

У водорослей в качестве таксономических признаков для классификации на отделы используются:

1. Тип организации таллома.
2. Набор пигментов.
3. Продукты запаса.
4. Особенности строения хлоропластов (число оболочек, расположение тилакоидов, фибриллы ДНК, формы пиреноидов, место образования и отложения зерен запасных полисахаридов).
5. Строение жгутикового аппарата.
6. Особенности размножения.
7. Особенности цикла развития
8. Особенности митоза.
9. Молекулярно-генетические данные.

Сравнительная характеристика отделов водорослей

№	Признаки	ОТДЕЛЫ			
		Синезеленые	Зеленые	Охрофита	Красные
1	Возраст, численность распространение				
2	Типы таллома				
3	Особенности цитологии				
4	Клеточная стенка				
5	Особенности хлоропластов				
6	Пигментный состав				
7	Запасной продукт				
8	Жгутики				
9	Размножение А) Вегетативное Б) Бесполое В) Половое				
10	Типы циклов развития				
11	Значение в природе и хозяйстве				
12	Систематика отдела (классы, подклассы, порядки, виды)				

ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЗНАКИ ОТДЕЛА СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ

№	Признаки	Характеристика
1	Возраст, численность распространение	Из архейских отложений с возрастом 3-3,5 млрд. лет. 150 родов, около 2000 видов. Пресноводные, наземные, реже морские.
2	Цитология (строение клетки)	1. Нет четко оформленного ядро и ограниченных мембранами органоидов (хлоропластов, митохондрий, ЭПС, вакуоли с клеточным соком), за исключением рибосом. 2. Имеются газовые вакуоли.
3	Клеточные покровы	1. Клеточная стенка: четырехслойная, основной слой из муреина, придающий клетке прочность. 2. Клетки всегда одеты чехлом из слизи.
4	Пигментный состав	1. Хлорофилл а (зеленый); 2. Каротиноиды (каротины и ксантофиллы – желтые, оранжевые); 3. Фикобилины - синие фикоцианин и аллофикоцианин, красный фикоэритрин.
5	Хлоропласты	Хлоропластов нет, имеются изолированные одиночные тилакоиды
6	Запасной продукт	Гликогеноподобное вещество, волютин, цианофициновые зерна

7	Жгутики	Отсутствуют , т.е. подвижных жгутиковых стадий в жизненном цикле нет.
8	Размножение	<ul style="list-style-type: none"> - Половой процесс отсутствует. - Бесполое размножение акинетами (неподвижными покоящимися спорами, образующимися целиком из вегетативных клеток, экзоспорами и эндоспорами. - Вегетативное: <ul style="list-style-type: none"> а) у одноклеточных - делением клеток пополам, б) у нитчатых фрагментацией - распадом нитей на отдельные участки (гормогонии). Митоз отсутствует.
9	Жизненный цикл	Смена поколений отсутствует. Бесполой.
10	Экология	Пресноводные, планктонные, почвенные, в горячих источниках с температурой воды до 80 °С, на снегу - в полярных областях и в горах; в известковом субстрате («сверлящие водоросли»), некоторые симбионты др. организмов. Хорошо приспосабливаются к различным, экстремальным условиям среды - отсутствию кислорода, избытку углекислого газа и сероводорода, повышенной и пониженной температуре и т. д.

ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИЗНАКИ ОТДЕЛА CHLOROPHYTA

№	Признаки	Характеристика
1	Численность, Распространение	Самый многочисленный - 20 тыс., в Якутии 728 видов. Пресноводные, наземные, реже морские.
2	Тип структуры таллома	Одноклеточные, многоклеточные, колониальные, неклеточные. Все типы таллома , кроме ризоподиального.
3	Цитология (строение клетки)	1. Эукариоты, одноядерные, у сифонокладальных и сифональных – многоядерные. 2. У монадных есть глазок (внутри хлоропластов)
4	Клеточные покровы	Клеточная стенка целлюлозная , придающая клетке прочность.
5	Пигментный состав	1. Хлорофилл а и b , придают травянисто-зеленую окраску таллону; 2. Каротиноиды - желтые, оранжевые: α - и β -каротины, разные ксантины.
6	Хлоропласты	Оболочка из 2-х мембран , тилакоиды собраны в граны (как у высших растений) – это стопки тилакоидов, без пространства между соседними тилакоидами. Если между тилакоидами есть промежутки эту группу тилакоидов называют ламеллой. Форма хроматофоров разнообразная.
7	Запасной продукт	Крахмал откладывается в хроматофоре вокруг пиреноида.

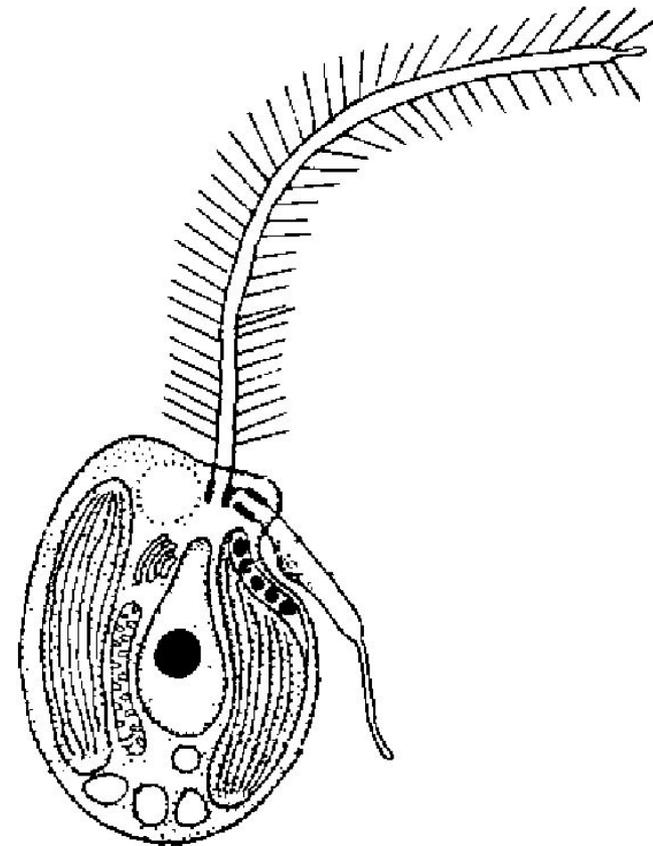
8	Подвижная жгутиковая стадия	<p>Есть. Жгутиков 2-4, реже больше, изоконтные, изоморфные, гладкие или перистые. Стадия представлена:</p> <p>а) вегетативными клетками, б) зооспорами и гаметами.</p> <p>У класса КОНЬЮГАТЫ в цикле развития жгутиковой стадии нет.</p>
9	Размножение и его особенности	<ul style="list-style-type: none"> - Половой процесс: все типы гаметогамии и конъюгация. - Бесполое зооспорами и неподвижными спорами. - Вегетативное: одноклеточные — делением тела надвое, многоклеточные — участками таллома. <p>Функцию органов полового и бесполого размножения чаще всего выполняют вегетативные клетки.</p> <p>Спорангии и гаметангии образуются лишь у некоторых представителей.</p> <p>У одних зеленых водорослей одна и та же особь может давать, в зависимости от внешних условий, органы только бесполого или только полового размножения. У других существуют спорофиты и гаметофиты, которые могут быть одинакового или разного строения.</p>

10	Жизненный цикл	<ul style="list-style-type: none"> - Гаплоидный цикл (n) с зиготической $R!$ без чередования поколений, взрослая особь – гаметофит (n). Встречается у большинства Chlorophyta - Диплоидный цикл ($2n$) с гаметиической $R!$ без чередования поколений; взрослая особь – спорофит ($2n$). Встречается редко. - Гаплоидно-диплоидный цикл ($n/2n$), со спорической $R!$ (изо- или гетероморфной сменой поколений).
11.	Экология, размеры	Обитают в широком диапазоне экологических условий. Размеры от микро- до макроскопических.
12	Значение	<ul style="list-style-type: none"> - Родоначальники высших растений. - В круговороте веществ в природе - продуценты органического вещества и кислорода - Вызывают «цветение» воды (интенсивное развитие водорослей в толще воды, в результате чего вода приобретает окраску). - Заросли водорослей – среда обитания водных животных. - Санитары, агенты самоочищения водоемов. - Участвуют в почвообразовании, повышают плодородие почвы,

ОТДЕЛ ОХРОФИТЫ (ОСНРОРНУТА)

(от греч. **ochro** – бледно-желтый)

- Встречаются в разнообразных водных и наземных местообитаниях.
- Отдел включает организмы с разнообразными типами дифференциации таллома (кроме сифонокладального). От одноклеточных до гигантских водорослей с тканевым типом дифференциации таллома.
- У монадных форм и жгутиковых стадий два жгутика - **гетероконтные и гетероморфные**: первый жгутик – длинный, перистый, направлен вперед (покрыт двумя рядами мастигонем); второй – короткий, гладкий, направлен назад.
- У подвижных форм в хлоропласте имеется глазок (стигма).



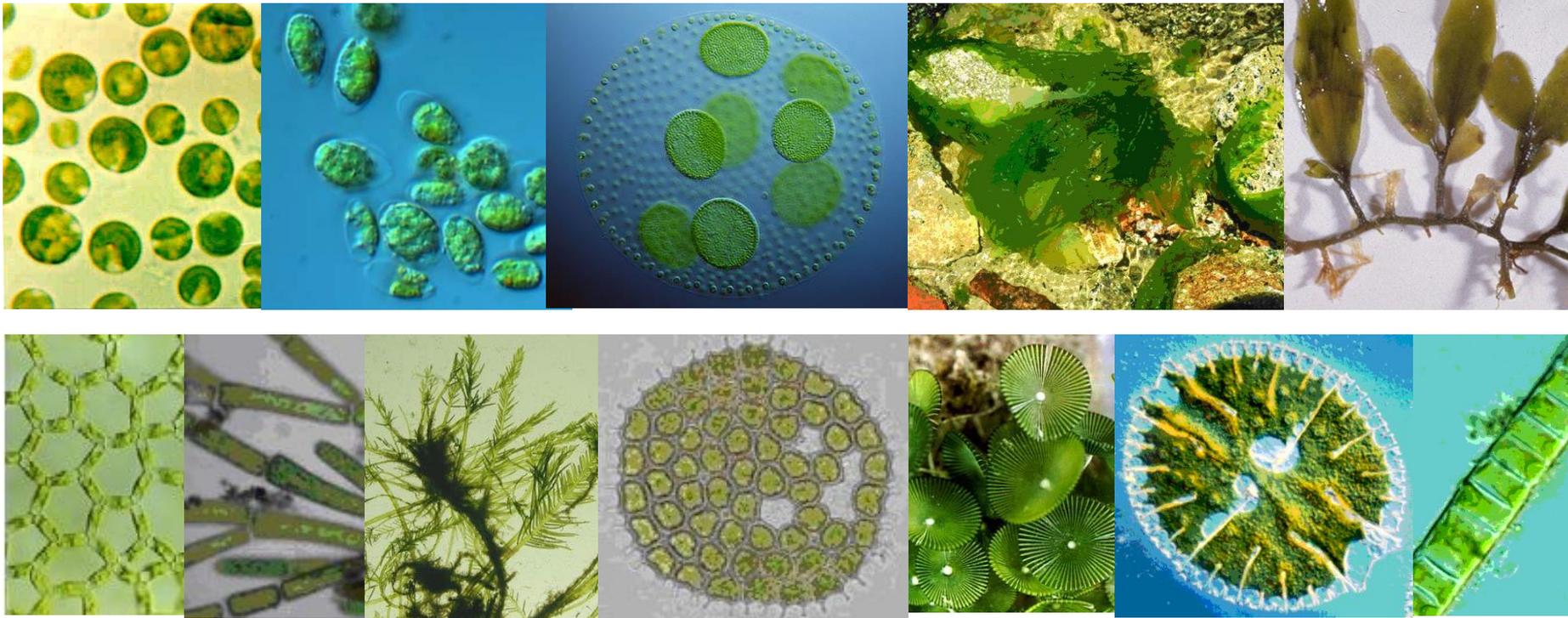
- **Хлоропласты** покрыты четырьмя мембранами: 2 собственно мембраны хлоропласта и 2 мембраны хлоропластной эндоплазматической сети. Ламеллы трехтилакоидные.
- **Хлорофиллы «а» и «с»** («с1», «с2», «с3» в разной комбинации в разных классах). Имеются **каротиноидные** пигменты: **фукоксантин** (у большинства), или вошериоксантин (у желтозеленых).
- Хлоропластная ДНК имеет форму кольца.
- **Пиреноиды** могут присутствовать или отсутствовать.
- Основной **запасной продукт** – **хризоламинарин**, который откладывается в вакуолях (вне хлоропласта), также волютин и масла.
- **Размножение** вегетативное, бесполое и половое.
- **Жизненные циклы:**
 - гаплоидный с зиготической редукцией;
 - диплоидный с гаметической редукцией;
 - гаплоидно-диплоидный с изоморфной или гетероморфной сменой поколений.

Сравнительная характеристика классов отдела Охрофита (Ochromphyta)

№	Признаки	КЛАССЫ			
		Золотистые водоросли	Желтозеленые водоросли	Диатомовые	Бурые
1	Распространение				
2	Типы таллома				
3	Особенности цитологии				
4	Клеточная стенка				
5	Особенности хлоропластов				
6	Пигментный состав				
7	Запасной продукт				
8	Жгутики				
9	Размножение А) Вегетативное Б) Бесполое В) Половое				
10	Типы циклов развития				
11	Значение в природе и хозяйстве				
12	Систематика отдела (порядки, виды)				

Отдел **ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ – CHLOROPHYTES**

(от греческих «chloros» – зеленый, «phyton» -
растение)



1. ЧИСЛЕННОСТЬ: самый многочисленный отдел, 20 тыс., в Якутии 728 видов.
2. МЕСТООБИТАНИЕ – Пресноводные, наземные, реже морские. Бентос, планктон, почва и т.д.. Обитают в **широком диапазоне экологических условий.**
3. РАЗМЕРЫ - от микроскопических до макроскопических.

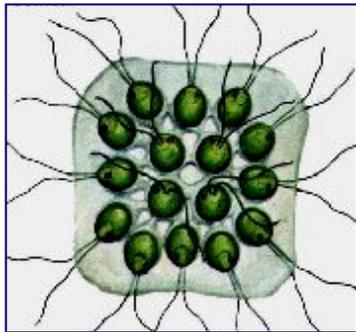
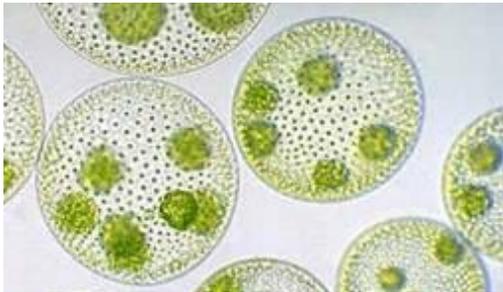
4. ТИПЫ ТАЛЛОМА CHLOROPHYTA

I. ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ

1. Коккоидный



2. Монадный



II. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ

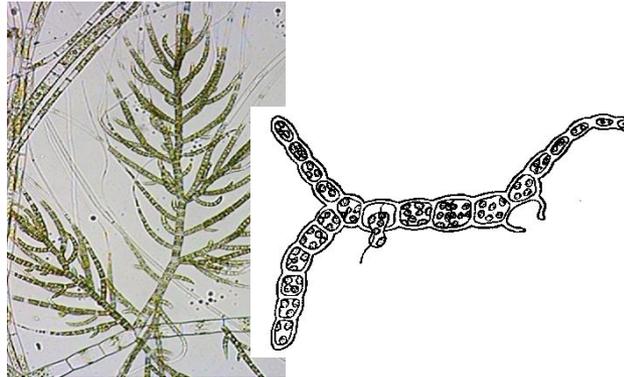
3. НИТЧАТЫЙ



4. Пластинчатый



5. Гетеротрихальный

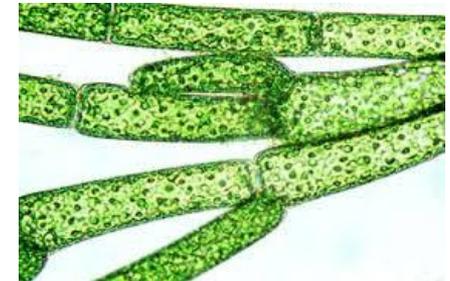


III. НЕКЛЕТОЧНЫЕ

6. СИФОНОВЫЙ (СИФОНАЛЬНЫЙ)



7. СИФОНОКЛАДАЛЬНЫЙ

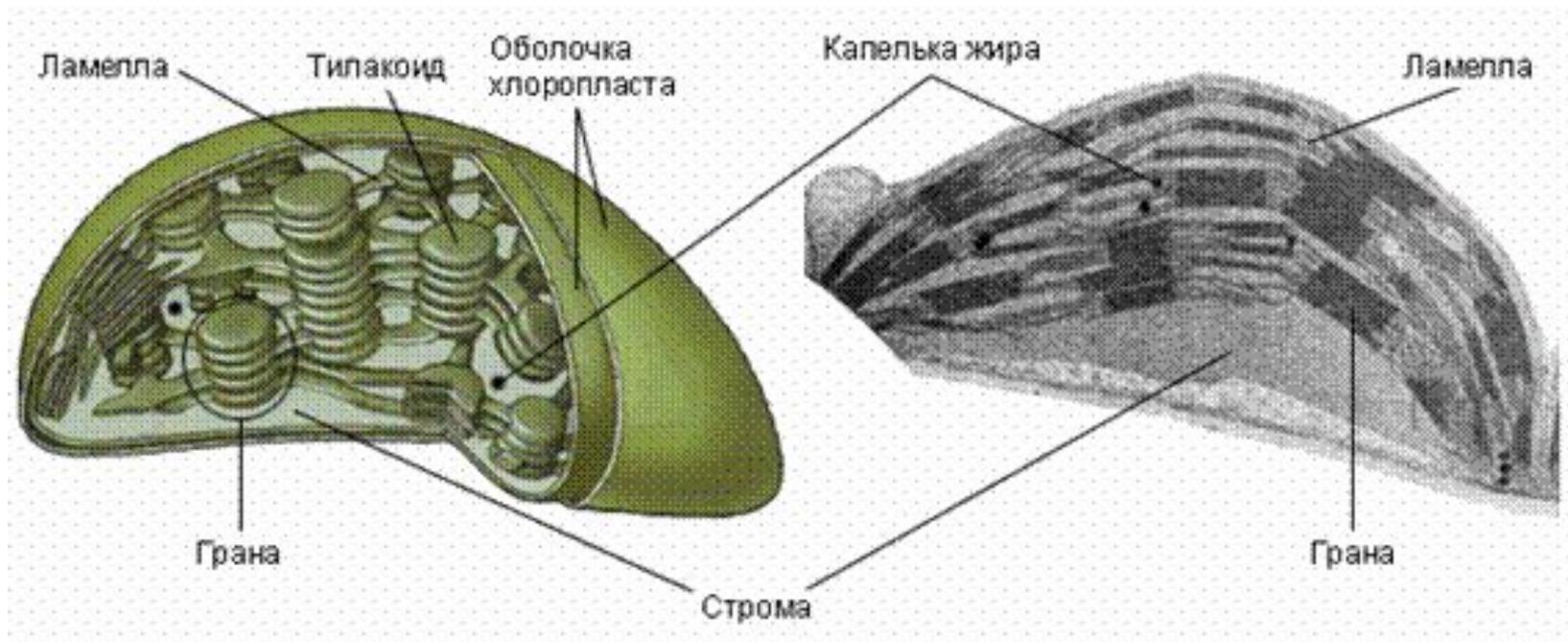


Все типы таллома, кроме ризоподиального.

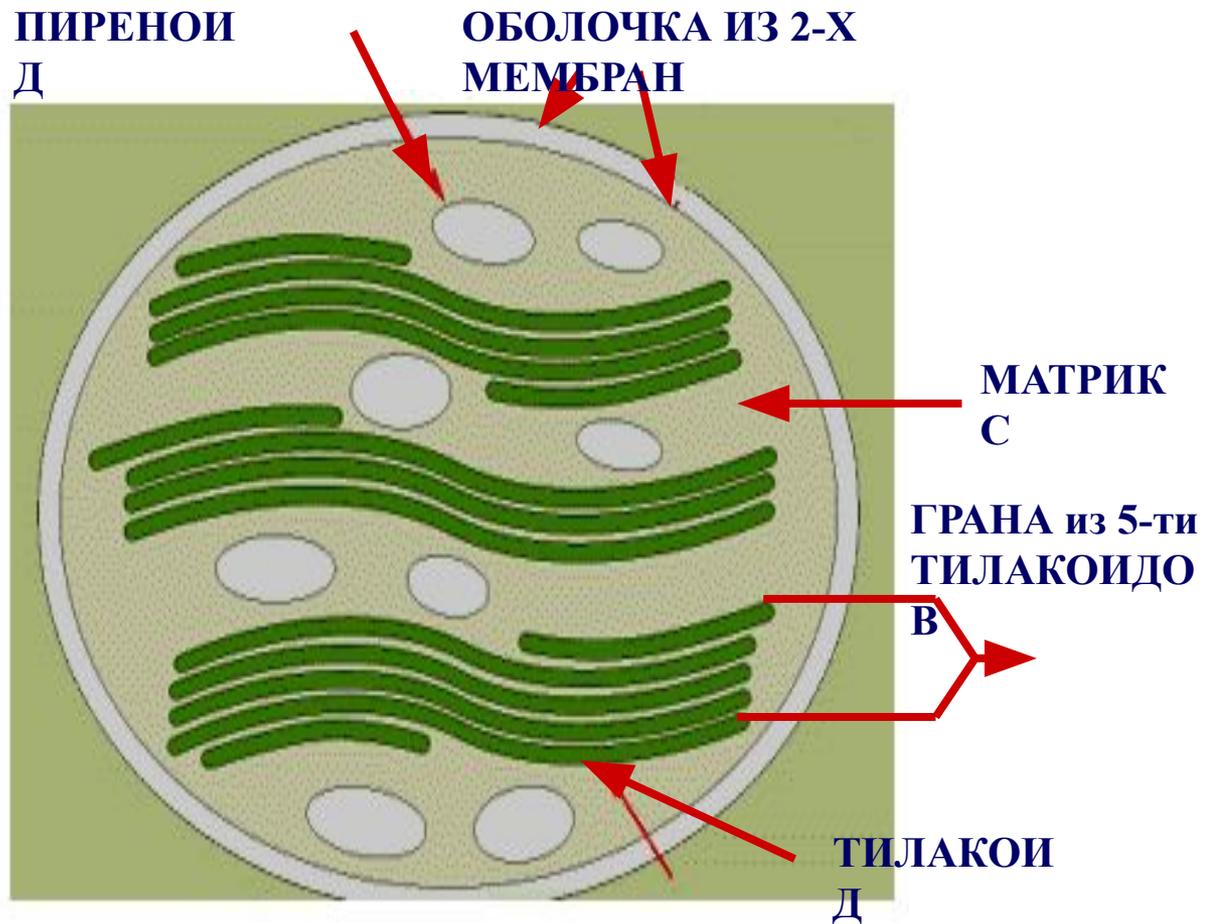
5. Цитология (строение клетки) CHLOROPHYTA

1. Эукариоты, одноядерные, у сифонокладальных и сифональных – многоядерные.
2. Клеточная стенка **целлюлозная**, придающая клетке прочность.
3. **Набор пигментов:**
 - Хлорофилл а и **b**, придающие таллону травянисто-зеленую окраску;
 - Каротиноиды - желтые, оранжевые: лютеин, α - и β -каротины, разные ксантины - астаксантин, сифоноксантин, сифонеин.
4. **Запасной продукт** – **крахмал** откладывается в хлоропластах вокруг пиреноида.

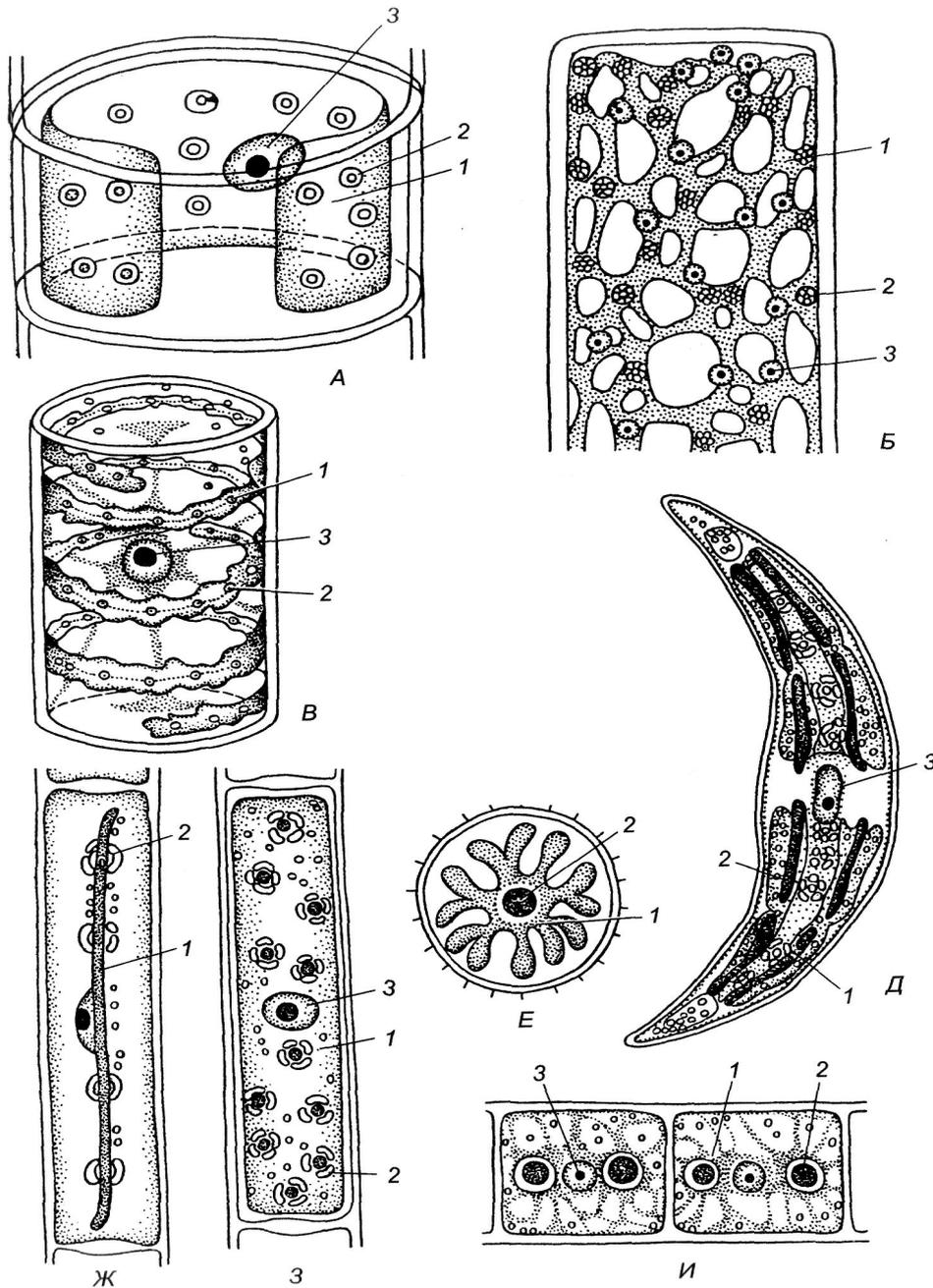
5. Хлоропласты: Оболочка хлоропласт из **2-х мембран**, тилакоиды собраны в **граны** (как у высших растений) – это стопки тилакоидов, без пространства между соседними тилакоидами. Если между тилакоидами есть промежутки эту группу тилакоидов называют ламеллой. У монадных клеток внутри хлоропластов имеются стигмы. Форма хлоропластов разнообразная.



Строение хлоропластов зеленых водорослей



ФОРМА ХЛОРОПЛАСТОВ РАЗНООБРАЗНА



А - Ulothrix
 Б — Cladophora
 В — Spirogyra
 Д, Е — Closterium
 Д — вид клетки сбоку,
 Е — поперечный
 разрез клетки;
 Ж, З — Mougeotia:
 Ж — клетка с хлоро-
 пластом в профиль,
 З — клетка с хлоро
 пластом, обращенным
 широкой стороной;
 И — Zygnema:
 1 — хлоропласт;
 2- пиреноид;
 3 — ядро

5. Цитология (строение клетки) CHLOROPHYTA

6. Жгутиковая стадия в жизненном цикле имеется и представлена:

- а) вегетативными клетками,
- б) зооспорами,
- в) гаметами.

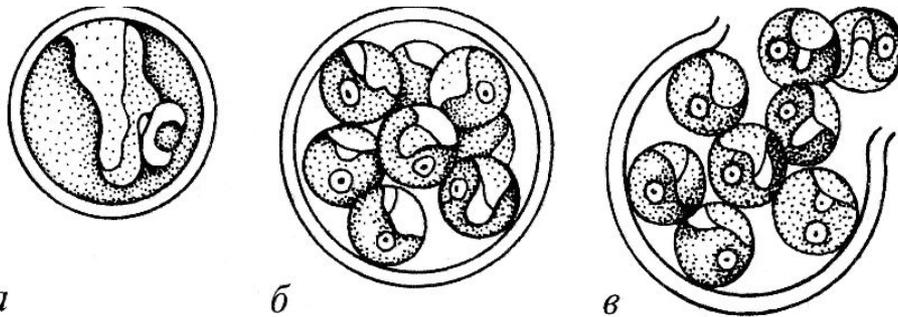
2-4 жгутика (реже больше).

Жгутики **изоконтные, изоморфные**, гладкие или перистые.

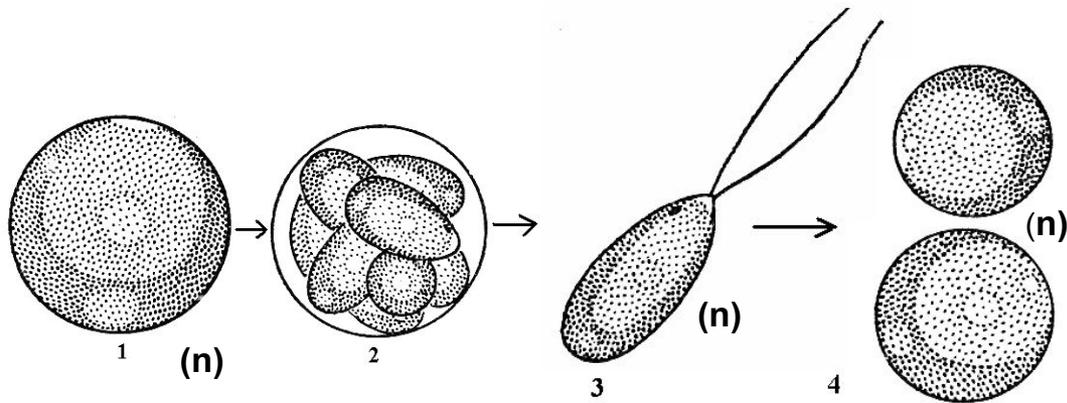
6. Особенности размножения CHLOROPHYTA

- **Вегетативное**: одноклеточные — делением тела на двое, многоклеточные - участками таллома (фрагментацией).
- **Бесполое** - зооспорами и неподвижными спорами (апланоспорами или автоспорами).
- **Половой процесс**: все типы гаметогамии и конъюгация.

1. Бесполое размножение

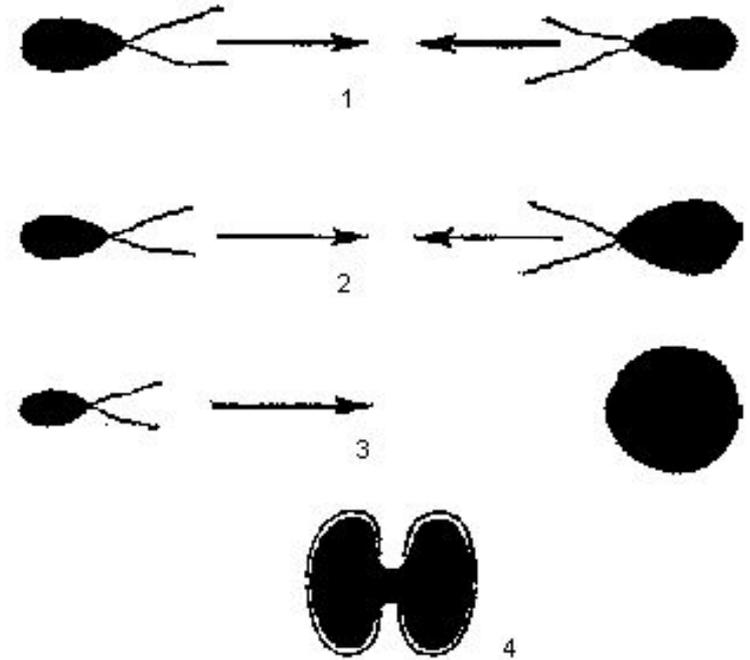


Хлорелла (*Chlorella*): образование неподвижных спор - автоспор в материнской клетке



Хлорококк (*Chlorococcum*) – бесполое размножение зооспорами

2. Половое размножение



Формы полового процесса Зеленых водорослей:
1 - изогамия,
2 - гетерогамия,
3 - оогамия,
4 - конъюгация

7. Типы жизненных циклов CHLOROPHYTA

I. Без чередования поколений

1) Гаплоидный цикл (n) с зиготической $R!$.

Взрослая особь – гаметофит (n). Диплоидна только зигота. Встречается у большинства Chlorophyta.

2) Диплоидный цикл ($2n$) с гаметической $R!$.

Взрослая особь – спорофит ($2n$). Гаплоидны только гаметы. Встречается редко.

II. С чередованием поколений

3) Гаплоидно-диплоидный цикл ($n/2n$) со спорической $R!$ изоморфной или гетероморфной сменой поколений.

8. Значение CHLOROPHYTA

- Родоначальники высших растений.
- Участвуют в круговороте веществ в природе, являются продуцентами органического вещества и кислорода.
- Вызывают «цветение» воды (интенсивное развитие водорослей в толще воды, в результате чего вода приобретает окраску).
- Заросли водорослей в водоемах – среда обитания водных животных.
- Участвуют в почвообразовании, повышают плодородие почвы.

8. Значение CHLOROPHYTA

- Благодаря смешанному типу питания (фотосинтез + всасывают и усваивают растворенные в воде органические вещества). являются активными санитарами загрязненных и сточных вод (происходит самоочищение водоемов).
- Ряд представителей культивируют в лабораториях в качестве объекта исследований в области генетики, фотосинтеза, биологии развития и для определения токсичности загрязненных вод.

8. СИСТЕМАТИКА отдела CHLOROPHYTA

ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

I. Подотдел *Chlorophytina*

1. Класс
празинофициевые,
(Prasinophyceae)
2. Класс собственно зеленые
водоросли (Chlorophyceae)
3. Класс требуксиевые
(Trebouxiophyceae)
4. Класс ульвовые
(Ulvophyceae)

II. Подотдел *Charophytina*

1. Класс трентеполиевые
(Trentepohliophyceae).
2. Класс клецсормидиевые
(Klebsormidiophyceae)
3. Класс конъюгаты,
или сцеплянки
(Zygnematorphyceae,
Conjugatorphyceae)
4. Класс харовые
(Charophyceae)

1. ПОДОТДЕЛ CHLOROPHYTINA

1. КЛАСС СОБСТВЕННО ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYCEAE)

- Одноклеточные, ценобиальные, колониальные и многоклеточные с монадным, пальмеллоидным, коккоидным, нитчатым, гетеротрихальным, сифональным типами дифференциации таллома.
- Митоз закрытый, полузакрытый, телофазное веретено исчезает до цитокинеза.
- Размножение вегетативное, бесполое (зооспоры, апланоспоры, автоспоры) и половое (холо-, изо-, гетеро- и оогамия).
- Жизненный цикл гаплоидный с зиготической редукцией.
- Большинство - пресноводные представители, некоторые обитают в морских, солоноватоводных и наземных условиях.

Систематика CHLOROPHYCEAE

1. Порядок Вольвоксовые (*Volvocales*)
2. Пор. Хлорококковые (*Chlorococcales*)
3. Пор. Эдогониевые (*Oedogoniales*)
4. Пор. Хетофоровые (*Chaetophorales*)

I. Класс Собственно зеленые водоросли, (Chlorophyceae)

1. ПОРЯДОК ВОЛЬВОКСОВЫЕ (*VOLVOCALES*)

1. Монадные одноклеточные формы



Хламидомонада: В переводе – организм, покрытый древнегреческой одеждой – хламидой.

А – вегетативная особь;

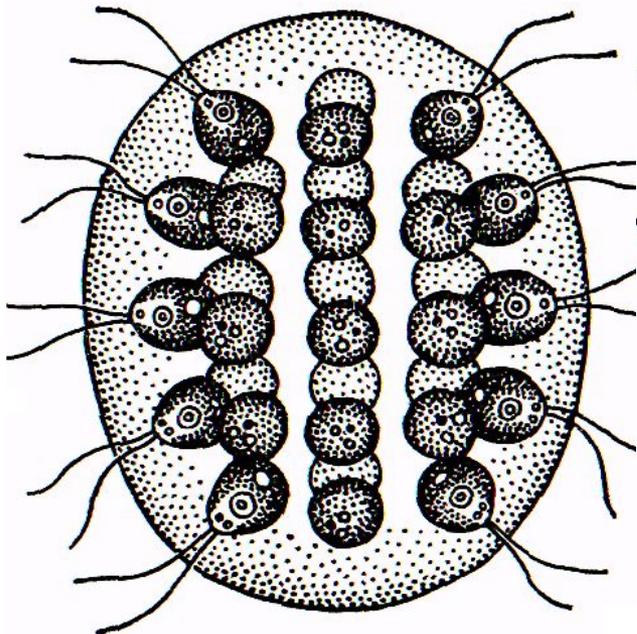
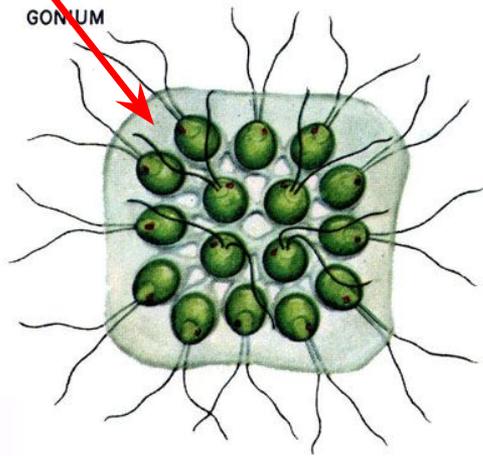
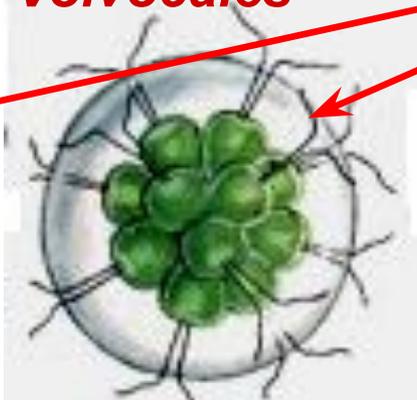
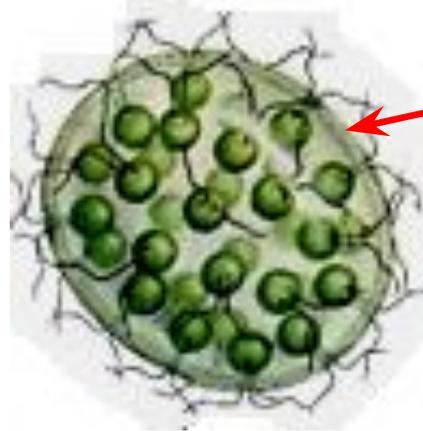
Б – пальмеллевидная стадия;

В – размножение (молодые особи внутри материнской клетки)

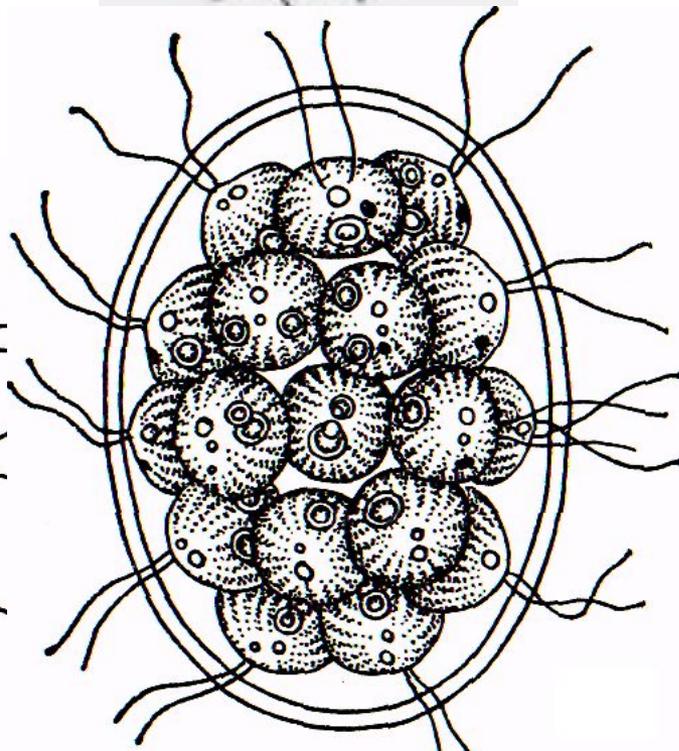
2. Ценобиальные формы *Volvocales*

Слизистый чехол

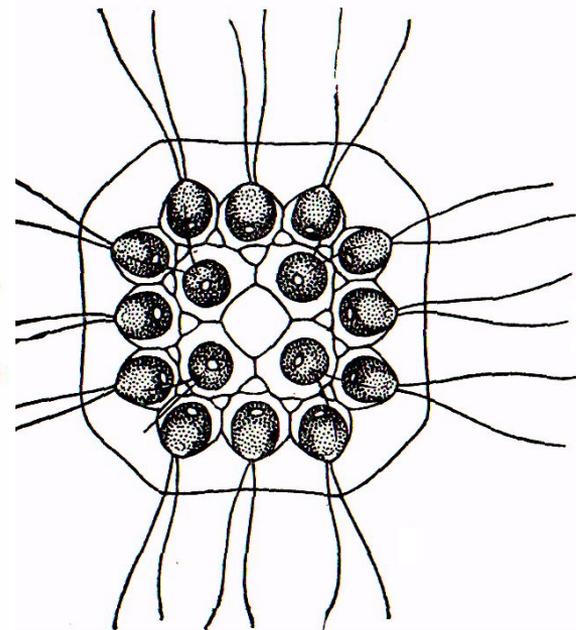
GONIUM



Эвдорина (*Eudorina*) –
из 32-64 клеток,



Пандорина
(*Pandorina*)
из 16 клеток.



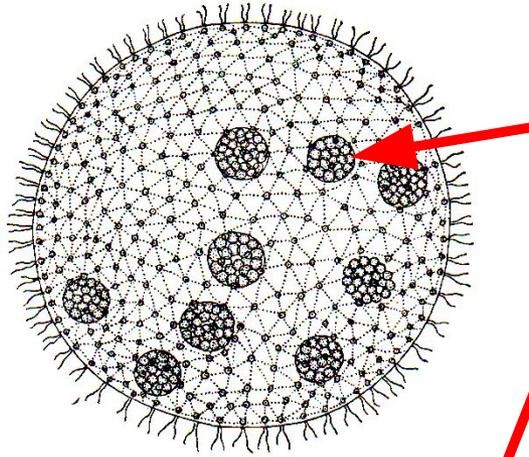
Гониум (*Gonium*)
- ценобий
из 16 клеток;

Ценобиями называют колонии, в которых число клеток определяется на ранних стадиях развития и не меняется до следующей репродуктивной фазы.

Ценобий – это скопление четко фиксированного числа одноклеточных водорослей только одной генерации, окруженное слизистым чехлом. Соматические клетки ценобия синхронно делятся митозом (бесполое размножение), образуя новые дочерние ценобии.

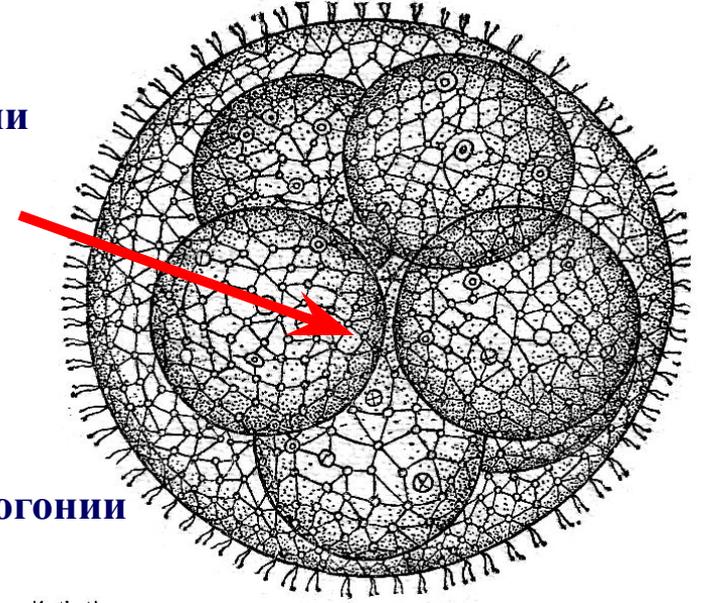
3. Колониальные формы *Volvocales*

Вольвокс - *Volvox* (d=3 мм)

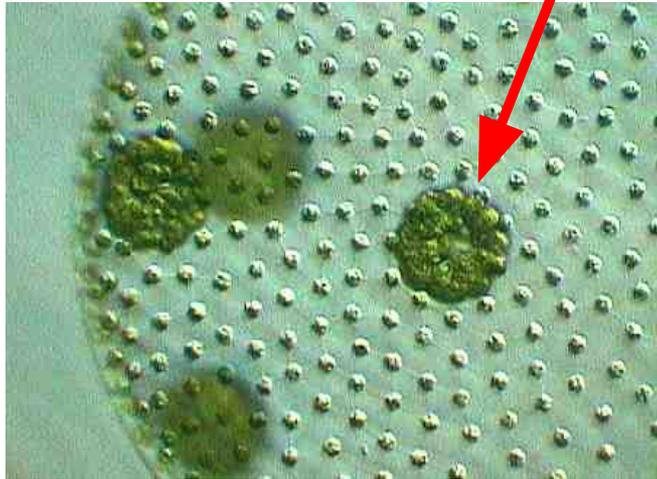


Колония с гонидиями

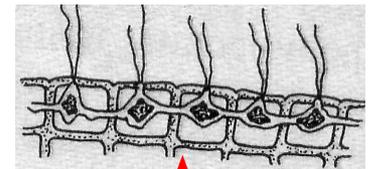
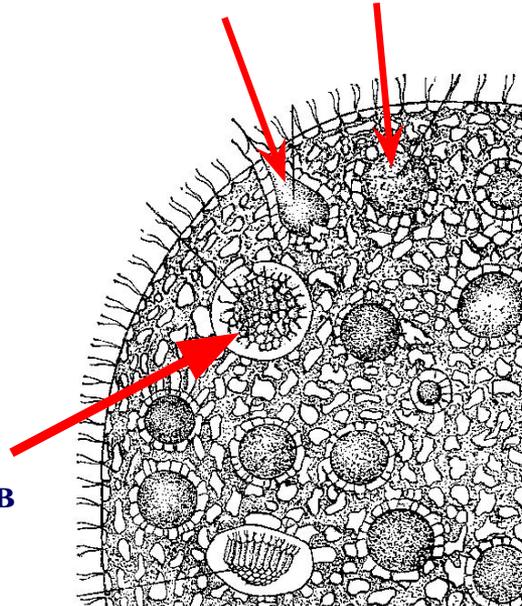
Молодые колонии внутри материнского шара



Яйцеклетки в оогонии



Пучки сперматозоидов в антеридии



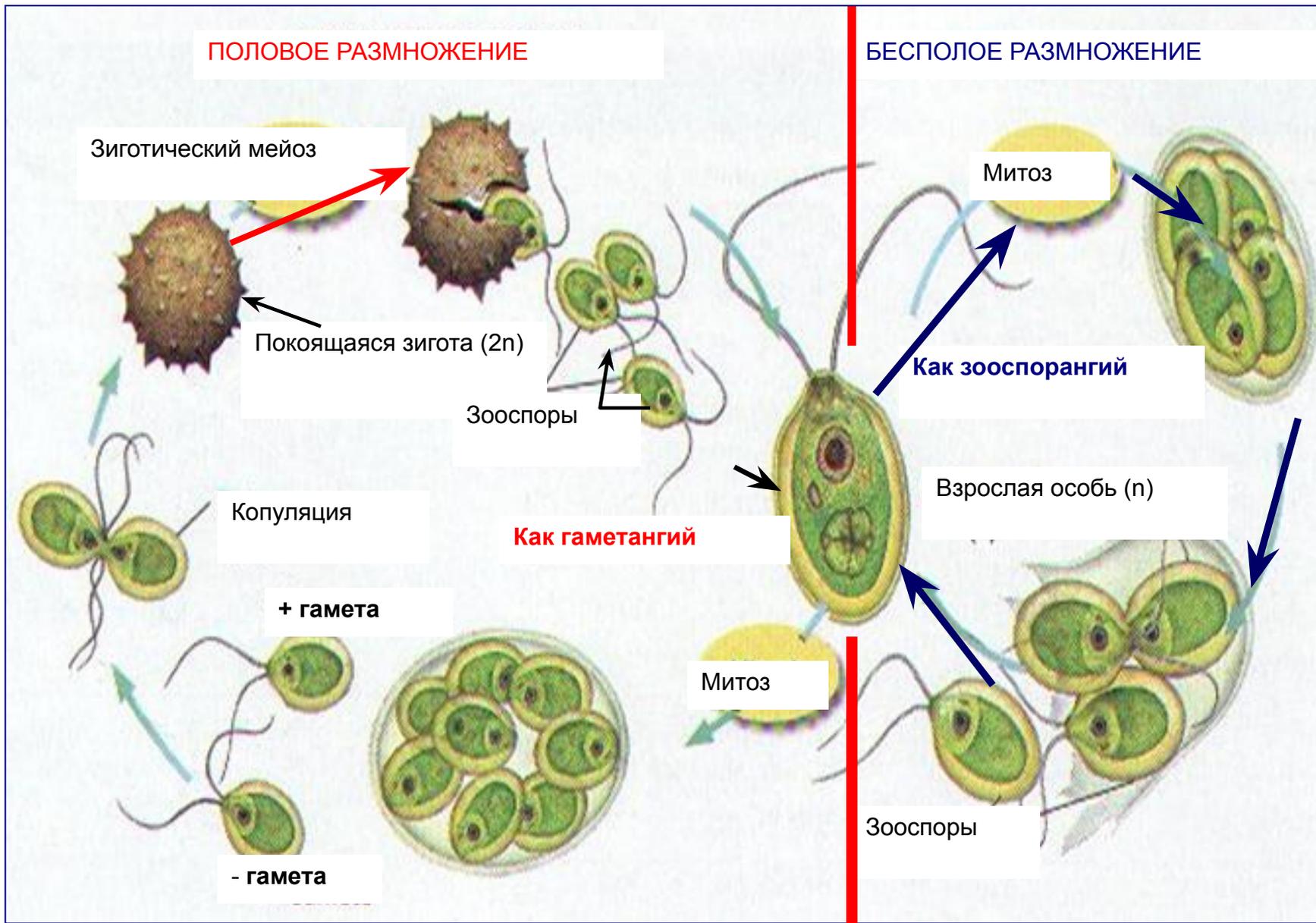
Поперечное сечение участка колонии

Тело вольвокса состоит лишь из двух типов клеток — **соматических и репродуктивных**. На периферии сферической колонии вольвокса находятся несколько сотен или тысяч двужгутиковых соматических клеток 5—9 мкм в диаметре, которые заключены в прозрачный внеклеточный гликопротеиновый матрикс. Соматические клетки не способны делиться, они стареют и отмирают. Бесполое репродуктивные клетки (гонидии), число которых у большинства видов вольвокса обычно не превышает 8—16, отличаются более крупными размерами (диаметр 13—90 мкм,) и в результате серии последовательных синхронный делений формируют дочерние колонии.

Микрометр (русское обозначение: **мкм**, международное: **μm**; от греч. *μικρός* «маленький» + *μέτρον* «мера, измерение») — дольная единица измерения длины в Международной системе единиц (СИ). Равна одной миллионной доле метра (10^{-6} метра или 10^{-3} миллиметра): 1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см = 0,000001 м.

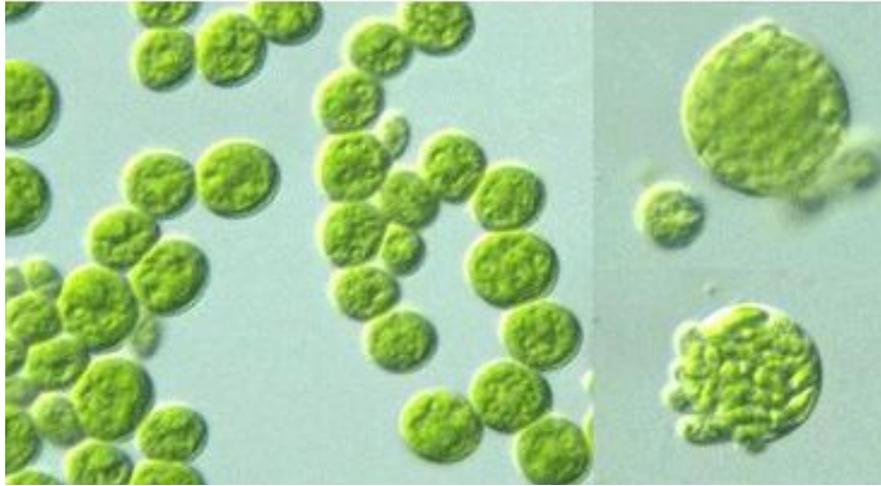
1 мкм (микрометр) = 10^{-6} метра или 10^{-3} миллиметра): 1 мкм = 0,001 мм = 0,0001 см = 0,000001 м.

Род *Volvox* (L.) – колониальная зеленая пресноводная водоросль, состоящая лишь из 2-х типов клеток — **соматических и репродуктивных**. На периферии шаровидной колонии вольвокса находятся несколько сотен или тысяч двужгутиковых соматических клеток 5—9 мкм в диаметре, которые заключены в прозрачный внеклеточный гликопро-теиновый матрикс. Соматические клетки не способны делиться, они претерпевают терминальную дифференциацию, стареют и отмирают. Бесполое репродуктивные клетки (гонидии), число которых у большинства видов вольвокса обычно не превышает 8—16, отличаются более крупными размерами (диаметр 13—90 мкм, в зависимости от вида) и в результате серии последовательных синхронных делений формируют дочерние колонии. Цитокинез при этом неполный: у всех видов *Volvox* клетки остаются соединены цитоплазматическими мостиками. В конце периода дробления в зародыше насчитывается до 100 тысяч мостиков, причем каждая клетка соединена со своими соседями в среднем 25 мостиками.

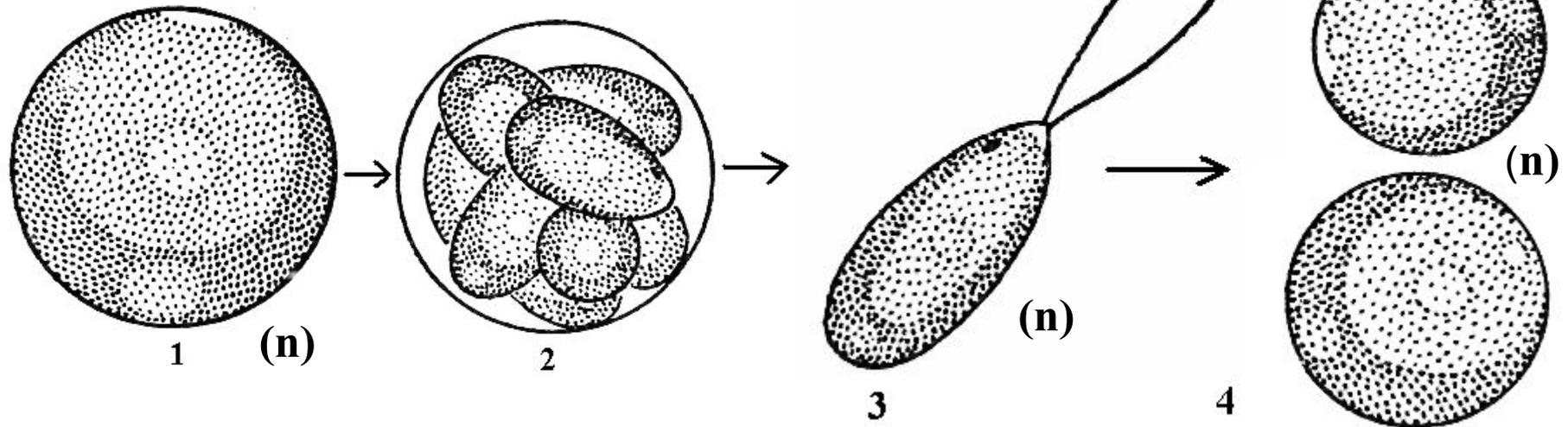


Жизненный цикл хламидомонады

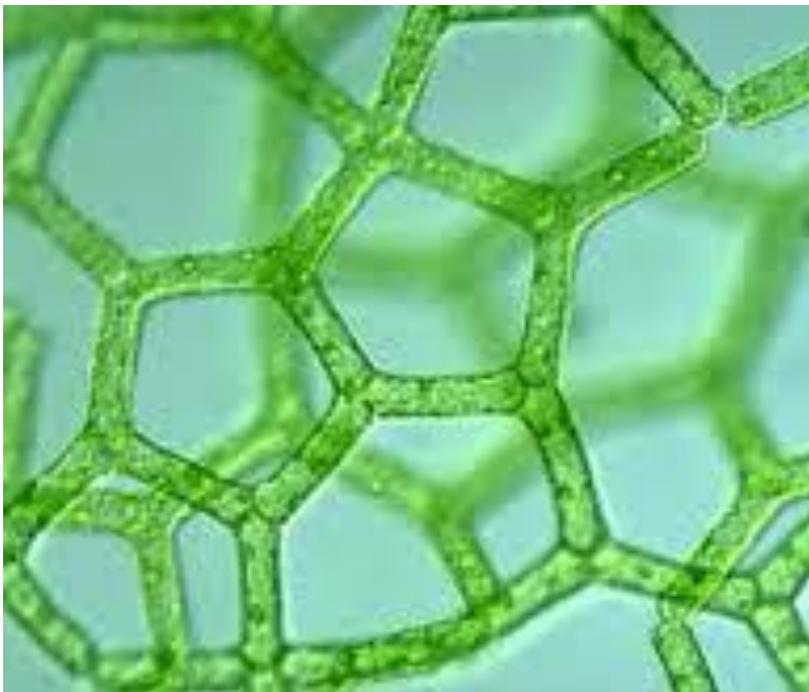
2. ПОРЯДОК ХЛОРОКОККОВЫЕ (*Chlorococcales*)



1. Коккоидная структура тела. Одноклеточные, колониальные и ценобиальные формы
2. Бесполое размножение автоспорами, или апланоспорами и зооспорами.



Бесполое размножение хлорококка (*Chlorococcum*) зооспорами: 1 – взрослая клетка (особь); 2 – образование зооспор в результате митоза внутри клетки; 3 – зооспора; 4 – молодые клетки, образовавшиеся из зооспор. Цикл развития гаплоидный.



Гидродикцион, или водяная сеточка (*Hydrodictyon*) – представитель

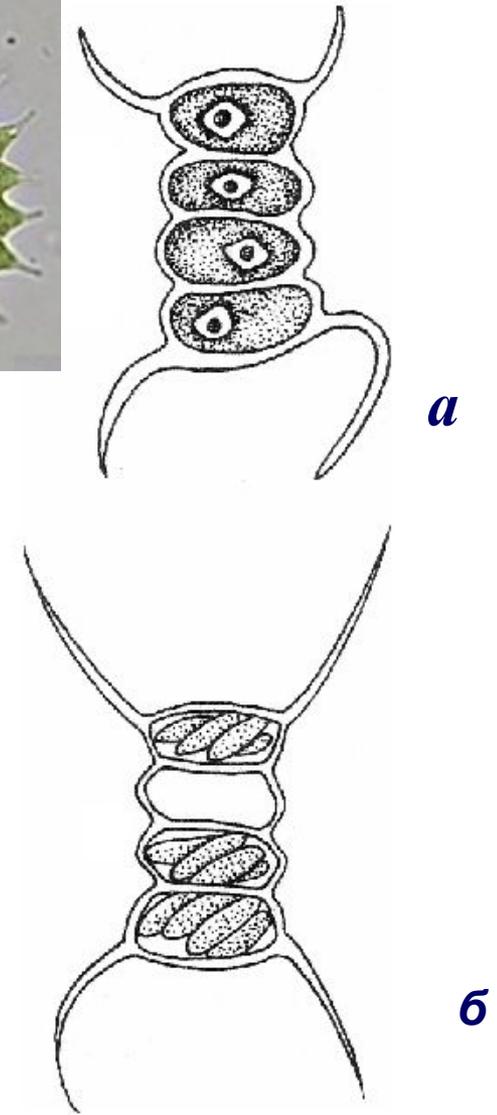
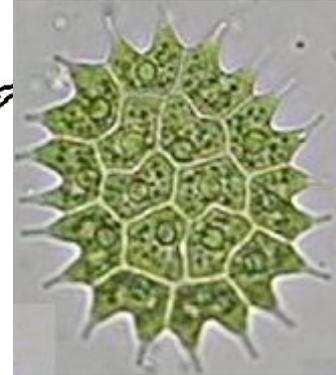
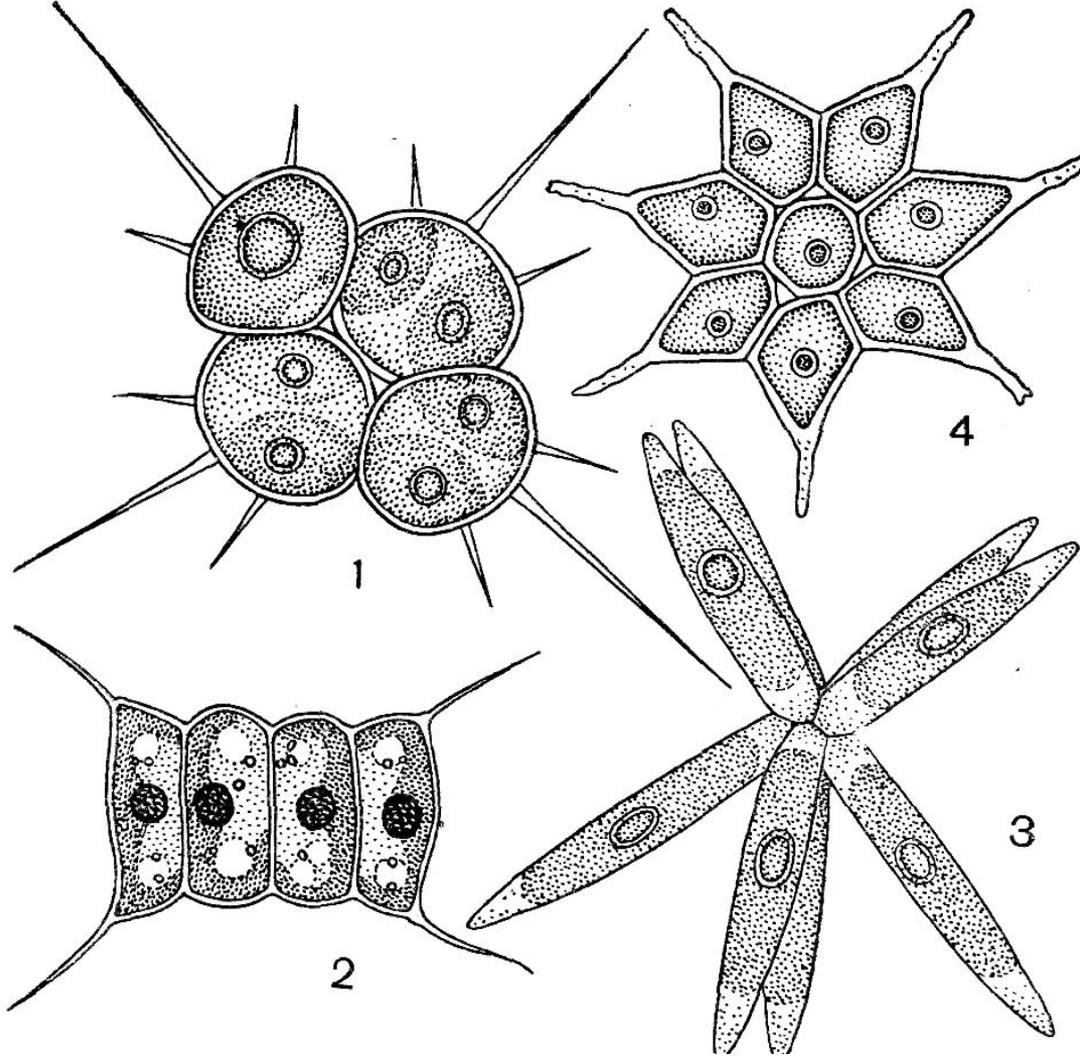
колониальных хлорококковых.

Размножение:

-бесполое (зооспорами);

- половое (изогамия).

Цикл развития гаплоидный с зиготическим мейозом.



Ценобиальные формы порядка Хлорококковых (*Chlorococcales*):
1. Тетраструм; 2. Сценедесмус;
3. Актинаструм; 4. Педиаструм

Scenedesmus: а — общий вид таллома;
б — образование дочерних ценобиев.

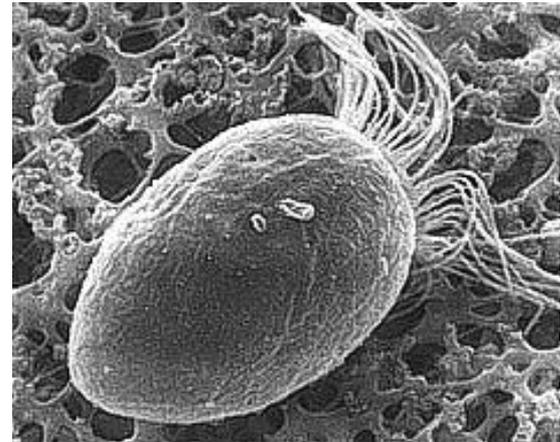
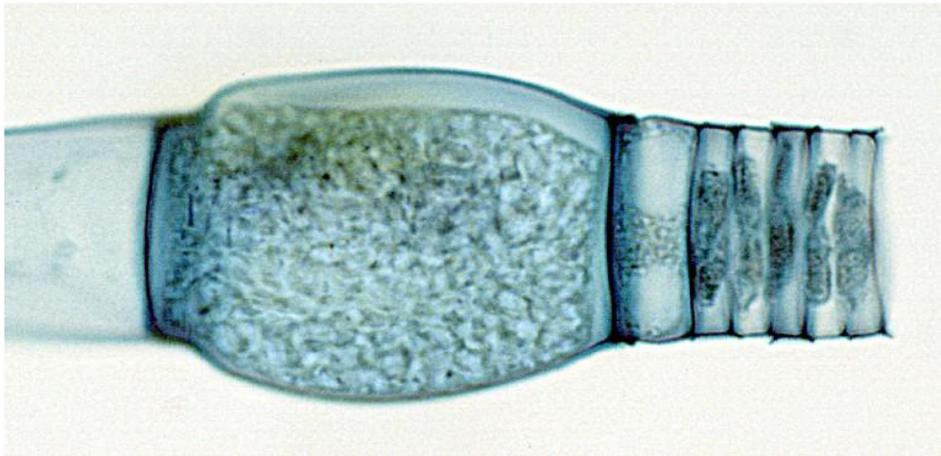
3. ПОРЯДОК ЭДОГОНИЕЕВЫЕ (OEDOGONIALES)

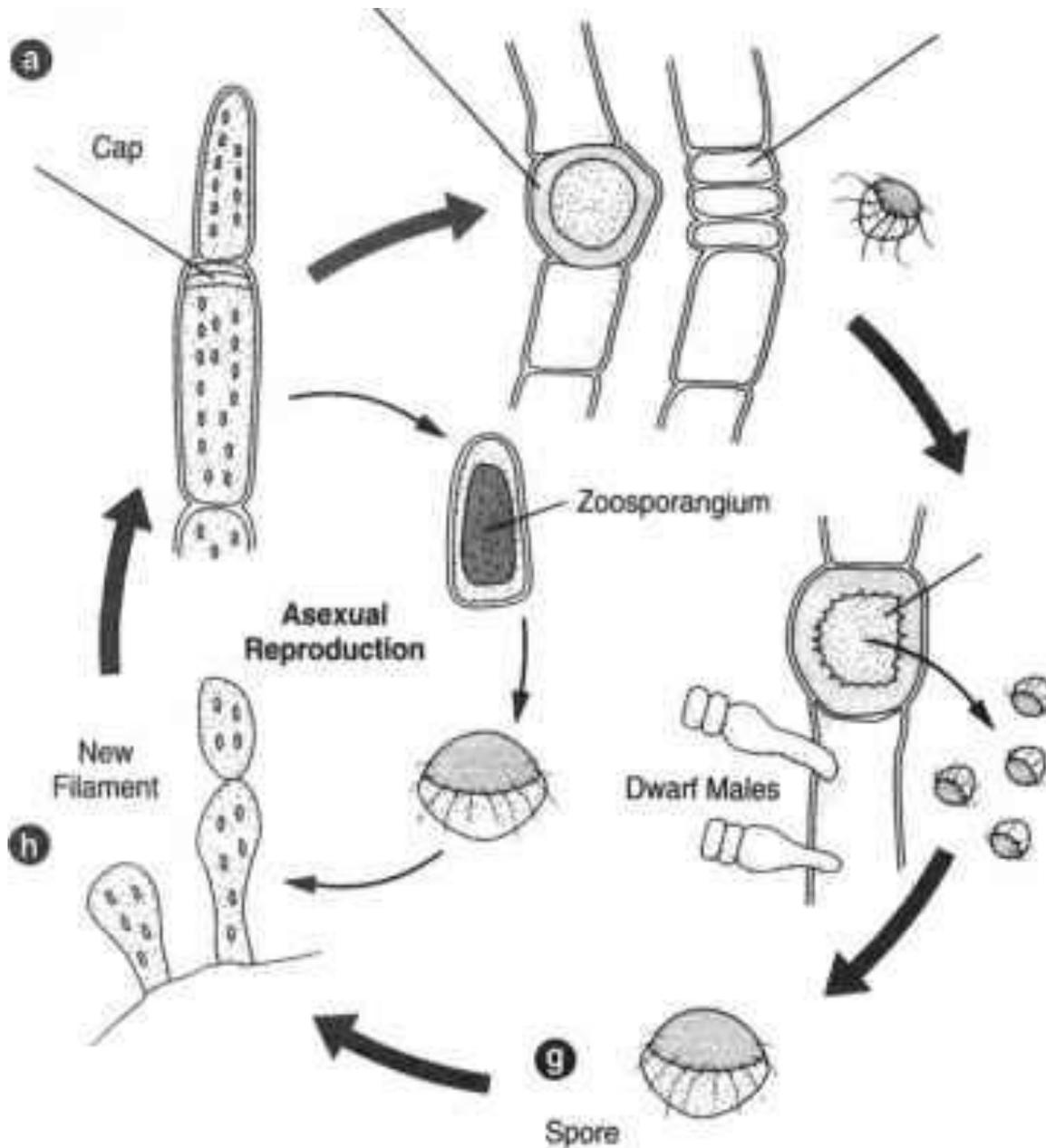


1. Пресноводные. Таллом нитчатый, прикрепленный, клетки таллома одноядерные.

2. Особый тип клеточного деления - клетки делятся с образованием особых «колпачков» на стенках, опоясывающих клетку в виде валика.

3. Монадные клетки (зооспоры, сперматозоиды) многожгутиковые. Жгутики располагаются венцом вокруг переднего конца клетки. Такие монадные клетки называются стефаноконтными. Половой процесс – оогамия.





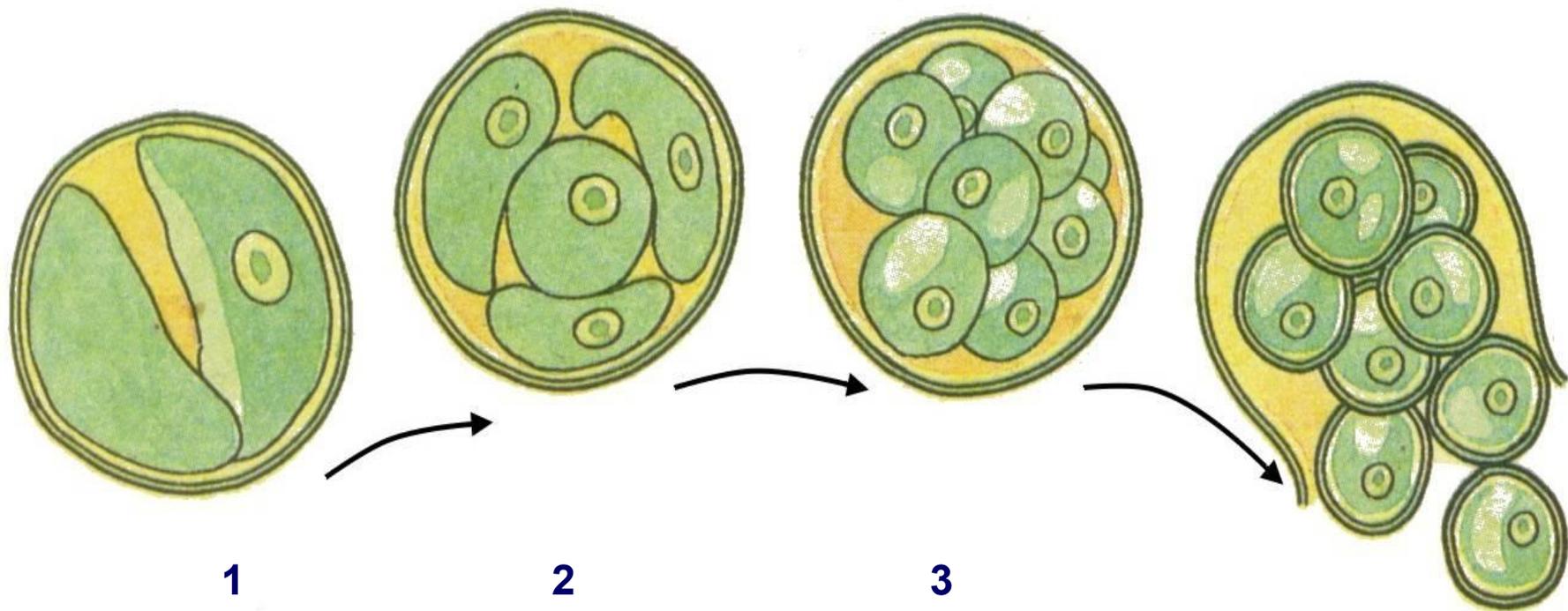
Жизненный цикл Эдогонииум (Oedogonium)

2. КЛАСС ТРЕБУКСИЕВЫЕ (ТРЕВОУХИОРНУСЕАЕ)

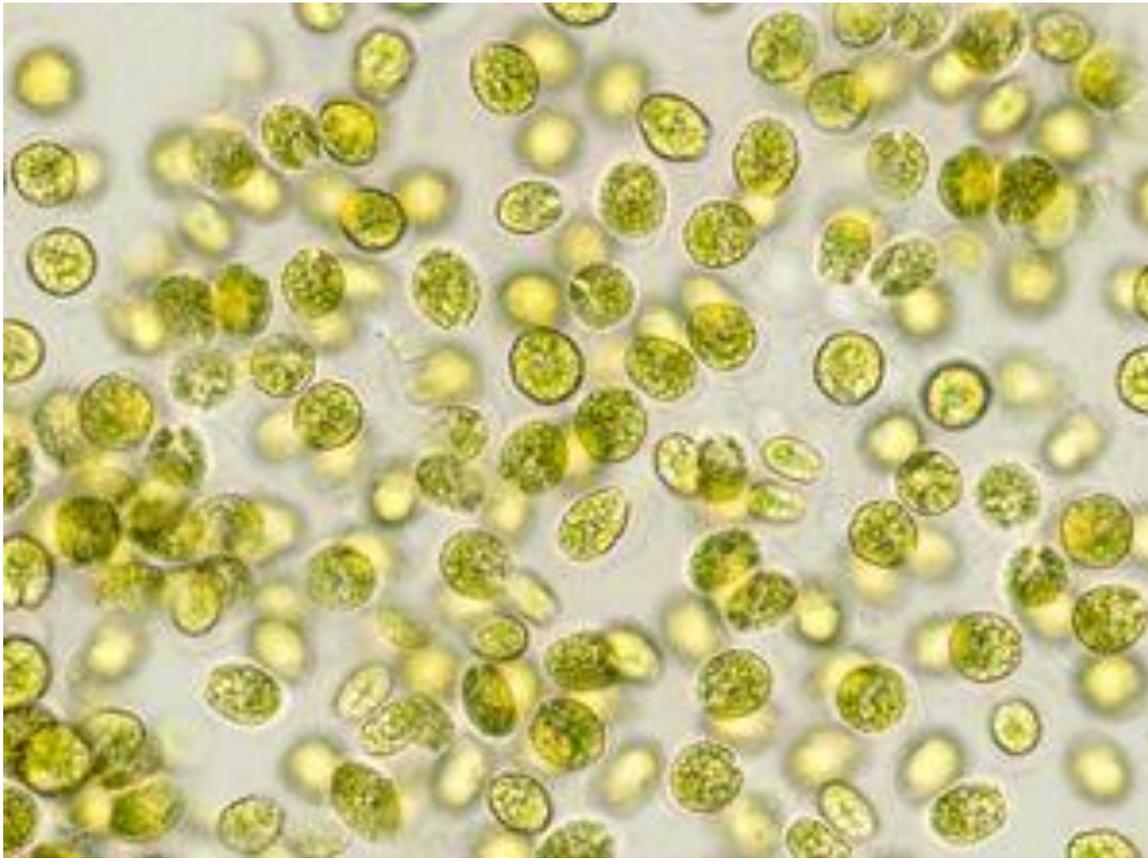
- Большинство одноклеточные коккоидные, встречаются с нитчатым талломом.
- Митоз полузакрытый, при митозе центриоли располагаются по бокам веретена, тогда как у других зеленых водорослей - по полюсам веретена, веретено не сохраняется в телофазе.
- Размножение вегетативное, бесполое (зооспоры, автоспоры), половое.
- Жизненные циклы разнообразные.
- Пресноводные и наземные, реже морские представители, многие формируют симбиозы.



Хлорелла
(*Chlorella*)



Бесполое размножение Хлореллы (*Chlorella*) ($d=15$ мкм) **автоспорами:
содержимое одноклеточной особи распадается на 4 - 8 частей – **автоспор**. 1 –
взрослая клетка (особь); 2 – образование автоспор; 3 – выход автоспор из
материнской клетки. Половой процесс у хлореллы отсутствует.**



Род Хлорелла.

Одноклеточная водоросль, обитающая в пресных и соленых водоемах, на влажной почве, скалах. Клетки имеют вид зеленых шариков диаметром до 15 мкм. Жгутиков, глазков и сократительных вакуолей не имеет. В клетках имеется чашевидный хроматофор с пиреноидом или без него и мелкое ядро.

Хлорелла гораздо более эффективно использует солнечную энергию для фотосинтеза. Если наземные растения используют около 1% солнечной энергии, то хлорелла – 10%. Половой процесс для этой водоросли не известен. Бесполое размножение происходит путем митотического деления содержимого материнской клетки дважды или трижды. В результате деления формируется четыре или восемь неподвижные споры (*апланоспоры*). После разрыва материнской оболочки клетки выходят наружу, увеличиваются в размерах и делятся вновь.



Хлорелла содержат большое количество питательных веществ – 50 полноценных белков, жирные масла, углеводы, витамины А, В, С и К и даже антибиотики (причем витамина С в ней в 2 раза больше, чем в соке лимона). Она размножается так интенсивно, что за сутки происходит тысячекратное увеличение числа ее клеток.

Хлорелла стала первой водорослью, которую человек стал выращивать в культуре. Она использовалась в качестве экспериментального объекта для изучения некоторых этапов фотосинтеза. В некоторых странах (США, Япония, Израиль) созданы опытные установки для выращивания хлореллы и изучалась возможность использования хлореллы как источника питания для человека. Японцы научились перерабатывать хлореллу в белый порошок, богатый белками и витаминами. Его можно добавлять в муку для выпечки хлебобулочных изделий. Кроме того, хлорелла используется как источник дешевых кормов для скота и при биологической очистке сточных вод.

3. КЛАСС УЛЬВОВЫЕ (ULVORHUSAE)

- Коккоидный, сарциноидный, нитчатый, разнонитчатый, псевдопаренхиматозный, паренхиматозный, сифональный, сифонокладальный типы дифференциации таллома. Одноклеточных нет.
- Митоз закрытый, с сохраняющимся телофазным веретеном.
- У некоторых морских представителей в клеточных стенках откладывается карбонат кальция.
- Размножение вегетативное, бесполое и половое.
- Жизненные циклы гаплобионтный с зиготической редукцией, диплобионтный с гаметической редукцией, гапло-диплобионтный со спорической редукцией.
- В основном морские, реже пресноводные и наземные представители. Некоторые входят в состав лишайников.

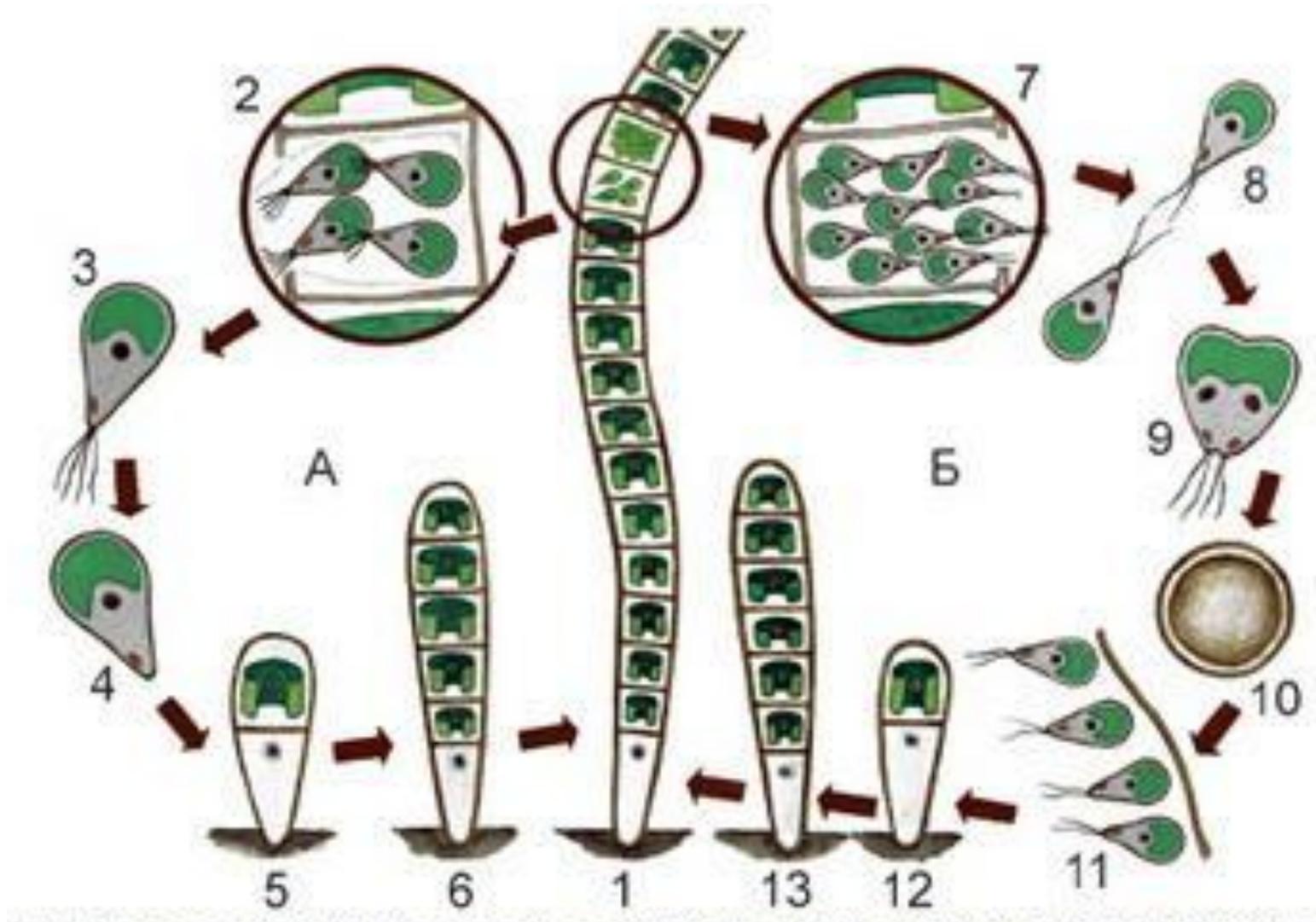
Порядки класса ульвовые: *улотриксовые, ульвовые, бриопсидовые, дазикладовые, сифонокладовые.*

1. Порядок Улотриксовые (Ulothrichales)

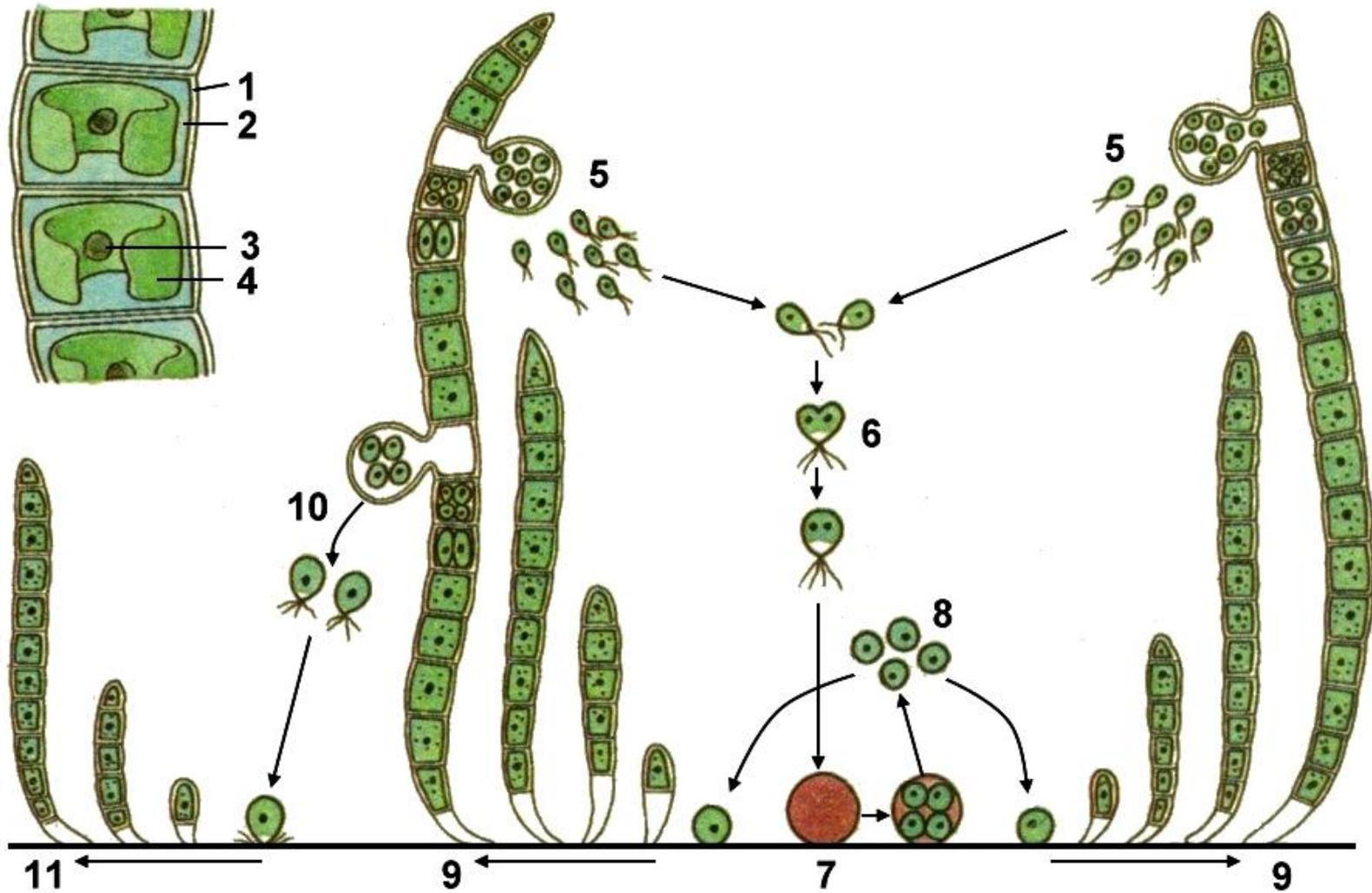
1. Слоевище многоклеточное, из однорядной нити, реже пластинчатое.
2. У рода улотрикс потенциально любая клетки нити (кроме базальной) может стать зооспорангием или гаметангием, т.е. все клетки одинаковы по строению и функциям.
3. Бесполое размножение четырехжгутиковыми зооспорами.
4. Половой процесс – все типы гаметогамии (изогамия, гетерогамия и оогамия), гаметы двужгутиковые.



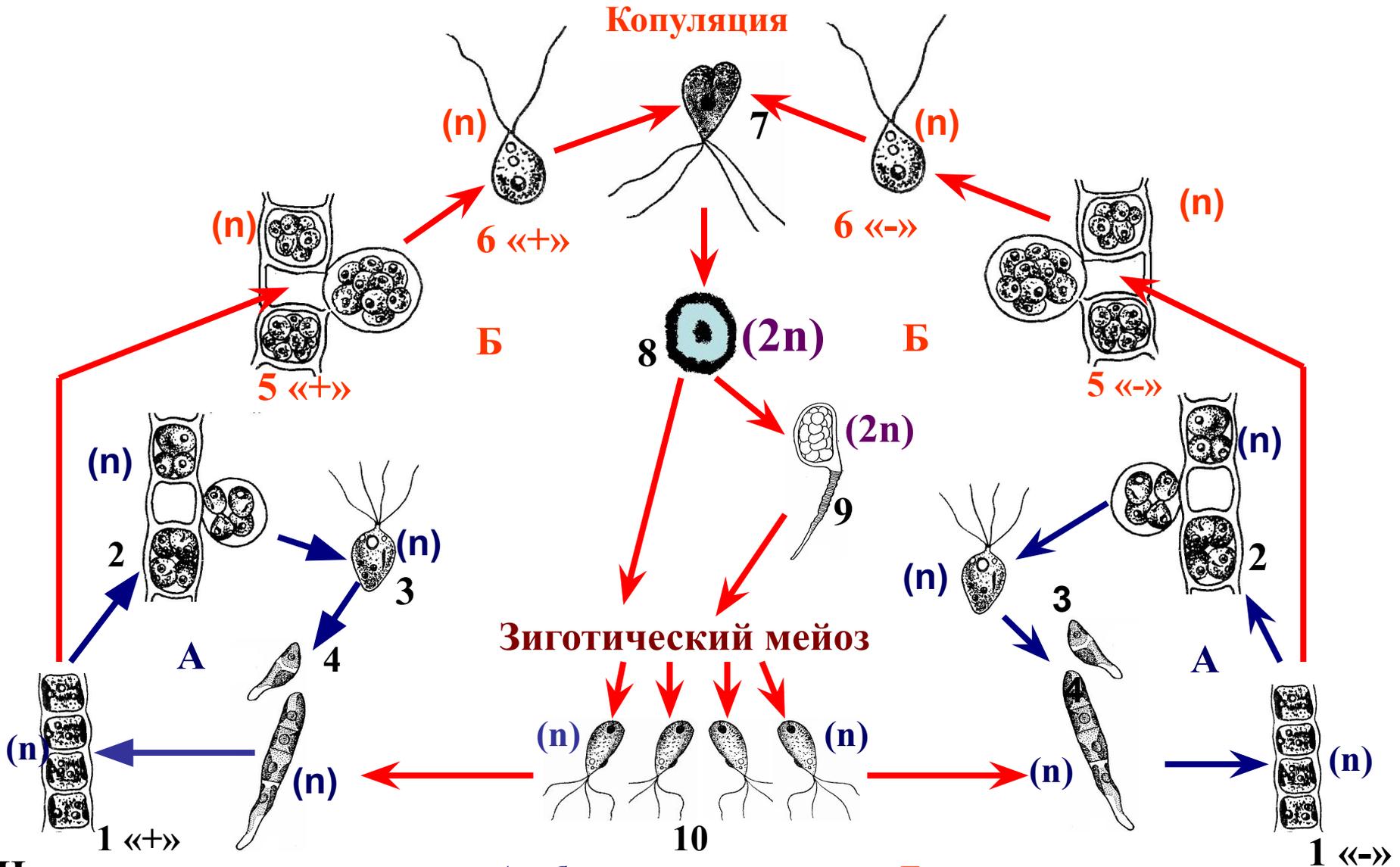
УЛОТРИКС (*Ulothrix*)



Бесполое (А) и половое (Б) размножение улотрикса.



1 – гетероталлические нитчатые особи с гаметангиями (5) и спорангиями, в которых формируются зооспоры (10); Таллом прикреплен ризоидом. 1 – клетка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 - хлоропласт в виде пояса с пиреноидами, 5 – гаметангий, 6 – копуляция, 7 – зигота.



Цикл развития улотрикса: А – бесполое размножение; Б – половое размножение.

1 – вегетативный таллом; 2 - участок с зооспорангиями; 3 – зооспора; 4 – прорастание зооспоры; 5 – гетероталлические талломы с гаметангиями; 6 – гамета; 7 – планозигота; 8 – покоящаяся зигота с толстой оболочкой; 9 – одноклеточный спорофит; 10 – зооспоры.

2. Порядок УЛЬВОВЫЕ (Ulvales)

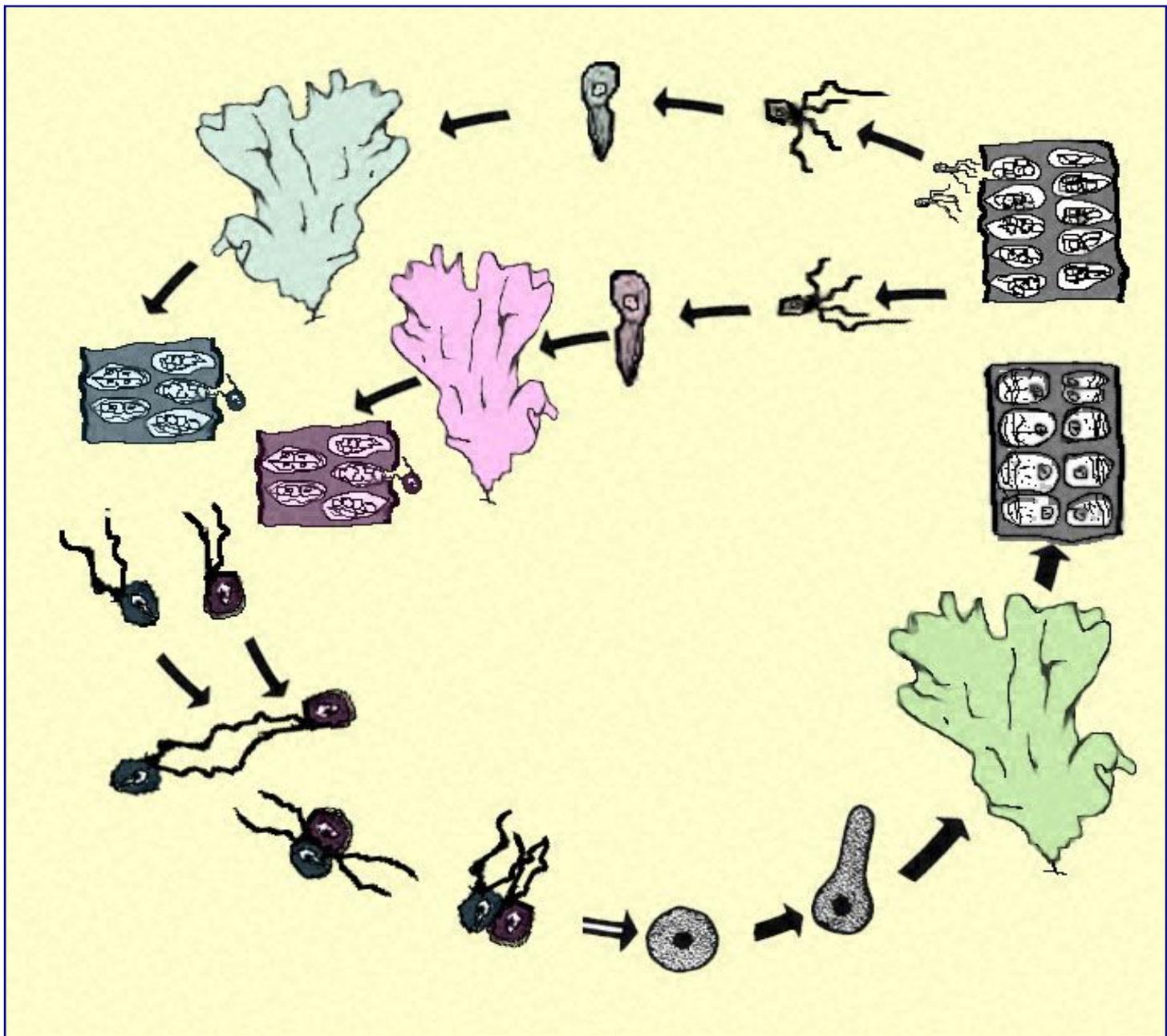
- 1. Пластинчатый или трубчатый таллом из однослойной или двухслойной пластинки.**
- 2. Клетки одноядерные, с постенным хлоропластом.**
- 3. Жизненный цикл с изоморфной сменой поколений.**



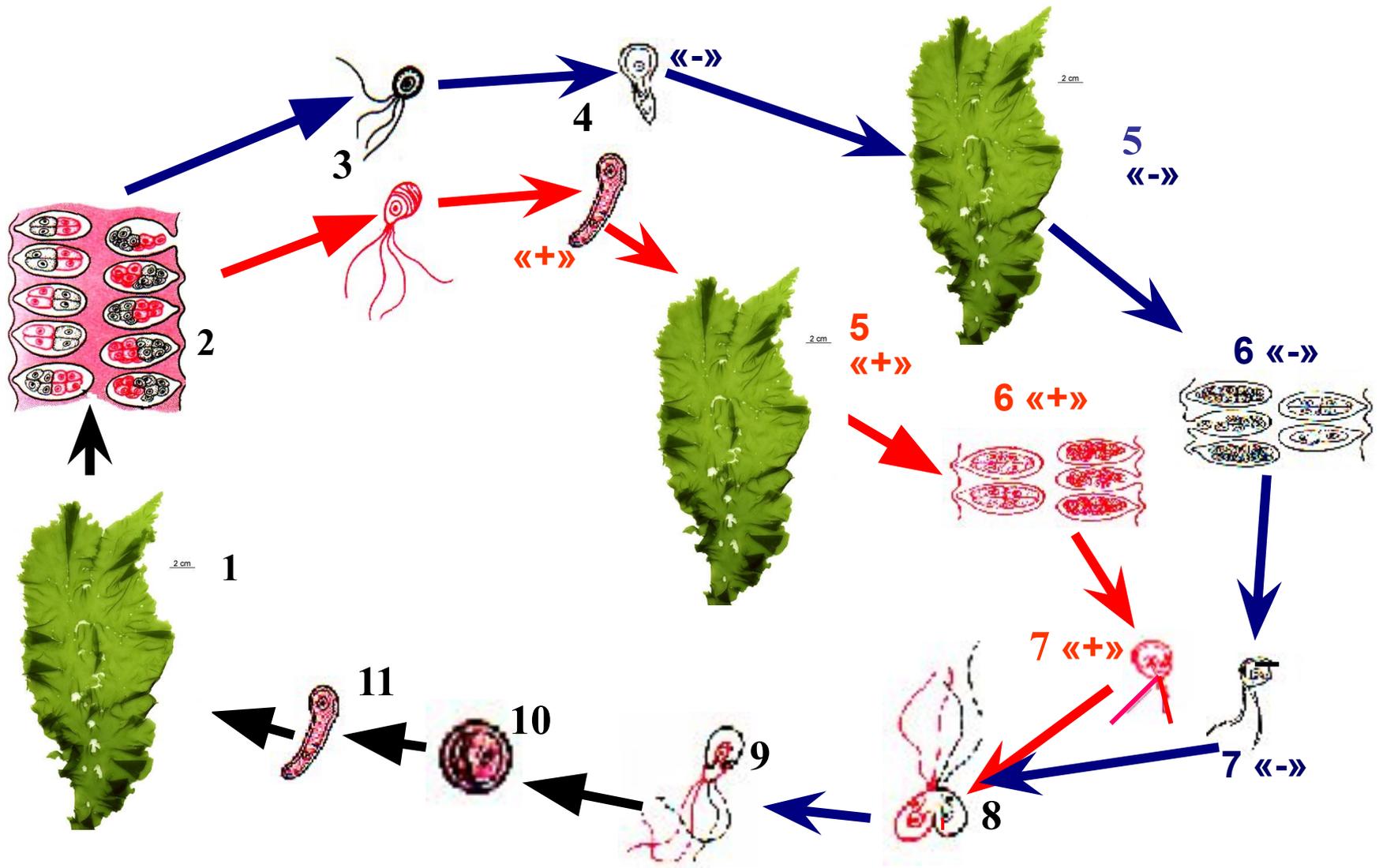


Ульва, или морской салат – Ulva – широко распространен, растет на камнях и других субстратах на морском мелководье всего земного шара.

Морской салат съедобен, пища у жителей берегов Средиземного моря и Японии.



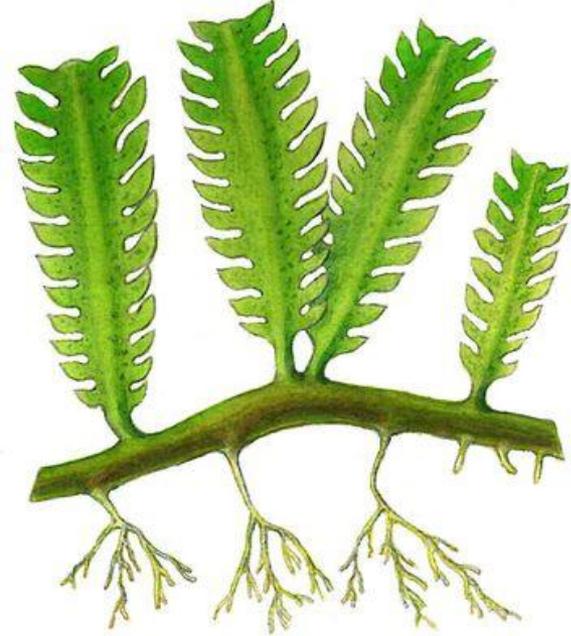
ЦИКЛ РАЗВИТИЯ УЛЬВЫ (Ulva)



ЦИКЛ РАЗВИТИЯ УЛЬВЫ (Ulva)



Энтероморфа (Enteromorpha) – представитель порядка ульвовых. Имеет форму полый трубки, напоминает двенадцатиперстную кишку и называется кишечницей. Она обитает в пресных и солоноватых водоемах, распространена и в морях.



Каулерпа

3. Порядок СИФОНОВЫЕ, или БРИОПСИДОВЫЕ (Siphonales, Briopsidales)

1. Слоевище неклеточное, сифональной структуры, клеточных перегородок нет. Поэтому особь представляет собой одну гигантскую многоядерную клетку.

2. Таллом часто крупных размеров.

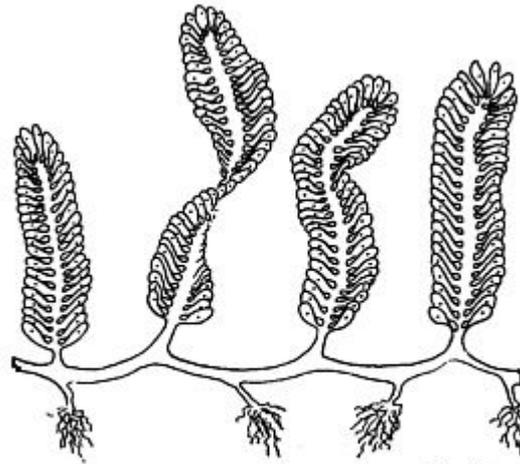
3. Бесполого размножения у большинства нет.

4. Половой процесс гетерогамный, редко изогамный.

Гаметы двухжгутиковые.

5. Жизненные циклы разных типов.

- Представители: бриопсис (Briopsis), каулерпа (Caulerpa), кодиум (Codium), ацетобулярия (Acetabularia).



Livingstone (BKODAC)

Briopsis

до 50 см

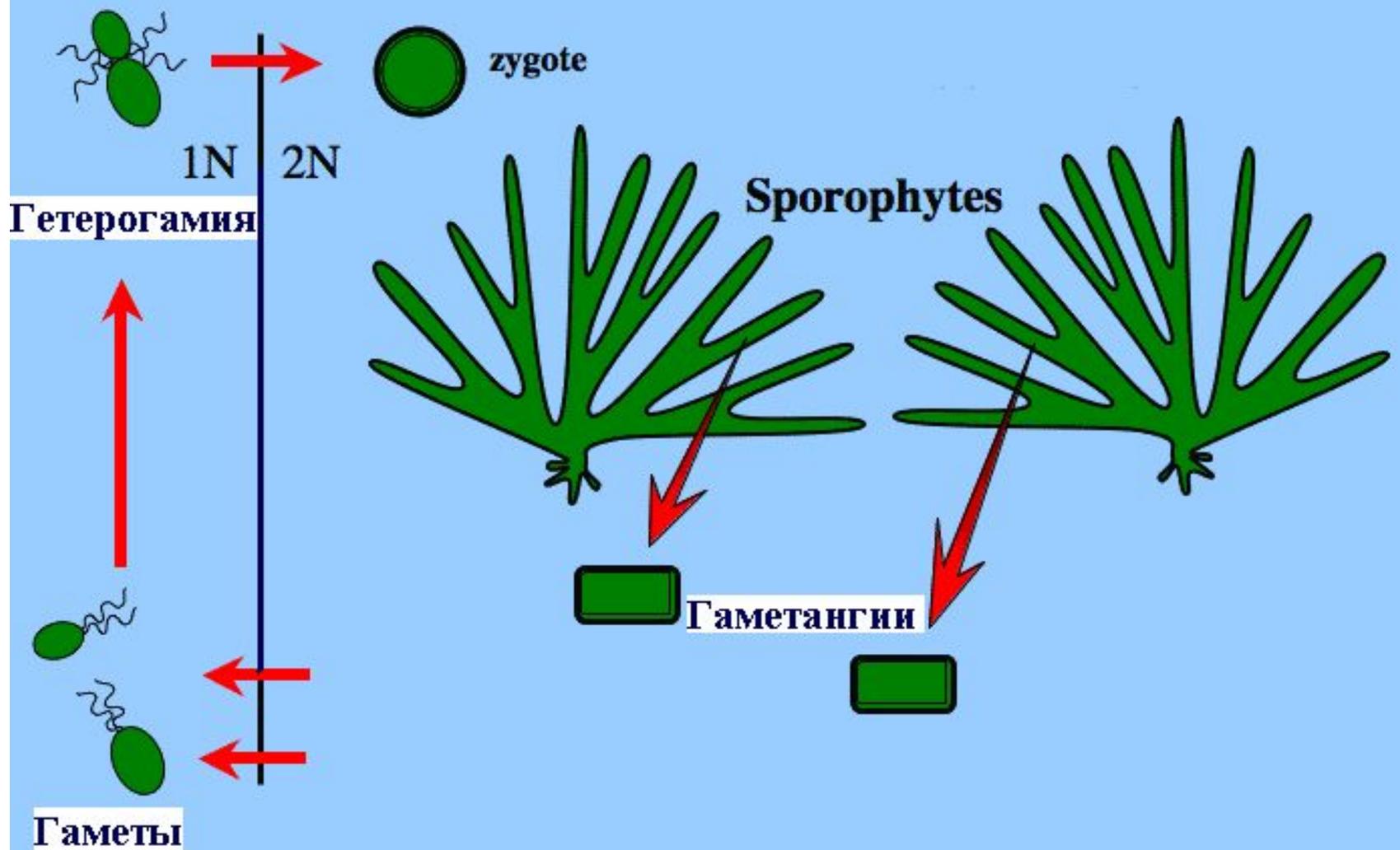


КОДИУМ (Codium)



Сифоновая водоросль - *Codium*, обильный вдоль атлантического побережья.

Codium



4. ПОРЯДОК ДАЗИКЛАДОВЫЕ (DASYCLADALES)

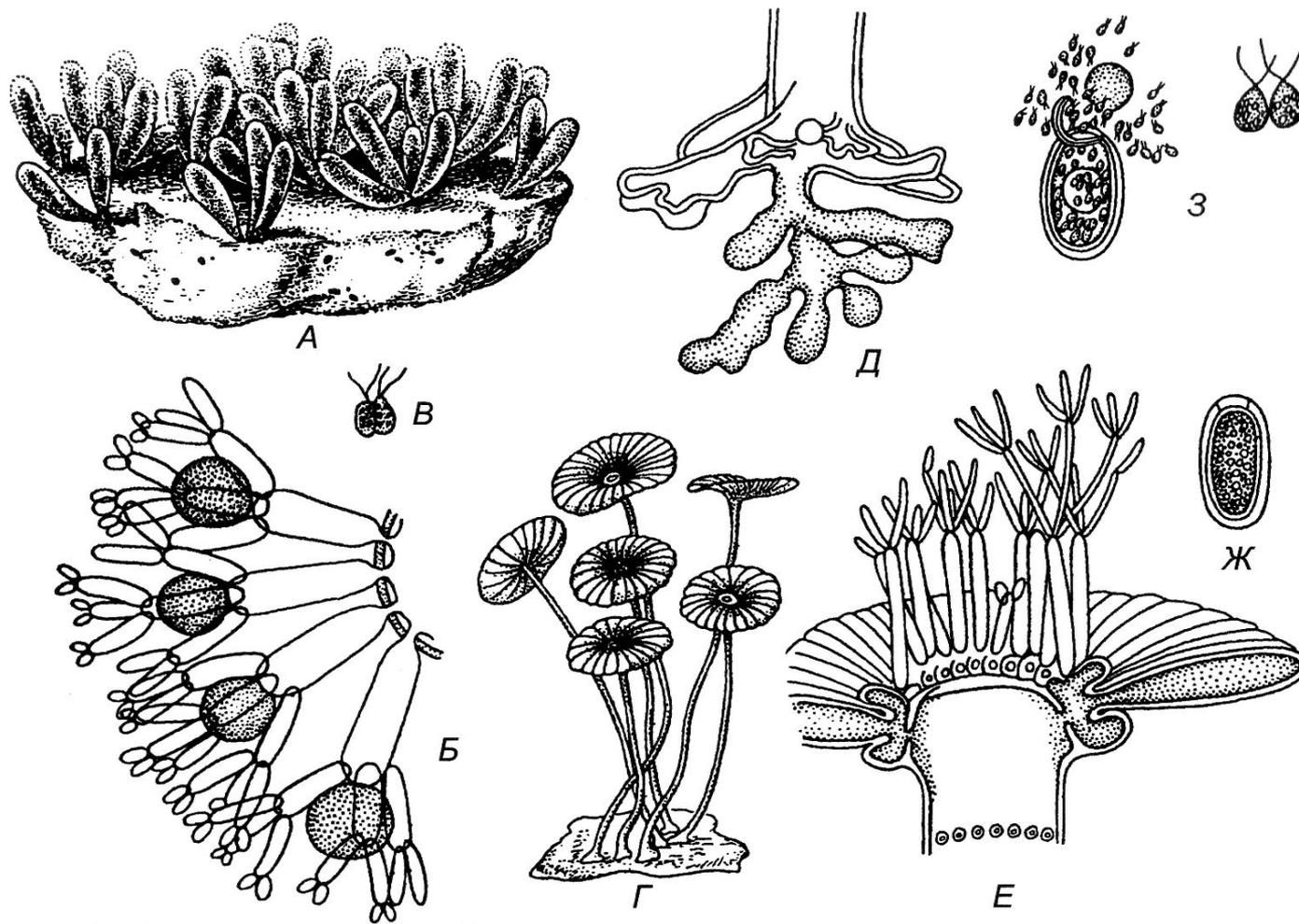
- 1. Имеют сифоновый тип строения таллома, но радиальной симметрии. Ветви, отходящие от центральной оси, располагаются мутовками.**
- 2. В клеточных стенках откладывается карбонат кальция.**
- 3. Только морские формы. Представители роды дазикладус (*Dasycladus*) и ацетабулярия (*Acetabularia*).**



© Miquel Pontes / M@re Nostrum



**Сифоновая водоросль - *Acetabularia* — «винный бокал для русалки» — водоросль в форме шляпочного гриба.
Сифоновые водоросли на заднем плане — *Dasycladus*;
фотография сделана на Багамских островах**

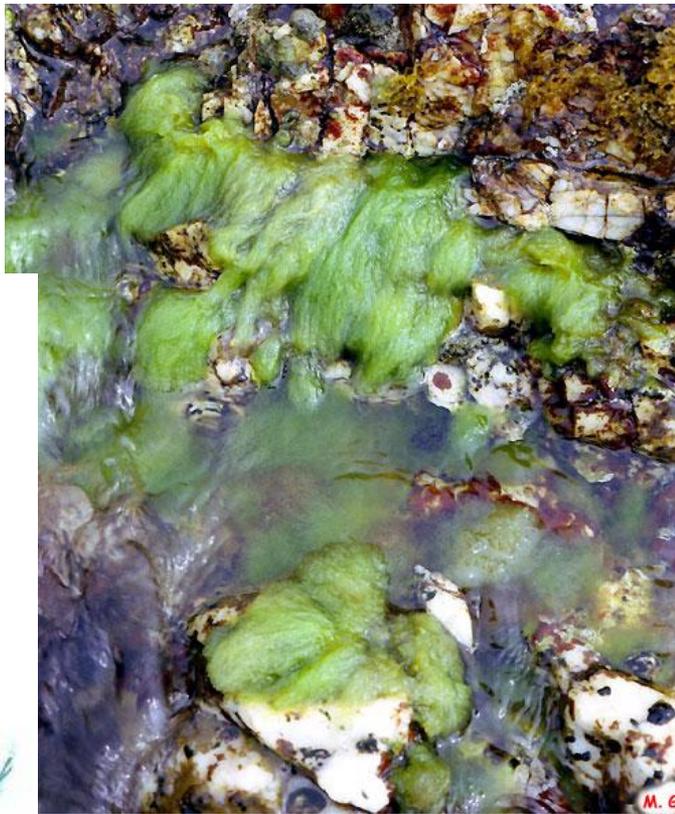


A—B - Dasycladus: A — общий вид в натуральную величину; B - поперечный разрез центрального пузыря с мутовкой боковых ветвей и гаметангиями; B — копуляция гамет;
Г— Z — Acetabularia: Г — внешний вид; Д — лопастной ризоид; E — плодущая мутовка гаметангиев — «шляпка»; Ж - циста; Z - прорастание цисты и выход гамет

5. Порядок СИФОНОКЛАДИЕВЫЕ (Siphonocladiales)

1. Слоевище неклеточное сифонокладальной структуры, клетки многоядерные.
2. Бесполое размножение двух- или четырехжгутиковыми зооспорами.
3. Половой процесс изогамный, гетерогамный и оогамный. Гаметы двухжгутиковые.
4. Жизненный цикл разных типов. У кладофоры с чередованием поколений.

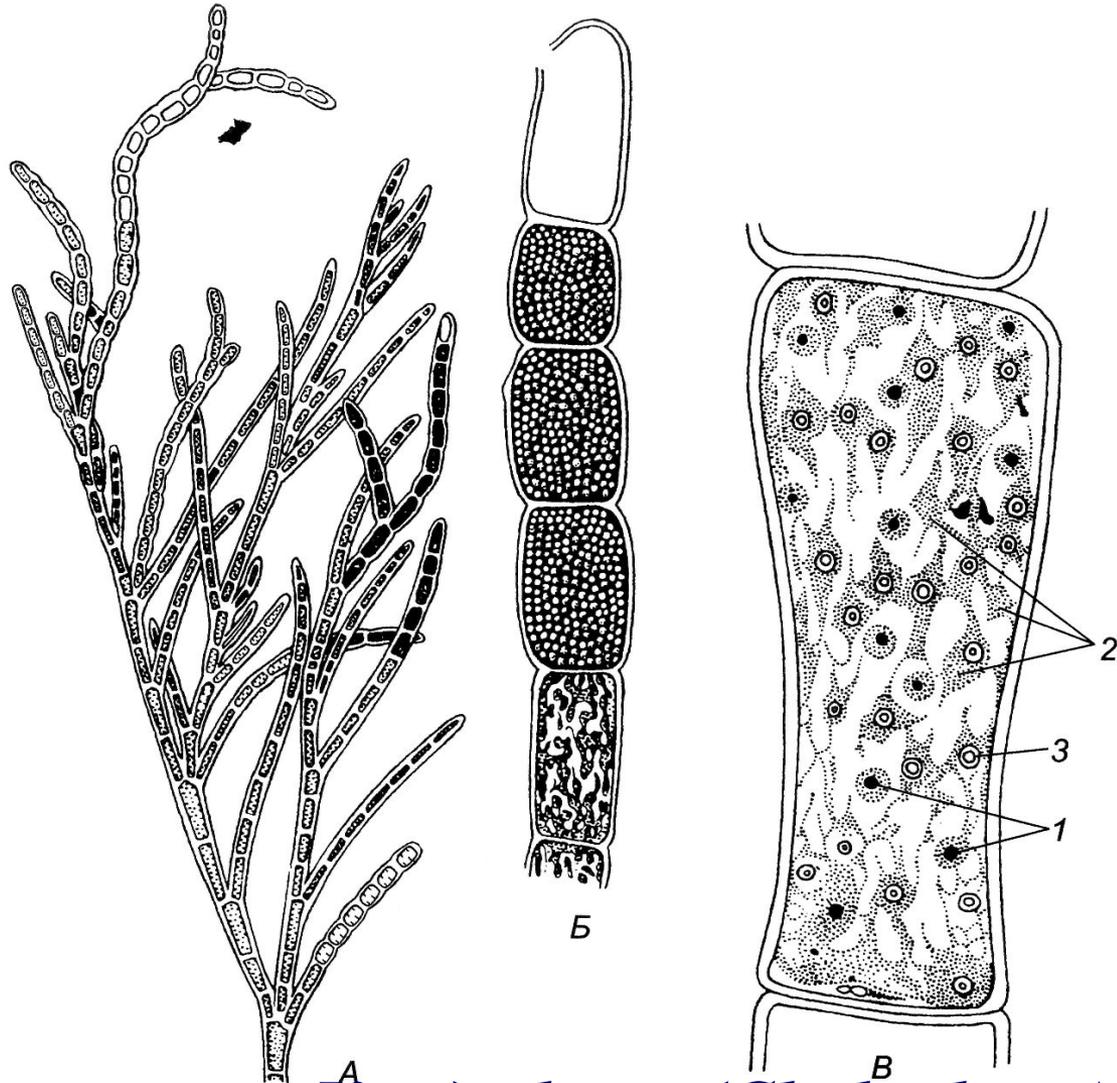
Представители: кладофора, валония, сфероплея.



КЛАДОФОРА (Cladophora) — широко распространенная водоросль, обитающая в морской и пресной воде. У морских видов происходит чередование поколений, а у пресноводных его нет.



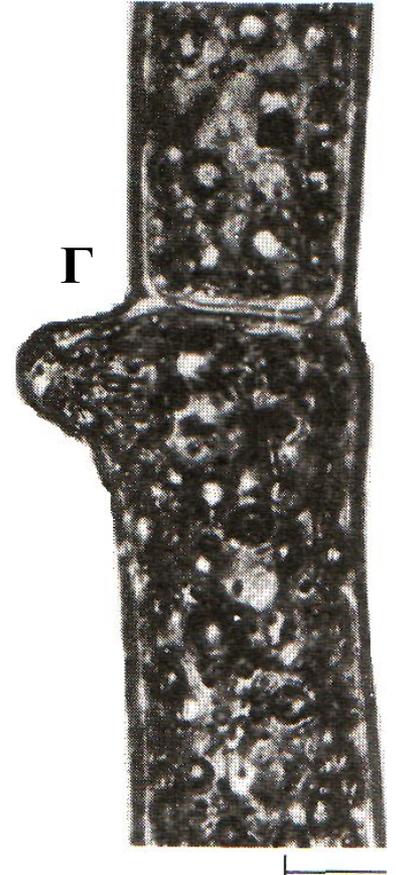
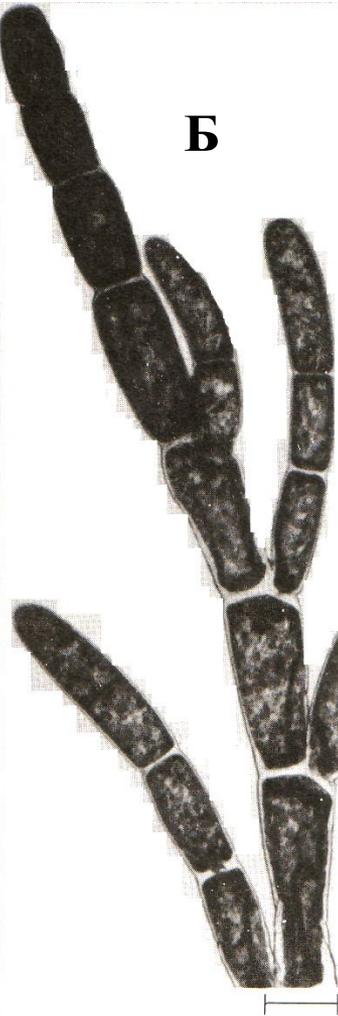
**Отдельная особь Cladophora, растущая
в медленно текущем ручье в
Калифорнии**



Кладофора (Cladophora)

А — часть таллома с зооспорангиями (темные клетки); *Б* — зооспорангии; *В* — многоядерная клетка.

1 — ядра; *2* — хлоропласты; *3* — пиреноиды



А. Ветвящиеся нити Cladophora. Б. Участок ветвящейся нити. В. Часть клетки с сетчатым хлоропластом. Г. Начало ветвления в апикальной части клетки. Д.



Сифонокладальная водоросль Валония - Vallonia обычно встречается в тропических водах, особи часто близки по размеру куриному яйцу.



Halimeda — сифоновая водоросль, часто господствующая на рифах в теплых водах всего земного шара. Образует неприятные на вкус вещества, отпугивающие рыб и других морских растительноядных

ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYTA)

I. Подотдел *Chlorophytina*

1. Класс
празинофициевые,
(Prasinophyceae)
2. Класс собственно зеленые
водоросли (Chlorophyceae)
3. Класс требуксиевые
(Trebouxiophyceae)
4. Класс ульвовые
(Ulvophyceae)

II. Подотдел *Charophytina*

1. Класс трентеполиевые
(Trentepohliophyceae).
2. Класс клецсормидиевые
(Klebsormidiophyceae)
3. Класс конъюгаты,
или сцеплянки
(Zygnematorphyceae,
Conjugatorphyceae)
4. Класс харовые
(Charophyceae)

2. ПОДОТДЕЛ *CHAROPHYTINA*

I. Класс трентеполиевые
(Trentepohliophyceae).

II. Класс клебсормидиевые
(Klebsormidiophyceae)

III. Класс конъюгаты,
или сцеплянки
(Zygnematorphyceae,
Conjugatorphyceae)

IV. Класс харовые
(Charophyceae)

I. Класс конъюгаты, или сцеплянки (Conjugatorhysae или Zygnematorhysae)

- Таллом коккоидный и неветвящийся нитчатый.
- Полностью отсутствуют жгутиковые стадии в жизненном цикле.
- Митоз идет без центриолей, ядерная оболочка исчезает в анафазе.
- Размножение вегетативное и половое.
- Половой процесс – конъюгация - это слиянии амебоидных протопластов обычных вегетативных клеток (без жгутиков).
- Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической редукцией.
- Обитают в пресных водах.

СИСТЕМАТИКА КЛАССА

I. КЛАСС КОНЬЮГАТЫ, или СЦЕПЛЯНКИ

~~CONJUGATORHUSEAE~~

П о р я д к и

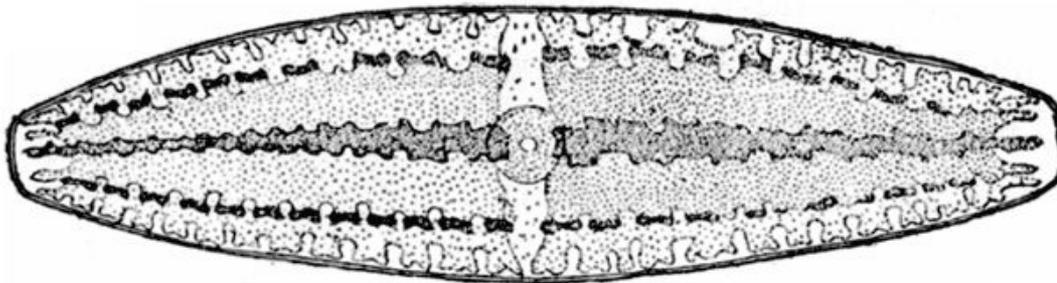
1. Мезотениевые
(Mesotaeniales)

2. Десмидиевые
(Desmidiiales)

3. Зигнемовые
(Zygnematales)

1. Порядок Мезотениевые (Mesotaeniales)

Представитель Нетриум (Netrium)

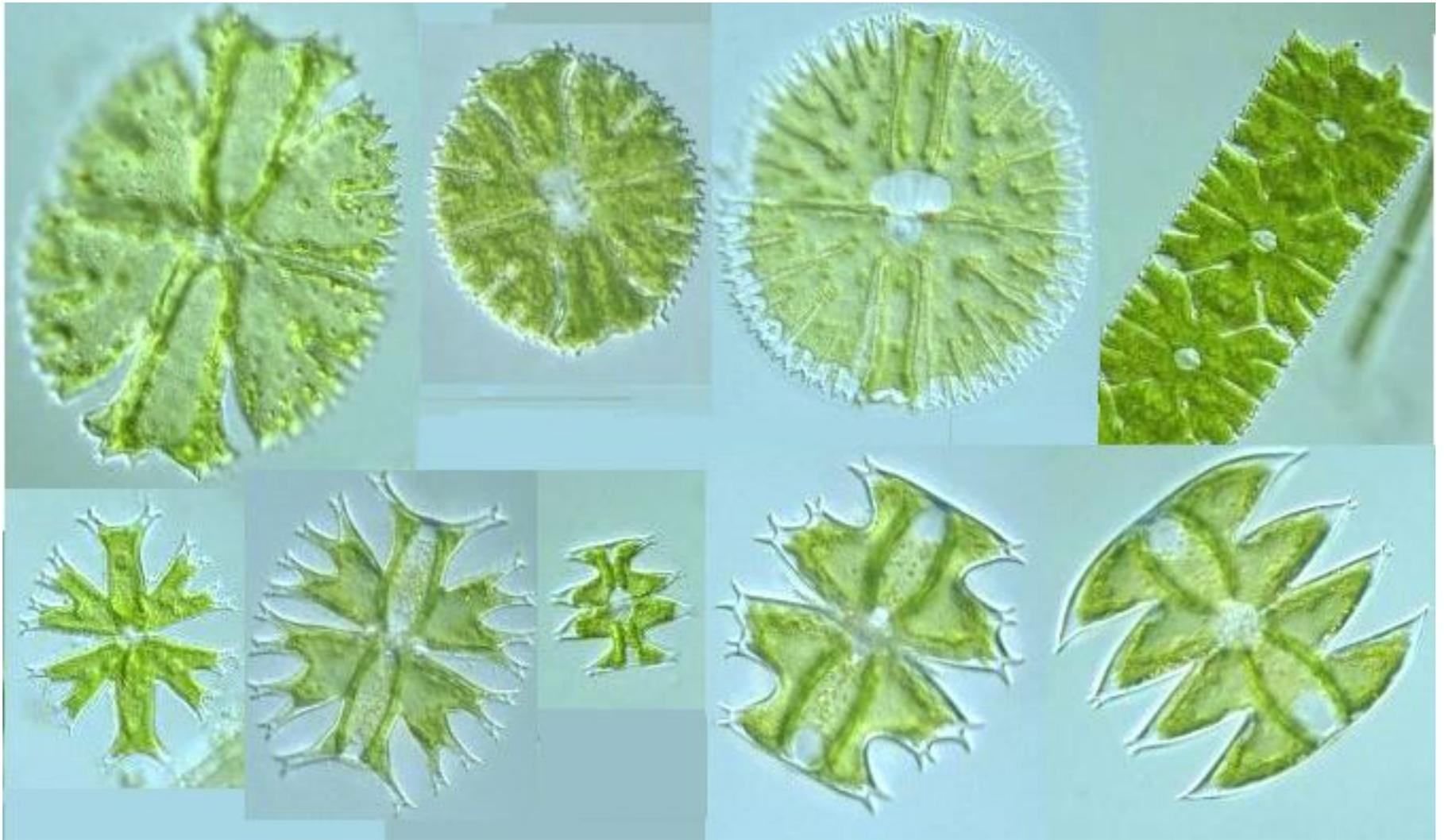


Признаки:

- Одноклеточные, коккоидные;
- Клетки цилиндрические с закругленными краями;
- Клеточная оболочка сплошная гладкая;
- Снаружи покрыты слизистой оберткой;
- Имеют разные формы хлоропласта;
- Распространены в торфяных болотах.

2. Порядок Десмидиевые (Desmiales)

- Одноклеточные, коккоидные, могут образовывать нитевидные колонии.
- Клетки из 2-х симметричных половинок - полуклеток с перетяжкой в середине,
- Клеточная стенка с порами, шипиками, бородавками.
- На стенках отложения солей железа.
- Вегетативное размножение делением на полуклетки и достраивание каждой полуклетки.
- Произрастают в основном в торфяных болотах.



Разные виды рода микрастериас *Micrasterias*

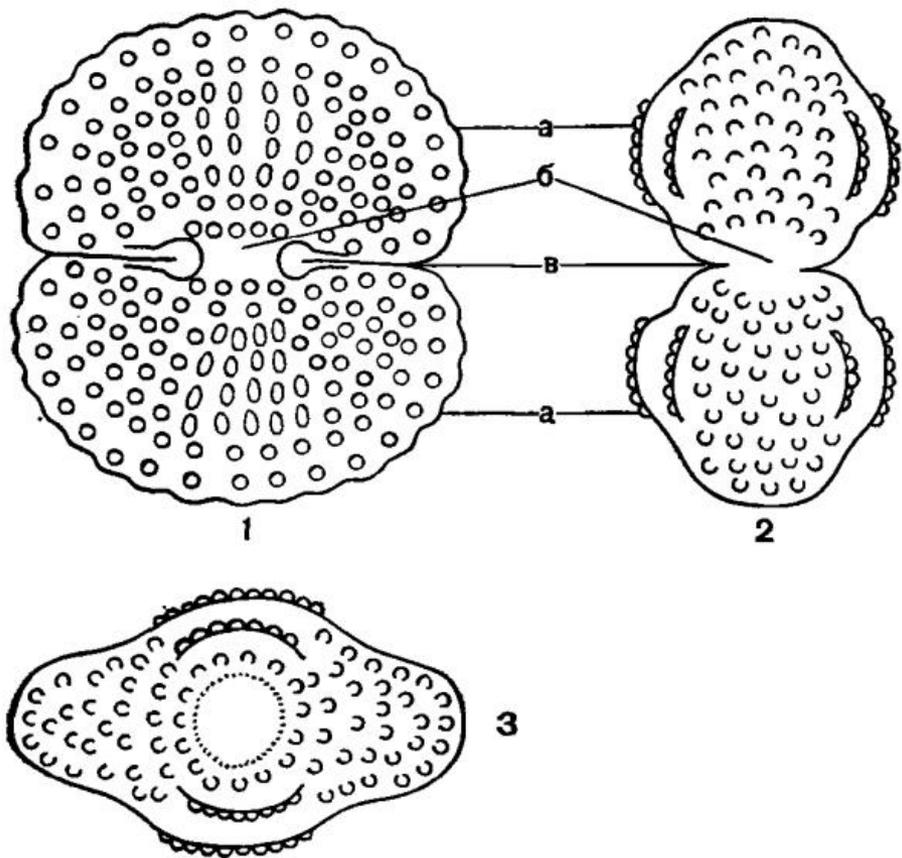


Рис. 247. Внешний вид типичной клетки десмидиевой водоросли в трех разных положениях (схема):

1 — вид спереди; 2 — вид сбоку; 3 — вид сверху. а — полуклетки, б — перешеек, в — синус.

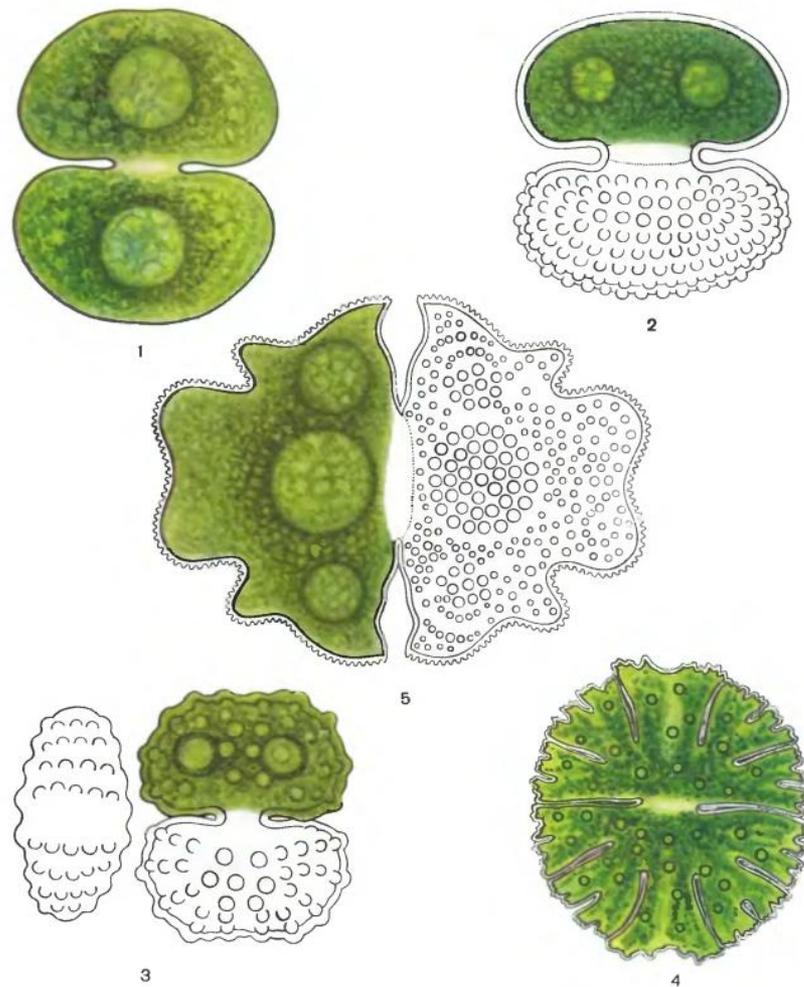
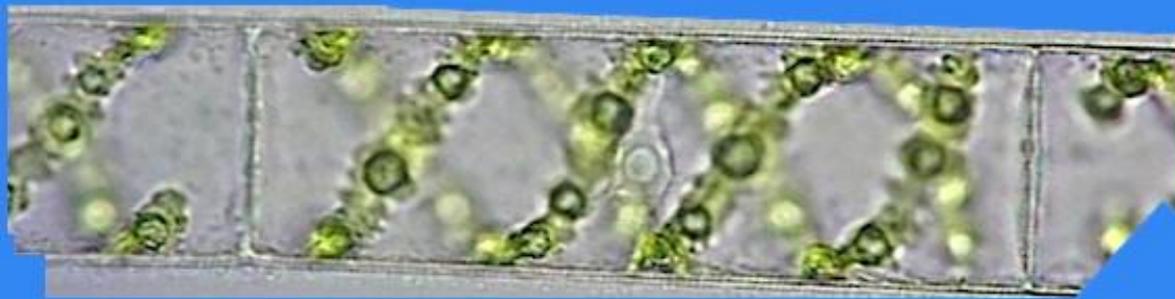


Таблица 37. Десмидиевые водоросли:

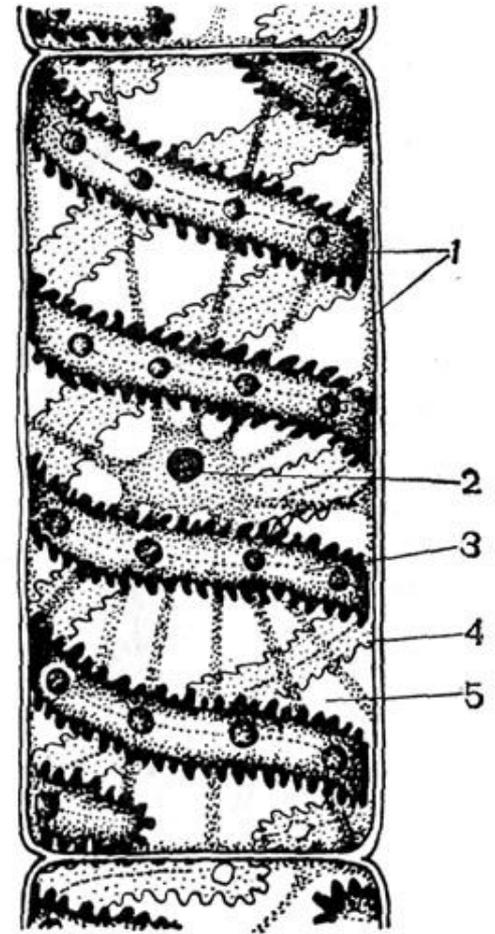
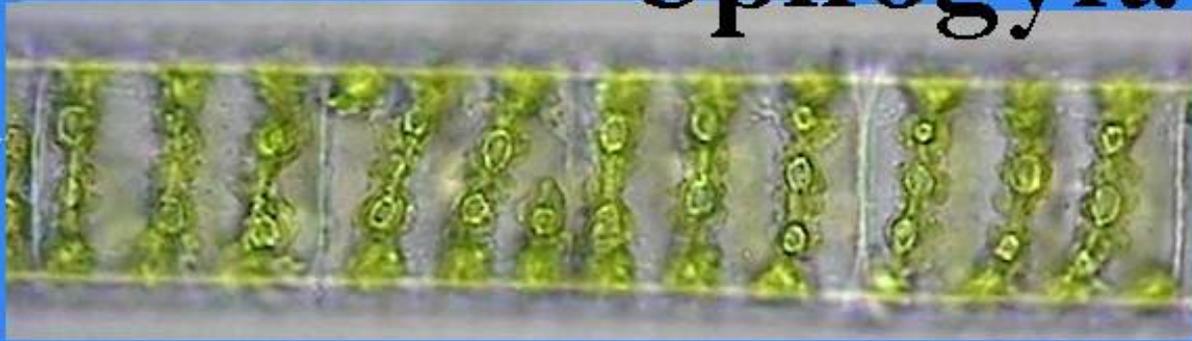
1 — *Cosmarium subtriumidum* (×1350); 2 — *C. reniforme* (×900); 3 — *C. quinarium* (×900); 4 — *Micrasterias conferta* (×300); 5 — *Euastrium verrucosum*.

3. Порядок Зигнемовые (*Zygnematales*)

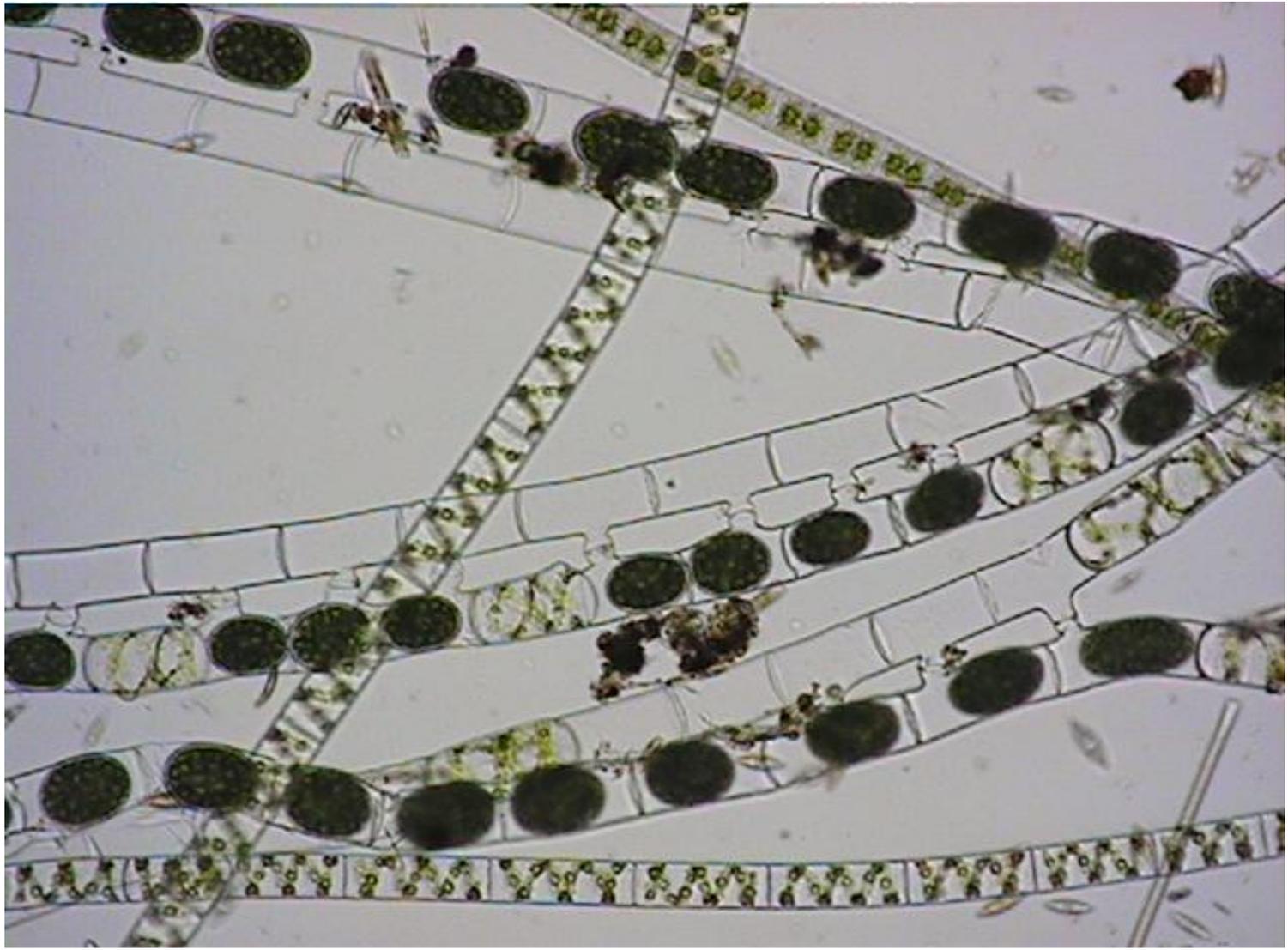
- Нитчатый, неветвящийся таллом, покрытый слизью.
- Из зиготы вырастает один проросток.
- Хлоропласты разной формы;
- Центр клетки занят крупной вакуолью, цитоплазма занимает постенное положение.
- Пресноводные, планктонные, реже бентосные или на почве, скалах

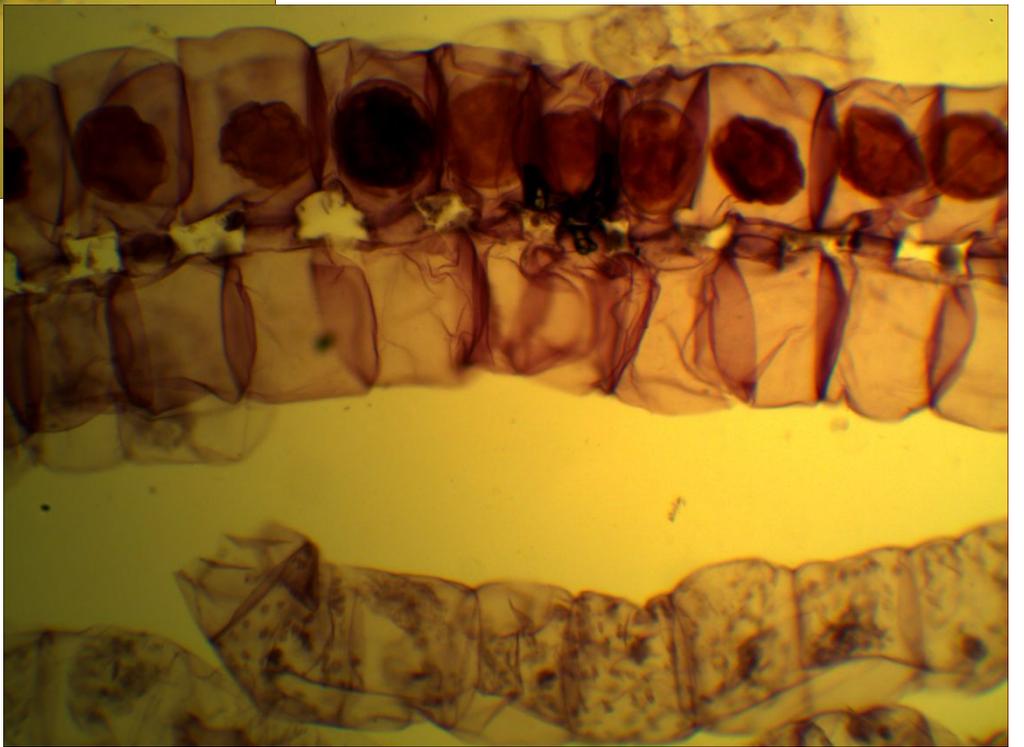
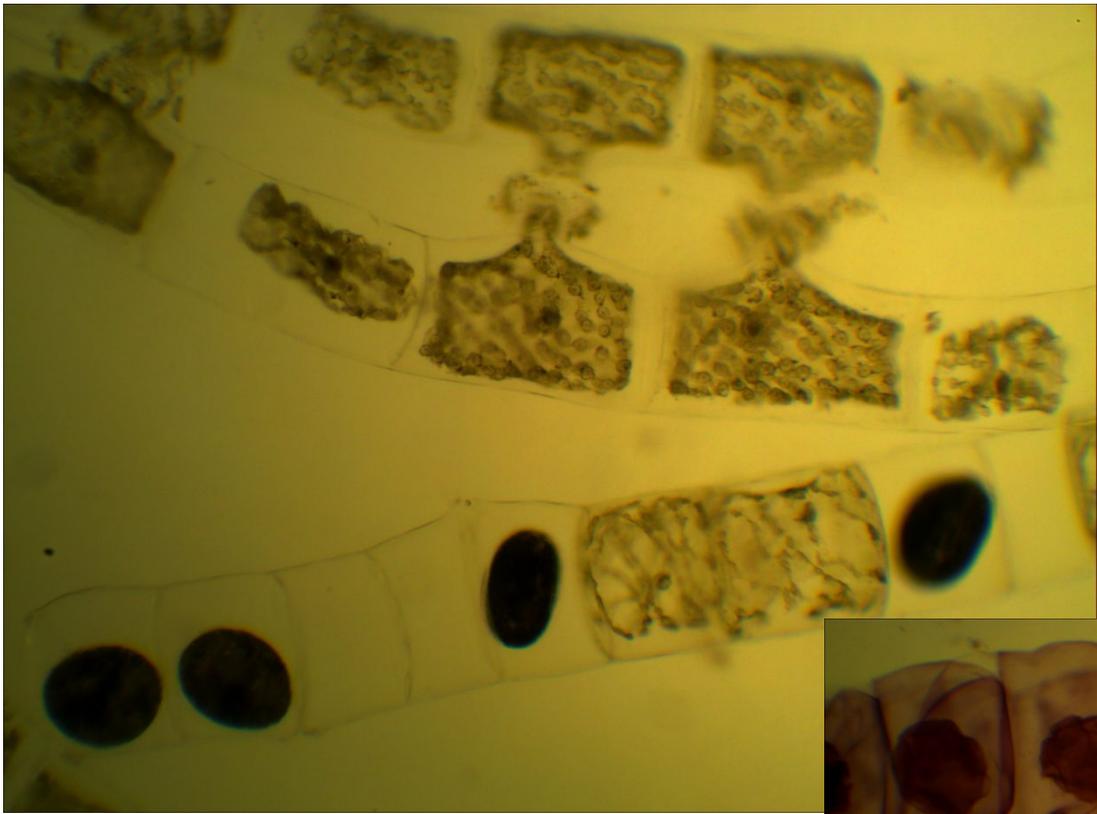


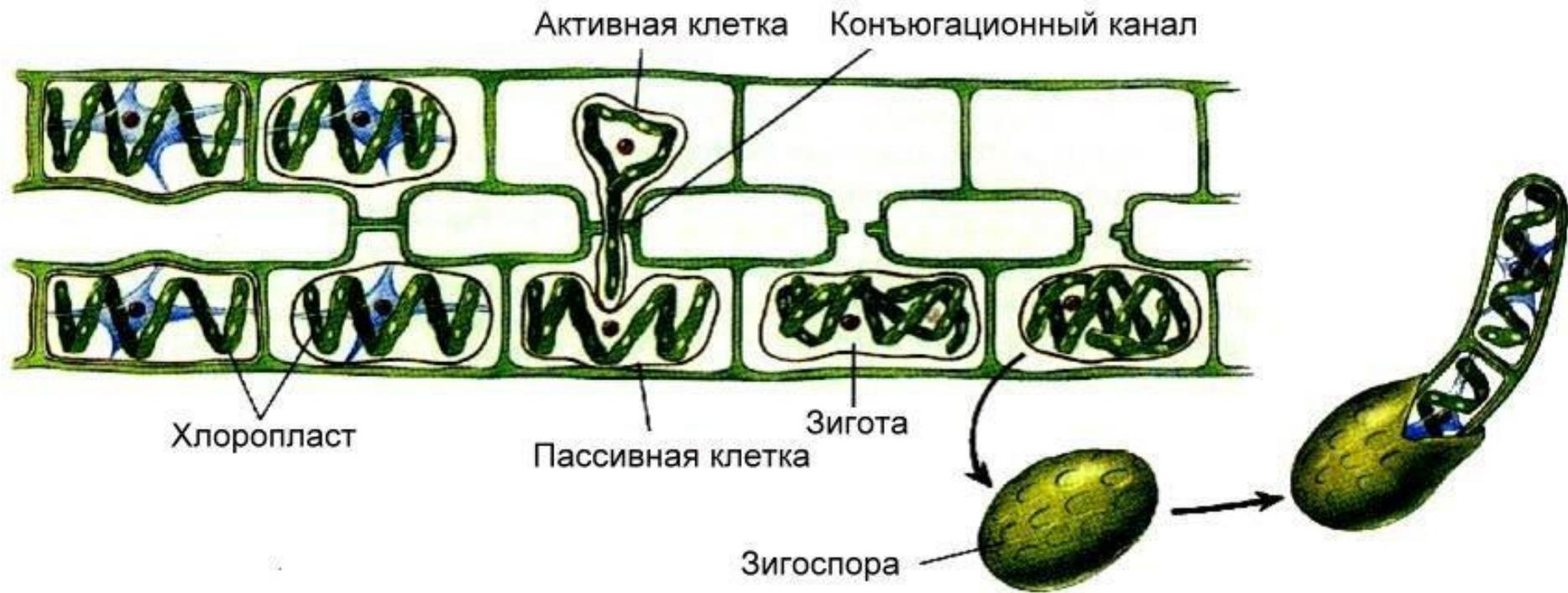
Spirogyra



У спирогиры ядро подвешено на цитоплазматических тяжах, отходящих от постенной цитоплазмы. В центре вакуоли с клеточным соком. Хлоропласты в виде одной или многих лент опоясывают клетку по спирали. Лентовидные хлоропласты имеют неровные городчатые края. По средней линии хлоропласта расположены пиреноиды, окруженные крахмальными зёрнами.

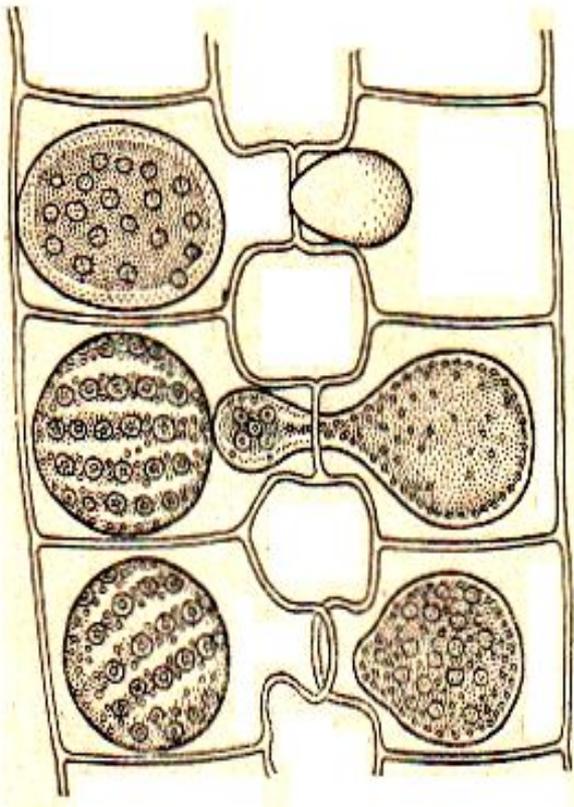




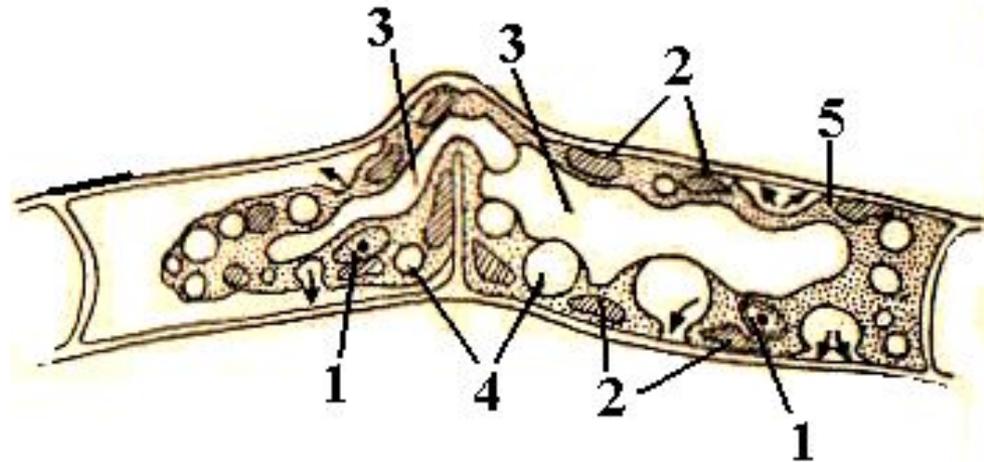


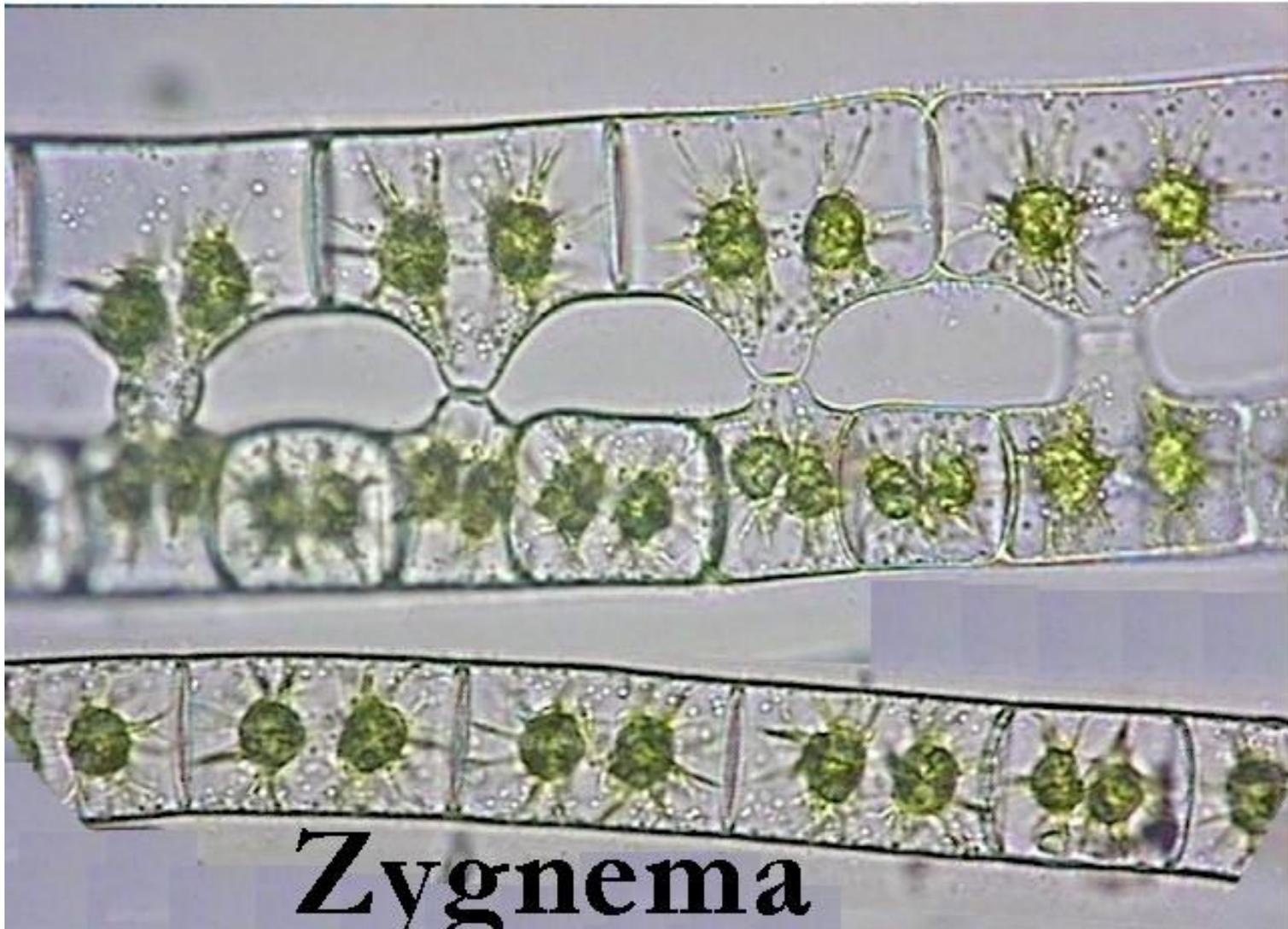
Два типа конъюгации

Лестничная конъюгация - конъюгационный канал образуется между клетками двух нитей.



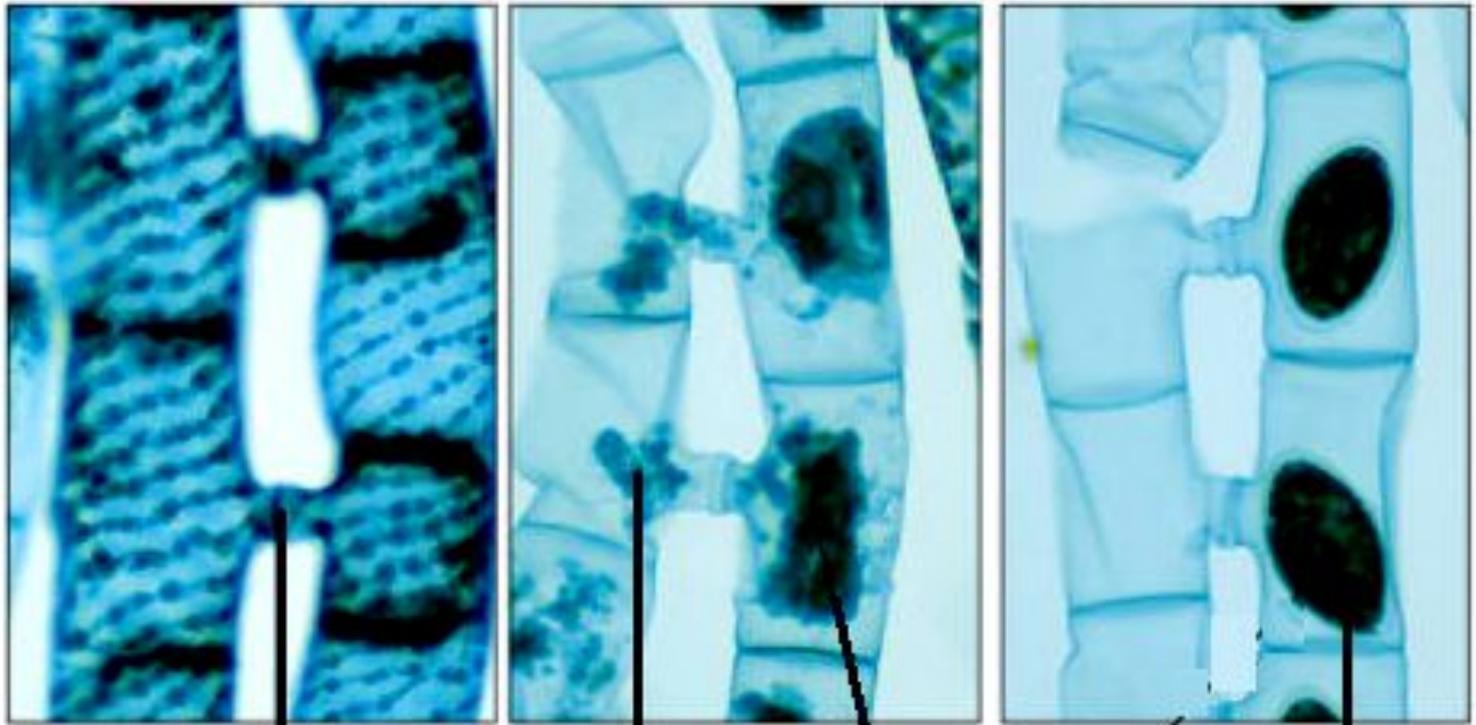
Боковая конъюгация - конъюгационный канал образуется между соседними клетками одной и той же нити.





Zygnema

У рода зигнема (*Zygnema*) два осевых звездчатых хлоропласта, каждый с крупным центральным пиреноидом. Ядро всегда находится в центре клетки, заключено между двумя хлоропластами.



**Конъюгаци-
онный
канал**

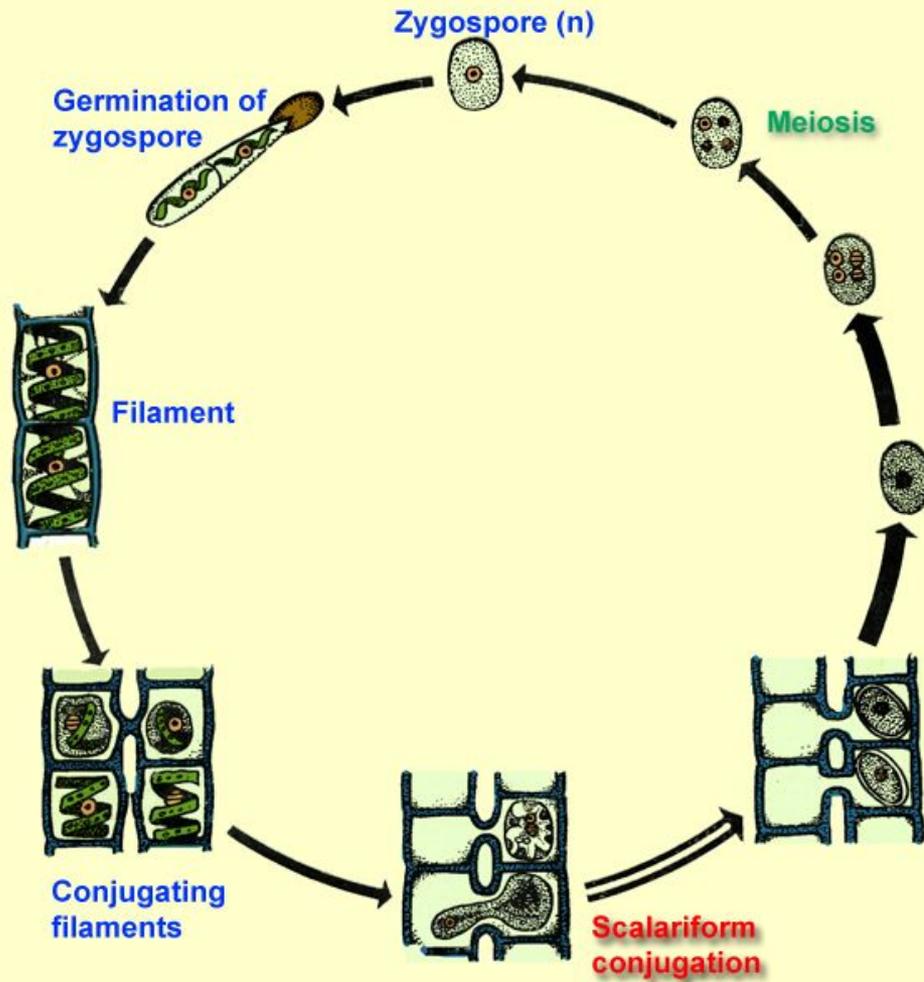
**Мужская
гамета**

**Женская
гамета**

Зигота

Лестничная конъюгация. Нити располагаются параллельно друг другу и вначале тесно склеиваются слизью. Затем клетки навстречу друг другу образуют выросты, которые соприкасаются и срастаются своими концами. Удлиняясь, выросты постепенно раздвигают нити, так что возникает фигура в виде лестницы.

LIFE CYCLE OF *SPIROGYRA* (GREEN ALGAE)



II. КЛАСС ХАРОВЫЕ (Charophyceae)

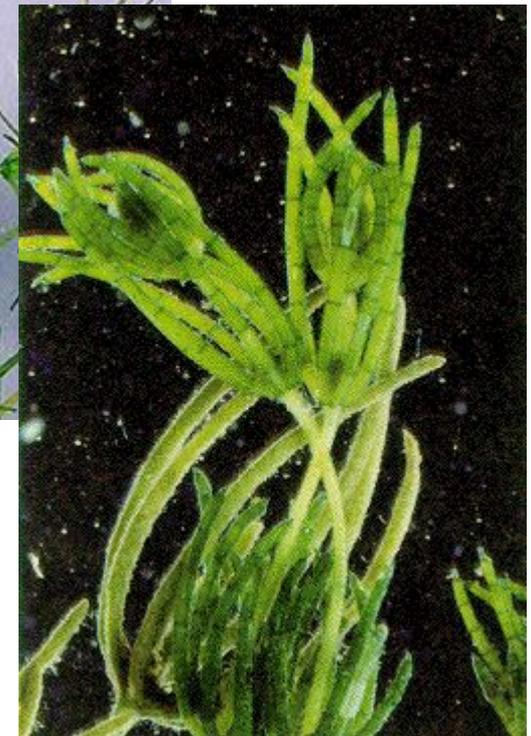
Основные
представители: хара
(Chara), нителла
(Nitella), лихнотамнус
(Lychnothamnus).



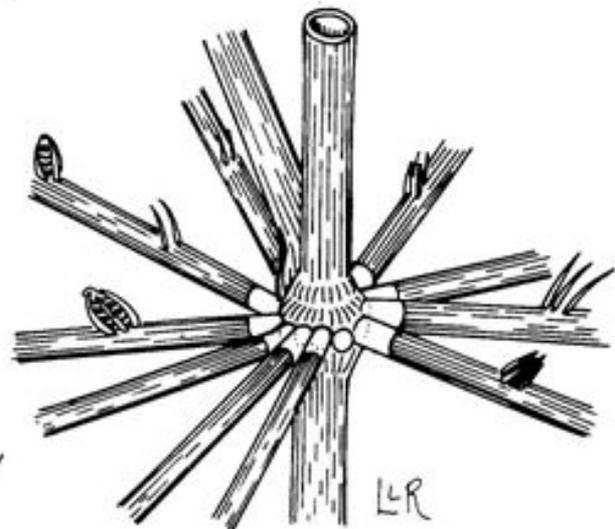
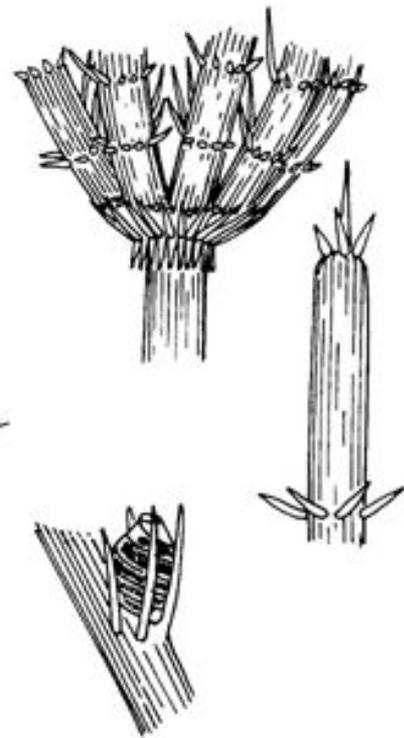
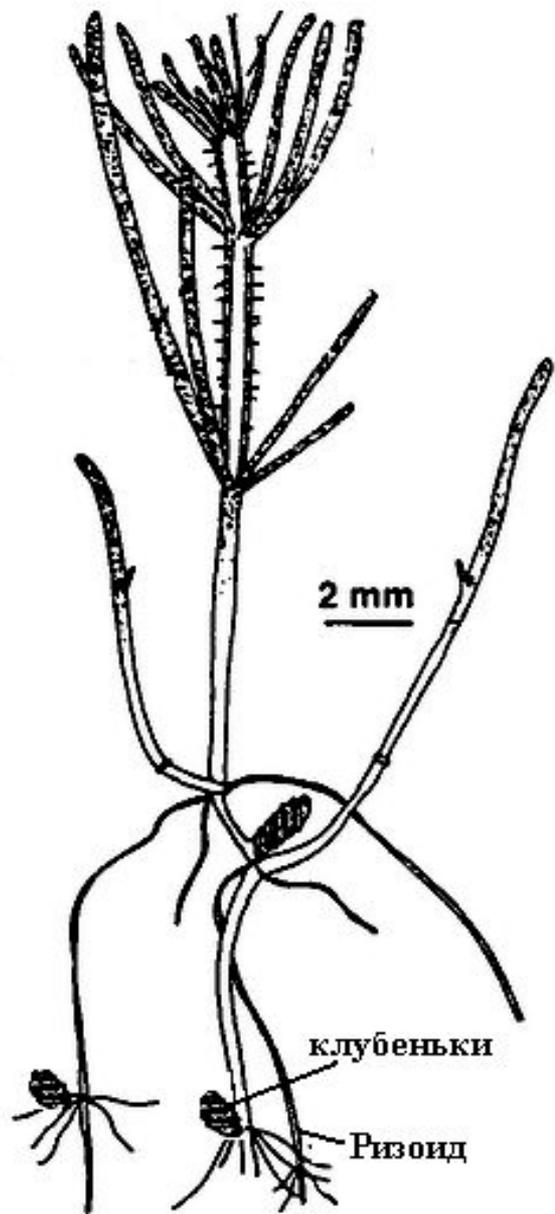
II. КЛАСС ХАРОВЫЕ (Charophyceae)

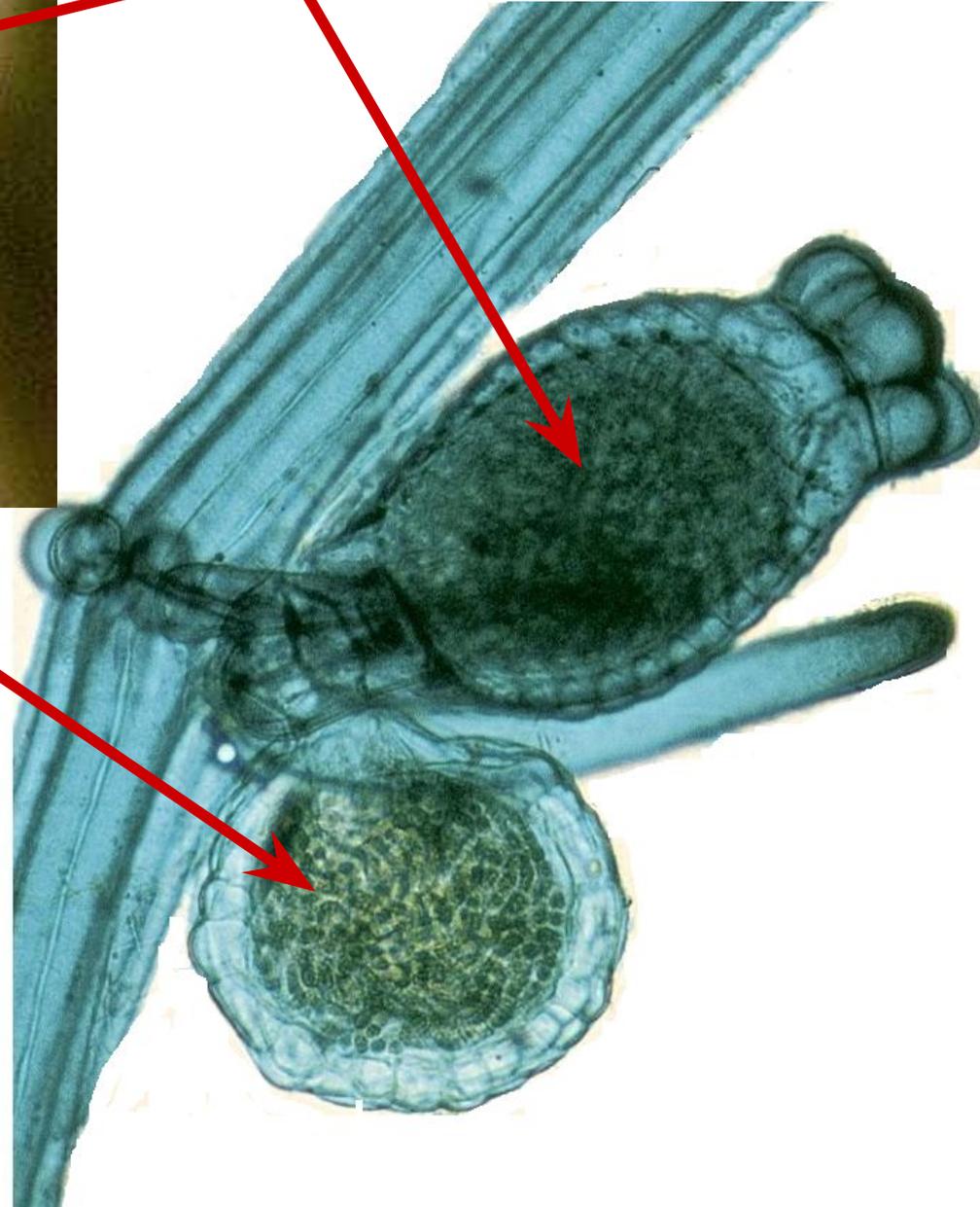
- Макрофиты с усложненным гетеротрихальным талломом. Таллом имеет членистое строение и состоит из узлов и междоузлий.
- Рост таллома апикальный.
- Митоз открытый без центриолей.
- Размножение вегетативное и половое, бесполое отсутствует.
- Половой процесс оогамный. Оогонии и антеридии окружены стерильными клетками. Сперматозоиды покрыты чешуйками.
- Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической редукцией.
- Обитают в пресных водах.

Chara



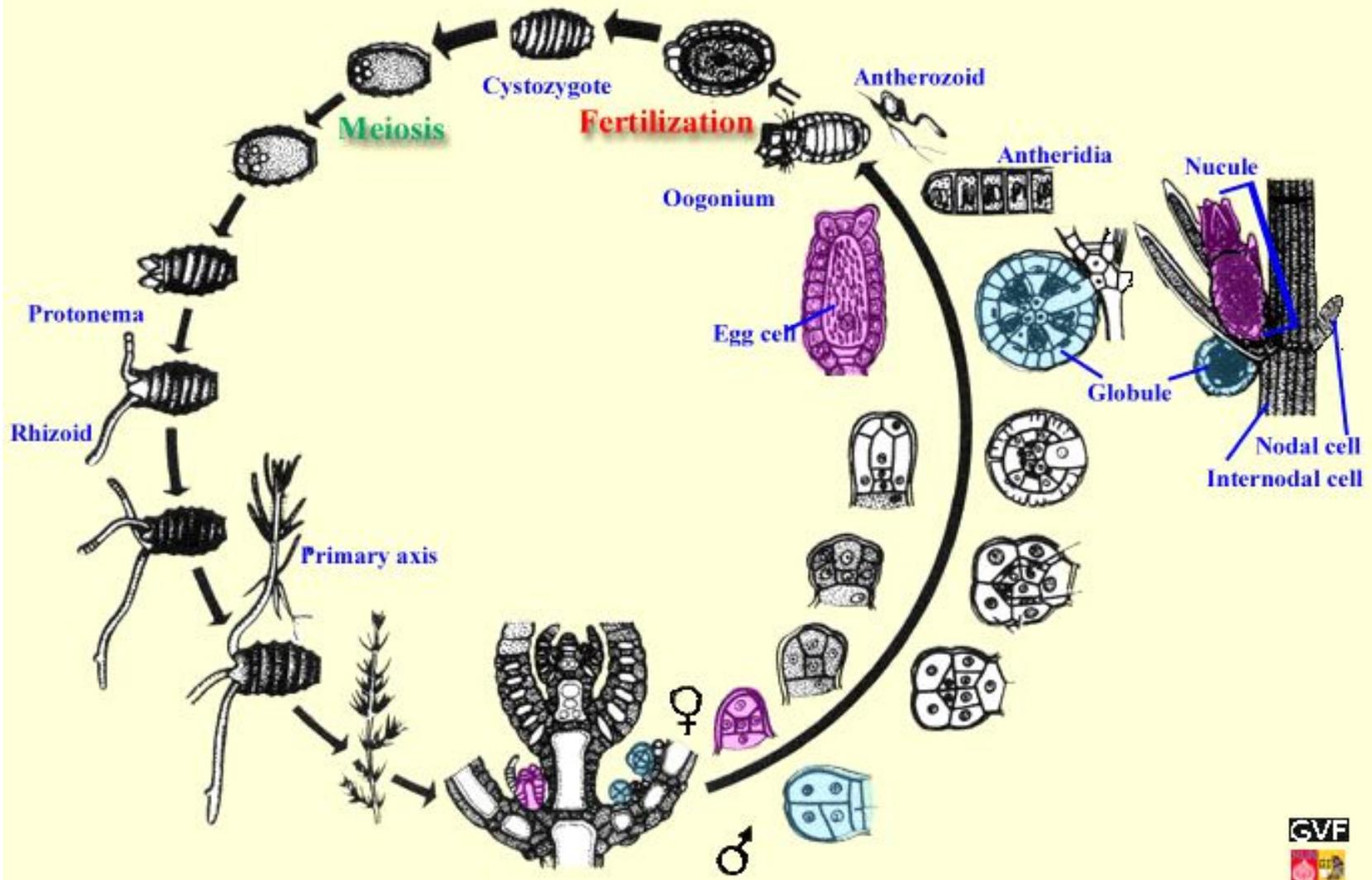
Наиболее сложно устроенные водоросли - их тело дифференцировано на узлы и междоузлия. В узлах находятся мутовки ветвей. Распространены в пресных и слабосоленых водоемах, где прикрепляются к грунту ризоидами.





Женский орган -
оогоний и мужской -
антеридий
располагаются на
одном растении.

LIFE CYCLE OF CHARA (GIANT GREEN ALGA)



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССОВ КОНЪЮГАТЫ И ХАРОВЫЕ

Признаки	Conjugatophyceae	Charophyceae
1. Тип таллома		
2. Среда обитания	Пресноводные обычно планктонные, реже бентосные или на почве, скалах	Пресноводные бентосные, редко в солоноватых водоемах
3. Цитология	Клетки однойдерные , с одним центральным хлоропластом разной формы. Внутренний слой клеточной оболочки целлюлоз-ный, наружный – пектиновый (образует слизь).	Молодые клетки однойдерные, взрослые – многодерные , хлоропласты многочисленные, мелкие дисковидные, без пиреноидов, все клетки способны к делению. Клеточная оболочка пропитана известью.

Признаки	Класс Conjugatophyceae	Класс Charophyceae
<p>4. Размножение</p> <p>а) вегетативное</p>	<p>- одноклеточные - делением клеток пополам</p> <p>-нитчатые – фрагментацией (распадом) нитей</p>	<p>- специальными клубеньками на ризоидах</p> <p>-особыми выводковыми почками на узлах «стеблей»</p>
<p>б) бесполое</p>	<p>-Отсутствует</p>	<p>-Отсутствует</p>
<p>в) половое</p>	<p>-Особый тип полового процесса – КОНЬЮГАЦИЯ. Половых органов и гамет не образуется</p>	<p>ООГАМИЯ. Половые органы есть, они многоклеточные, сложного строения:</p> <p>- женский – оогоний с 1 яйцеклеткой,</p> <p>- мужской – антеридий с множеством двухжгутиковых сперматозоидов.</p>
<p>5. Жгутиковая стадия</p>	<p>Отсутствует – у них нет ни зооспор, ни гамет со жгутиками</p>	<p>Есть. Представлена двухжгутиковыми сперматозоидами</p>
<p>6. Цикл развития</p>	<p>Гаплоидный с зиготическим мейозом</p>	<p>Гаплоидный с зиготическим мейозом</p>

<p>7. Систематика и представители</p>	<p>Имеет 2 порядка:</p> <p>1. Порядок Зигнемовые (Zygnematales): спирогира, зигнема, мужоция, нетриум, мезотениум</p> <p>2. Порядок Десмидиевые (Desmidiiales): кластериум, космариум. микроастериас, эуаструм, десмидиум и др.</p>	<p>Имеет 1 порядок Харовые (Charales): хара, нителла, лихнотамнус</p>
---------------------------------------	---	--

ЗНАЧЕНИЕ

Все продуценты органического вещества и кислорода в водоемах.

- 1. КЛАСС СОБСТВЕННО ЗЕЛЕННЫЕ (CHLOROPHYCEAE)** повышают плодородие почвы, участвуют в создании гумуса, в результате чего такие места становятся пригодными для жизни других организмов, используются в качестве биоиндикаторов. Вольвоксовые, как активные санитары осуществляют процессы естественного самоочищения сточных и загрязненных вод.
- 2. ИЗ КОНЪГАТОВ (CONJUGATORPHYCEAE)** рода Спирогира в Китае готовят сухие волокнистые бледно-зеленые лепешки. Многие виды являются кормовыми базами для рыб, также средой обитания и укрытия. Промышленным путем получают зольные элементы: калий и натрий.
- 3. КЛАСС ХАРОВЫЕ (CHAROPHYCEAE)** имеют научное значение: на них издавна изучали движение цитоплазмы, являются объектами исследования. В клетках этих водорослей удалось измерить разность потенциалов и сопротивление цитоплазматической мембраны.

