

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии, ботаники и охраны природы

**БОТАНИКА. СИСТЕМАТИКА НИЗШИХ РАСТЕНИЙ.
ВОДОРΟΣЛИ**

*Методические рекомендации
для студентов 1 курса дневного и вечернего отделений
специальности 020201.65 Биология по курсу «Ботаника»,
раздел «Систематика низших растений»*

Самара
Издательство «Самарский университет»
2006

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета
Самарского государственного университета*

Данные методические рекомендации посвящены практическому изучению морфологии и жизненных циклов водорослей, в них приведена методика приготовления временных препаратов для лабораторного изучения рассматриваемых представителей, а также их систематика.

Могут использоваться в качестве методических рекомендаций для студентов 1 курса дневного и вечернего отделений специальности 020201.65 Биология по курсу «Ботаника», раздел «Систематика низших растений».

Составители: канд. биол. наук, ассистент О.А. Легоньких,
д-р биол. наук, проф. Н.В. Прохорова

Рецензент кандидат фармацевтических наук, доцент А.Г. Старостенко

© Легоньких О.А.,
Прохорова Н.В.,
составление, 2006

Публикуется в авторской редакции

Компьютерная верстка, макет Н.П. Бариновой

Подписано в печать 28.11.06. Гарнитура «Times New Roman». Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Объем 1,86 усл. печ. л., 2,0 уч. -изд. л. Тираж 150 экз. Заказ № /326.

Издательство «Самарский университет», 443011, г. Самара, ул. Ак. Павлова, д.1.

Отпечатано на УОП СамГУ

ВВЕДЕНИЕ

Водоросли изучает наука альгология. Как следует из русского названия этих организмов, они преимущественно обитают в воде, но достаточно большое количество видов является обитателями других сред (почвы, голые скалы, кора деревьев и др.). Водоросли распространены по всему земному шару и играют огромную роль в жизни водных и наземных экосистем, что, в первую очередь, объясняется их автотрофностью. Велико значение водорослей для человека, они используются в пищу человеком и животными, для получения йода, в качестве сырья для пищевой, фармацевтической и химической промышленности, в сельском хозяйстве.

Водоросли традиционно используются в качестве объектов исследования при решении физиологических, биохимических, биофизических, эволюционных, экологических и общебиологических проблем. Они также являются объектами космических исследований.

В курсе «Ботаника» водоросли рассматривают в разделе «Низшие растения». Предлагаемые методические рекомендации содержат 4 лабораторных занятий, в каждом из которых помещено несколько практических заданий по изучению конкретных представителей основных отделов водорослей.

На каждом лабораторном занятии студенты самостоятельно выполняют предлагаемые задания. При этом они руководствуются учебно-методическим пособием и консультациями преподавателя. Кроме практических заданий, в пособии даны вопросы для домашней подготовки и примеры тестов. В приложении помещены рисунки, отражающие морфологические особенности конкретных представителей, схемы и описания их жизненных циклов. К каждому занятию студенты готовятся заранее, используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия.

Методические рекомендации предназначены для студентов биологического факультета, а также могут быть полезны лаборантам, обслуживающим лабораторные занятия по ботанике, и преподавателям.

Приготовление временных препаратов и правила работы с микроскопом

Изучаемые объекты могут быть разделены на макрокопические и микрокопические. Макрокопические объекты (живые объекты, представляющие собой крупные талломы или колонии водорослей, их гербарный материал или влажные препараты) хорошо видны невооруженным глазом. Микрокопические объекты (водоросли-микрофиты одноклеточные, нитчатые, колониальные, а также детали строения макрокопических объектов - отдельные клетки, половые органы и др.). Для ознакомления с ними требуется микроскоп.

Материал для временных препаратов может быть живым или фиксированным. Небольшое количество растительного материала помещают в каплю воды на предметном стекле, сверху объект накрывают покровным стеклом и сразу же рассматривают под микроскопом. При необходимости вместо воды используют специальные красители.

Основные правила работы с микроскопом:

1) Микроскоп устанавливают на столе прямо перед собой таким образом, чтобы было удобно наблюдать объект левым глазом, и в течение всего времени работы его не перемещают. С правой стороны на столе располагают необходимые инструменты (препаровальные иглы, бритва), материалы (предметные и покровные стекла, капельницы с водой и химическими реактивами, объекты исследований), карандаши и альбом для зарисовок.

2) Для установки микроскопа в рабочее положение необходимо: удалить матовое стекло под конденсором; установить фронтальную линзу конденсора на уровне столика микроскопа; открыть полностью диафрагму; установить объектив малого увеличения на расстоянии 1 см от предметного столика; вынуть окуляр; глядя в отверстие тубуса левым глазом, движением зеркала направить свет на объектив и добиться равномерного освещения поля зрения; окуляр поместить на свое место.

3) Положить препарат на предметный столик микроскопа, опустить объектив до предметного стекла (не касаясь его!!) и, глядя в окуляр левым глазом (правый при этом открыт), осторожно вращать кремальеру на себя до появления четкого изображения.

4) Для перехода к большему увеличению, не поднимая окуляр малого увеличения, поворачивают револьвер, устанавливая требуемый объектив. О правильной установке объектива судят по легкому щелчку. Неясное изображение объекта фокусируют с помощью микровинта, резкость регулируют диафрагмой.

5) По окончании работы микроскоп снова (и обязательно!) переводят на малое увеличение и после этого снимают препарат с предметного столика. Микроскоп закрывают чехлом.

При работе с микроскопом обычно используют окуляр 7х, 10х, 15х и объективы 8х или 10х (малое увеличение) и 40х (большое увеличение).

Правила оформления лабораторных работ

Необходимым элементом микроскопического изучения объекта является его зарисовка в альбом. **Цель зарисовки — более глубокое понимание и закрепление в памяти строения объекта, формы его отдельных структур, их взаимного расположения, особенностей жизненного цикла.** Следует обратить особое внимание на развитие своих графических навыков - умения четко и правильно изображать видимое. В профессии биолога эти навыки играют огромную роль!

Для выполнения зарисовок необходимо иметь **альбом** (оптимальный формат 30x21 см) и **карандаши** (простой и цветные). Поскольку **рисование на занятиях по биологии не самоцель, а метод изучения объекта**, при зарисовке следует придерживаться ряда правил.

1) Рисовать можно только на одной стороне листа, так как рисунки, сделанные на обеих сторонах, накладываются друг на друга и со временем портятся.

2) До начала зарисовки вверху страницы следует записать название темы занятия. При изучении ботанического объекта необходимо указать название отдела, класса, порядка, семейства и рода (в отдельных случаях - вида), к которым он относится в соответствии с международной номенклатурой. Каждое из этих названий (отдел, класс, порядок, семейство, род, вид) пишется на отдельной строке по-русски и по-латыни.

3) Рисунки обязательно выполняются простым карандашом марки ТМ (НВ). Раскрашивать их не обязательно, но иногда желательно (у водорослей название таксонов часто связано с цветом представителей). При этом следует помнить, что передача цвета должна быть максимально точной. Возможно использование акварельных красок, если студент хорошо владеет соответствующей техникой.

4) Все карандашные рисунки и обозначения ним должны быть выполнены на занятиях. **Рисунок должен быть крупным, а его детали хорошо различимыми.** Не следует допускать нагромождения рисунков на одной странице.

5) Главное требование к рисунку - правильное отображение формы, соотношения объема и размеров отдельных частей и целого объекта. Чтобы добиться этого, сначала рисуют общий контур объекта (крупно), затем внутри слегка намечают контуры остальных деталей и лишь после этого они прорисовываются четко. **На рисунке обязательно должны быть показаны индивидуальные особенности объекта**, а не абстрактные клетки и их комплексы. Последний аспект очень важен, так как развивает в будущем биологе наблюдательность, учит его видеть в живых объектах наряду с общим индивидуальное.

6) На рисунке не следует показывать контуры поля зрения микроскопа, но **обязательным является аннотация к рисунку**, т.е. обозначение отдельных частей и структур изучаемого объекта, стадий жизненного цикла.

Обозначения можно делать двумя способами:

- к отдельным частям или структурам объекта ставят стрелочки и против каждой пишут название. Все надписи должны быть расположены параллельно друг другу и выполнены чернилами;

- к отдельным частям объекта ставят стрелочку и против каждой пишут определенную цифру, затем сбоку от рисунка или под ним столбиком по вертикали пишут цифры, а против цифр — обозначение;

7. Все задания должны выполняться полностью, т.е. в альбоме для каждого изучаемого объекта должны присутствовать:

- все необходимые рисунки и аннотации к ним,
- изображены схемы жизненного цикла,
- указана экологическая приуроченность рода или вида.

8. В конце занятия правильно выполненная работа должна быть подписана преподавателем. Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, то ее необходимо переделать.

Студенты должны помнить, что их альбом это:

- учебный документ;
- пособие при подготовке к экзамену;
- материал для использования в будущей практической работе.

Выполнение всех лабораторных работ и наличие правильно оформленных рисунков в альбоме по всем изученным темам - необходимое условие для получения допуска к экзамену по курсу «Ботаника».

ЗАНЯТИЕ 1

Типы морфологических структур водорослей

Отдел Cyanophyta: Nostok

Отдел Chlorophyta: Chlamydomonada, Chlorella, Hydrodictyon

ЗАДАНИЕ 1

Изучить основные типы морфологической структуры слоевища (таллома) водорослей

1) Монадная (жгутиковый) - характерна для одноклеточных жгутиконосцев (хламидомонада).

2) Ризоподальная (амебоидная) - характерна для видов, лишенных плотной клеточной оболочки, которые для передвижения образуют цитоплазматические выросты - ризоподии (ризохлорис).

3) Пальмеллоидная - образована неподвижными клетками, погруженными в обитую слизь (тетраспора).

4) Коккоидная - характерна для одиночных или соединенных в колонии клеток разнообразной формы, одетых твердыми оболочками и в вегетативном состоянии постоянно лишенных жгутиков или псевдоподиев (диатомовые).

5) Нитчатая - представлена клетками, соединенными в нити, простые или разветвленные (улотрикс, спирогира).

6) Гетеротрихальная (разнонитчатая) - усложненный вариант нитчатой. Представлена двумя типами нитей - горизонтальными, стелющимися по субстрату, и отходящими от них вертикальными (стигеокониум).

7) Паренхиматозный (тканевая) - произошла из нитчатой путем деления клеток нити в разных направлениях, в результате чего образуются объемные слоевища с тканями, выполняющими разные функции (ламинария).

8) Сифональная (сифоновая) - отличается тем, что между клетками нет клеточных перегородок, это как бы одна большая клетка с множеством ядер (ботридиум, вошерия).

9) Сифонокладальная - это многоядерные клетки, соединенные в нитчатые или иной формы многоклеточные талломы (кладофора).

10) Ложнотканевый (псевдопаренхиматозный) - у водорослей, образующих крупные объемистые слоевища в результате срастания нитей (энтероморфа, ульва).

11) Харофитная - характерна для харовых водорослей.

ЗАДАНИЕ 2

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел синезеленые водоросли - Cyanophyta

Класс гормогониевые - Hormogonophyceae

Порядок ностоковые - Nostocales

Семейство ностоковые - Nostocaceae

Представитель **носток** - **Nostoc**

2. Рассмотреть сухие «корочки» колонии ностока и сравнить их с увлажненными.

3. Зарисовать колонии ностока в виде сухих «корочек».

4. Приготовить временный препарат колонии ностока. Для этого очень малую часть влажного материала с помощью иглы перенести на предметное стекло в каплю воды и хорошо растереть палочкой. Закрывать покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом. Обратит внимание на строение таллома и его отдельных клеток (Приложение 1).

5. Зарисовать с демонстрационного препарата часть таллома, показав в нем цепочки клеток, обозначив слизевый чехол, гормогонии (участки вегетативных клеток между гетероцистами) и гетероцисты (Приложение 1).

6. Зарисовать отдельную клетку округлой формы. Обозначить в ней пектиновую оболочку, хроматоплазму, центроплазму.

7. Записать в альбоме экологическую характеристику ностока и отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 3

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta

Класс вольвоксовые - Volvocophyceae

Порядок хламидомонадовые - Chlamydomonadales

Семейство хламидомонадовые - Chlamydomonadaceae

Представитель **хламидомонас** - **Chlamydomonas**

2. Приготовить временный препарат: пипеткой перенести каплю воды с клетками водорослей на предметное стекло, закрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом. Обратит внимание на монадный тип таллома и его внутреннее строение.

3. Зарисовать отдельную клетку, отметив на рисунке: оболочку, протопласт, чашевидный хлоропласт (хроматофор) с 1 или 2 пиреноидами, стигму, пульсирующие вакуоли, ядро, жгутики (Приложение 2).

4. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 2, зарисовать схему жизненного цикла: бесполое (зооспорами) и половое (изогамия) размножение.

5. Записать в альбоме экологическую характеристику представителей рода **хламидомонас** и отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 4

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta

Класс протококковые (собственно зеленые, или равногзутиковые) -
Protococophyceae (Chlorophyceae, Isocontae)

Порядок хлорококковые - Chlorococcales (Protococcales)

Семейство хлорококковые - Chlorococcaceae

Представитель **хлорелла - Chlorella**

2. Приготовить временный препарат и рассмотреть его под микроскопом. Обратит внимание на строение клетки.

3. Зарисовать шарообразную клетку, отметить коккоидный тип таллома, а также: оболочку, протопласт, чашевидный хлоропласт (хроматофор) с пиреноидом, ядро (Приложение 3).

4. **Половое размножение в жизненном цикле хлореллы отсутствует.** Используя демонстрационные таблицы и Приложение 3, зарисовать схему бесполого размножения автоспорами.

5. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода **Chlorella**, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 5

1. Записать в альбоме систематическую таблицу вида:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta

Класс протококковые (собственно зеленые, или равногзутиковые) -
Protococophyceae (Chlorophyceae, Isocontae)

Порядок хлорококковые - Chlorococcales (Protococcales)

Семейство гидродиктиевые - Hydrodictyaceae

Представитель: **водяная сеточка - Hydrodictyon reticulatum** Lag.

2. Рассмотреть ценобии Hydrodictyon, находящиеся в воде кристаллизатора.

3. Приготовить временный препарат и рассмотреть его под микроскопом. Обратит внимание на внешний вид колонии.

5. Зарисовать таллом Hydrodictyon на малом увеличении, отразит соединение клеток в ячейки.

6. Рассмотреть на большом увеличении и зарисовать особенности строения колонии водяной сеточки (ценобий) и ее отдельных клеток, отметив на рисунке: оболочку клеток, цитоплазму в постенном слое, вакуоль, сложное расчлененный хлоропласт (хроматофор) со множеством пиреноидов, множество ядер. Зарисовать вегетативное размножение Hydrodictyon (Приложение 4).

7. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 4, зарисовать схему жизненного цикла, выделив бесполое (зооспорами) и половое (изогамия) размножение.

8. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода *Hydrodictyon*, отметить вещества запаса.

Вопросы для подготовки к занятию М1

1. Характерные особенности строения клеток и размножения представителей отдела Суанопфита. Принципы классификации отдела. Характеристика семейства *Nostocaceae* (на примере рода *Nostok*).

2. Характеристика отдела *Chlorophyta*. Деление отдела на классы и их краткая характеристика.

3. Особенности строения и размножения представителей класса *Volvocales*. Характеристика семейств *Chlamydomonadaceae*.

4. Краткая характеристика класса *Protococophyceae* (собственно зеленые, или равножутиковые). Цикл развития и особенности строения представителей родов *Chlorella* и *Hydrodictyon*.

ЗАНЯТИЕ 2

Отдел *Chlorophyta*: *Ulothrix*, *Enteromorpha*, *Cladophora*

ЗАДАНИЕ 1

1. Записать в альбоме систематическую таблицу вида:

Отдел зеленые водоросли - *Chlorophyta*

Класс улотриксые - *Ulothrichophyceae*

Порядок улотриксые - *Ulothrichales*

• Семейство улотриксые - *Ulothrichaceae*

Представитель: **улотрикс опоясанный - *Ulothrix zonata* Kutz.**

2. Приготовить препарат и рассмотреть таллом улотрикса.

3. Зарисовать многоклеточный нитчатый таллом, отметив в нем отсутствие ветвления и наличие базальной клетки - ризоида (Приложение 5).

4. Зарисовать отдельную коротко-цилиндрическую клетку, отметить в ней клеточную оболочку, ядро, хлоропласт (хроматофор) в виде замкнутого кольца с пиреноидом, вакуоль, постенную цитоплазму (Приложение 5).

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 5, зарисовать схему жизненного цикла: бесполое (зооспорами) и половое (изогамия) размножение, отразить смену ядерных фаз.

6. Под рисунками записать особенности местообитания улотрикса опоясанного, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 2

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta

Класс улотриксые - Ulothrichophyceae

Порядок ульвовые - Ulvales

Семейство ульвовые - Ulvaceae

Представитель: **кишечница (энтероморфа) - Enteromorpha**

2. Приготовить препарат и рассмотреть таллом кишечницы, отметив особенности его трубчатого строения.

3. Зарисовать внешний вид пластинчатого таллома.

4. Зарисовать клетку, отметить на рисунке зернистый хроматофор, ядро, клеточную целлюлозно-пектиновую оболочку.

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 6, зарисовать схему жизненного цикла. Отметить чередование бесполого и полового поколений, отразить смену ядерных фаз.

6. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода энтероморфа и отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 3

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta

Класс улотриксые - Ulothrichophyceae

Порядок сифонокладовые - Siphonocladales

Семейство кладофоровые - Cladophoraceae

Представитель: **кладофора - Cladophora L.**

2. Внимательно рассмотреть таллом кладофоры, определить на ощупь жесткость ее дерновин грязно-зеленого цвета. Приготовить препарат и рассмотреть его при малом и большом увеличении.

3. Зарисовать сифонокладальный ветвящийся таллом (Приложение 7).

4. Зарисовать отдельную клетку, отметить на рисунке целлюлозную оболочку, сетчато-продырявленный хлоропласт (хроматофор) с пиреноидами, множество ядер, постенный слой цитоплазмы (Приложение 7).

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 7, зарисовать схему жизненного цикла кладофоры, отметив изогамии.

6. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода кладофора, отметить запасные вещества в клетках.

Вопросы для подготовки к занятию №2:

1. Характеристика порядка Ulothrichales. Особенности строения и размножения Ulothrix.
2. Краткая характеристика порядка Ulvales. Цикл развития и особенности строения Enteromorpha (энтероморфа, или кишечноца).
3. Характеристика порядка Siphonocladales. Особенности строения и размножения Cladophora. Цикл развития Cladophora с изоморфной сменой генераций.

ЗАНЯТИЕ 3

Отдел Chlorophyta: Spirogyra

Отдел Charophyta: Chara

Отдел Xanthophyta: Vaucheria

ЗАДАНИЕ 1

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел зеленые водоросли - Chlorophyta
Класс конъюгаты (конъюгатофициевые) - Conjugatophyceae
Порядок зигнемовые - Zygnematales
Семейство спирогировые - Spirogyraceae
Представитель: **спирогира - Spirogyra**

2. На демонстрационном препарате внимательно рассмотреть нитчатый, многоклеточный таллом спирогиры.

3. Зарисовать цилиндрическую клетку с целлюлозной оболочкой, отметить на рисунке: клеточную оболочку, ядро, спиральный хлоропласт (хроматофор) с пиреноидами, вакуоль, постенную и в виде тяжей, идущих от цитоплазматического кармашка, цитоплазму (Приложение 8).

4. На демонстрационном препарате рассмотреть и зарисовать последовательные стадии лестничной конъюгации.

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 8, зарисовать схему жизненного цикла: отразить наличие специфического полового процесса - конъюгации и отсутствие бесполого размножения.

6. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода спирогиры, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 2

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел харовые водоросли - Charophyta
Класс харовые - Charophyceae

Порядок харовые - Charales
Семейство харовые - Characeae
Представитель: **хара - Chara**

2. Рассмотреть гербарный или заспиртованный образец водоросли, отметить сложную харофитную организацию таллома.

3. Зарисовать внешний вид таллома хары, отметив на рисунке узлы и междоузлия, главную ось - «стебель», отходящие мутовками «листья», ризоиды с клубеньками (Приложение 9).

4. На демонстрационном препарате рассмотреть и зарисовать часть узла с «листом» и «прилистниками», антеридием и оогонием (споропочкой).

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 9, зарисовать схему жизненного цикла, отметив оогамный половой процесс и отсутствие бесполого размножения.

6. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода хара, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 3

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел желто-зеленые водоросли (разножгутиковые) -
Xanthophyta (Heterocontae)
Класс ксантосифоновые - Xanthosiphonophyceae
Порядок вошериевые - Vaucheriales
Семейство вошериевые - Vaucheriaceae
Представитель: **вошерия - Vaucheria**

2. Приготовить препарат вошерии и рассмотреть его. Зарисовать внешний вид таллома, отметить на рисунке сифональную структуру, многочисленные ядра, дисковидные хлоропласты, капли масла (Приложение 10).

4. На демонстрационном препарате внимательно рассмотреть оогоний и антеридий вошерии.

5. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 10, зарисовать схему жизненного цикла, отметив оогамный половой процесс и бесполое размножение зооспорами.

6. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода вошерия и отметить вещества запаса.

Вопросы для подготовки к занятию №3

1. Цикл развития и особенности строения представителей класса Conjugatorphyceae (конъюгаты, или конъюгатофициевые) на примере Spirogyra.

2. Особенности строения и размножения представителей отдела Charophyta на примере Chara. Какие признаки в организации харовых водорослей позволяют говорить о них как о наиболее высокоорганизованных водорослях?

3. Характеристика отдела Xanthophyta (желто-зеленые водоросли, или разножгутиковые). Особенности строения таллома, бесполого и полового размножения Vaucheria.

ЗАНЯТИЕ 4

Отдел Bacillariophyta: Pinnularia, Melosira

Отдел Phaeophyta: Laminaria saccharina

ЗАДАНИЕ 1

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел диатомовые, или кремнезёмки (бациллариевые) водоросли - Bacillariophyta (Diatomeae)

Класс пеннофитовые (пеннатные) - Pennatophyceae.

Порядок двухшовные - Diraphales

Семейство навикуловые - Naviculaceae

Представитель: **пиннулярия - Pinnularia**

2. Приготовить временный препарат с клетками пиннулярии и рассмотреть их под микроскопом. Обратит внимание на внешний вид ее кокцидного таллома.

3. Зарисовать внешний вид клетки пиннулярии со стороны створки, отметив на рисунке полярный и центральный узелки, два шва, ребрышки по краю створки (Приложение 11).

4. Зарисовать вид клетки, со стороны пояса, отметив на рисунке створки (эпитека и гипотека), пластинчатые хлоропласты, цитоплазматический мостик.

5. Зарисовать схему стадий вегетативного размножения пиннулярии — от первоначального расхождения створок материнской клетки до двух сформировавшихся дочерних особей.

6. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 11, зарисовать схему жизненного цикла развития: особенности изогамного размножения с элементами конъюгации, смену ядерных фаз.

7. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода пиннулярия, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 2

1. Записать в альбоме систематическую таблицу рода:

Отдел диатомовые, или кремнеземки (бациллариевые) водоросли -
Bacillariophyta (Diatomeae)

Класс центрофициевые - Centrophyceae

Порядок косцинодисковые - Coscinodiscales

Семейство мелозировые - Melosiraceae

Представитель **мелозира** - **Melosira**

2. Приготовить препарат и найти колонию мелозир.

3. Рассмотреть строение коккоидного таллома, отдельной клетки, зарисовать две-три клетки, отметив несколько лопастных хлоропластов (Приложение 11).

4. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 11, зарисовать схему жизненного цикла, отметив особенности оогамного полового процесса с элементами конъюгации, смену ядерных фаз.

5. Под рисунками записать особенности местообитания представителей рода мелозира, отметить вещества запаса.

ЗАДАНИЕ 3.

1. Записать в альбоме систематическую таблицу вида:

Отдел бурые водоросли - Phaeophyta

Класс гетерогенератные - Heterogeneratophyceae

Порядок ламинариевые - Laminariales

Семейство ламинариевые - Laminariaceae

Представитель: **ламинария сахарная** - **Laminaria saccharina (L.)**

Lam.

2. Рассмотреть гербарный или заспиртованный образец водоросли, отметить сложную организацию тканевого таллома.

3. Зарисовать внешний вид таллома ламинарии, отметив на рисунке листовидную часть, черешок, когтевидные ризоиды (Приложение 12).

4. Используя демонстрационные таблицы и Приложение 12, зарисовать схему жизненного цикла ламинарии. Показать чередование поколений (правильная смена): спорофит (бесполое поколение), является крупным растением, гаметофит (половое поколение) представлен микроскопическими заростками.

5. Под рисунками записать особенности местообитания ламинарии сахарной. Отметить вещества запаса и практическое значение бурых водорослей.

Вопросы для подготовки к занятию №4:

1. Характерные признаки диатомовых водорослей, в т.ч. особенности строения клеточной оболочки.
2. Деление отдела на классы и их краткая характеристика. Размножение диатомовых водорослей.
3. Особенности строения и размножения представителей отдела Phaeophyta на примере *Laminaria saccharina*.
4. Практическое значение бурых водорослей.

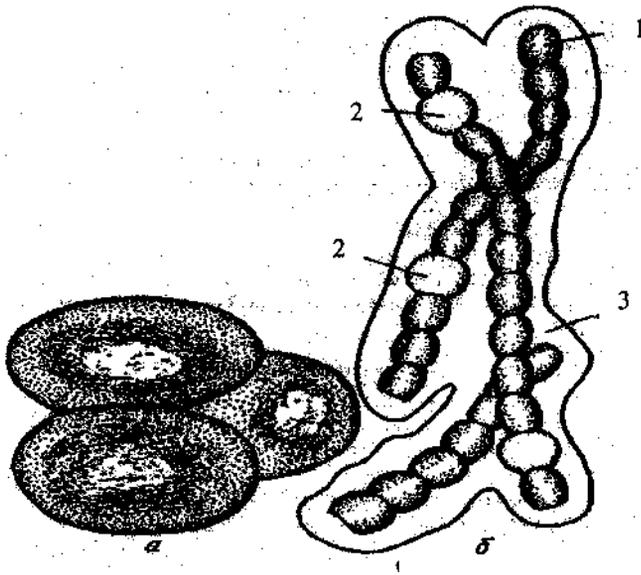
Литература

Основная

1. Андреева, И.И. Ботаника / И.И. Андреева, Л.С. Родман. - М.: Колос, 2001.-488 с.
2. Долгачева В.С. Ботаника: учеб. пособ. для вузов / В.С. Долгачева, Е.М. Алексахина. - М: Академия, 2003. - 409 с.
3. Дьяков, Ю.Т. Введение в альгологию и микологию: учебн. пособ. для вузов / Ю.Т. Дьяков. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 191 с.
4. Еленевский, А.Г. Практикум по систематике растений и грибов: учебн. пособ. для вузов / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, Н.М. Ключников. - М.: Академия, 2001.-160с.
5. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: учебн. пособие. - М.: Академия, 2005. - 240 с.
6. Яковлев, Г.П. Ботаника: учебник для фармацевт. ин-тов и мед. вузов / под ред. Р.В. Камелина / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько. - СПб: СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2003.-647с.

Дополнительная

- Водоросли: справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. - Киев: Наукова думка, 1989. - 608 с.
- Горбунова, Н.П. Альгология: учебное пособие для вузов / Н.П. Горбунова - М.: Высшая школа, 1991. - 256 с.
- Жизнь растений. Т.3. / под ред. М.М. Голлербаха. - М.: Просвещение, 1977. - 488 с.
- Жуковский, П.М. Ботаника / П.М. Жуковский. - М.: Просвещение, 1982. - 623 с.
- Заморский, А.Д. Жизненные циклы растений / А.Д. Заморский. - М.: Знание, 1986. - 64 с.
- Комарницкий, Н.А. Ботаника. Систематика растений / Н.А. Комарницкий, Л.В. Кудряшов, А.А. Уранов. - М.: Просвещение, 1975. - 608 с.
- Курс низших растений: учебник для студентов университетов / под ред. М.В. Горленко. - М.: Высшая школа, 1981. - 504 с.
- Лемеза, Н.А. Малый практикум по низшим растениям: учеб. пособие / Н.А. Лемеза, А.С. Шуканов. - Минск: Ушверспэцкае, 1994. - 288 с.
- Рейвен, П. Современная ботаника. Т. 1 / П. Рейвен, Р. Эверт, С. Айкхорн. - М.: Мир, 1990.-347 с.
- Хржановский, В.Г. Курс общей ботаники. Т. 2. 2-е изд., перераб / В.Г. Хржановский. - М.: Высшая школа, 1982. - 384 с.

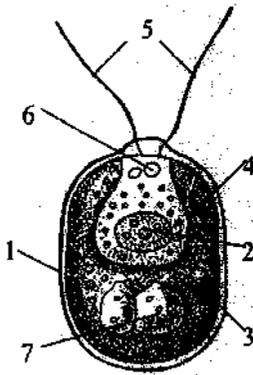


Внешний вид колоний (а) и участок колонии ностока (б):
1- гормогоний; 2 - гетероцисты; 3 - колониальная слизь

Особенности жизненного цикла синезеленых водорослей

Половой процесс у синезеленых водорослей отсутствует. Размножение преимущественно вегетативное. У одноклеточных форм оно состоит в делении материнской клетки на две дочерние. У нитчатых синезеленых вегетативное размножение осуществляется гормогониями - короткими, состоящими из нескольких или многих клеток участками материнского трихома, часто отделяющимися по гетероцистам. После отделения они растут и превращаются в полноценные особи. Для переживания неблагоприятных условий у нитчатых форм возникают покоящиеся споры, или акинеты, которые затем прорастают гормогониями.

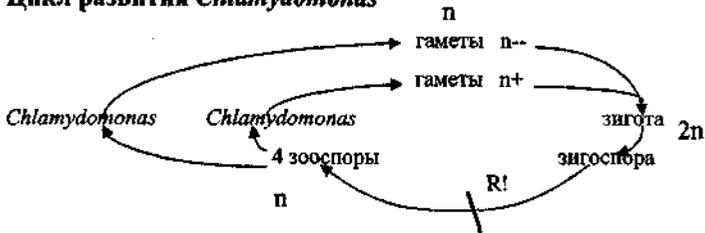
Несмотря на отсутствие полового процесса, у синезеленых водорослей наблюдается закономерная последовательность развития. Например, у некоторых нитчатых форм в жизненном цикле можно выделить четыре сменяющие друг друга стадии: перезимовавшие споры прорастают весной (1), после чего наступает время активного вегетативного размножения гормогониями (2), сменяющееся периодом нарастания нитей в длину (3), сезонное развитие заканчивается отмиранием вегетативных частей и массовым образованием спор (4), которые зимуют.



Внешний вид и строение клетки хламидомонады:

- 1 - клеточная оболочка;
- 2 - ядро;
- 3 - хлоропласт с пиреноидами;
- 4 - стигма;
- 5 - жгутики;
- 6 - пульсирующие вакуоли;
- 7 - пиреноиды

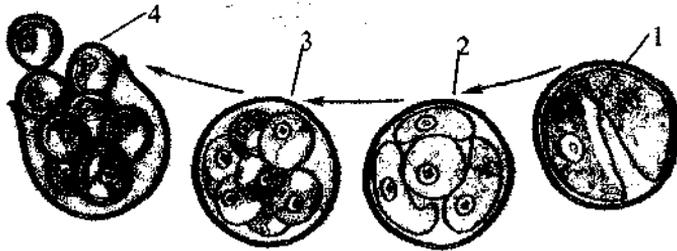
Цикл развития *Chlamydomonas*



При бесполом размножении особи останавливаются, теряют жгутики, и после нескольких последовательных делений их содержимое распадается на 2-4, реже на 8 зооспор, вырабатывающих жгутики и оболочку еще в оболочке материнской клетки, строение которой они полностью повторяют, но имеют меньшие размеры. По достижении нормальных размеров, свойственных взрослым хламидомонадам, особи могут участвовать в половом процессе.

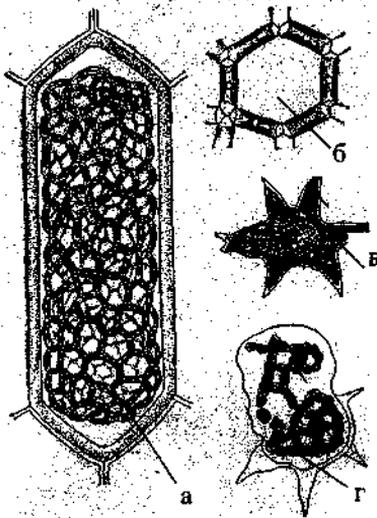
Половой процесс - изогамия. У большинства видов хламидомонад в клетках образуются одинаковые по величине гаметы (изогаметы), похожие на зооспоры, но меньших размеров и в большем числе (8-16, иногда 32-64). Они попарно сливаются, теряют жгутики, превращаясь после плазмо- и кариогамии в зиготу, которая одевается толстой многослойной целлюлозной оболочкой, наполняется запасными веществами и приобретает красную окраску, превращаясь в зигоспору. После периода покоя при наступлении благоприятных условий зигоспора прорастает, образуя в результате редукционного деления диплоидного ядра четыре гаплоидные зооспоры. Эти зооспоры дорастают до взрослых особей и затем участвуют бесполом и половом размножении.

Приложение 3



Внешний вид и стадии бесполого размножения хлореллы: 1 - взрослая особь; 2, 3 - стадии образования автоспор; 4 - выход автоспор из оболочки материнской клетки (спорангия)

Приложение 4



Дочерняя колония внутри материнской клетки (а), участок взрослой колонии (сетобия) водяной сеточки (б), полиэдр - образуется из зооспор полового процесса (в), образование «неправильной» молодой сеточки внутри полиэдра (г).

Бесполое размножение начинается с деления протопласта клеток на огромное количество двужгутиковых зооспор (7000-20000). Они не покидают оболочки материнской клетки, недолго движутся на одном месте, а затем вытягивают жгутики и складываются в новую маленькую сеточку, по-

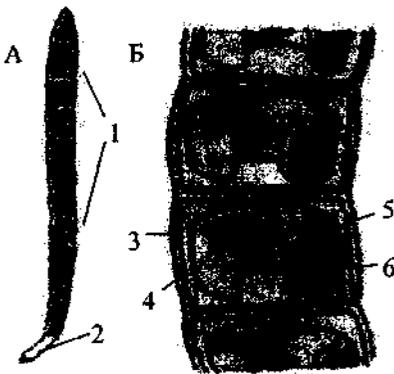
крываясь при этом оболочкой. Оболочка материнской клетки расплывается и молодая сеточка постепенно увеличивается в размерах, но не за счет деления клеток, а за счет их роста. При этом клетки становятся многоядерными.

Цикл развития *Hydrodictyon reticulatum*.



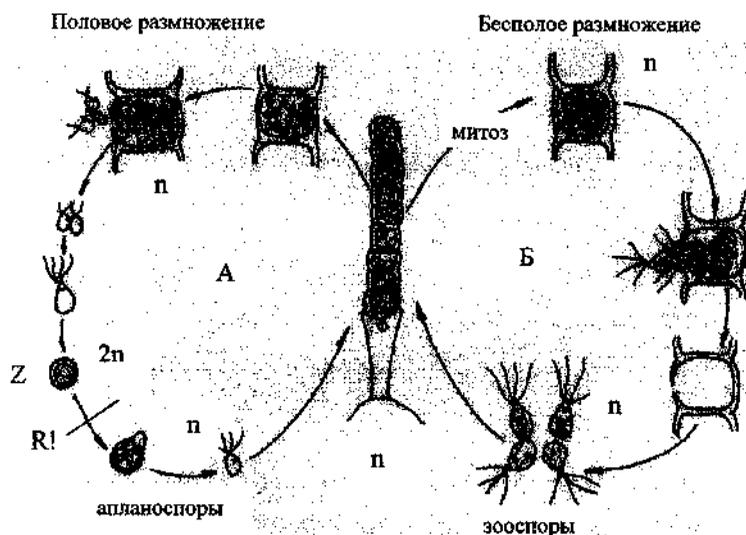
Половое размножение (изогамия) начинается с образования множества (до 30000) мелких двужгутиковых гамет. Они выходят из материнской клетки (гаметангия) и копулируют попарно. Шаровидная зигота после периода покоя претерпевает редукционное деление и прорастает четырьмя зооспорами. Какое-то время они движутся, затем останавливаются и каждая превращается в многоугольную, похожую на неровную звезду, клетку, одетую оболочкой (полиэдр). Полиэдр некоторое время увеличивается в размерах, затем его содержимое распадается на зооспоры, которые после непродолжительного движения внутри полиэдра складываются в неправильную сеточку, которая освобождается после разрыва оболочки полиэдра и восстанавливает нормальную форму и размер.

Приложение 5



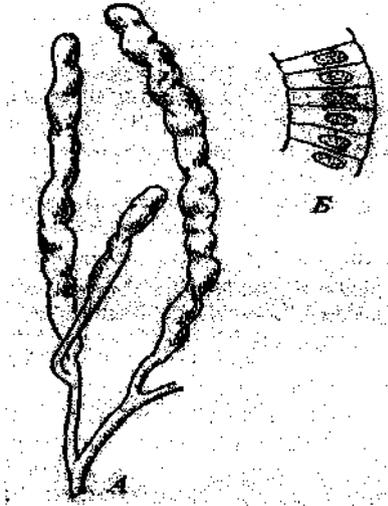
Внешний вид таллома (А) и строение клеток улотрикса (Б): 1 - общий вид нити, 2 - базальная клетка (ризоид), 3 - клеточная стенка, 4 - хлоропласт, 5 - ядро, 6 - цитоплазма.

Жизненный цикл *Ulothrix zonata*



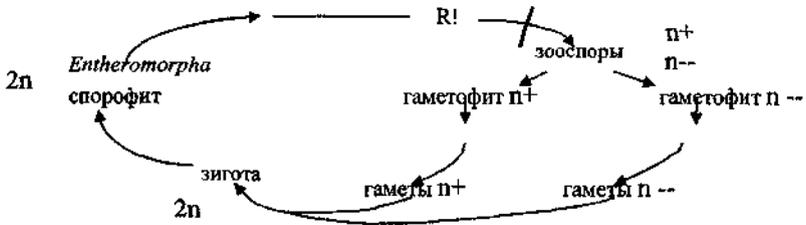
Бесполое размножение (Б) происходит посредством овальных 4- жгутиковых зооспор, образующихся по несколько в любой клетке нити, кроме базальной

При половом размножении (А) образуются двужгутиковые изогаметы, причем копулировать могут лишь гаметы из разных нитей (гетероталлизм). Перед прорастанием зиготы (Z) в ней происходит редукционное деление и ее протопласт делится на четыре или больше неподвижные клетки (апланоспоры), в дальнейшем прорастающие в молодые нити улотрикса. У большинства улотрикссовых перед прорастанием зиготы происходит редукционное деление ядра, и вся жизнь водоросли происходит в гаплоидной фазе. Исключение - семейство ульвовых, у представителей которого в цикле развития происходит изоморфная смена двух поколений, одинаковых внешне, но различающихся типом размножения: одно (спорофит) - зооспорами, а другое (гаметофит) - половым путем через копуляцию изогамет. Зигота прорастает без периода покоя и без редукционного деления. Из нее развивается диплоидный спорофит, у которого потенциально любая клетка может стать зооспорангием, в котором перед образованием зооспор происходит редукционное деление ядра. Из гаплоидных зооспор возникают гаплоидные гетероталлические гаметофиты, внешне не отличающиеся от спорофитов.

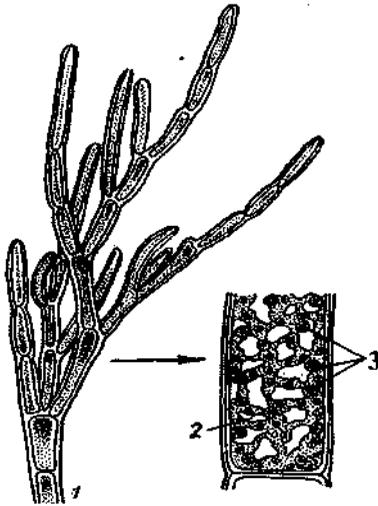


Энтероморфа:
 А - внешний вид таллома;
 Б - поперечный разрез стенки таллома

Цикл развития *Enteroomorpha*

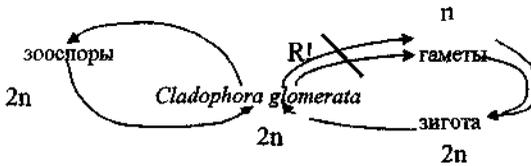


Энтероморфа характеризуется трубчатым многоклеточным талломом. В жизненном цикле происходит правильная смена бесполого (спорофит) и полового (гаметофит) поколений. Гаметофиты и спорофиты многоклеточные, макроскопические, сходного строения. На диплоидных спорофитах в одноклеточные зооспорангиях после редукционного деления образуются гаплоидные зооспоры разного знака (+ или -). Эти зооспоры прорастают в гаметофиты, образующие затем изогаметы разного знака (+ или --). После слияния гамет образуется диплоидная зигота, прорастающая в диплоидный спорофит.



Кладофора. 1 - часть таллома; 2 - хлоропласт с пиреноидами; 3 - ядра

Цикл развития *Cladophora glomerata*.



Вегетативное размножение осуществляется частями таллома.

У некоторых кладофоровых (у морских) цикл развития проходит, как у ульвовых, с изоморфной сменой поколений - бесполого (спорофита) и полового (гаметофита).

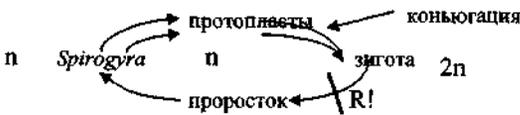
Бесполое размножение осуществляется 4-х, реже 2-х-жгутиковыми зооспорами, иногда апланоспорами; половое размножение - копуляцией двужгутиковых изогамет, реже - гетерогамет.

У пресноводных представителей (*Cladophora glomerata*) гаметофит отсутствует. Клетки таллома взрослой особи диплоидные, бесполое размножение осуществляется диплоидными же зооспорами. Половой процесс - изогамия. Редукционное деление происходит при образовании изогамет и гаплоидная фаза в жизненном цикле *Cladophora glomerata* представлена только изогаметами.



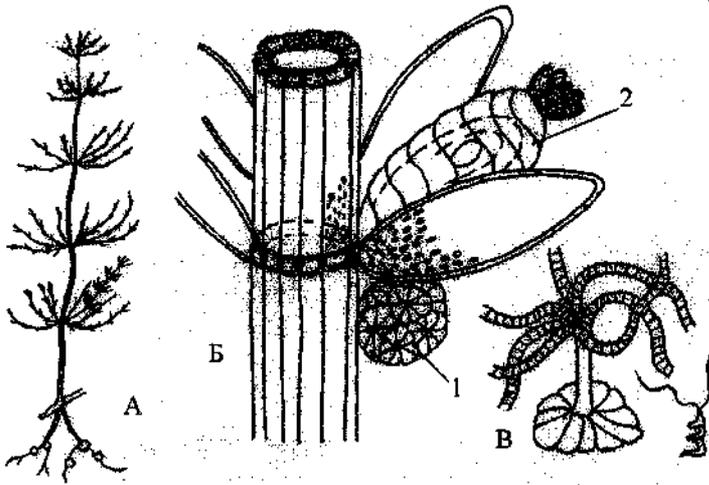
А – строение клетки спирогиры: 1 – клеточная оболочка, 2 – спиральный хлоропласт с пиреноидами, 3 – ядро в цитоплазматическом кармашке, 4 – цитоплазма постенная и в виде тяжей. Б – конъюгация

Цикл развития *Spirogyra*



Вегетативное размножение осуществляется разрывом нити на отдельные участки или даже отдельные клетки, которые дают начало новым особям.

При половом размножении (конъюгации) обычно две нити располагаются параллельно друг другу. Супротивные клетки образуют выросты, направленные друг к другу и срастаются концами. Оболочки их в месте соприкосновения растворяются и получается сквозной канал, через который сжавшееся содержимое одной клетки в течение нескольких минут перемещается в другую и сливается с ее протопластом. Это так называемая лестничная конъюгация, изредка может наблюдаться боковая конъюгация: через посредство бокового канала над поперечной перегородкой содержимое клетки переходит в соседнюю клетку той же нити. Шаровидные или овальные зиготы одеты толстой оболочкой, в них накапливается много масла и гематохрома. После периода покоя, во время которого разрушаются оболочки клеток нити, в зиготе после редукционного деления образуются 4 гаплоидных ядра, 3 из которых отмирают, а одно остается ядром единственного проростка, выходящего через разрыв наружного покрова зиготы.



Chara fragilis: А - общий вид; Б - часть таллома; 1 - антеридий; 2 - оогоний; В - щиток антеридия с спермагенными нитями и спиральный сперматозоид с 2 жгутиками.

Вегетативное размножение осуществляется клубеньками, образующимися на ризоидах и на нижних стеблевых узлах, а также укореняющимися ветками, отходящими от нижних узлов.

Бесполого размножения спорами у харовых нет.

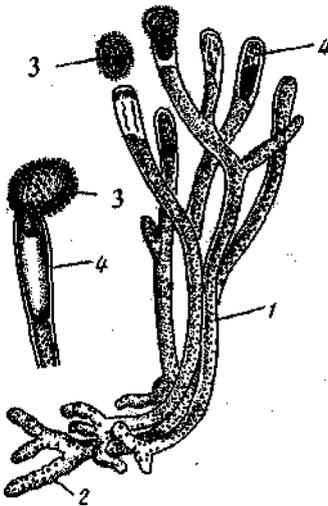
Цикл развития *Chara*



Половой процесс оогамный. В узлах таллома среди «листьев» образуются сидящие рядом оогоний и антеридии. В оогоний удлиненная яйцеклетка окружена пятью спирально обвивающими ее нитевидными клетками (нитеями), отчлениющимися на вершине 5 клеток, образующими колонку. Антеридии - оранжевые шарики, видные невооруженным глазом. Стенка

их образована 8 плоскими клетками, так называемыми щитками. От них внутрь антеридия отходят особые подставки, на которых развиваются длинные свернутые в клубок сперматогенные нити. Каждая нить состоит из 100-300 плоских клеток, в которых развивается по одному сперматозоиду. Всего в антеридии образуются 20-50 тыс. сперматозоидов. Щитки антеридия при созревании его разъединяются, и сперматозоиды освобождаются. После оплодотворения яйцеклетка разрастается, покрывается плотной бурой оболочкой и превращается в ооспору («споропочку»). Ооспора прорастает после периода покоя в новые организмы, перед этим в ней происходит редукционное деление диплоидного ядра, поэтому все растение харовых гаплоидно.

Приложение 10



Внешний вид таллома вошерии и зооспорангий с зооспорами.

1 - неклеточный (сифональный) таллом; 2 - ризоиды; 3 - зооспоры; 4 - зооспорангий

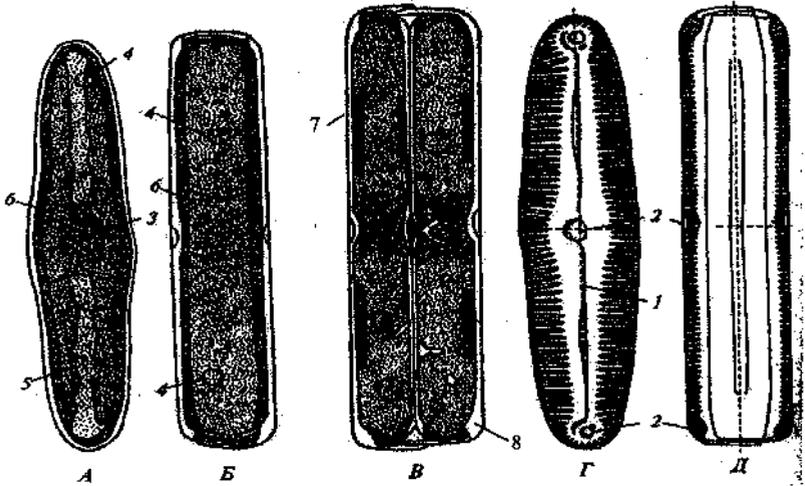
Цикл развития *Vaucheria*



Вегетативное размножение желтозеленых водорослей происходит делением клеток, распадом колоний или нитей. Бесполое размножение осуществляется зооспорами и автоспорами. Половой процесс, известный у немногих родов, обычно изогамный, реже - оогамный.

Половой процесс у вошерии оогамный. На нити или на особых коротких ветвях ее образуются как боковые выросты антеридий и около него 1-2 или несколько оогониев. Оогоний вначале не отделен перегородкой от нити и содержит много ядер; затем все ядра из оогония, кроме одного, уходят в нить, и оогоний отделяется от нее поперечной перегородкой. Антеридий развивается в виде изогнутого рога и в месте перегиба отделяется перегородкой от базальной части. Перед оплодотворением оболочка оогония в верхней части разрывается и небольшая часть цитоплазмы выходит наружу. Сперматозоиды под воздействием хемотаксиса выходят из разорвавшегося кончика антеридия; они почти бесцветные, овальные или грушевидные, с двумя жгутиками, из которых один перистый. После оплодотворения в оогоний развивается ооспора с толстой оболочкой, содержащая много масла и гемохрома. После периода покоя в ней происходит редукционное деление, и она прорастает в новую гаплоидную нить.

Приложение 11

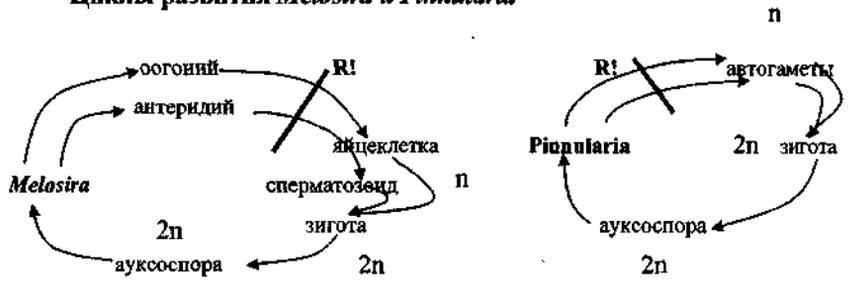


Pinnularia. А, Б - вид клетки со створки и с пояска; В - деление пиннулярии: две дочерний клетки с пояска; Г, Д - вид панциря со створки и с пояска: 1 - швы, 2 - узелки, 3 - ядро, 4 - капли масла, 5 - хлоропласт, 6 - цитоплазматический мостик, 7 - эпитека, 8 - гипотека.



Melosira. А – общий вид колонии, клетки видны с пояска; Б – ценобий с аукоспорами.

Циклы развития *Melosira* и *Pinnularia*



Вегетативное размножение происходит путем простого деления клеток надвое. Протопласт после митотического деления ядра раскалывается на две половины в плоскости, параллельной створкам. Створки несколько раздвигаются, унаследованная от материнской клетки створка становится эпитекой, гипотеку каждая дочерняя клетка достраивает заново, после этого две получившиеся дочерние клетки разъединяются. В результате многократных митотических делений популяция диатомовых водорослей мельчает. Восстановление исходного размера клеток происходит благодаря половому процессу.

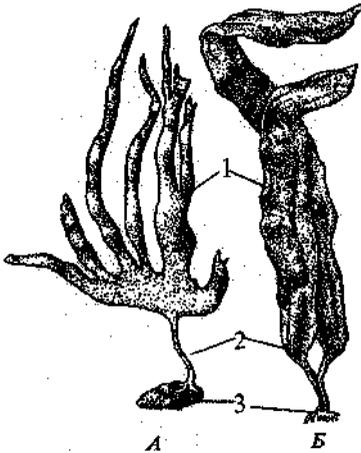
У пеннатных диатомовых водорослей (пиннулярия) половой процесс представляет собой своеобразную изогамии, несколько сходную с конъюгацией у конъюгат. Образованию аукоспор предшествует образование безжгутиковых гамет (аутогамет) после редукционного деления. Две копулирующие клетки, часто неравные, лежащие рядом, склеиваются друг с другом выделяемой ими слизью.

В каждом протопласте происходит редукционное деление ядра, но из 4-х мейотических ядер два дегенерируют, что проявляется в уменьшении их размера сравнительно с двумя другими. Протопласты копулирующих клеток делятся на две безжгутиковые гаметы, в каждой из которых оказываются по два ядра: одно нормальное и одно дегенерирующее. Гаметы, принадлежащие разным клеткам, двигаясь амебообразно, выходят из клеток, сливаются попарно, причем происходит слияние их нормальных ядер, дегенерирующие ядра разрушаются, образующиеся зиготы затем превращаются в ауксоспоры и превращаются во взрослые диплоидные особи.

Половой процесс мелозиры - оогамия. Оплодотворению предшествует редукционное деление ядра. В одних клетках (антеридиях) образуются четыре сперматозоида с одним или двумя жгутиками. В других клетках (оогониях) три ядра после мейоза дегенерируют и протопласт такой клетки остается с одним гаплоидным ядром; он и оплодотворяется сперматозоидом. Зигота покрывается тонкой пектиновой оболочкой, быстро растет (такую зиготу называют ауксоспорой) и в дальнейшем образует створки панциря. Такой половой процесс характерен для мелозиры.

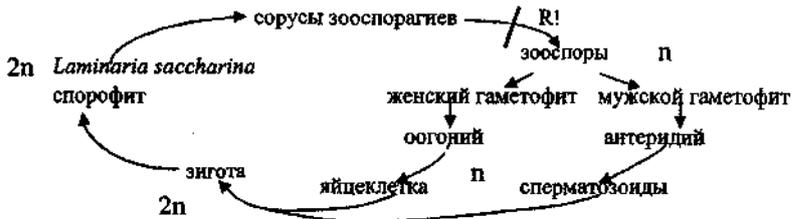
Клетки диатомовых водорослей диплоидны, гаплоидны в их цикле развития только гаметы.

Приложение 12



Общий вид таллома двух видов ламинарий: А - *L. digitata*; Б - *L. saccharina*. 1 - листовидная часть; 2 - черешок; 3 - когтевидные ризоиды.

Цикл развития *Laminaria saccharina*



Вегетативное размножение бурых водорослей осуществляется участками таллома или (редко) специальными ветвями вегетативного размножения.

Бесполое размножение имеется во всех группах, кроме фукусовых и других циклоспоровых. У большинства оно осуществляется зооспорами, развивающимися помногу в одноклеточных (реже - в многоклеточных) зооспороангиях; зооспоры грушевидной формы; иногда они имеют в задней, более широкой, части один или несколько хлоропластов, а в передней - красный глазок (стигма) и два отходящих сбоку неравных жгутика, передний длинный и перистый, задний короткий и гладкий. У диктиотовых споры бесполого размножения неподвижные - апланоспоры или тетраспоры, образующиеся в тетраспороангиях.

Половое размножение изогамия, гетерагамия, оогамия. Изо- и гетерогаметы образуются в многоклеточных гаметаангиях, разделенных поперечными и продольными перегородками; антеридии и оогонии одноклеточные.

У ламинарии из периферических клеток листовидной части таллома образуются группы (сорусы) одноклеточных зооспороангиев. В каждом из них ядро редукционно делится, и дальнейшими митотическими делениями число ядер увеличивается до 16-64; соответственно плазма разделяется на такое же число одноядерных участков, которые, приобретая жгутики, становятся зооспорами. На одном экземпляре водоросли образуются миллиарды зооспоры. Они недолго двигаются, а затем прорастают в микроскопические мелкие нитевидные мужские (более ветвистые) и женские гаметофиты (заростки). Мужские заростки образуют на некоторых клетках выросты, развивающиеся в антеридии, в каждом из которых формируется по одному сперматозоиду. В оогоний может превратиться любая клетка женского заростка. Ее содержимое через отверстие в верхней части оболочки выходит наружу и сидит на оогонии в виде голый яйцеклетки. После оплодотворения из зиготы развивается постепенно новый мощный спорифит.

Примеры тестов для контроля знаний

1. Каким растением по условиям обитания является *Vaucheria*:
 - а) планктонным;
 - б) бентосным;
 - в) морским;
 - г) пресноводным;
 - д) почвенным.

2. Тип морфологической структуры таллома *Chlorella*:
 - а) нитчатый;
 - б) сифонокладальный;
 - в) монадный;
 - г) коккоидный;
 - д) пластинчатый.

3. Для какого растения характерен зернистый хлоропласт:
 - а) *Pinnularia*;
 - б) *Chlorella*;
 - в) *Enteromorpha*;
 - г) *Chlamydomonas*;
 - д) *Vaucheria*.

4. Какой тип размножения наблюдается у *Enteromorpha*:
 - а) изогамия;
 - б) оогамия;
 - в) конъюгация;
 - г) гетерогамия;
 - д) бесполое - спорами;
 - е) вегетативное.

5. У какого растения присутствует стигма:
 - а) *Cladophora*;
 - б) *Chlorella*;
 - в) *Enteromorpha*;
 - г) *Chara*;
 - д) *Ulothrix*;
 - е) *Chlamydomonas*.

6. Каким растением по типу обитания является *Chlamydomonas*:
 - а) планктонным;
 - б) бентосным;
 - в) морским;
 - г) пресноводным;
 - д) почвенным.

7. Таллом *Vaucheria* имеет структуру:

- а) многоклеточную нитчатую;
- б) сифонокладальную;
- в) монадную;
- г) коккоидную;
- д). пластинчатую.

8. Для какого растения характерен чашевидный хлоропласт:

- а) *Laminaria*;
- б) *Chlorella*;
- в) *Enteromorpha*;
- г) *Pinnularia*;
- д) *Ulothrix*;
- е) *Chlamydomonas*.

9. Бесполое размножение при отсутствии полового размножения характерно для:

- а) *Vaucheria*;
- б) *Chlorella*;
- в) *Enteromorpha*;
- г) *Spirogyra*;
- д) *Ulothrix*;
- е) *Chlamydomonas*.

10. Какая из приведенных водорослей имеет панцирь, состоящий из двух створок гипотеки и эпитеки:

- а) *Cladophora*;
- б) *Chlorella*;
- в) *Laminaria*;
- г) *Pinnularia*;
- д) *Ulothrix*;
- е) *Chlamydomonas*.

11. Каким растением по типу обитания является *Ulothrix*:

- а) планктонным;
- б) бентосным;
- в) морским;
- г) пресноводным;
- д).почвенным.

12. Запасными веществами у представителей отдела зеленых водорослей являются:

- а) только масло;
- б) глюкоза и ламинарии;
- в) крахмал и масло;
- г) только крахмал.