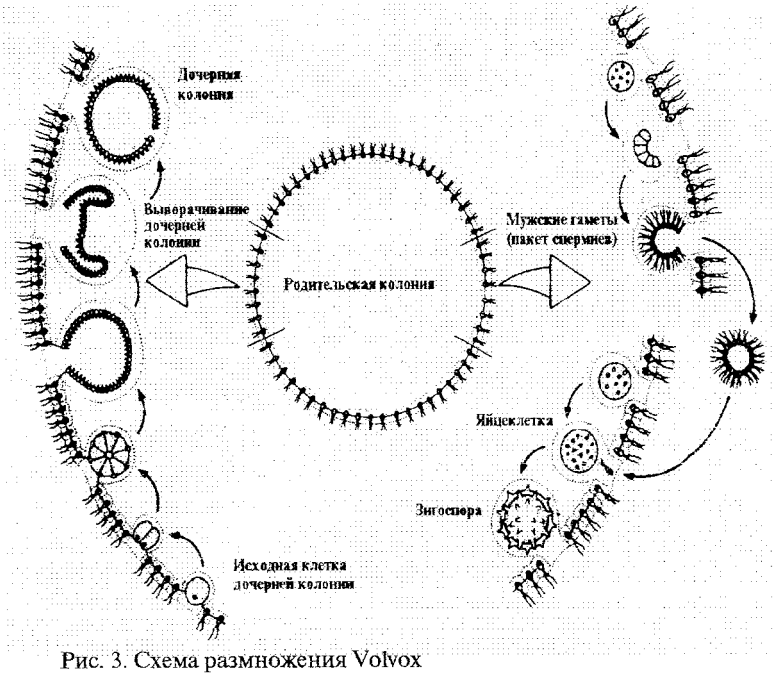

Рис. 3. Схема размножения Volvox

Порядок **Хлорококковые, или Протококковые (Chlorococcales, Protococcales)**

В основном объединяет одноклеточные и колониальные водоросли с коккоидной организацией структуры таллома. Бесполое размножение двужгутиковыми зооспорами и автоспорами. Половой процесс: изо-, гетеро- и оогамия.

Семейство **Hydrodictyaeeae** объединяет формы неподвижных водорослей с многоядерными клетками, собранными в оригинальные ценобии. Бесполое размножение с помощью зооспор.

Водяная сеточка *(Hydrodictyon reticulatum).* Крупная ценобиальная водоросль, широко распространенная в пресных малопроточных и стоячих водах, богатых азотистыми веществами. Ценобии имеют размеры от одного до нескольких десятков сантиметров и представляют собой замкнутый мешок, стенки которого сложены из клеток, составляющих сеть.

Задание. Приготовьте препарат. Рассмотрите клетку гидродикциона при большом увеличении.

Клетка имеет толстую целлюлозную оболочку. Протоплазма находится в пристенном слое, центр занят вакуолей. В протоплазме лежит сетчатый хроматофор с большим количеством пиреноидов, здесь же находится множество ядер, которые видны лишь при обесцвечивании хроматофора и дальнейшей окраске ядра. После знакомства со строением клетки поищите в крупных клетках дочерние ценобии ("молодые сеточки"), являющиеся продуктом бесполого размножения, которое начинается с последовательного многократного деления ядер. Одновременно содержимое клетки делится на одноядерные участки, которые затем превращаются в зооспоры. Зооспоры некоторое время плавают внутри оболочки материнской клетки, а затем слагаются в новую колонию. В этот момент дочерняя колония по размерам несколько меньше материнской клетки. Затем клетки разрастаются, не умножаясь в числе, оболочка материнской клетки ослизняется, и дочерняя колония выходит в воду. В дальнейшем идет лишь рост клеток без увеличения их числа.

Задание. Зарисуйте одну ячейку ценобия и "взрослую клетку". На рисунке обозначьте оболочку, хроматофор с пиреноидами, цитоплазму.

Род педиаструм (*Pediastrum*) широко распространен в планктоне пресных вод, нередко массами развивается в старых культурах разных водорослей. Ценобии педиаструма имеют вид более или менее округлых табличек: сплошных, если клетки плотно примыкают друг к другу, или более или менее продырявленных, если между клетками имеются отверстия. Краевые периферические клетки ценобия несут по два (редко четыре) отростка. Оболочка целлюлозная, нередко кутинизированная и иногда пропитанная кремнеземом, гладкая или покрытая бородавочками, сетчатыми складками или пунктированная. Хроматофор чашевидный, с одним пиреноидом, ядро одно и без окраски невидимо. В материале обычно попадаются экземпляры с группами пустых клеток, без содержимого. Это клетки, из которых вышли зооспоры, еще до выхода из материнской клетки они складываются в новый маленький ценобий (рис.4). Половой процесс и развитие зиготы сходны с половым процессом водяной сеточки.

Задание. Зарисуйте ценобий педиаструма при большом увеличении, обозначив на рисунке вегетативные клетки, клетки с зооспорами и пустые клетки после выхода зооспор.

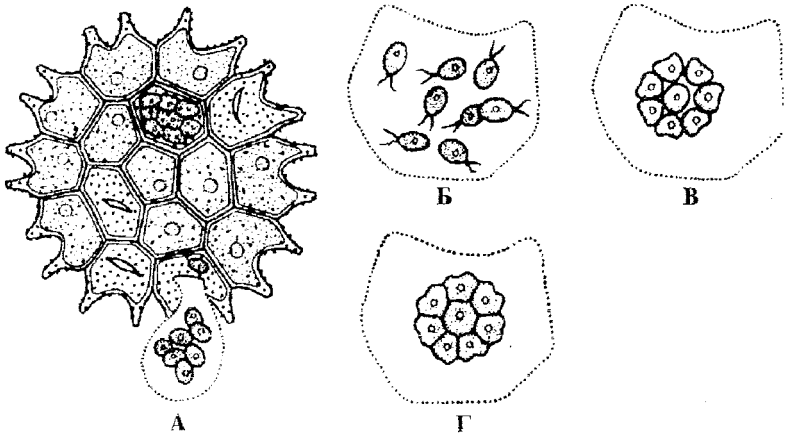

Рис. 4. Строение и размножение Pediastrum:
А - взрослая вегетативная особь, образующая зооспоры; Б - подвижные зооспоры; В,Г - зооспоры, формирующие новую колонию

Семейство **Хлорококковые (Chlorococcaceae)**

Род хлорококк (*Chlorococcum*) встречается и в пресных водах, и в наземных условиях: на почве и коре деревьев, а также входит в состав многих лишайников. Шаровидные клетки его одеты целлюлозной оболочкой, одноядерные (без специальной окраски ядра не видно), хроматофор в виде глубокой чаши с одним пиреноидом, против которого с другой стороны клетки находится небольшое отверстие этой чаши (в старых клетках может быть и несколько пиреноидов). Зооспоры двужгутиковые, образуются в клетках в количестве от 8 до 32 и освобождаются через разрыв оболочки материнской клетки (иногда они выходят одетые слизистым пузырем). Половой процесс происходит путем слияния двужгутиковых изогамет.

Задание. Рассмотрите временный препарат хлорококкума. Зарисуйте и обозначьте оболочку, цитоплазму, ядро, хроматофор с пиреноидом. В случае нахождения на препарате размножающихся особей, зарисуйте зооспоры.

Семейство **Сценедесмовые (Scenedesmaceae)** включает представителей ценобиальной формы своеобразного строения, размножающихся только автоспорами.

Род сценедесмус *(Scenedesmus)* содержит наибольшее число видов в семействе. Эта водоросль широко распространена в планктоне, часто встречается в прибрежной зоне среди нитчаток, мхов. Ценобии сценедесмуса имеют вид плоских (иногда загнутых) пластинок, состоящих из 4-8, реже 2-16, продолговатых или округлых клеток, срастающихся параллельно друг другу своими боками. Оболочка клеток целлюлозная, гладкая или покрыта бородавочками, сосочками или шипиками. У некоторых форм на краевых клетках образуются длинные рога. Хроматофор постенный, с одним пиреноидом, ядро без окраски невидимо. Обычно в материале попадаются ценобии на стадии образования автоспор, вытягивающихся параллельно друг другу и образующих маленькую колонию внутри материнской клетки. Водоросль мала, поэтому, отыскивая ее в поле зрения малого увеличения, необходимо быть очень внимательным.

Задание. Объект поставьте строго в поле зрения, рассмотрите, пользуясь большим увеличением. Зарисуйте ценобий, покажите детали строения его клеток (хроматофор, пиреноид, по возможности - автоспоры).

Порядок **Улотриксовые (Ulothrichales)**. Слоевище построено по типу однорядной неразветвленной нити. Оно слагается клетками, подобными друг другу по строению и функциям. Отличается от остальных лишь клетка в основании нити, с помощью которой осуществляется прикрепление слоевища к субстрату.

Семейство **Улотриксовые (Ulothrichaceae)**

Род улотрикс *(Ulothrix)*. Нитчатая водоросль. Представители этого рода живут в быстротекущих реках близ поверхности воды. Прикрепленные изумрудно-зеленые дерновинки располагаются на сваях, камнях. Эта водоросль живет на границе воздушной и водной сред.

Задание. Приготовьте микропрепарат улотрикса. На малом увеличении рассмотрите форму клеток нити улотрикса. Обратите внимание на то, что все клетки таллома, за исключением базальной, имеют одинаковое строение. Базальная клетка (ризоид) бесцветная, вытянута в длину и слегка изогнута, в нижней части конически

заостренная. Протоплазма ризоида прижата к оболочке клетки, центр ее занят вакуолей с бесцветным клеточным соком.

В других клетках протоплазма с заключенным в ней хроматофором и ядром также прижата к стенкам клетки. Хроматофор в клетке один и имеет форму незамкнутого кольца. Для рассмотрения хроматофора слегка нажмите на покровное стекло и слегка сдвиньте его в сторону, при этом нити разрушатся, клетки располагаются в беспорядке, и среди них всегда можно найти клетку, лежащую на своем основании. В таких клетках видно, что хроматофор пластинчатый.

Обратите внимание на морфологические особенности слоевища, а также на характер ветвления, толщину оболочек клеток, форму клеток и хроматофоров, пиреноиды, цитоплазму. Зарисуйте, сделав обозначения указанных выше структур. Составьте схему жизненного цикла.

Семейство **Ульвовые (Ulvaceae)**. Слоевище этих водорослей имеет разветвленнотрубчатую и пластинчатую форму. Характерна изоморфная смена форм развития, поэтому отличить гамето- и спорофиты по внешнему виду невозможно.

Род ульва (*Ulva*) образует пластинки салатно-зеленого цвета до 25 см длиной и 15 см шириной с гофрированными лопастными краями. Пластинка прикрепляется к субстрату короткой ножкой. Эта широкораспространенная морская водоросль встречается в литоральной зоне северных и южных морей, часто в бухтах с органическим загрязнением.

Пластинка ульвы состоит из двух слоев изодиаметрических клеток. В этом можно убедиться, сделав поперечный разрез через таллом. Кусочек таллома зажимают между двумя половинками сердцевины бузины. Лезвие бритвы полезно смочить спиртом. В ножке и нижней части таллома некоторые клетки дают длинные мешковидные выросты, которые внедряются между двумя слоями. Клетки имеют то же строение, что и у улотрикса, причем хроматофоры располагаются по внешним стенкам клеток. Бесполое размножение осуществляется четырехжгутиковыми зооспорами, половой процесс изогамный. Наблюдается изоморфная смена поколений.

Задание. Зарисуйте таллом ульвы, показав фрагмент ее структуры на рисунке (два слоя клеток). Составьте схему жизненного цикла, используя рисунок 5.

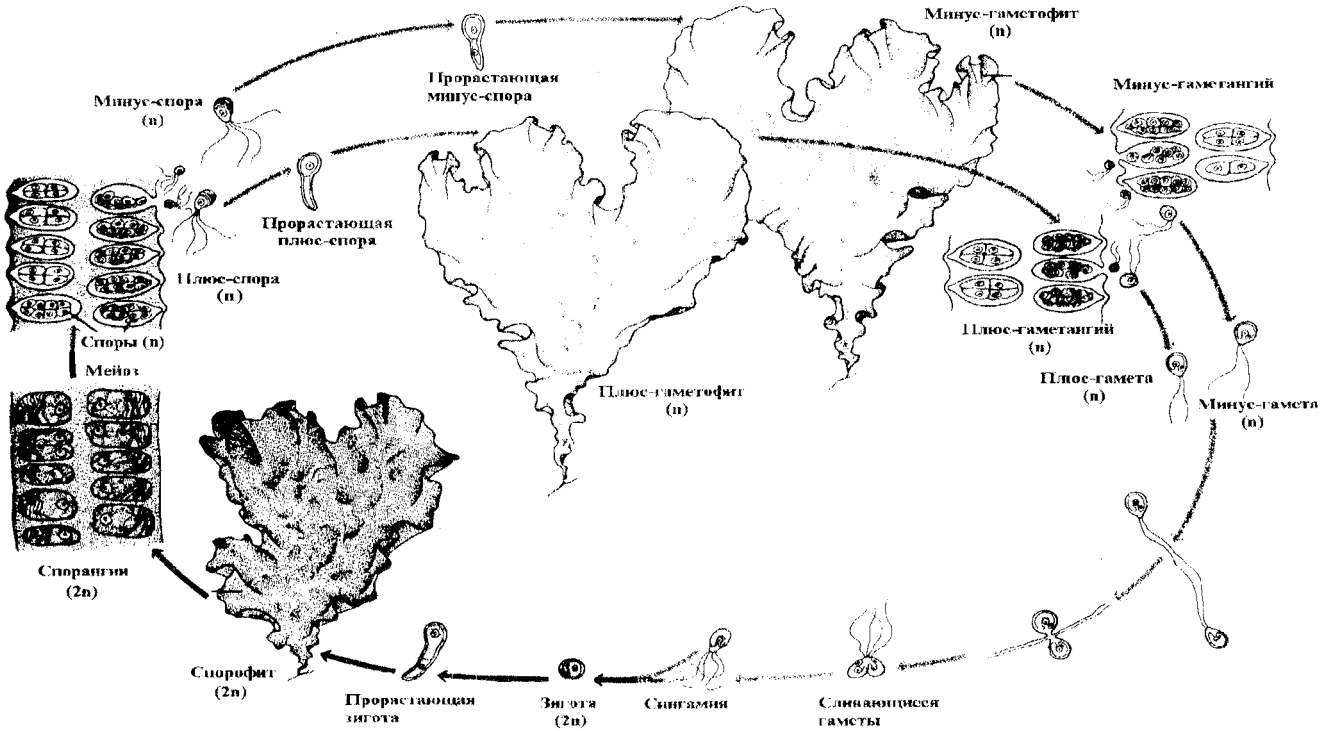

Рис. 5. Чередование поколений у Ulva (гаметофит и спорофит различаются только репродуктивными структурами).

Семейство **Энтероморфовые (Enteromorphaceae)**

Род энтероморфа (*Enteromorpha)* отличается трубчатым строением таллома. Стенка трубки однослойная, таллом полый, простой или ветвящийся, вначале всегда прикрепленный, позднее часто свободноплавающий. На ранних стадиях таллом имеет вид двуслойной пластинки, как у ульвы, но в дальнейшем слои расходятся, сохраняя связь по краям, в результате чего между ними образуется полость. Благодаря пузырькам газа, наполняющим ее полые трубки, энтероморфа нередко образует большие скопления на поверхности воды. Это большей частью морские и солоноватоводные виды, некоторые, как например, энтороморфа-кишечница (*E. intestinalis*), часто встречаются и в пресных водах Алтайского края.

Задание. Изобразите экземпляр энтероморфы, на рисунке передайте трубчатую форму пластинчатого таллома.

Порядок **Хетофоровые (Chaetophorales)**. Разнонитчатые ветвящиеся формы. Конечные клетки у многих заканчиваются щетинками или многоклеточными волосками. Бесполое размножение происходит при помощи четырехжгутиковых зооспор. Половой процесс: изо-, гетеро- или оогамный. Гаметы двух- или четырехжгутиковые.

Семейство **Хетофоровые (Chaetophoraceae)**

Род стигеоклониум (*Stigeoclonium)* весьма распространен в реках и ручьях (некоторые виды приурочены к местам с органическим загрязнением) в виде небольших нежных кустиков, всегда прикрепленных к подводным предметам. Стигеоклониум прикрепляется к субстрату или ризоидами, или подошвой, представленной в виде стелющихся по субстрату, иногда тесно примыкающих друг к другу нитей. От последних берут начало восходящие нити, супротивно или дихотомически ветвящиеся, конечные клетки которых заканчиваются длинными бесцветными волосками. Строение клетки и размножение - как у улотрикса.

Задание. Зарисуйте тип морфологической структуры, обратите внимание на характер ветвления, форму клеток и хроматофоров, пиреноиды, цитоплазму. Все это обозначьте на рисунке.

Род плеврококкус (*Pleurococcus).* Наземная аэрофильная водоросль.Встречается в виде зеленого порошистого налета на коре деревьев в нижней части ствола, на старых, посеревших

от времени, досках заборов, на стенах, камнях и т. п.

Задание. Приготовьте препарат, осторожно сняв препаровальной иглой или скальпелем небольшое количество зеленого налета, поместив его в каплю воды на предметное стекло. Если при малом увеличении препарат выглядит как густой и плотный конгломерат клеток, то нужно довольно энергично постучать по покровному стеклу для того, чтобы освободились отдельные клетки и нити. Иногда полезно даже надавить пальцем через кусочек фильтровальной бумаги на покровное стекло и, двигая его, растереть материал.

Клетки плеврококка более или менее округлые, одиночные или сросшиеся вместе по 3-4 и более, часто образуют характерные пакетики. Они одеты довольно толстой целлюлозной оболочкой с одним (постенным) хроматофором без пиреноида. Размножение только вегетативное, путем деления клеток.

Задание. Обратите внимание на форму клеток, хроматофор и тип структуры таллома. Передайте их на своем рисунке.

Порядок **Эдогониевые (Oedogoniales)** объединяет зеленые нитчатые водоросли, для которых характерно деление вегетативных клеток с образованием колпачков, особое строение монад - с венчиком жгутиков на переднем конце - и прогрессивная редукция мужских растений до одной клетки - антеридия. В порядке одно семейство, содержащее три рода.

Семейство **Эдогониевые (Oedogoniaceae)**

Род эдогониум (*Oedogonium*). Многочисленные виды этого рода широко распространены среди прибрежной растительности в озерах, реках, прудах, болотах, предпочитая хорошо прогреваемые водоемы со слабым течением. Нити эдогониума неветвящиеся, прикрепляются при помощи дланевидных ризоидов, так называемой подошвы. Хроматофор постенный, в виде сложнорассеченной пластинки, иногда сетчатый, со многими пиреноидами. Нередко в клетках в живом состоянии отчетливо видно довольно крупное ядро. Характерным признаком, по которому эдогониум всегда можно безошибочно узнать среди других нитчаток, служат "колпачки", присутствующие на некоторых (не на всех) клетках. Особенно резко они видны на пустых, мертвых клетках или над оогониями в виде поперечных штрихов на оболочке у верхнего конца клетки. По бокам в этих местах оболочка имеет как бы зазубренный край.

Колпачки следует искать при большом увеличении и просмотреть нить по ее длине на довольно большом расстоянии, так как они образуются не на всех клетках и обычно видны неотчетливо. Чтобы их лучше разглядеть, необходимо несколько менять увеличение, вращая микровинт микроскопа.

Бесполое размножение у эдогониума происходит при помощи зооспор, образующихся по одной из всего содержимого клетки, и поэтому сравнительно крупных. Они шаровидной или яйцевидной формы, густо-зеленого цвета, с широким бесцветным носиком, вокруг которого венцом расположены довольно длинные многочисленные жгутики.

Оогонии представляют собой крупные, шаровидные или овальные клетки с одной яйцеклеткой. Антеридии представлены в виде ряда низких дисковидных клеток с желтеющим редуцированным хроматофором, в каждой из которых образуется по два сперматозоида с венцом жгутиков на переднем конце. У ряда видов антеридии формируются на особых мужских карликовых растеньицах - наннандриях, состоящих из одной или немногих клеток и эпифитно прикрепляющихся на женских нитях поблизости от оогониев и нередко на самом оогонии (рис. 6).

Задание. Зарисуйте нить эдогониума при большом увеличении. Найдите на препарате оогоний, наннандрий, пустые клетки, из которых вышли зооспоры, а также постарайтесь самостоятельно найти и рассмотреть колпачок. Отметьте их на своем рисунке. Составьте схему жизненного цикла эдогониума.

Порядок **Бриопсидовые**, или **Сифоновые** (**Bryopsidales, Siphonales**).

Порядок объединяет водоросли, характеризующиеся сифоновым типом строения, отличительной чертой которого являются редкие перегородки, возникающие, как правило, только в связи с размножением. Под оболочкой находится пристенный слой цитоплазмы, граничащий изнутри с непрерывной вакуолью, занятой клеточным соком. В постенной цитоплазме находятся многочисленные дисковидные хроматофоры, которые наряду с хлорофиллом и каротином содержат два особых ксантофилла: сифонеин и сифоноксантин. Под хроматофорами в постенной плазме расположены многочисленные мелкие ядра.

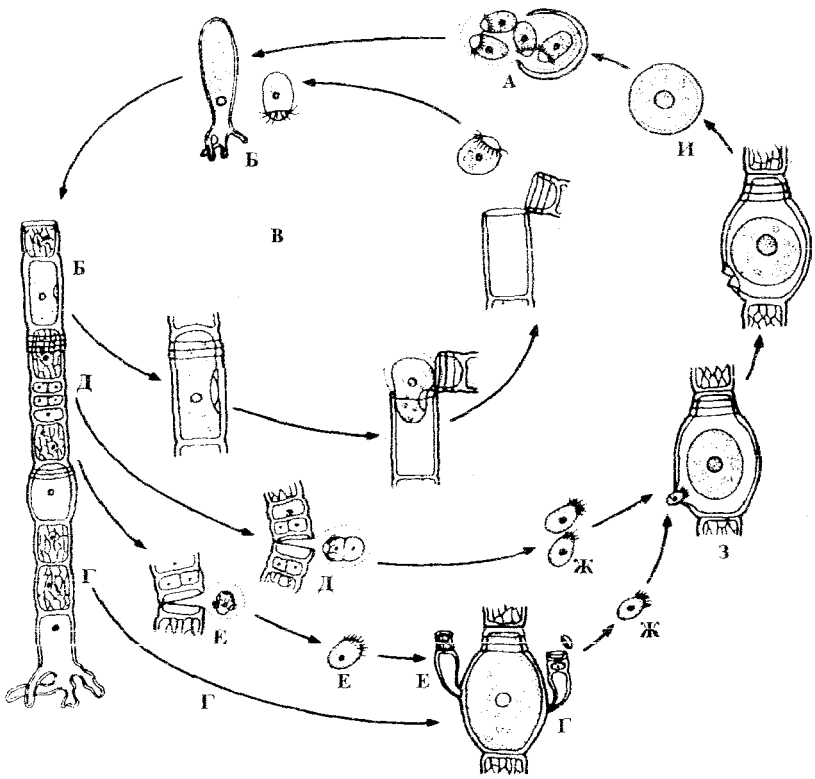

Рис. 6. Размножение Oedogonium: А - прорастание зиготы (мейотическое) и выход стефаноконтных зооспор; Б - развитие нити; В - бесполое размножение зооспорами; Г - развитие оогония; Д - образование спермиев у макрандрового вида; Е - наннадровый вид: андроспоры оседают на оогонии и развиваются в карликовые мужские особи; Ж - спермий; З - яйцеклетка и спермий, проникающий через стенку оогония; И - развитие и высвобождение зиготы.

Семейство **Кодиевые (Codiaceae)**

Род кодиум *(Codium)* характеризуется тем, что нити, имеющие типичное сифоновое строение, лишены поперечных клеточных перегородок, плотно сплетаются, образуя крупные компактные псевдопаренхиматозные талломы. У *C. tomentosum* - вида, который встречается в Черном море на глубине 10 м и более, таллом, прикрепленный к субстрату базальным диском, имеет вид разветвленных темно-зеленых цилиндров, достигаю-

щих толщины 8 мм и длины 50 см. Если кусочек такого тяжа зажать между половинками сердцевины бузины, сделать поперечный срез и исследовать его при малом увеличении микроскопа, то можно убедиться, что таллом кодиума состоит из центральной сердцевины, образованной тонкими, тянущимися в продольном направлении нитями, и периферической коры из крупных булавовидных пузырей, составляющей плотный палисадный слой. Кортикальные пузыри представляют собой расширенные окончания ответвлений продольных сердцевинных нитей.

Размножение у кодиума вегетативное и половое (гетерогамия). Гаметы формируются в специальных гаметангиях, которые возникают в качестве боковых выростов пузырей и отделяются от них перегородкой. В живом состоянии мужские и женские гаметангии можно различать еще до того, как образуются гаметы, благодаря золотисто-желтой окраске первых и темно-зеленой окраске последних. *C. tomentosum* может быть как двудомным, так и однодомным, причем в последнем случае мужские и женские гаметангии возникают иногда не только на одном и том же растении, но и на одном и том же пузыре. Получившаяся в результате слияния гамет зигота непосредственно прорастает в новое растение.

Задание. Передайте на рисунке тип структуры таллома, покажите также фрагмент его поперечного среза.

Порядок **Сифонокладиевые (Siphocladiales)**

В отличии от других представителей класса у сифонокладиевых сифонное неклеточное слоевище рано или поздно делится на многоядерные участки, или сегменты и приобретает вид многоклеточного растения. Сифонокладиевые - морские обитатели, за исключением кладофоровых, встречаются в пресных водах, в том числе и на территории края.

Семейство **Кладофоровые (Cladophoraceae)**

Род кладофора (*Cladophora*). Кустистое слоевище кладофоры построено разветвленными нитями. Она часто встречается в местах со стоячей водой и илистым грунтом - в озерах, прудах, реках и т.п., слоевища кладофоры сильно разрастаются, образуя огромные спутанные массы разветвленных нитей, или тину. Есть виды, у которых отдельные слоевища образуют плотные шаровидные скопления.

Кладофора прикрепляется к субстрату ризоидами, а

ветви, отходящие от верхней части сегментов, создают впечатление дихотомического или полидихотомического ветвления.

Задание. При большом увеличении рассмотрите строение клеток слоевища. Вся полость клетки занята хроматофором, имеющим форму продырявленной пластинки. На поверхности хроматофора большое количество пиреноидов которые видны в виде округлых зерен, более светлых, чем весь хроматофор. Используя, заранее окрашенные ацеткармином препарат, рассмотрите ядра кладофоры.

Размножается кладофора половым и бесполым способами. Четырехжгутиковые зооспоры и двухжгутиковые гаметы образуются в любом сегменте и выходят после созревания через одну пору. Чередование поколений изоморфное. На кладофоре часто можно наблюдать эпифитные диатомовые водоросли.

Задание. Сделайте временный препарат кладофоры и зарисуйте внешний облик слоевища, передав особенности ее ветвления. На другом рисунке изобразите строение клетки кладофоры и обозначьте целлюлозную оболочку, хроматофор, пиреноид, ядра.

Класс **Конъюгаты**, или **Сцеплянки (Conjugatophyceae)**

Преимущественно микроскопические зеленые водоросли, большинство из которых является одноклеточными (реже колониальными), их клетки состоят из двух совершенно одинаковых полуклеток. Многие формы имеют типично нитевидное строение. Некоторые из конъюгат образуют очень хрупкие нити, легко распадающиеся на отдельные клетки. И, наконец, сюда же относятся очень просто организованные одноклеточные водоросли, без деления на особые полуклетки. По этим признакам класс сцеплянок делится на порядки.

Отличительная черта класса - полное отсутствие подвижных стадий в размножении. Половой процесс - конъюгация, при которой происходит слияние протопластов двух клеток. Характерна физиологическая изо- или гетерогамия. Хроматофоры конъюгат имеют самое разнообразное строение.

Порядок **Зигнемовые (Zygnematales)** объединяет нитчатые неветвящиеся ярко-зеленые водоросли, чрезвычайно широко распространенные в пресных водоемах всех континентов. В народе их обычно именуют тиной. Нити слизистые на ощупь.

Семейство **Зигнемовые (Zygnemataceae)**

Род спирогира *(Spirogyra)* в наших пресных водах

представлен большим количеством видов. Это изумрудно-зеленые, слизистые на ощупь водоросли. Тина, которую они образуют, состоит из длинных параллельно расположенных нитей.

Задание. Рассмотрите спирогиру при малом увеличении микроскопа, отметьте, что это нитчатая неветвистая водоросль, состоящая из ряда одинаковых клеток, вытянутых в длину. При большом увеличении микроскопа познакомьтесь со строением клетки (рис. 7).

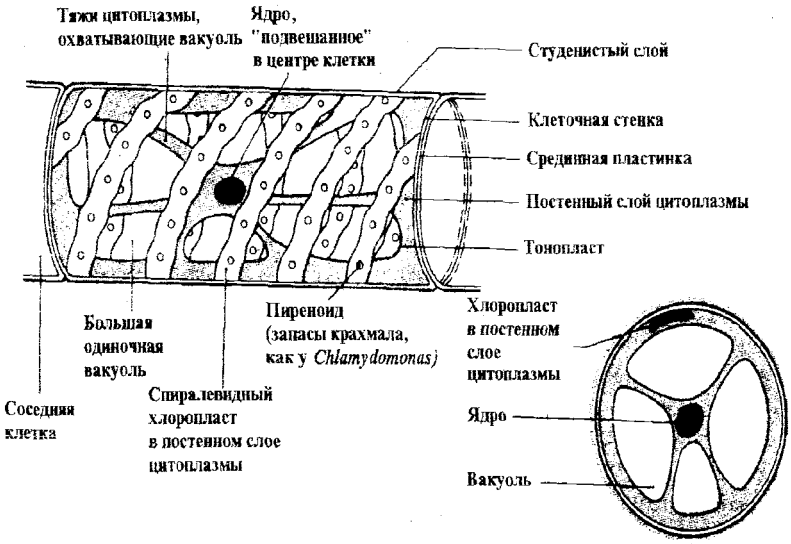

Рис. 7. Строение клетки нити Spirogyra (схематичный вид сбоку и схема поперечного среза в области ядра)

Клетки спирогиры покрыты оболочкой из целлюлозы и с поверхности одеты слизистым чехлом, который удобнее рассматривать в местах соединения клеток. Здесь видно, что слизь одевает клетки общим покровом. Протоплазма прижата к клеточным оболочкам и обычно хорошо видна. В центре клетки, в протоплазменном мешочке, находящемся на протоплазменных тяжах, подвешено ядро, имеющее округлую или линзовидную форму, в нем видно ядрышко. Ядро и ядрышко большей частью видны без окрашивания. Полость клетки занята

одной большой вакуолью, в ней у некоторых видов видны кристаллики гипса, крестообразной или игловидной формы. В постенном слое протоплазмы лежат изумрудно-зеленые хроматофоры, которых у различных видов может быть от одного до двенадцати.

Задание. Рассмотрите строение хроматофора желательно в разных оптических средах, настройка на которые достигается вращением макрометрического винта. Хроматофор имеет форму спирально закрученной ленты, край его волнистый, по средней же линии тянется темно-зеленая полоска, соответствующая гребню на нем. Обработайте препарат слабым раствором иода в иодистом калии. Находящийся вокруг пиреноидов крахмал посинеет, и одновременно подкрасится в золотистый цвет ядро.

Зарисуйте строение клетки спирогиры, обозначив оболочку, постенный слой цитоплазмы, ядро, спиралевидный хроматофор, вакуоль с клеточным соком. После знакомства со строением клетки приготовьте препарат (или используйте готовый) конъюгирующей спирогиры.

Найдите на препарате две нити, лежащие в непосредственной близости друг к другу. При этом образовавшиеся на боковых стенках бугорки, разрастаясь, превращаются в выросты, сталкивающиеся друг с другом. В месте соприкосновения оболочки растворяются, в результате чего образуется канал. Одновременно содержимое клеток начинает отставать от оболочки и из одной клетки переливаться в другую, сливаясь с протопластом последней. Так образуется зигота. Две нити, клетки которых конъюгируют, напоминают собой лестницу, поэтому коньюгацию этого типа называют лестничной.

Значительно реже наблюдается боковая конъюгация, идущая между соседними клетками, принадлежащимим к одной нити. При этом на боковых стенках клеток образуются выросты, растущие навстречу друг другу. Так же, как при лестничной коньюгации, возникает канал, по которому содержимое одной клетки переливается в другую.

Задание. Найдите на препарате и зарисуйте разные стадии конъюгации: появление боковых выростов, образование канала и начало переливания содержимого, образование зиготы.

Кроме спирогиры в пробах могут присутствовать другие роды сцеплянок.

Семейство **Зигнемовые (Zygnemataceae)**

Род зигнема (*Zygnema*). Отличительной особенностью этой нитчатой неприкрепленной водоросли является наличие двух звездчатых хроматофоров, в центре каждого из них находится по пиреноиду. В центре клетки видно ядро (без окрашивания или после специальной обработки). Жизненный цикл такой же, как у спирогиры. У зигнемы также можно наблюдать процесс коньюгации.

Задание. Зарисуйте строение клетки зигнемы, отметив особенности в строении хроматофора.

Род мужоция (*Mougeottia*). Встречается в прудах, озерах. Она ведет прикрепленный образ жизни, находясь вблизи дна, образует красивые купы и поднимается к поверхности воды. Так же, как спирогира и зигнема, мужоция имеет нитчатый неразветвленный таллом, который также состоит из длинно-цилиндрических клеток, но более тонких и длинных.

Хроматофор в клетке мужоции один, пластинчатой формы, на нем находятся пиреноиды. Положение хроматофора может быть различным: при ярком освещении он становится ребром к источнику света и различим тогда в виде тонкой полоски, проходящей по средней линии клетки. Когда хроматофор находится в таком положении, можно видеть ядро, прижатое к хроматофору близ центра клетки, и зернистую протоплазму. При рассеянном свете хроматофор повернут к источнику света своей широкой стороной и тогда занимает всю полость клетки. В таком положении на нем видны разбросанные пиреноиды.

Задание. Зарисуйте клетку мужоции, обозначив хроматофор и пиреноиды. Понаблюдайте за изменением хроматофора, предварительно выдержав мужоцию при слабом освещении.

Порядок **Десмидиевые (Desmidiales)**. Клетка десмидиевых водорослей состоит из двух симметричных полуклеток. Через хорошо развитый поровый аппарат оболочки выделяется слизь, способствующая активному передвижению этих водорослей. Вегетативное размножение производится делением клетки в плоскости симметрии, каждая полуклетка достраивает недостающую половинку. Половой процесс - коньюгация.

Семейство **Клостериевые (Closteriaceae)**. В основном одноклеточные водоросли, живущие в планктоне кислых вод.

Род клостериум (*Closterium*) - одноклеточный планктон-

ный организм мелких водоемов, бедных солями кальция, и торфяных болот. Размеры микроскопические, поэтому находим его и наблюдаем движение при малом увеличении, а изучение строения ведем при большом увеличении.

Клостериум имеет форму полумесяца. В средней части его тела находится ядро, подвешенное на цитоплазматическом мостике, оно часто видно без подкрашивания. По средней линии клетка делится на две симметричные половинки, имеющие форму рожков. В каждой из них лежит хроматофор, на котором имеются продольные гребни, видимые как темно-зеленые полосы. На хроматофоре находятся округлые пиреноиды, расположенные у одних видов в один ряд, у других - рассредоточенные. На обоих концах клетки имеется по одной вакуоле, в которой находятся кристаллики гипса.

Задание. Присмотритесь к ним. Эти кристаллики пребывают в броуновском движении. Отметьте на своем рисунке названные особенности клеточной структуры.

На концах тела, покрытого целлюлозной оболочкой, находятся поры, через которые выделяется слизь, тянущаяся шнуром; нарастание слизи отодвигает клостериум от начального положения.

Бесполое размножение клостериума осуществляется поперечным делением клетки. В результате деления дочерние организмы имееют по одной половинке от материнской клетки. Недостающая половинка нарастает постепенно, поэтому в пробах встречаются формы клостериума с неравными половинками тела.

Задание. Зарисуйте и обозначьте особенности строения оболочки, а также ядро, цитоплазматический мостик, цитоплазму, два хроматофора с пиреноидами, вакуоль с кристалликами гипса, пронаблюдайте за движением клетки.

Кроме клостериума в планктоне всегда часты следующие десмидиевые водоросли: космариум (*Cosmarium*) - состоит из двух половинок, имеющих вид эллипсов или овалов. Оболочка клетки покрыта небольшими выростами в виде бугорков, также как у стаурострума (*Staurastrum*). Виды этого рода при рассматривании сбоку часто напоминают космариум; обращенные же к наблюдателю (т.е. повернутые на 90° по перетяжке)

имеют трех-, многоугольную форму; многие виды на углах имееют шипы. Хроматофор стауаструма расположен по средней линии.

Задание. Поищите отмеченные выше роды на своем препарате.

Отдел **ХАРОВЫЕ ВОДОРОСЛИ - CHAROPHYTA**

Класс **Харовые (Charophyceae)**

Класс объединяет макроскопические водоросли, наиболее крупные из всех пресноводных. Слоевища имеют вид кустовидно ветвящихся нитевидных или стеблевидных зеленых членисто-мутовчатых побегов, укрепляющихся на дне водоемов с помощью многочисленных тонких бесцветных ризоидов. Рост "стеблей" верхушечный, неограниченный, "листья" (боковые отростки) обладают ограниченным ростом. Половое размножение происходит с помощью наиболее сложно устроенных по сравнению с другими водорослями половых органов: антеридия и архегония (оогония). Вегетативное размножение происходит путем укоренения и последующего разрастания частей основных побегов или с помощью особых клубеньков. В классе выделяют 1 порядок и 3 семейства.

Порядок **Харовые (Charales)**.

Семейство **Харовые (Characeae)** объединяет виды, как правило, инкрустированные известью, с корой на "стеблях" и с "прилистниками" в основании боковых отростков. Наиболее крупным является род хара (*Chara).*

Задание. При рассмотрении гербарного материала и живой хары отметьте черты сходства с листостебельными растениями: "главный стебель" и отходящие от него "боковые ветви", на которых расположены сильно вытянутые клетки - "листья" и органы полового размножения; размеры междоуз-лий, органы прикрепления к грунту (ризоиды).

Отразите на рисунке указанные выше особенности. Приготовьте микропрепарат, руководствуясь следующими указаниями.

Стенки клеток хары инкрустированы солями кальция, вследствие чего хара жестка на ощупь и малопрозрачна. Для просветления положите небольшие веточки хары, содержащие органы размножения, на несколько минут в 2-3% соляную или уксусную кислоту. При этом выделяются пузырьки газа, образуются растворимые соли, и препарат делается прозрачным. Рассмотрите препарат в капле глицерина.

При малом увеличении видим, что стебель в междоузлиях покрыт с поверхности вытянутыми в длину цилиндрическими коровыми клетками с множеством зернистых хроматофоров. В узлах стебля находятся мелкие паренхимные клетки. Зажав стебелек хары между двумя пластинками бузины, сделайте поперечный разрез стебля. На нем видно, что центр стебля занят крупной центральной клеткой, одетой коровыми клетками. Последние имеют неодинаковые размеры и расположены попеременно - большая и меньшая. Осевую клетку можно также рассмотреть, удалив одевающие ее коровые клетки препаровальной иглой.

Задание. Рассмотрите готовый препарат строения половых органов.

В пазухах "листьев" лежат архегонии, под ними внизу антеридии. Архегоний имеет яйцевидную форму, стенка его сложена спирально закрученными клетками, образующими на верхушке архегония коронку. Коронка состоит из пяти клеток, из пяти клеток состоит и стенка архегония. Внутренняя полость архегония занята крупной яйцеклеткой, в которой видны капли запасных веществ.

Антеридий значительно меньших размеров, чем архегоний. Его оболочка состоит из восьми клеток, имеющих форму трехгранных, складчатых, очень изящных щитков. В центре щитка небольшой кружок. При созревании антеридия клетки щитка расходятся, и образующиеся сперматозоиды выходят в воду. При оплодотворении сперматозоид проникает в полость архегония. В результате образуется зигота. Весной из нее образуется гаплоидный заросток.

Задание. Зарисуйте строение половых органов, обозначьте их.

Отдел **ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ - DIATOMEAE**

Диатомовые водоросли представлены одноклеточными и колониальными микроскопическими индивидами светло-желтого или бурого цвета, имеющими исключительно коккоидный тип структуры тела. Жесткая оболочка диатомовых состоит из прозрачного, как правило, симметричного кремнеземного панциря. Размер клеток от 4 до 2000 мкм.

Панцирь состоит из двух частей - эпитеки и гипотеки. Большая часть - эпитека - надвигается своими краями на гипотеку, как крышка на коробку. Форма панциря разнообразна: в виде шара, диска, цилиндра и т.п. Она определяется формой

створок и их высотой. Различают два основных типа створок: актиноморфные (круглые, треугольные, многоугольные), через которые можно провести три и более плоскостей симметрии класс ***(Centrophyceae)*** и зигоморфные, продолговатые с бисимметричной структурой, через которые можно провести не более двух плоскостей симметрии (класс ***Pennatophyceae***).

На створках панциря большинства пеннатных диатомей имеется шов в виде пары сквозных щелей, каждая из которых называется ветвью шва. Швы имеют различную длину, разнообразное строение и могут располагаться на обеих створках или на одной из них. Хорошо развитый щелевидный шов характерен для представителей семейства ***Naviculaceae***. Он состоит из пары коленчатосогнутых в толще створки щелей, заметно суженных в колене и расширяющихся наружу (наружняя щель) и внутрь (внутренняя щель) панциря. На середине створки ветви шва соединяютя в центральном узелке (внутреннее утолщение стенки створки) горизонтальным и вертикальным воронковидными каналами, причем наружный выход последнего имеет вид точки - центральная пора. В конечных (полярных) узелках - внутренних утолщениях стенки створки или обычно губообразно выпяченных образованиях - наружняя щель заканчивается извитой, обычно короткой полярной щелью.

Основное условие существования диатомовых водорослей, обитающих в толще воды, - это способность препятствовать погружению - парение. Это обеспечивается небольшим объемом протопласта и содержанием многочисленных капелек масла, наличием тонкого панциря, часто снабженного разнообразными выростами, щетинками, другими структурными элементами, увеличивающими поверхность.

Основной способ размножения диатомовых водорослей - вегетативное деление клетки надвое. Такие многократные деления приводят к постепенному уменьшению размеров клеток, получающих гипотеку материнской клетки. Восстановление первоначальных размеров клеток происходит во время прорастания покоящихся спор и в результате полового процесса, сопровождающегося образованием ауксоспор. Половой процесс у диатомовых может быть изогамным, анизогамным и оогамным. При неблагоприятных условиях эти водоросли переходят в состояние покоя. Цикл развития проходит в диплоидной фазе с гаметической редукцией.

Класс **Центрические диатомеи (Centrophyceae)**

Представители характеризуются радиальным строением створок и отсутствием шва на них. Преимущественно распространены в морях, однако имеются и пресноводные формы.

Порядок **Косцинодисковые (Coscinodiscales)**

Клетки одиночные или соединены в нитевидные колонии. Панцирь линзовидный, эллипсовидный, шаровидный и цилиндрический. Створки в очертании круглые.

Семейство **Мелозировые (Melosiraceae)**

Род мелозира (*Melosira*) - водоросль, образующая нитчатые колонии, клетки которых связаны между собой слизью. Створки клеток имеют форму невысоких стаканчиков, попарно вставленных друг в друга и соединенных основаниями с соседними клетками. Створки имеют форму правильной окружности, скульптура на их поверхности точечная, она очень мелкая и видна только при очень большом увеличении. Хроматофоры у мелозиры имеют форму мелких лопастных или круглых пластинок.

Довольно часто встречается циклотелла (*Cyclotella*), имеющая форму низенькой коробочки с круглыми створками, на которых располагается радиальная скульптура в виде штрихов. Некоторые центрические диатомеи имеют треугольную или многоугольную форму.

Задание. Передайте на рисунке внешний облик нитчатой колонии мелозиры, в клетках обозначьте хроматофоры.

Класс **Пеннатные диатомеи (Pennatophyceae)**

Панцирь симметричный по продольной оси. Клетки одиночные или соединенные в колонии различного типа. Пресноводные и морские формы, обитающие в бентосе или на различных субстратах.

Порядок **Двухшовные (Diraphales)**

Клетки большей частью одиночные, подвижные, реже собраны в лентовидные или кустиковидные колонии. Створки в очертаниях линейные до эллиптических, изредка S-образно изогнутые.

Семейство **Навикуловые (Naviculaceae)**

Род пиннулярия *(Pinnularia)*. Размеры пиннулярии весьма различны, в чем можно убедиться, сравнивая несколько организмов (для наблюдения следует выбрать более крупные

индивиды и изучение вести, пользуясь большим увеличением микроскопа).

Со створки пиннулярия имеет вид вытянутого эллипса с небольшим утолщением в средней части. По средней линии створок расположены "узелки": два на концах клетки и третий - в центре. Узелки - это утолщения на внутренней стороне панциря. Между узелками лежит "шов", имеющий слегка S-образную форму. Шов - это щель в створке, посредством его протопласт сообщается с внешней средой. Благодаря наличию шва осуществляется движение пиннулярии.

Задание. Понаблюдайте при малом увеличении микроскопа за движением пиннулярии. Как оно осуществляется?

По краю створки находится структура в виде штрихов, располагающихся с исключительным постоянством. Штрихи состоят из рядов мельчайших точек, в которых находятся столь же малые поры. Под этими порами в пектиновой оболочке также располагаются поры. Через поры осуществляется осмотический и газовый обмен с окружающей средой.

Протоплазма лежит по стенкам; в центре клетки находится протоплазменный мостик, в котором расположено ядро, видимое часто без окраски. Полость клетки занята большой вакуолью. У пиннулярии имеется два хроматофора пластинчатой формы, которые со стороны створки различимы в виде двух узких бурых ленты, тянущихся по краю.

Со стороны пояска пиннулярия имеет форму прямоугольника со слегка закругленными углами. При большом увеличении в положении с пояска нужно различить эпитеку и гипотеку. В этом положении видно, что узелки представляют собой утолщения на внутренней стороне створок, имеющие вид бугорков. Также заметно, что скульптура слегка переходит на боковые стенки. Вся полость клетки с пояска занята хроматофором, на фоне которого очень часто заметны капельки запасного масла.

Примечание. Просматривая каплю, в которой содержится большое количество пиннулярий, можно найти кроме организмов, имеющих бурые хроматофоры, пиннулярии с зелеными хроматофорами. Это отмирающие диатомеи, бурый пигмент которых извлечен водой.

Задание. Ознакомившись со строением пиннулярии, необходимо отыскать ее в той или иной стадии вегетативного размножения.

При этом можно найти все стадии деления - от первоначального расхождения створок материнской клетки до двух сформировавшихся дочерних пиннулярий, лежащих в непосредственной близости друг с другом. При делении хроматофоры перемещаются на створки; таким образом, вновь возникающие организмы имеют по одному хроматофору от материнской клетки, который затем делится продольно.

Каждая вновь возникшая клетка получает от материнской клетки одну створку, а вторую достраивает. Достраивается всегда гипотека. Таким образом, одна из дочерних клеток равна по размерам материнской, а другая меньше ее на толщину створки. Вследствие этого после ряда последовательных делений происходит постепенное измельчение диатомей.

Задание. Передайте на рисунке форму створок панциря, отметьте хроматофоры, включения, шов, узелки, изобразите пиннулярию со стороны створки и пояска.

Род навикула *(Navicula)* - широко распространенная водоросль, встречающаяся в различных экологических условиях. Одни виды навикулы живут в бентосе, другие - на поверхности влажных скал, третьи - в почве.

Навикула сходна с пиннулярией, но отличается заостренными концами створок, а также иной скульптурой на них. Род навикула очень большой и содержит до 100 видов. Навикула - весьма обычная диатомовая водоросль, встречающаяся в пробах воды из разных мест.

Задание. Передайте на рисунке форму створок панциря, отметьте хроматофоры, включения, шов, узелки, изобразите навикулу со стороны створки и пояска.

Род плевросигма (*Pleurosigma)* - диатомея, имеющая S-образную форму. У створок плевросигмы весьма тонкая ромбическая исчерченность. Скульптура эта настолько тонка и геометрически правильна, что препарат плевросигмы употребляют для оценки качества оптики микроскопов.

Порядок **Одношовные (Monoraphales)**

У представителей этого порядка клетки обычно одиночные, прикрепляющиеся к субстрату нижней створкой или студенистыми ножками, реже они собраны в лентовидные колонии. Створки - от линейных до широкоэллиптических.

Семейство **Ахнантовые (Achnanthaceae)**

Род кокконеис (*Cocconeis*), виды которого ведут эпифитный образ жизни. Так, на кладофоре широко распространен *Cocconeis pediculus*, имеющий эллипсовидную форму створки. Одной из створок он плотно прикрепляется к оболочке клетки кладофоры. Развиваясь в массе, он иногда сплошь покрывает поверхность кладофоры.

Порядок **Бесшовные (Araphales)**.

Шов, как следует из названия, у этих водорослей отсутствует. Клетки одиночные или соединенные в пучки, звездчатые или зигзагообразные колонии. Створки - от эллиптических до линейных.

Семейство **Фрагилариевые (Fragilariaceae)**

Род синедра (*Synedra*). Вместе с кокконеисом очень часто встречается эпифитная диатомея синедра стройная (*Synedra gracilis*), имеющая вытянуто-прямоугольную форму. Несколько клеток синедры прикрепляются к общей слизи пучком и расходятся веерообразно. Другие виды синедры ведут планктонный образ жизни.

Задание. Выберите из предложенных вам диатомовых объект и зарисуйте самостоятельно.

Отдел **ЖЕЛТО-ЗЕЛЕНЫЕ ВОДОРОСЛИ - XANTHOPHYTA**

Отдел объединяет около 600 видов преимущественно микро-, реже макроскопических водорослей желто-зеленого, реже зеленого цвета, иногда бесцветных. Индивиды одноклеточные, многоклеточные и неклеточные либо колонии индивидов, активно подвижные и неподвижные, прикрепленные и свободноживущие. Наблюдаются почти все типы структуры вегетативного тела, преобладающий тип - коккоидный. Размножение осуществляется преимущественно бесполым путем. Половой процесс (оогамного типа) с достоверностью известен лишь у видов рода *Vaucheria*.

Класс **Ксантосифоновые (Xanthosiphonophyceae)**

Объединяет желто-зеленые водоросли с сифональной структурой. Таллом, как правило, наземный, прикрепленный, дифференцированный на окрашенную надземную и бесцветную подземную части.

Порядок **Ботридиевые (Botrydiales)**.

Талломы макроскопические, пузыревидные или нитевидные, прикрепленные или неприкрепленные. Размножение зооспорами, гемиавтоспорами, апланоспорами, фрагментацией таллома.

Семейство **Ботридиевые (Botrydiaceae)**

Род ботридиум (*Botrydium*). Таллом ботридиума представляет собой единственную разросшуюся клетку, надземная пузыревидная и окрашенная часть которой - шаровидной или обратногрушевидной формы - постепенно суживается к основанию, переходя в подземную часть, и заканчивается разветвленными бесцветными ризоидами, находящимися в почве. Зеленые шарики *Botrydium*, самые крупные из которых достигают 2 мм в диаметре, развиваются обычно целыми группами на илистой и глинистой почве по берегам различных водоемов, а также в других сильноувлажненных местах на жирной почве, в колеях дорог в течение всего лета.

Молодая клетка покрыта нежной и гладкой, преимущественно пектиновой оболочкой, но при старении грубеет, и на ней выделяется известь в виде гранул, которые, сливаясь, могут образовать сплошную известковую корочку. В постенном слое цитоплазмы располагаются зеленые дисковидные хроматофоры, сильно утолщенные в середине и тонкие по краям, и многочисленные прозрачные капли масла, являющиеся запасным питательным веществом. В более глубоких слоях цитоплазмы находится масса мелких ядер, которые видны только после окраски. Середина пузырька заполнена большой вакуолью с клеточным соком.

Размножается ботридиум зооспорами, которые в большом количестве образуются из содержимого надземной шаровидной части при смачивании ее водой. Через отверстие на вершине или разрывы оболочки зооспоры выходят в воду и, проплавав там некоторое время, на сырой земле развиваются в новые особи. При неблагоприятных условиях (продолжительное высыхание) содержимое надземной части (шарика) перемещается в ризоиды и распадается на отдельные части, покрытые толстой оболочкой, образуя цисты, способные прорастать в новые особи непосредственно или через стадию зооспор.

Семейство **Вошериевые (Vaucheriaceae)**

Вошерия (*Vaucheria*) - одна из распространенных пресноводных водорослей. Зеленые нити ее можно встретить в водоемах

и с быстро текущей водой (на дне), и в стоячих (у самого берега), а также на поверхности воды в виде свободноплавающих нитей, образующих тину. Также талломы вошерии можно встретить на сильно увлажненной почве.

При малом увеличении микроскопа хорошо видно, что эта нитчатая водоросль неклеточного строения. Таллом ее представляет собой как бы одну гигантскую разросшуюся клетку без перегородок и имеет вид слаборазветвленных толстых нитей светло-зеленой окраски, иногда достигающих в длину нескольких сантиметров. К субстрату вошерия прикрепляется бесцветным лапчато-ветвистым ризоидом. Клетка покрыта целлюлозной оболочкой.

В постенном слое цитоплазмы находятся многочисленные мелкие ядра, заметные только после их окраски, и зеленые зернистые или веретеновидные хроматофоры без пиреноидов. На протяжении всей нити наблюдается масло в виде округлых прозрачных капелек. Нередко на одном из кончиков нити, несколько вздувшемся, можно заметить более темное и густое содержимое. Перегородка отделяет кончик нити с более темным содержимым от остальной нити. Это зооспорангий, в котором в дальнейшем формируется одна зооспора. Образованию зооспорангиев и появлению зооспор способствует слабое освещение, жизнь под водой и плохое питание.

Половой процесс у вошерии оогамный (рис. 8). Антеридии образуются в виде боковых выростов цилиндрической формы.

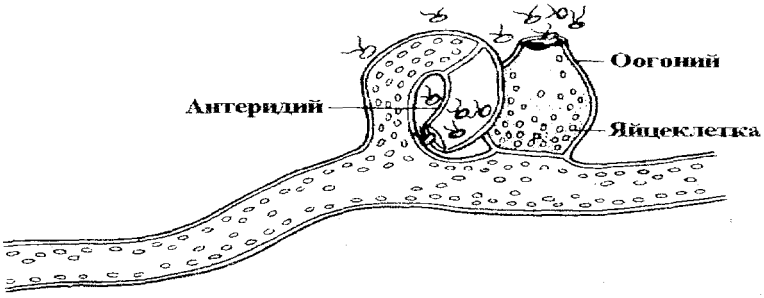

Рис. 8. Строение половых органов Vaucheria

Они загибаются в виде крючка или рога, в месте перегиба которого появляется перегородка, отделяющая собственно антеридии от базальной части. Сперматозоиды овальные или

грушевидные, с двумя неравными жгутиками. В тесном соседстве с антеридием образуются один или несколько оогониев мешкообразной или овальной формы. К моменту созревания оогония в нем остается одно ядро, формируется одна яйцеклетка и появляется перегородка, отделяющая оогоний. Обращенная к антеридию часть оогония вытянута наподобие клюва и заполнена бесцветной цитоплазмой. Перед оплодотворением оболочка оогония в этом месте разрывается, и небольшая часть бесцветного содержимого цитоплазмы выходит наружу, действуя, очевидно, хемотаксически на сперматозоиды, которые и проникают внутрь оогония через образовавшееся отверстие. После оплодотворения в оогонии развивается покрытая толстой слоистой оболочкой ооспора. Ее диплоидное ядро после периода покоя делится с редукцией числа хромосом, и она прорастает в новую гаплоидную нить.

Задание. Приготовьте препарат из вошерии и рассмотрите его при малом увеличении. Определите тип структуры таллома и отметьте его в подписи к рисунку (перегородки возникают лишь в местах повреждений и при образовании органов размножения). Используя готовый препарат с органами полового и бесполого размножения, сведения из учебника, зарисуйте и прокомментируйте подписями жизненный цикл вошерии. Укажите тип редукционного деления.

Отдел **ЗОЛОТИСТЫЕ ВОДОРОСЛИ - CHRYSOPHYTA**

Отдел представлен одноклеточными, колониальными или многоклеточными организмами золотисто-желтого, буровато-зеленого, реже зеленовато-желтого цвета. Большинство индивидов имеет монадный тип структуры тела. Клетки в большинстве случаев лишены клеточной оболочки, иногда покрыты лишь плазмалеммой, часто мелкими кремнеземными чешуйками, нередко срастающимися в панцирь, реже формируют домики. Некоторые представители образуют ризоподии, псевдоподии и аксоподии. Преимущественное большинство золотистых водорослей имеют жгутики. Известно бесполое (с помощью амебоидов, зооспор и апланоспор), вегетативное (простое деление одноклеточных форм надвое, фрагментация нитей, почкование) и половое (гало-, изо-, автогамия; наблюдается редко) размножение. Характерной особенностью цикла развития является образование цист.

Класс **Хризокапсовые (Chrysocapsophyceae)**

Видам присуща пальмеллоидная (слизистая) структура. Включает неподвижные, прикрепленные или пассивноплавающие колониальные формы.

Порядок **Хризокапсовые (Chrysocapsales)**

Одноклеточные или колониальные организмы, в вегетативном состоянии лишенные жгутиков.

Семейство **Гидрурусовые (Hydruraceae)**

Род гидрурус (*Hydrurus*). Этот род встречается в быстротекущих горных ручьях с холодной водой и представлен крупными (до 20-30 см длины) колониями в виде слизистых, обильно ветвящихся тяжей, прикрепленных основанием к подводным камням. Клетки, в которых хорошо различим один крупный бурый хроматофор, расположены плотно по периферии слизистых цилиндрических тяжей и более рыхло в центральной части слизи. Рост таллома верхушечный. Делится только клетка, находящаяся в конце каждого слизистого тяжа. Из двух клеток, получающихся в результате ее продольного деления, одна продолжает функционировать в качестве апикальной, а другая входит в слизь тяжа.

Главный ствол колонии несет только опорную функцию, его клетки не участвуют ни в росте, ни в размножении. Только клетки, содержащиеся в боковых ветвях, способны реактивировать свой жгутиковый аппарат и превращаться в зооспоры весьма характерной тетраэдрической формы, которые покидают слизь с тем, чтобы дать начало новым молодым колониям. Цисты также образуются только в слизи конечных разветвлений колонии.

Задание. Зарисуйте участок таллома гидруруса при малом увеличении. Особенности его структуры покажите во фрагменте при большом увеличении, отметьте в клетках хроматофор.

Отдел **ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДОРОСЛИ - EUGLENOPHYTA**

Эвгленовые водоросли представляют собой высокоорганизованную своеобразную группу низших растений, стоящую на границе растительного и животного мира и поэтому названного еще в XIX столетии порубежниками. Отдел объединяет свыше 900 видов микроскопических одноклеточных, преимущественно жгутиковых эукариотических водорослей зеленого, редко красного цвета. Имеется много бесцветных

форм.

Индивиды эвгленовых водорослей имеют разнообразную форму тела: шаровидную, эллипсовидную, яйцевидную, веретеновидную, ланцетовидную, игловидную, цилиндрическую, трапециевидную, ромбовидную, фляжковидную, мешковидную и т. д.

Клетки этих организмов лишены целлюлозной оболочки. Под плазмалеммой расположен плотный, эластичный, белковой природы слой протопласта, называемый пелликулой. На переднем конце клетки имеется мешковидное углубление, называемое глоткой, в расширенную часть которой - резервуар - изливается содержимое сократительных вакуолей.

Основным запасным веществом является особый тип полисахарида - парамилон, который концентрируется вокруг пиреноида или образуется непосредственно в протоплазме.

Стигма, или глазок, расположена на переднем конце клетки вблизи жгутикового аппарата, она состоит из разных по величине глобул. Ядро крупное, окружено двойной мембраной с порами. Митоз особого типа - эвгленомитоз. Размножение - путем продольного деления, оно осуществляется в подвижном или пальмелловидном состоянии. Имеются указания о наличии полового процесса у некоторых представителей эвгленовых.

Типы питания: авто-, мезо-, гетеротрофное (большое число бесцветных форм). Преимущественно пресноводные формы, довольно широко распространенные, особенно в водоемах замедленного стока. В отделе один класс.

Класс **Эвгленовые (Euglenophyceae)**

Порядок **Эвгленовые (Euglenales)**

Организмы с хлороплас-тами или без них, питающиеся фотоавтотрофно, миксотрофно или сапрофитно. Некоторые являются паразитами или симбионтами животных.

Семейство **Эвгленовые (Euglenaceae)**

Род эвглена (*Euglena)* типичен для этой группы. Некоторые виды (*E. viridis*) очень часто встречаются в лужах, богатых органическими веществами.

Задание. Поместите каплю воды из лужи на предметное стекло и, не накрывая покровным стеклом, рассмотрите препарат при малом увеличении микроскопа. Можно увидеть зеленые, большей частью веретеновидной формы клетки, активно передвигающиеся в поле зрения.

При большом увеличении микроскопа на препарате, накрытом покровным стеклом, можно видеть, что клетка одета цитоплазматической оболочкой - перипластом, который обычно покрыт тонкими штрихами или рядами отдельных точек. На переднем конце тела находится глотка, которая снаружи начинается воронкой, переходит затем в глоточный канал и заканчивается резервуаром, или главной вакуолью, к брюшной стороне которой прилегает сократительная вакуоль, выбрасывающая свое содержимое в полость резервуара. Со спинной стороны к резервуару прилегает глазок. К спинной стороне резервуара, к специальным базальным тельцам прикрепляются два жгутика, из которых наружу из глотки выходит только один, а второй, рудиментарный, скрыт в глотке. В клетке имеется одно ядро и у окрашенных форм - хроматофоры чисто зеленого цвета, с пиреноидами или без них. Размножается эвглена путем продольного деления клетки пополам. Сравните увиденное вами со схемой строения эвглены (рис. 9).

Задание. Зарисовав эвглену, обозначьте хроматофор, пиреноиды (если есть), перипласт.

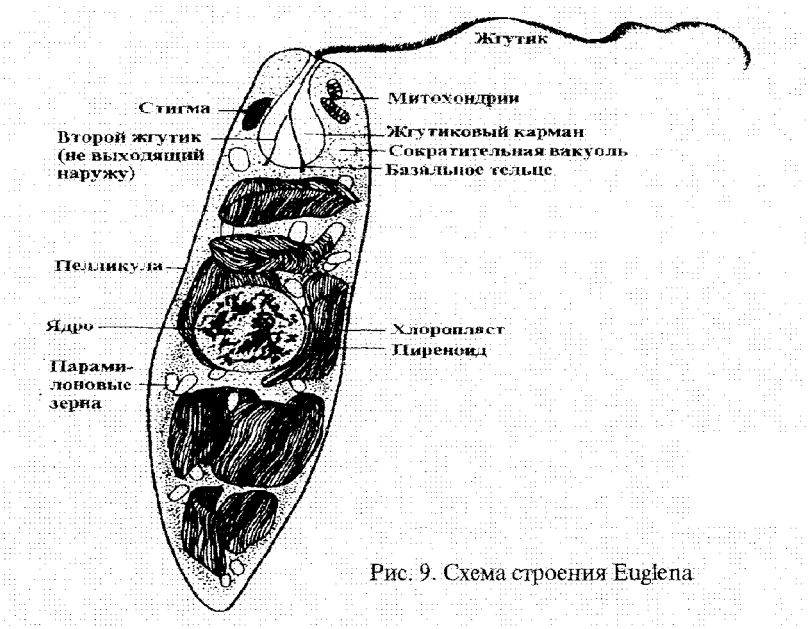

Рис. 9. Схема строения Euglena

Отдел **КРАСНЫЕ ВОДОРОСЛИ - RHODOPHYTA**

Красные водоросли - преимущественно морские растения, их численность составляет около 4000 видов из более чем 600 родов. В подавляющем большинстве это многоклеточные крупные индивиды сложного морфологического и анатомического строения, с самой разнообразной окраской и строением талломов. Здесь можно встретить нитевидные и пластинчатые, цилиндрические и корковидные, пузыревидные и коралловидные формы, в разной мере рассеченные и разветвленные. Продукт ассимиляции - полисахарид, называемый багрянковым крахмалом, а также иногда гликоген, жиры, многоатомные спирты. Размножаются красные водоросли делением клетки надвое (вегетативный способ), тетраспорами, реже моноспорами (бесполый). Половой процесс оогамный, присущ водорослям класса флоридеевых; в классе бангиевых встречается только у наиболее высокоорганизованных форм.

Класс **Бангиевые (Bangiophyceae)** объединяет одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы паренхимного строения. Рост у них диффузный, в результате деления всех клеток слоевища. Большинство представителей класса - пресноводные и наземные обитатели, имеются и морские формы, распространенные в прибрежной полосе всех морей.

Порядок **Порфиридиевые (Porphyridiales)** включает одноклеточные, шаровидные, эллипсовидные, одиночные водоросли, образующие также слизистые скопления.

Семейство **Порфиридиевые (Porphyridiaceae)**

Род порфира (*Porphyra)* - обитатель северных и южных морей, прикрепляющийся к камням, скалам и талломам крупных водорослей. Имеет вид пластинки розовато-пурпурного цвета с гладкими или волнистыми краями величиной от 5 до нескольких десятков сантиметров в длину и до 10 см и более в ширину. Пластинка состоит из одного (у некоторых видов из двух) слоев клеток и при помощи короткого черешка и подошвы прикрепляется к подводным предметам.

Карпогоны и антеридии формируются из вегетативных клеток (рис. 10), отличающихся от других более густым цитоплазменным содержимым. Мужские клетки претерпевают ряд делений во взаимно перпендикулярных направлениях, в результате чего формируются 64 мелкие клеточки, в каждой из которых созревает один спермаций. После оплодотворения в

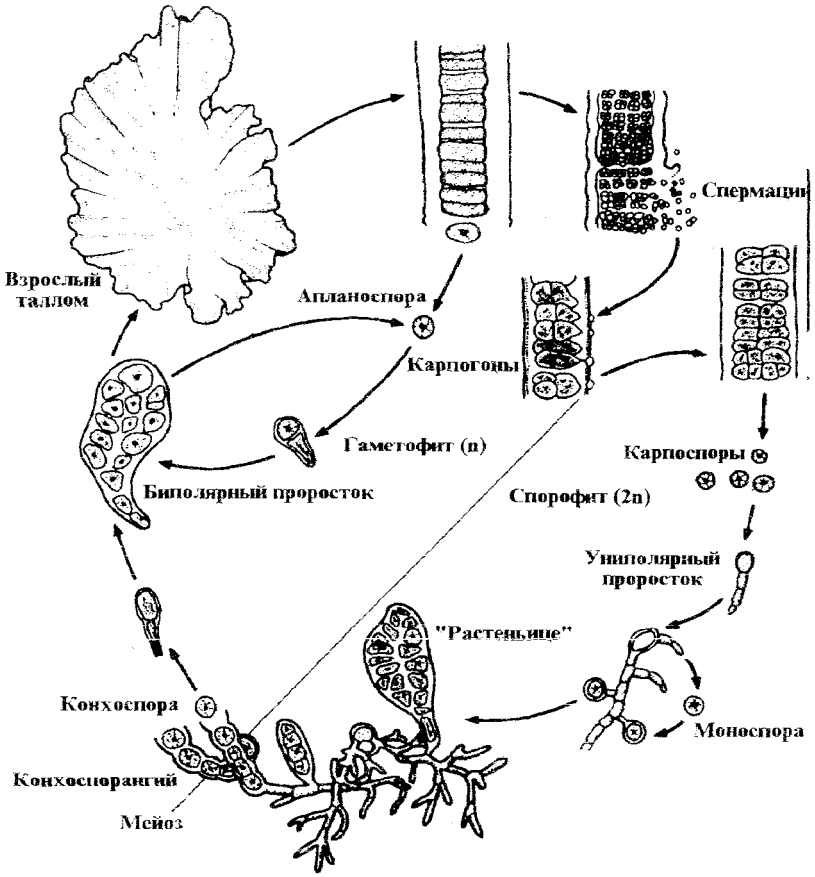

Рис. 10. Жизненный цикл Porphyra

карпогоне развивается чаще всего 8 карпоспор, располагающихся в два яруса. Обычно карпогоны и антеридии возникают на талломе группами и хорошо заметны невооруженным глазом в виде пятен, располагающихся или по краям пластинки, или по всей ее поверхности. После бесполого и полового размножения, ведущих к разрушению значительных участков таллома, он, как правило, погибает.

Задание. На гербарных образцах рассмотрите особенности морфологического строения таллома порфиры, сделайте ее рисунок. Познакомившись с циклом развития водоросли, составьте схему жизненного цикла.

Класс **Флориден (Florideophyceae)**

Многоклеточные водоросли самой разнообразной формы, преимущественно сложного анатомического строения, как одноосевого, так и многоосевого типа, с отчетливой псевдопаренхиматозной структурой. У некоторых форм таллом обильно пропитан известью. Большинство - типичные морские обитатели, широко распространенные по всему Мировому океану.

Порядок **Криптонемиевые (Cryptonemiales)**

Слоевище имеет различную форму (от цилиндрической до пластинчатой и корковидной) и различное анатомическое строение (как одноосевого, так и многоосевого типа). Рост осуществляется одной или несколькими апикальными клетками. У представителей порядка имеется чередование гаметофита и тетраспорофита, сходных по внешнему и внутреннему строению.

Семейство **Кораллиновые (Corallinaceae)**

Род кораллина **(Corallina)** - невысокие растения, очень красивые благодаря перистому и вильчатому строению. Вертикальное слоевище образуется на базальной части. Вертикально стоящие кустики ветвятся преимущественно в одной плоскости. Ветви состоят из сильно пропитанных известью члеников, соединенных друг с другом сочленениями с малым содержанием извести, что придает всему кустику гибкость, помогающую противостоять действию волн. Вдоль ветвей проходит много нитей, неограниченно нарастающих и сложенных из длинных бесцветных клеток. От этих осевых нитей по радиусам отходят ветви, срастающиеся в кору. В местах сочленений центральные оси остаются неразветвленными. На верхушке пучок центральных нитей разделяется обычно на три части, которые далее растут как ветви. Органы размножения у кораллины (антеридии, карпогоны, тетраспоры) всегда развиваются на концах ветвей разных индивидов в особых углублениях - концептакулах.

Задание. Рассмотрите внешнее строение таллома кораллины.

Порядок **Церамиевые (Ceramiales)**

Таллом пластинчатый, плоский, цилиндрический или нитевидный, обычно разветвленный одноосевого типа. Состоит из членистых нитей, покрытых корой или без коры. Бесполое размножение - тетраспорами. Цикл развития трехфазный со сменой гаметофита, карпоспорофита и тетраспорофита, при этом гаметофит и тетраспорофит имеют одинаковое строение.

Семейство **Родомеловые (Rhodomelaceae)**

Род полисифония *(Polysiphonia)*. Талломы представляют собой обильно ветвящиеся кустики темно-пурпурного цвета высотой от 5 до 20 см. Как показывает название водоросли, таллом ее состоит из системы сифонов, т. е. однорядных многоклеточных нитей. Один из сифонов занимает осевое положение (центральный сифон), остальные располагаются вокруг него, образуя один или несколько рядов периферических, или перицентральных сифонов. Периферические сифоны образуются в результате продольных делений клеток центрального сифона, о чем свидетельствует присутствие пор в продольных перегородках. У большинства видов в более старых частях таллома клетки перицентральных сифонов в результате продольных делений отчленяют специальные узкие клетки коры.

Задание. Познакомьтесь с жизненным циклом *Polysiphonia* (рис. 11).

Органы полового размножения возникают у верхушек ветвей гаплоидных гаметофитов, которые образуются из гаплоидных тетраспор. Из сперматангиев, расположенных плотными пучками, выходят клетки, функционирующие как спермации. Расширенная базальная часть карпогона содержит ядро и играет роль яйцеклетки. После оплодотворения в результате митоза внутри карпоспорангия образуются диплоидные карпоспоры, выходящие наружу через отверстие в перикарпе, т. е. во внешней развивающейся вокруг них структуре. Карпоспоры прорастают в тетраспорофиты, сходные по размерам и строению с гаметофитами. На тетраспорофитах формируются тетраспорангии, в каждом из которых происходит мейоз с образованием четырех гаплоидных тетраспор. После этого цикл начинается заново.

Задание. Рассмотрите предложенный гербарный образец с растением полисифонии, сделайте рисунок. Схематически представьте стадии жизненного цикла, особое внимание обратив на формирование гонимобласта.

Семейство **Филлофоровые (Phyllophoraceae)**

Род анфельция (*Ahnfeltia)* обитает в сублиторальной зоне на камнях и скалах, вначале прикрепляясь к ним основанием, а затем отрываясь от них и оставаясь свободнолежащей. Она имеет вид грубых на ощупь хрящеватых кустиков, 10-15 см высотой, составленных из обильно и дихотомически ветвящихся

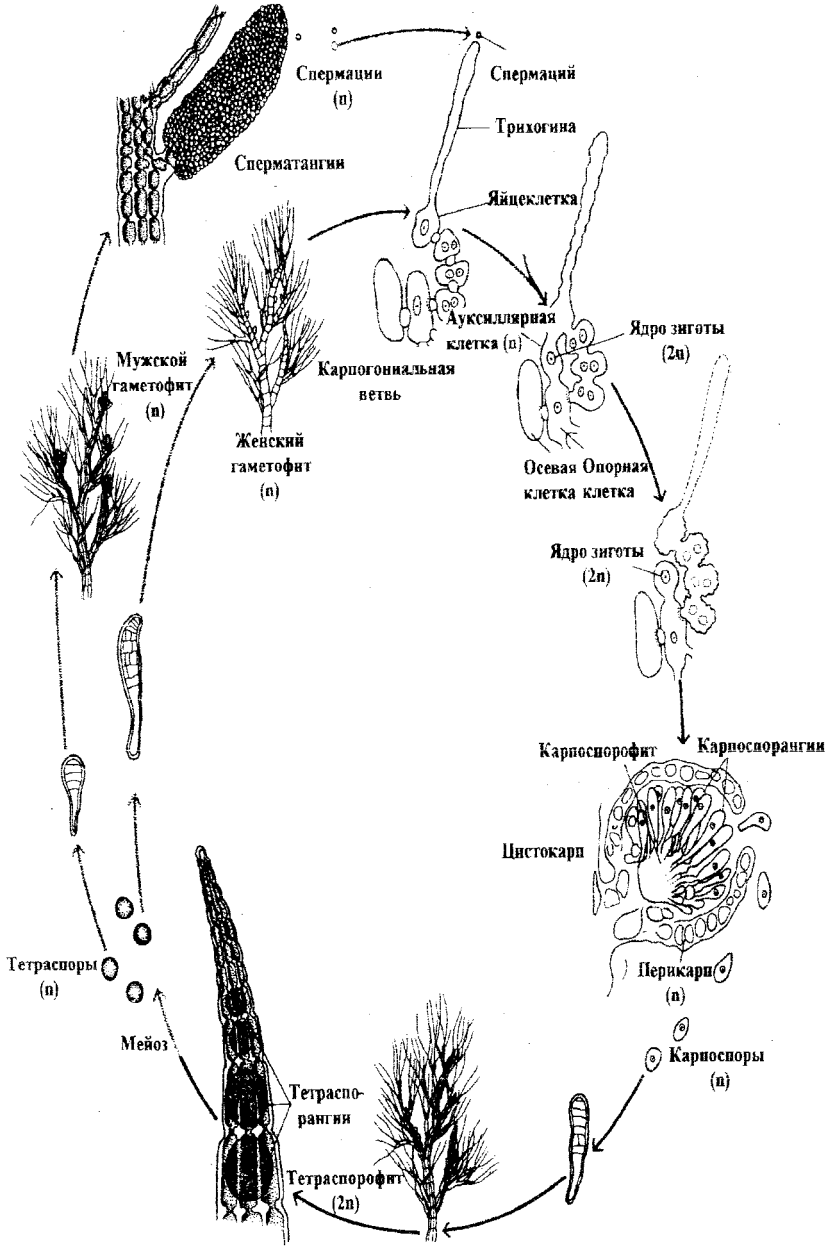

Рис. 11. Жизненный цикл Polysiphonia

веточек темно-фиолетового, почти черного цвета. Таллом анфельции разнонитчатый. Кроме вегетативного, известно размножение моноспорами. Способность к половому размножению утеряна у анфельции полностью.

Задание. Рассмотрите внешнее строение таллома анфельции.

Отдел **БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ - PHAEOPHYTA**

Бурые водоросли - преимущественно морские многоклеточные растения, весьма крупные, сложно расчлененные, прикрепленные к субстрату. В настоящее время известно около 1500 видов бурых водорослей. Из них в пресных, большей частью холодных проточных водах умеренных широт до сих пор обнаружено 5 видов бурых водорослей.

Общим внешним признаком бурых водорослей служит желтовато-бурая окраска их талломов, обусловленная наличием у них большого количества желтых и бурых пигментов. Форма талломов очень разнообразна: нитевидная, корковидная, мешковидная, пластинчатая (цельная или с разрывами, выростами и многочисленными отверстиями, гладкая или с продольными складками и ребрами), а также кустообразная. Талломы могут быть однорядными и многорядными. В последних наблюдается специализация клеток с образованием тканей - паренхиматозный тип структуры тела. В простейшем случае различают кору из интенсивно окрашенных клеток, содержащих большое количество хлоропластов и особых вакуолей - физод, и сердцевину, состоящую из бесцветных, часто более крупных клеток одинаковой формы. У более сложно организованных бурых водорослей (*Laminariaceae, Fucaceae*) коровый слой достигает значительной толщины и состоит из интенсивно окрашенных клеток разного размера и формы. В центре находятся рыхло- или плотно расположенные нити с сильно вытянутыми клетками - сердцевина, между нею и корой лежат крупные бесцветные клетки - промежуточный слой.

Клетки бурых водорослей одноядерные, разнообразные по форме и размерам, с двуслойной оболочкой, с одной крупной или несколькими мелкими вакуолями. Хроматофоры пристенные, мелкие, дисковидные, реже лентовидные или пластинчатые. Пиреноиды имеются не всегда. Набор пигментов сложен и включает хлорофиллы ***a*** и ***c***, каротины, несколько ксантофиллов - фукоксантин, виолаксантин, антераксантин,

зеаксантин и др. Продукты ассимиляции - ламинарин, маннит и масла.

У бурых водорослей встречаются бесполая и половая формы размножения. Первая осуществляется подвижными зооспорами. Половой процесс изо-, гетеро- и оогамный. В циклах развития может наблюдаться изоморфная смена форм - у самых примитивных и гетероморфная - у более эволюционно продвинутых (*Laminariales*).

Класс **Фэозооспоровые (Phaeozoosporophyceae)**

Водоросли разнообразной величины, формы и строения. Рост интеркалярный и апикальный. Большинство водорослей встречается в виде двух самостоятельных форм развития - спорофита и гаметофита или гаметоспорофита, которые могут быть сходными по внешнему виду, строению и размерам и разными, т. е. имеется изо- и гетероморфная смена генераций.

Порядок **Диктиотовые (Dictyotales)**

Талломы крупные, пластинчатые, целые или рассеченные на лопасти или вильчато разветвленные в одной плоскости. Бесполое размножение - неподвижными крупными голыми тетраспорами. Половой процесс оогамный. Смена форм развития изоморфная.

Семейство **Диктиотовые (Dictyotaceae)**

Род диктиота (*Dictyota*). С помощью лупы отыскиваем органы размножения на поверхности слоевища диктиоты. На анатомическом срезе видно, что органы бесполого и полового размножения образуются на различных экземплярах, морфологически совершенно одинаковых. Органы бесполого размножения - тетраспорангии - образуются группами на поверхностных клетках. В молодом тетраспонгии содержимое однородно, в зрелом разбивается на четыре тетраспоры. Затем оболочка тетраспорангия разбухает, и лишенные активной подвижности споры выходят в воду. Здесь они переносятся течением воды, позднее, прорастая, дают растения диктиоты. На последних образуются органы полового размножения: на одних оогонии, а на других - антеридии. Так же, как тетраспорангии, оогонии и антеридии образуются группами на поверхности слоевища. В оогонии возникает одна яйцеклетка, в антеридии - большое количество мелких сперматозоидов. И яйцеклетки, и сперматозоиды по созревании выбрасываются в воду, где происходит оплодотворение. Зигота без периода покоя прорастает в растение, дающее тетраспорангии.

Таким образом, у диктиоты происходит правильное чередование полового и бесполого поколений, морфологически совершенно одинаковых.

Задание. На гербарном образце рассмотрите особенности морфологической организации слоевища диктиоты, передайте их на рисунке. Обозначьте каулоид, филлоид, ризоид. Составьте схему ее жизненного цикла.

Порядок **Ламинариевые (Laminariales)**

Таллом паренхиматозной структуры имеет одну или несколько пластин, расположенных на простом или разветвленном стволе, прикрепляется к грунту диском или ризоидами. Спорофиты образуют органы бесполого размножения одного типа - одноклеточные одногнездные спорангии. Гаметофиты - многоклеточные, в виде однорядных разветвленных нитей. Большинство ламинариевых - многолетники.

Семейство **Ламинариевые (Laminariaceae)**

Род ламинария (*Laminaria*) распространен в сублиторальной зоне северных морей, где образует подводные леса.

Для знакомства возьмем два вида: ламинарию сахарную (*L. saccharina*) и ламинарию пальчатую (*L. digitata*)

Ламинария достигла большой морфологической дифференциации. Таллом ее состоит из листовой пластинки, черешка и массивного корневидного образования, называемого ризоидом, или присоской. Листовая пластинка у ламинарии пальчатой рассеченная, у ламинарии сахарной - цельная, ремневидная. Листовая пластинка достигает 2-3 м в длину.

Ламинария - водоросль, обладающая интеркалярным ростом. В верхней части корешка находятся клетки, способные к образовательной деятельности, за их счет ежегодно образуется новая листовая пластинка, а старая сбрасывается. Смена листьев происходит весной, уже в феврале начинает функционировать меристема, находящаяся на вершине черешка. Усиленно делясь, клетки образуют новую листовую пластинку, отчленяя старую, которая некоторое время остается связанной с молодой пластинкой, а затем отрывается.

Задание. Для знакомства с внутренним строением сделайте поперечный срез через черешок перпендикулярно его поверхности. При этом не надо стремиться к тому, чтобы он прошел через всю поверхность, достаточно, если получится хороший срез через половину или меньшую часть черешка, лишь бы в нем были захвачены все

слои - от периферии до центра. Полученный срез рассмотрим при малом увеличении.

Поверхность черешка покрыта несколькими слоями мелких клеток, плотно смыкающихся друг с другом. В этих клетках имеется много хроматофоров, клетки периодически делятся. Таким образом, поверхностные слои клеток несут защитную функцию, функцию создания органических веществ и меристематическую функцию. В более глубоких слоях старого черешка находятся крупные отверстия - слизевые ходы.

Отыщите также кольца, напоминающие годичные кольца древесных растений. Они образуются вследствие того, что в черешке чередуются более и менее крупноклеточные слои. Это чередование находится, видимо, в связи с периодичностью утолщения черешка. В начале периода роста отлагаются крупноклеточные элементы, позднее, когда образовательная деятельность начинает затухать, отлагаются мелкие клетки.

В центре черешка находится сердцевина из более или менее округлых клеток. Среди них мы находим длинные нитевидные образования - "ситовидные трубки", познакомиться с которыми удобнее на продольном срезе.

Задание. Изготовьте таким же образом продольный срез черешка и рассмотрите его. Отыщите знакомые нам коровые клетки, сердцевинные, слизевые ходы, а также ситовидные трубки. Их вы узнаете потому, что они имеют ветвистую форму, заполнены густым содержимым и отделены друг от друга толстыми продырявленными пластинками.

По ситовидным трубкам в черешок и ризоиды передвигаются питательные вещества, созданные в листовой пластинке. Таким образом, ситовидные трубки здесь несут обычную функцию.

На поверхности листовой пластинки во второй половине лета возникают обычно группами зооспорангии. При созревании зооспорангиев оболочки их вскрываются, и гетероконтные зооспоры выходят в воду. Останавливаясь и прорастая, они образуют микроскопические нитчатые образования, состоящие из небольшого количества клеток. Эти нитчатые образования носят название заростков (гаметофитов).

На заростках возникают органы полового размножения: на одних - оогонии, на других - антеридии. Таким образом,

заростки ламинарии двудомны.

Интересно, что для развития заростков необходима пониженная температура. Требовательностью к пониженным температурам объясняется отсутствие ламинарии в более теплых морях, а также и неудачи культивирования ее в искусственных условиях.

После созревания оогониев и антеридиев происходит оплодотворение. Сперматозоиды выходят через ослизняющуюся оболочку антеридия, оболочка оогония также вскрывается на вершине, и яйцеклетка слегка выступает из оогония. Активно передвигаясь, сперматозоиды достигают яйцеклетки, и один из них сливается с ней. Оплодотворенная яйцеклетка покрывается оболочкой и, развиваясь, дает новое растение - спорофит.

Растения ламинарии, дающие зооспоры, являются спорофитами, заростки, дающие половые клетки, представляют гаметофит. Таким образом, в жизненном цикле ламинарии происходит правильная смена чередования поколений, спорофит, или бесполое поколение, представлен крупным растением, гаметофит, или половое поколение, представлен микроскопическими заростками.

Листовая пластинка ламинарии содержит большое количество углеводов и белков, вследствие этого ламинарию употребляют в пищу, идет она на корм животным, из нее добывают альгиновую кислоту и ее соли - альгинаты.

Ламинария извлекает из морской воды и откладывает в своем слоевище йод и соли калия. Вследствие этого ламинарию используют для добычи йода и калийных солей, а также как зеленое удобрение.

Задание. Сделайте рисунок внешнего вида ламинарии с обозначениями особенностей строения. Также сделайте поперечный срез таллома и отобразите строение ассимиляционной, запасающей, механической и проводящей тканей. Составьте схему жизненного цикла ламинарии.

Класс **Циклоспоровые (Cyclosporophyceae)**

Таллом крупный, дифференцирован на меристодерму, кору, промежуточный слой и сердцевину. Трубчатые нити, ситовидные трубки, слизистые каналы и гляндулярные клетки отсутствуют. Основные отличительные особенности циклоспоровых связаны с их циклом развития и размножения. У них

отсутствуют две самостоятельно растущие формы развития, гаметангии развиваются в концептакулах на слое клеток, возникающем из одной клетки, называемой проспорой, мейоз происходит при образовании гамет.

Порядок **Фукусовые (Fucales)**

Таллом довольно крупный, расчленяется на основную цилиндрическую или пластинчато-лентовидную часть, имеет обычно короткий стволик и конусовидную или дисковидную подошву. Основная часть таллома кожистая или мясистая, на его пластинчатых частях обычно есть продольное ребро. Органы размножения развиваются в концептакулах, разбросанных по всему таллому или скоцен-трированных в определенных местах - рецептакулах.

Семейство **Фукусовые (Fucaceae)**

Род фукус (*Fucus*). Водоросль имеет плоское, ремневидное, повторно дихотомически ветвящееся слоевище (рис. 12). В основании находится подушкообразное расширение, которым фукус прикрепляется к камням. По средней линии идет слегка вздутая жилка. По бокам от нее расположены в большинстве случаев парные вздутия, заполненные воздухом, - это воздушные камеры. Они поддерживают фукус в вертикальном положении. Концы ветвей водоросли различны: одни вегетативные, имеющие такое же строение, как слоевище, другие же - вздутые, с погруженными в них округлыми полостями величиною с булавочную головку, называемые скафидиями. В каждом скафидии имеется отверстие, открывающееся в воду.

Задание. Зажав между двумя кусочками бузины верхушку ветви со скафидиями, сделайте бритвой серию поперечных срезов и, выбрав лучший, рассмотрите его при малом увеличении.

Поверхностные слои плотные, окрашены в темно-бурый цвет, так как клетки их содержат большое количество хроматофоров. Глубже лежащие клетки имеют очень немного хроматофоров и соединены в рыхло переплетающиеся нити, между которыми много межклеточных пространств.

Скафидии имеют шарообразную форму. Если срез прошел через середину скафидия, то видно его выводное отверстие. Так как большинство видов фукусов раздельнополо, приходится делать срезы скафидиев с разных особей.

В мужском скафидии находится громадное количество

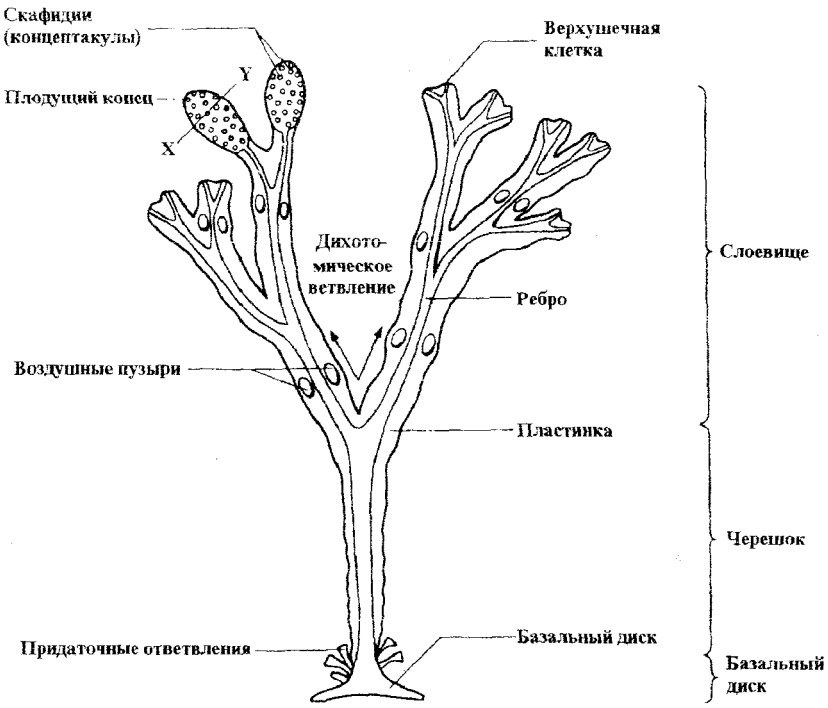

Рис. 12. Внешнее строение Fucus vesiculosus

мелких антеридиев, имеющих овальную форму (рассматриваем их при большом увеличении). Между антеридиями лежат многоклеточные нити с заостренными концами, выдающиеся иногда пучком из выводного отверстия антеридия. Эти нити называются парафизами.

В женском скафидии находится большое количество овальных оогониев, имеющих плотную бурую оболочку; они значительно крупнее, чем антеридии. Оогонии находятся на разных стадиях развития: одни из них только что заложились, другие вполне сформировавшиеся. Среди оогониев имеются парафизы того же строения, что и в мужских скафидиях.

Процесс оплоодотворения происходит во время отлива. При этом наружный слой оболочек оогония и антеридия разрывается, и они выходят в полость скафидия, а затем через его выводное отверстие - на поверхность; здесь внутренние слои оболочек оогония и антеридия вскрываются, яйцеклетки

и сперматозоиды освобождаются. Вода, наступающая во время прилива, перемешивает массу яйцеклеток и сперматозоидов, в это время происходит процесс оплодотворения. Оплодотворенная яйцеклетка без периода покоя начинает делиться и дает новые растения фукуса.

Скопления антеридиев хорошо видны невооруженным глазом, так как имеют оранжево-желтый цвет. Также можно заметить яйцеклетки, окрашенные в оливково-бурый цвет.

Задание. Зарисуйте внешнее и внутреннее строение таллома фукуса, сделав обозначения, аналогичные обозначениям на рисунке ламинарии. Составьте схему жизненного цикла фукуса.

Семейство **Саргассовые (Sargassaceae)**

Род саргассум *(Sargassum)*. "Листья" пластинчатые, с продольным ребром или без него, или шиловидные. Ствол короткий, от верхней его части отходят длинные ветви, ежегодно отмирающие, несущие рецептакулы (рис. 13). Кустистое слоевище прикрепляется к субстрату диском, реже ризоидами. В оогониях одна яйцеклетка. Предполагают, что родиной саргассумов являются прибрежные зоны берегов Южной Америки и Африки, откуда они заносятся течением в Атлантический океан и образуют необычайно спокойное Саргассово море. Саргассумы, оторвавшиеся от грунта, ведут только плавающий образ жизни и размножаются только вегетативно. В России виды этого рода растут в дальневосточных морях.

Рис. 13. Внешний вид Sargassum

Задание. На рисунке внешнего вида саргассума покажите строение каулоида, филлоида и ризоида, воздушных пузырей.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Водоросли. Справочник. - Киев: Наука, 1989. - 604 с.

Горбунова Н. П. Альгология. - М.: Высш. школа, 1991. - 256 с.

Горовец В. К. Зеленые водоросли. Учебн. пособие.- Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1976. - 79 с.

Жизнь растений в 6-ти т. /Под ред. А.А. Федорова. - М.: Просвещение, 1977.- Т. 3: Водоросли. Лишайники.- 487 с.

Курс низших растений: Учебник для университетов / Под общ. ред. М.В. Горленко. - М.: Высш. школа, 1981. - 520 с.

Малый практикум по низшим растениям: Учебн. пособие. - М.: Высш. школа, 1967. - 230 с.

Миловидова Л.С. Водоросли: Учебн. пособие. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 1982. - 167 с.

Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии.- М.: Мир, 1990.- 595 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Андрсюк Е.И., Коптева Ж.П., Занина В.В. Цианобактерии.- Киев: Наук. думка, 1990. - 199 с.

Антипина Г.С. Водоросли. Учебн. пособие. - Петрозаводск: Изд-во Петрозавод. ун-та, 1992. - 112 с.

Водоросли, Лишайники, Мохообразные СССР. - М.: Мысль, 1978. - 320 с.

Голлербах М.М. Водоросли, их строение, жизнь и значение. - М.: Изд-во Моск. общ-ва испыт. природы, 1951. - Вып. 34. - 173 с.

ПРОГРАММА КУРСА "НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ"

Задачи и структура курса. Разнообразие форм жизни на Земле. Прокариоты и эукариоты. Классификация живых организмов. Характеристика живых организмов. Характеристика основных царств и подцарств, входящих в традиционный курс. Симбиотические организмы: лишайники. Понятие о монерах и протистах. Роль низших растений в природе, их значение и использование в народном хозяйстве. Понятие о филогенетической системе. Современные методы изучения низших растений.

НАДЦАРСТВО Прокариоты. ЦАРСТВО Фотопрокариоты. ПОДЦАРСТВО Прокариофикобионты. ОТДЕЛЫ: Сине-зеленые водоросли и Прокариотические зеленые водоросли.

ОТДЕЛ Сине-зеленые водоросли (цианеи). Особенности строения клетки цианей как прокариотических водорослей. Пигменты. Запасные вещества. Типы организации таллома. Размножение. Распространение и значение. КЛАССЫ: Хроококковые, Гормогониевые, Хамесифоновые. Важнейшие представители. Распространение, экологические группы (бентос, планктон, эдафон, геофитон). Термофильные и сверлящие водоросли. Азотофиксация. Вероятные филогенетические связи.

НАДЦАРСТВО Эукариоты. ЦАРСТВО Растения. ПОДЦАРСТВО Настоящие водоросли. Общая характеристика подцарства. Отличия от других растений. Способы питания. Строение клетки. Основные типы морфологической структуры талломов. Размножение и циклы развития. Типы редукционного деления. Возможные пути эволюции.

ОТДЕЛ Зеленые водоросли. Общая характеристика. Различные типы организации таллома. Строение клетки. Размножение и циклы развития (хламидомонада, улотрикс, ульва, кладофора, спирогира, клостериум). Эволюция в пределах отдела. Деление зеленых водорослей на классы. КЛАСС Равножгутиковые. Порядок Вольвоксовые: одноклеточные и колониальные формы. Онтогенез. Порядок Хлорококковые: одноклеточные и колониальные формы, размножение, искусственные культуры и использование этих водорослей. Порядки: Улотриксовые, Эдогониевые, Хетофоровые, Бриопсидовые, Сифонокладиевые. Общая характеристика.

Особенности строения и размножения. Главнейшие представители. Распространение в природе. КЛАСС Конъюгаты (Сцеплянки). Порядки: Мезотениевые, Десмидиевые, Зигнемовые. Особенности строения, способы размножения, распространение в природе. Основные представители.

ОТДЕЛ Харовые. КЛАСС Харовые. Особенности строения и размножения, экология. Происхождение. Возможные филогенетические связи.

ОТДЕЛ Желто-зеленые (разножгутиковые) водоросли, особенности строения. Сходство и различия с зелеными водорослями. Общие черты строения, химизма с золотистыми и диатомовыми водорослями. Способы размножения (вошерия, ботридиум). Наиболее распространенные представители. Значение в природе.

ОТДЕЛ Золотистые водоросли. Особенности строения клетки. Пигменты, запасные вещества. Типы организации талломов. Размножение. Представители. Значение в природе. Возможные филогенетические связи.

ОТДЕЛ Диатомовые водоросли. Строение клетки, пигменты, запасные вещества, движение, размножение. Типы полового процесса. Ауксоспоры. КЛАССЫ: Перистые, Центрические; важнейшие представители, распространение, экология. Значение диатомовых в природе и для человека. Происхождение диатомовых.

ОТДЕЛ Пирофитовые водоросли. Общая характеристика. Отличительные особенности. Строение клетки. Пигменты. Размножение. Представители. Положение в системе классификации. Значение в природе.

ОТДЕЛ Эвгленовые водоросли. Особенности строения, положение в системе. Экология, значение в природе.

ОТДЕЛ Бурые водоросли. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, способы размножения. КЛАСС Изогенераты: порядки Эктокарповые, Сфацелляриевые, Диктиотовые. КЛАСС Гетерогенераты: порядок Ламинариевые. Разнообразие циклов развития. Изоморфная и гетероморфная смены генераций. КЛАСС Циклоспоровые: порядок Фукусовые. Цикл развития. Гаметическая редукция. Распространение, экология, использование бурых водорослей. Происхождение и эволюция.

ПОДЦАРСТВО Красные водоросли.

ОТДЕЛ Красные водоросли. Строение клетки, пигменты, запасные вещества. Типы организации талломов. Способы

размножения. Смена ядерных фаз и поколений (порфира и полисифония). КЛАСС Бангиевые. Порядок Бангиевые. КЛАСС Флоридеи. Порядки: Немалионовые, Криптонемиевые, Церамиевые. Важнейшие представители, распространение, экология, использование красных водорослей. Происхождение и эволюция. Общий обзор водорослей. Экология, образ жизни и распространение водорослей. Условия жизни, фотосинтез, отношение к интенсивности и спектру световых лучей, хроматическая адаптация. Значение химического состава воды. Органическое и смешанное питание. Значение водорослей в биологической оценке воды и самоочищении водоемов. Планктон пресноводный и морской. Приспособление к планктонному образу жизни. Продукция и значение планктона. Бентос пресноводный и морской. Глубинные пояса. Продукция бентоса. Практическое значение водорослей. Почвенные водоросли, распространение и значение. Симбиотические водоросли. Водоросли как предки высших растений.

ЦАРСТВО Грибы. Обзор отделов царства.

ОТДЕЛ Слизевики (Миксомицеты). Строение и образ жизни, циклы развития клеточных и плазмодиальных (неклеточных) слизевиков. Паразитные слизевики. Работы М.С. Воронина и С. Г. Навашина по плазмодиофоре капустной.

ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ: Миксогастровые, Плазмодиофоровые, Акразиевые.

Характеристика ЦАРСТВА Грибы. Черты "растительной" и "животной" организации грибов. Гетеротрофное питание: сапротрофность, паразитизм, промежуточные формы, хищничество. Принципы деления грибов на отделы. Размножение вегетативное, бесполое, половое. Явление гетерокариоза, парасексуальный процесс. Смена ядерных фаз у грибов. Происхождение грибов, взаимосвязь различных отделов и классов. Приспособление к наземной жизни и изменение особенностей спороношения. Симбиоз с другими организмами. Важнейшие экологические группы грибов. Значение грибов в природе и хозяйственной деятельности человека.

ОТДЕЛ Хитридиомикота. КЛАСС Хитридиомицеты. Строение таллома, жгутики, другие признаки как доказательство происхождения от бесцветных амебоидных флагеллят. Деление на порядки: Хитридиевые, Бластокладиевые, Моноблефаридиевые. Размножение. Важнейшие представители, распространение, образ жизни.

ОТДЕЛ Оомикота. КЛАСС Оомицеты. Химизм оболочки как доказательство своеобразия происхождения и эволюции оомицетов. Образ жизни, водное и наземное существование. Порядок Сапролегниевые: строение, размножение, образ жизни, распространение, паразитизм на рыбах. Порядок Пероноспоровые: строение, образ жизни, циклы развития, эволюция, практическое значение (фитофтора, пероноспора, цистопус).

ОТДЕЛ Настоящие грибы (эумикота). КЛАСС Зигомицеты. Общая характеристика. Особенности строения, циклы развития в связи с наземным существованием. Зигогамия - особый тип полового процесса. Эволюция органов бесполого спороношения. Порядок Мукоровые. Особенности строения, размножения, цикл развития. Важнейшие представители, использование человеком, значение мукоровых в природе. Порядок Энтомофторовые. Особенности строения и образа жизни. Роль Энтомофторовых в эпизоотиях насекомых.

КЛАСС Аскомицеты. Общая характеристика. Половой процесс и развитие сумки. Особенности формирования плодовых тел. Конидиальные спороношения, плеоморфизм. Рассеивание спор. Размножение, цикл развития. Деление на подклассы: Гемиаскомицеты, Эуаскомицеты, Локулоаскомицеты.

ПОДКЛАСС Гемиаскомицеты (Голосумчатые). Общая характеристика. Порядок Эндомицетовые. Особенности строения и размножения. Дрожжи и их хозяйственное значение (спиртовое брожение). Порядок Тафриновые. Особенности строения вегетативного тела и образования сумок. Паразитизм.

ПОДКЛАСС Настоящие сумчатые (Эуаскомицеты). Общая характеристика. Принципы выделения групп и порядков. Группа порядков Плектомицеты. Порядок Эвроциевые. Строение, размножение, циклы развития основных представителей. Встречаемость в природе. Пеницилл и аспергилл, другие представители. Значение для производства антибиотиков. Группа порядков Пиреномицеты. Порядок Эризифовые. Бесполое и половое размножение. Паразитизм на растениях и его особенности. Важнейшие представители. Порядки Сферейные, Гипокрейные, Спорыньевые. Общая характеристика. Спорынья: жизненный цикл, хозяйственное значение. Другие представители порядков. Группа порядков Дискомицеты. Порядки Пециициевые, Гелоциевые, Фацидиевые. Общая характеристика.

Особенности строения и развития. Съедобные дискомицеты. Порядок Трюфелевые. Строение.

ПОДКЛАСС Локулоаскомицеты (Асколокулярные). Особенности развития (аскостромы). Циклы развития отдельных представителей: эльсиное, вентурия, микосферелла. Происхождение и эволюция сумчатых грибов.

КЛАСС Базидиомицеты (Базидиальные). Общая характеристика. Первичный, вторичный и третичный мицелий. Базидия и ее развитие. Типы базидий: холобазидия, гетеробазидия, склеробазидия, или фрагмобазидия. Сходство и различия в образовании базидиоспор и аскоспор. Деление класса на подклассы.

ПОДКЛАСС Холобазидиомицеты. Порядок Экзобазидиальные. Особенности строения и развития основных представителей. Группа порядков Гименомицеты. Строение и эволюция плодовых тел. Жизненный цикл гименомицетов. Порядок Афиллофоровые. Особенности строения плодовых тел. Группа дереворазрушающих грибов и их практическое значение. Домовые грибы и меры борьбы с ними. Основные представители. Порядок Агариковые. Особенности строения плодовых тел. Места обитания, роль в природе. Съедобные и ядовитые виды. Почвенные сапротрофы, микоризообразователи. Группа порядков Гастеромицеты. Особенности строения плодового тела. Порядки Ликопердовые, Фаллусовые, Нидуляриевые. Особенности их развития, роль в природе, важнейшие представители.

ПОДКЛАСС Гетеробазидиомицеты. Общая характеристика. Порядки: Аурикулярные, Дрожалковые. Важнейшие представители.

ПОДКЛАСС Телиобазидиомицеты. Порядок Головневые. Пути заражения хлебных злаков головневыми. Циклы развития важнейших представителей, вред, приносимый ими, меры борьбы. Порядок Ржавчинные грибы. Особенности циклов развития. Способы инфицирования растений, способы борьбы. Разнохозяйственность и однохозяйственность. Формы спороношения. Специализация, физиологические расы. Деление порядка на семейства. Главнейшие представители. Жизненный цикл пуккинии злаковой.

КЛАСС Несовершенные грибы (Дейтеромицеты). Положение класса в системе грибов. Размножение. Гетерокариоз и парасексуальный процесс, их значение в изменчивости

дейтеромицетов. Принципы классификации. Порядки: Гифомицетовые, Меланкониевые, Сферопсидные. Общая характеристика. Типы спороношений. Представители. Значение в природе. Дейтеромицеты как экологически полиморфная группа.

ЛИШАЙНИКИ. Дуалистическая природа лишайников. Морфологические и анатомические особенности, компоненты лишайников. Особенности фикобионта и микобионта. Взаимоотношение компонентов лишайника. Способы размножения. Распространение в природе. Скорость роста. Лишайники как пионеры растительности. Практическое значение лишайников. Происхождение и эволюция лишайников.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Отдел Сине-зеленые водоросли - Cyanophyta 4

Отдел Зеленые водоросли - Chlorophyta 9

Отдел Харовые водоросли - Charophyta 29

Отдел Диатовомые водоросли - Diatomeae 30

Отдел Желто-зеленые водоросли - Xanthophyta 35

Отдел Золотистые водоросли - Chrysophyta 38

Отдел Эвгленовые водоросли - Euglenophyta 39

Отдел Красные водоросли - Rhodophyta 42

Отдел Бурые водоросли - Phaeophyta 47

Литература 55

Программа курса “Низшие растения” 56

Учебное издание

Марина Михайловна Силантьева

Лабораторный практикум по курсу "Низшие растения" Часть I. Альгология

Редакторы Л. И. Базина, Т. И. Березикова
Технический редактор С. В. Смирнов

Подписано в печать 12.07.97. Формат 60x90/16. Бумага для множительных аппаратов. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,8. Уч. - изд. л. 4,0. Тираж 300. Заказ 468.

Типография издательства Алтайского государственного университета: 656099, г. Барнаул, ул. Димитрова, 66