

# Отдел зеленые водоросли — Chlorophyta



- A: Pteridophytes
- the size of
- with
- (Chlorophyta)
- microscopic
- freshwater
- Chlorophyta
- Ulva
- from chlorophytes
- tronic

ymbiotic inside  
of coccoid cells  
cus  
n  
plate, occurring in  
lorophyceae,  
rceae,  
-like plants, mainly  
numerous  
ucleate cells, from  
ted into a stalk

# Царство зеленые растения — Viridiplantae

## Зеленые водоросли

### Отдел зеленые водоросли — Chlorophyta

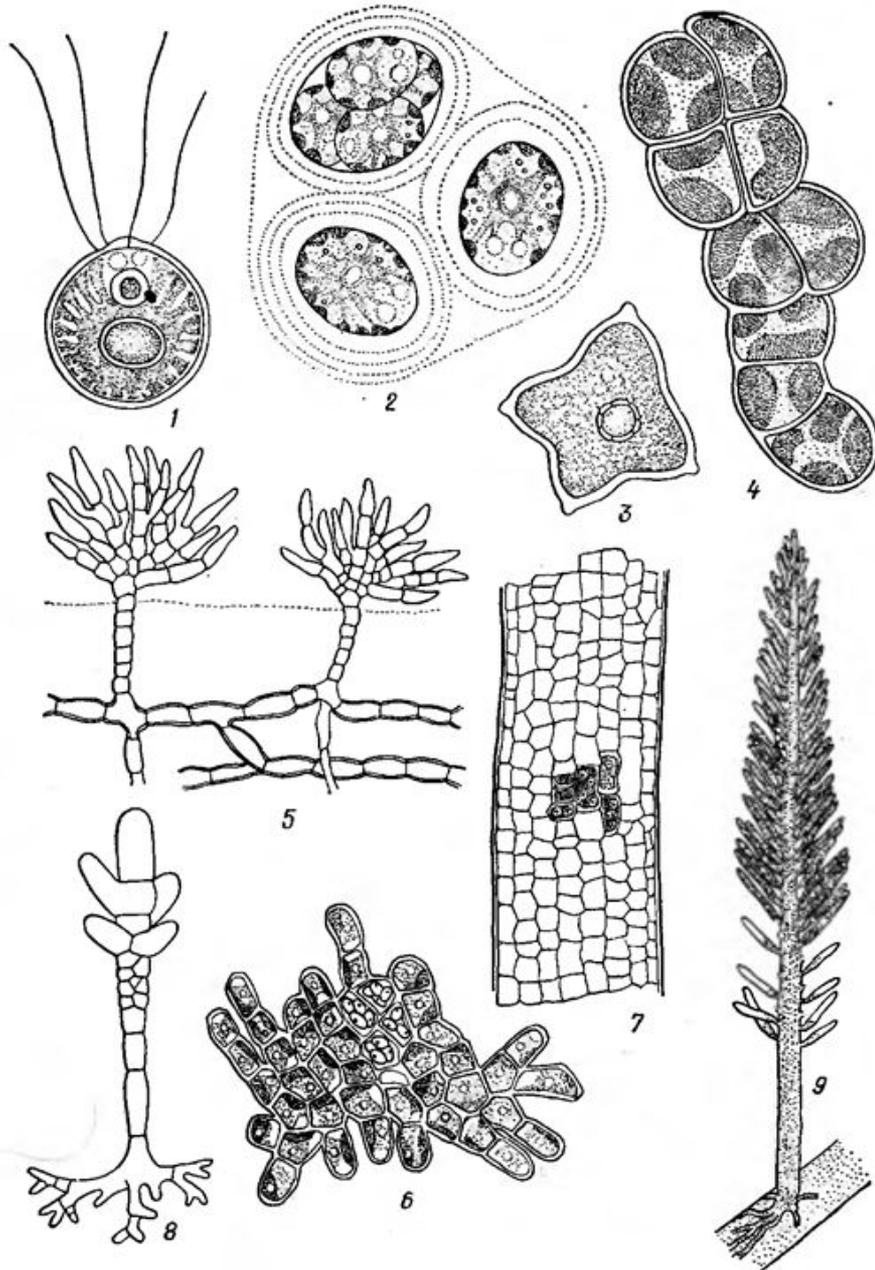
- Класс прازیнофіціевые (мікронададофіціевые) водоросли — Prasinophyceae (Micromonadophyceae)
- Класс ульвофіціевые водоросли — Ulvophyceae
- Класс требуксіофіціевые (требуксіевые) водоросли — Trebouxiophyceae
- Класс хлорофіціевые, или зеленые водоросли, — Chlorophyceae

## Типы дифференциации таллома:

- **монадный** (например, *Chlamydomonas*, *Volvox*, *Gonium*)
- **пальмеллоидный**, или тетраспоральный (*Tetraspora*, *Sphaerocystis*);
- **коккоидный** (*Chlorella*, *Hydrodictyon*)
- **сарциноидный** (*Chlorosarcinopsis*)
- **трихальный**, или нитчатый (*Ulothrix*, *Spyrogira*)
- **гетеротрихальный**, или разнонитчатый (*Cham*, *Stigeoclonium*);
- **псевдопаренхиматозный** (*Protoderma*)
- **паренхиматозный** (*Viva*, *Ulvaria*)
- **сифональный** (*Caulerpa*, *Bryopsis*)
- **сифонокладальный** (*Cladophora*, *Dlctyosphaeria*).

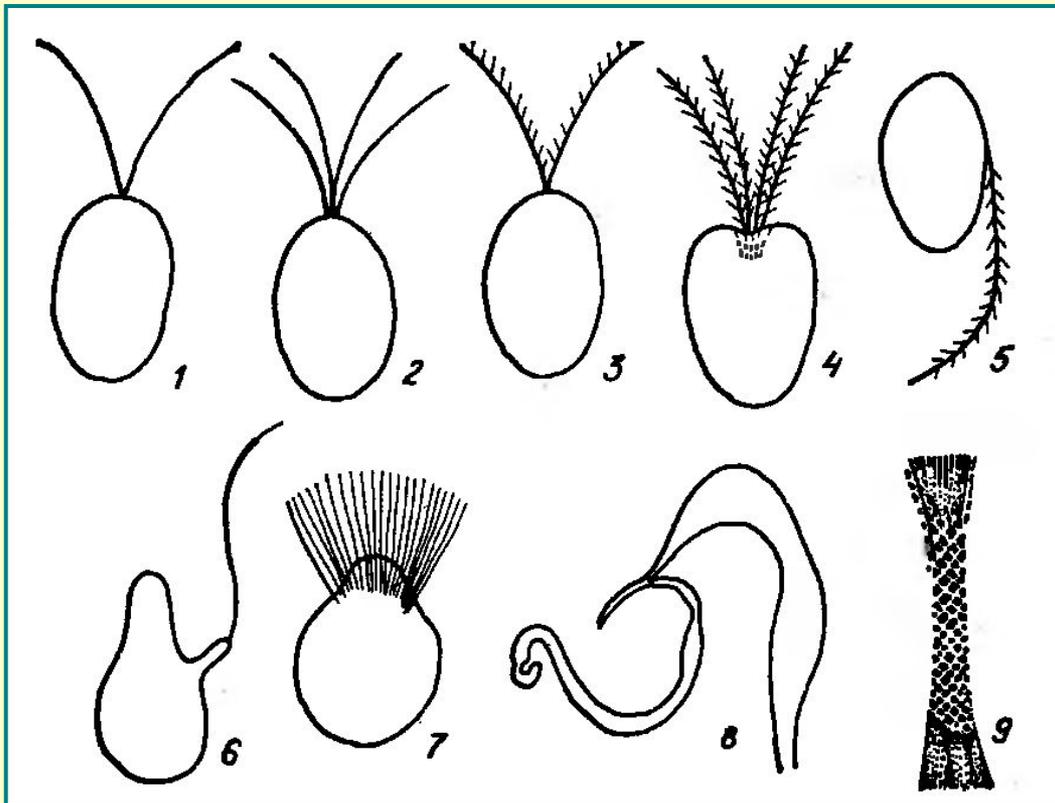
Иногда амебоидными могут быть репродуктивные клетки (например, у некоторых Chaetophorales)

# Типы дифференциации таллома:



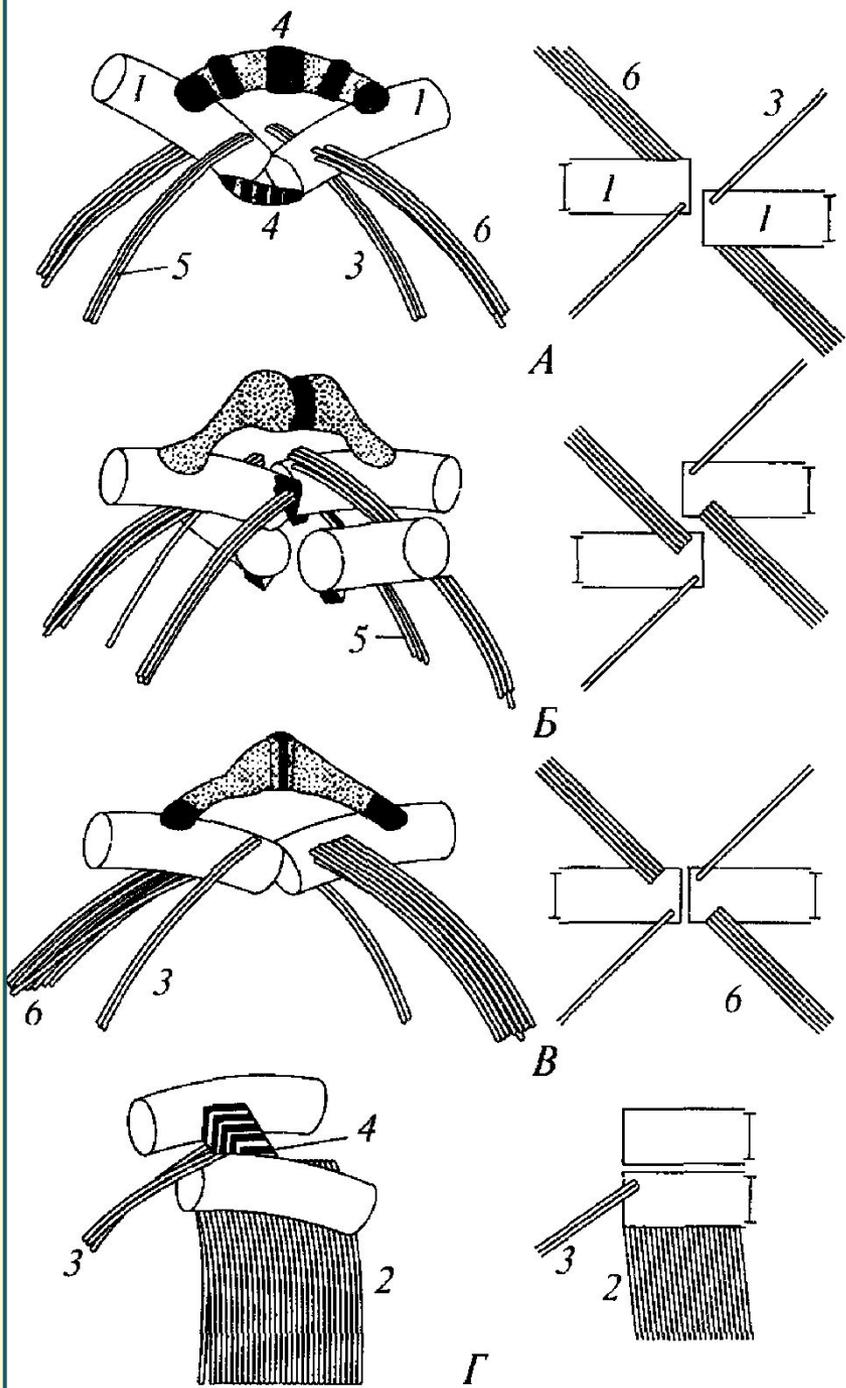
- 1 — монадный (*Carteria radiosa* Korsch.);
- 2 — пальмеллоидный (гемимонадный) (*Asterococcus superbus* (Cienk.) Scherff.);
- 3 — коккоидный (*Tetraedron minimum* (A Br.) Hansg.);
- 4 — нитчатый (*Pleurochloris vulgaris* Menegh.);
- 5 — разнонитчатый (*Fritschiella tuberosa* Iyengar);
- 6 — псевдопаренхиматозный (*Protoderma viride* Kiitz.);
- 7 — паренхиматозный (*Enteromorpha pilifera* Kiitz.);
- 8 — сифонокладальный (*Siphonocladus pusillus* (Kütz.) Hauck.);
- 9 — сифональный (*Bryopsis* Lamour.)

**Жгутиков** чаще всего два, но может быть больше (1, 2, 4, 8, 16 и более (до 120)). У эдогониевых и некоторых бриопсидовых многочисленные жгутики собраны в виде венчика на переднем конце клетки; такие клетки называются стефаноконтными. Жгутики типичного строения, чаще одинаковой длины, без трехчастных мастигонем. В переходной зоне может присутствовать звездчатая структура. Базальные тела смещены относительно друг друга по часовой или против часовой стрелки, или расположены напротив друг друга. Микротрубочковые корешки прикреплены крестообразно или асимметрично.



- 1 — *Chlamydomonas* Ehr.;
- 2 — *Carteria* Dies.;
- 3 — *Haematococcus* C. A. Ag.;
- 4 — *Tetraselmis* Stein.;
- 5 — *Pedinomonas* Korsch.;
- 6 — *Micromonas* Manton et Parke.;
- 7 — *Oedogonium* Link (зооспоры, апланоспоры, антерозоиды);
- 8 — *Chara* (Vaill.) L. (антерозоиды);
- 9 — субмикроскопические чешуйки на жгутике антерозоида *Chara* (Vaill.) L.

## Основные типы организации жгутикового аппарата у зеленых водорослей :



Левая колонка — вид сбоку, правая колонка — с переднего конца клетки;

А — хлорофициевые;

Б — ульвофициевые и требуксиофициевые;

В — хлорофициевые;

Г — харофиты:

1 — базальное тело;

2 — многослойная структура;

3 — узкий корешок;

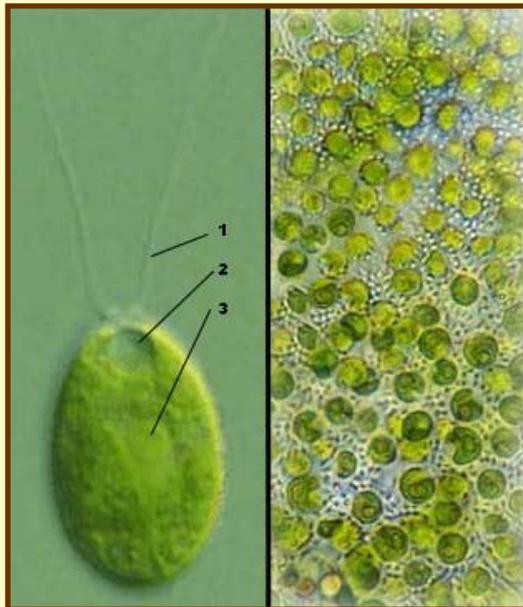
4 — фибриллярные связи между базальными телами;

5 — фибриллярный материал, связанный с узкими микротрубочковыми корешками;

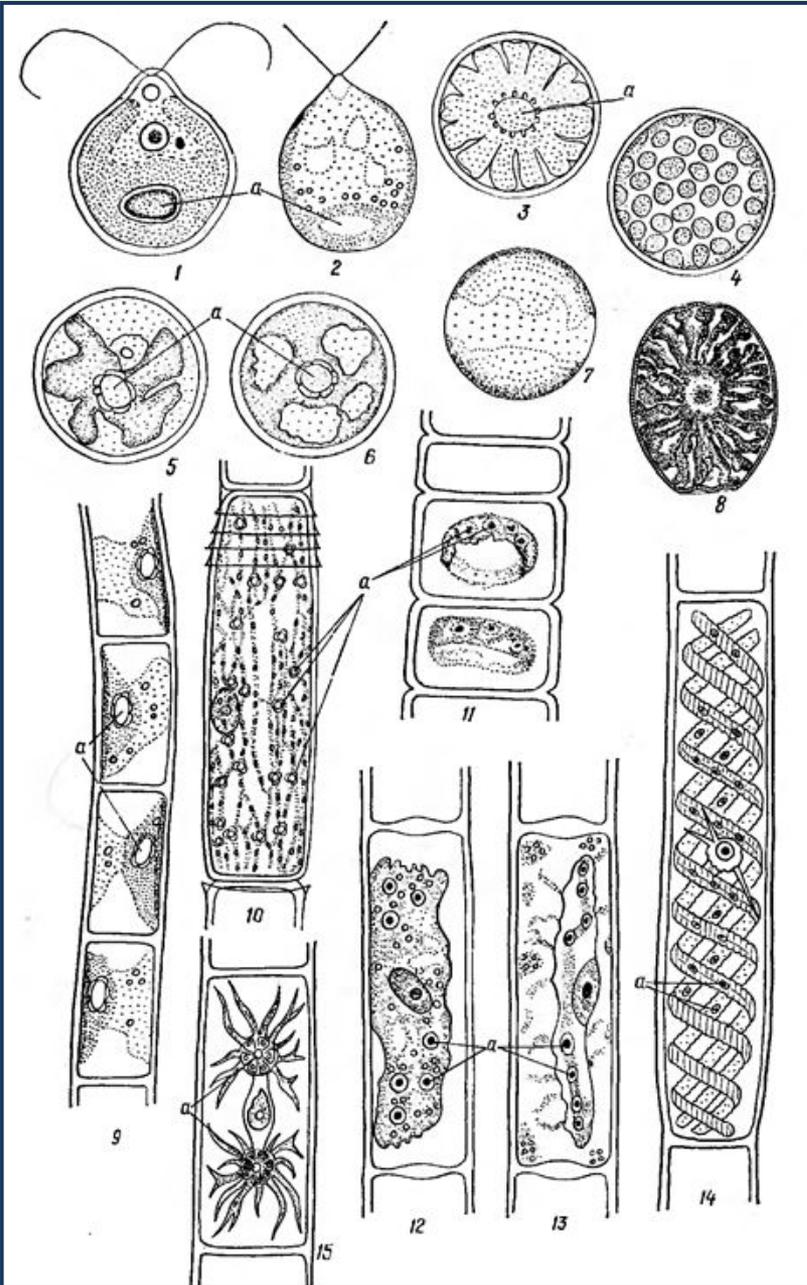
6 — широкий корешок

# Характеристика зеленых водорослей:

- **Клеточная стенка** может отсутствовать; либо поверх плазмалеммы откладываются органические чешуйки; клеточная стенка может быть без целлюлозы (ксилан, маннан, глюкан), у большинства основной компонент клеточной стенки — целлюлоза.
- **Сократительные (пульсирующие) вакуоли:** имеются у пресноводных монадных и пальмеллоидных представителей. Обычно в клетке содержится две сократительные вакуоли, расположенные у основания жгутиков.



# Типы хлоропластов:



- 1 — чашевидный с базальным пиреноидом);
- 2 — чашевидный перфорированный с базальным пиреноидом;
- 3 — звездчатый, осевой с центральным пиреноидом;
- 4 — пристенные дисковидные без пиреноидов;
- 5 — асимметрично звездчатый, осевой с центральным пиреноидом;
- 6 — губчатый с центральным пиреноидом;
- 7 — пристенный, разделенный надвое трещиной, без пиреноидов;
- 8 — радиально расположенные, лентовидные;
- 9 — пристенный полуцилиндрический с пиреноидами;
- 10 — пристенный, сетчатый с многочисленными пиреноидами;
- 11 — кольцевидный со многими пиреноидами;
- 12, 13 — осевые, пластинчатые с несколькими пиреноидами;
- 14 — три пристенных, лентовидных, спиралевидно изогнутых хлоропласта с

# Характеристика зеленых водорослей:

- **Хлоропласты** зеленых водорослей по форме и размерам варьируют. У одноклеточных представителей они часто чашевидные с утолщенным основанием. У нитчатых представителей могут быть кольцевидными, сетчатыми, дисковидными, в виде спирально-закрученных лент и др. Хлоропласты покрыты двумя мембранами.
- **Ламеллы** содержат от 2 до 6 или более тилакоидов; формируются также псевдограны и граны. Опоясывающая ламелла отсутствует.
- **Пигменты** — хлорофиллы *a* и *b*, у некоторых прازیнофициевых присутствует хлорофилл *c*. Из дополнительных пигментов наиболее важен лютеин, у бриопсидовых наиболее важны сифонеин и сифоноксантин.
- Каротиноидные пигменты и их производные накапливаясь вне хлоропласта могут придавать клеткам оранжевую и красную окраски.
- **Глазок** расположен в хлоропласте и состоит из нескольких рядов пигментных глобул.

## Характеристика зеленых водорослей:

- **Пиреноиды**, если присутствуют, часто пронизаны тилакоидами. Каждый окружен обкладкой из крахмала.
- **Запасной продукт** — крахмал, который откладывается в виде зерен в строме хлоропласта, липиды, которые откладываются в виде капель в строме хлоропласта и в цитоплазме. Крахмал зеленых водорослей близок к таковому у высших растений и состоит из амилозы и амилопектина. У некоторых сифоновых водорослей имеются бесцветные амилопласты, в которых откладывается крахмал.
- **Митохондрии** с пластинчатыми кристами.
- **Кольцевые молекулы хлоропластной ДНК** имеют вид маленьких шариков (нуклеоидов) и распределены по всему хлоропласту.
- **Митоз** может быть открытым, полузакрытым и закрытым (в том числе и метацентрическим, при котором центриоли во время метафазы расположены в области метафазной пластинки, а не на полюсах веретена).
- **Цитокинез** происходит за счет образования борозды деления или формирования клеточной пластинки при помощи фрагмопласта и фикопласта.
- **Размножение** вегетативное, бесполое (зооспорами, апланоспорами, автоспорами) и половое (все типы полового процесса).
- **Основной тип жизненного цикла** — гаплобионтный с зиготической редукцией, хотя имеются все остальные типы жизненных циклов.
- **Автотрофы, миксотрофы, гетеротрофы.**

# Экология и значение:

- Встречаются в пресных и морских водах, в почве и в наземных условиях. *Chlamydomonas nivalis* можно обнаружить высоко в горах на снегу, окрашенном в красный цвет. Есть планктонные, перифитонные и бентосные формы.
- Эндолитофильные водоросли: водоросли из рода *Gomontia* сверлят раковины перловиц и беззубок, внедряются в известковый субстрат в пресных водоемах. Они делают известковый субстрат рыхлым, легко поддающимся различным воздействиям химических и физических факторов. Ряд водорослей в пресных и морских водоемах способны переводить растворенные в воде соли кальция в нерастворимые и отлагают их на своих талломах. Активное участие в постройке рифов.
- Симбиотические отношения с грибами, входят в состав лишайников. (около 85 % лишайников). Эндосимбионты в клетках простейших, гидр, губок и некоторых плоских червях. Ряд зеленых водорослей развивается на шерсти млекопитающих.
- Паразитические представители в качестве хозяина имеют высшие растения и животные. Виды *Prototheca* могут вызывать заражения человека, крупного рогатого скота и некоторых других животных. У людей они являются причиной кожных заболеваний и изредка — бурситов и перитонитов, у крупного рогатого скота могут быть причиной маститов.
- Могут вызывать «цветение» воды.
- **Хозяйственное значение.** Их используют как индикаторные организмы в системе мониторинга водных экосистем. Культивируют для получения ФАВ, каротиноидов, липидов.
- Применяют для очистки и доочистки загрязненных вод, а также как корм в рыбохозяйственных водоемах.
- Некоторые виды используются населением ряда стран в пищу.

# Царство зеленые растения — Viridiplantae

## Зеленые водоросли

### Отдел зеленые водоросли — Chlorophyta

- Класс прازیнофіціевые (мікронададофіціевые) водоросли — Prasinophyceae (Micromonadophyceae)
- Класс ульвофіціевые водоросли — Ulvophyceae
- Класс требуксіофіціевые (требуксіевые) водоросли — Trebouxiophyceae
- Класс хлорофіціевые, или зеленые водоросли, — Chlorophyceae

# Класс ульвофициевые водоросли — Ulvophyceae

Название класса происходит от типового рода — *Viva* (ульва — латинское название для болотного растения; возможно, происходит от кельтского «уль» — вода).

Класс насчитывает около 100 родов и более 1000 видов.

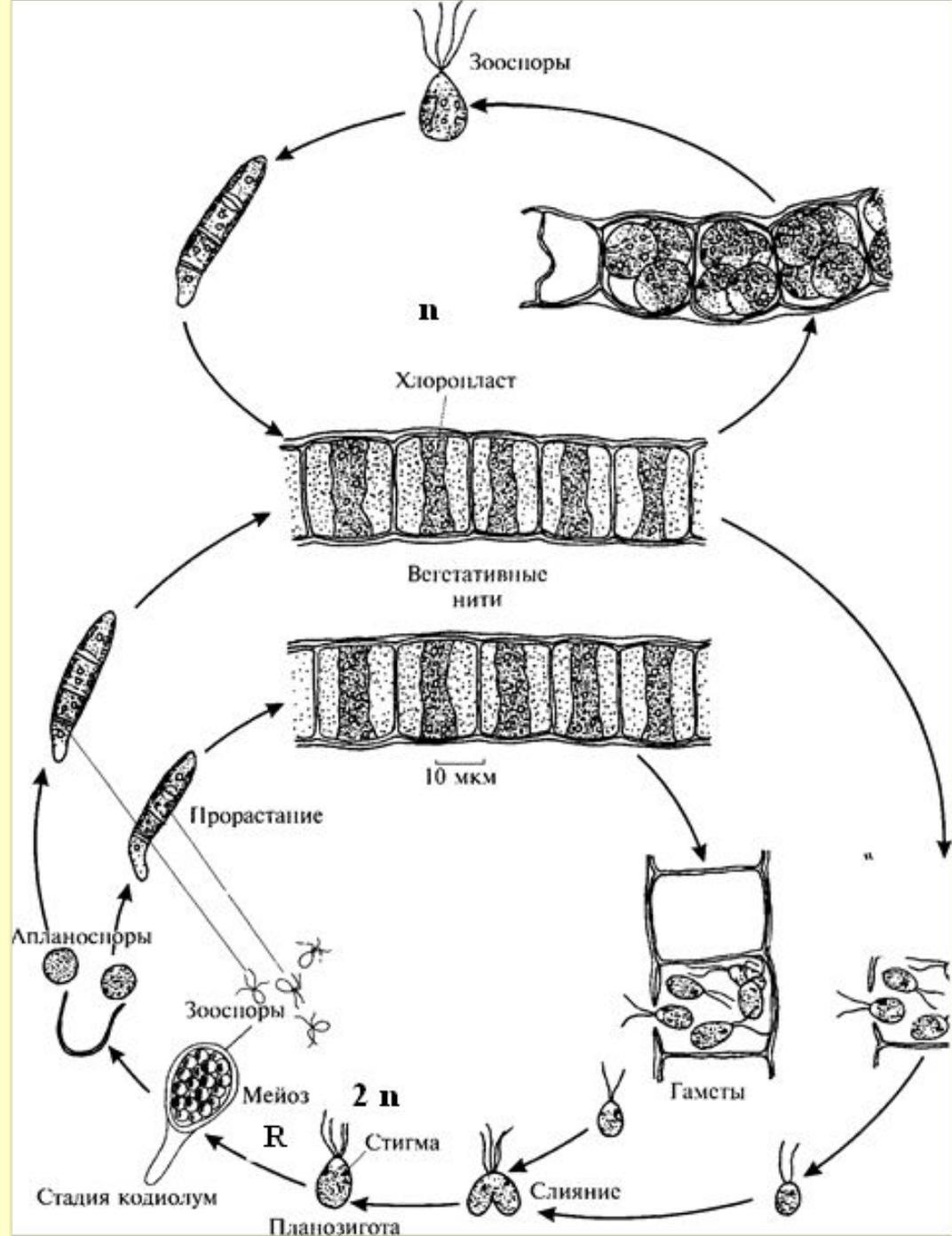


# Класс ульвофициевые водоросли — Ulvophyceae

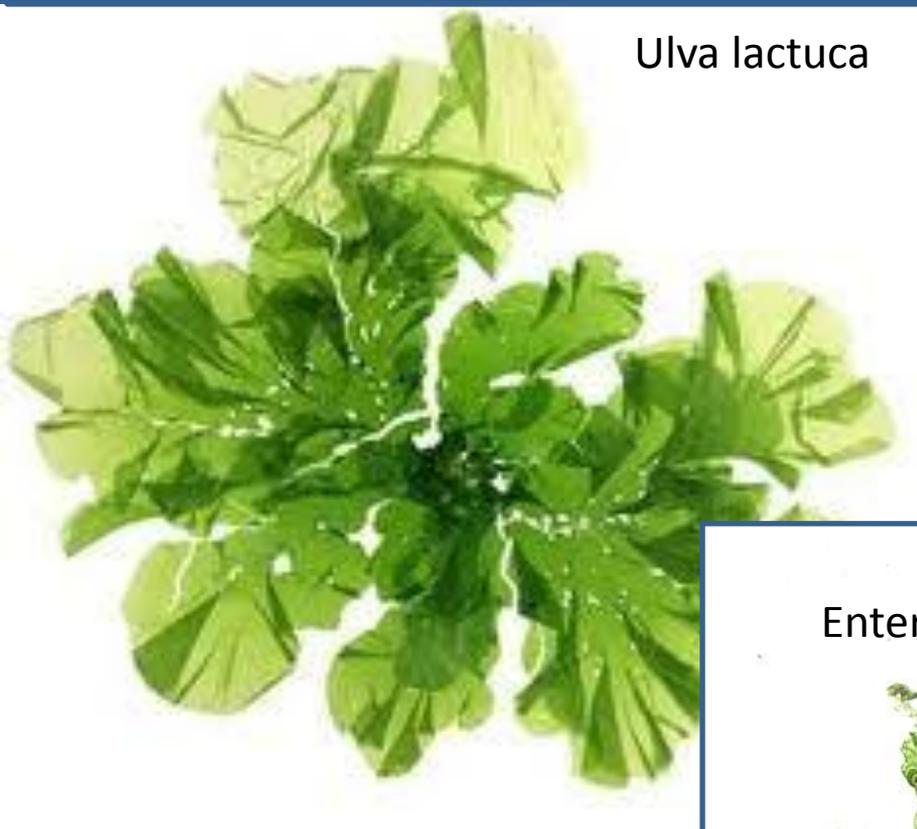
## Общая характеристика:

- Коккоидный, сарциноидный, нитчатый, разноритчатый, псевдопаренхиматозный, паренхиматозный, сифональный, сифонокладальный типы дифференциации таллома.
- Монадные стадии с апикальными жгутиками; крестообразная корешковая система, может быть с исчерченным ризопластом; ориентация базальных тел против часовой стрелки; на жгутиках могут присутствовать чешуйки.
- Митоз закрытый, центрический, телофазное веретено остается.
- У большинства представителей цитокинез происходит путем впячивания цитоплазматической мембраны (у трентеполиевых с помощью фрагмопласта).
- У некоторых морских представителей в клеточных стенках откладывается карбонат кальция.
- Жизненные циклы: гапlobионтный с зиготической редукцией, диплобионтный с гаметической редукцией, гаплодиплобионтный со спорической редукцией.
- Преимущественно морские, реже пресноводные и наземные представители. Некоторые входят в состав лишайников.

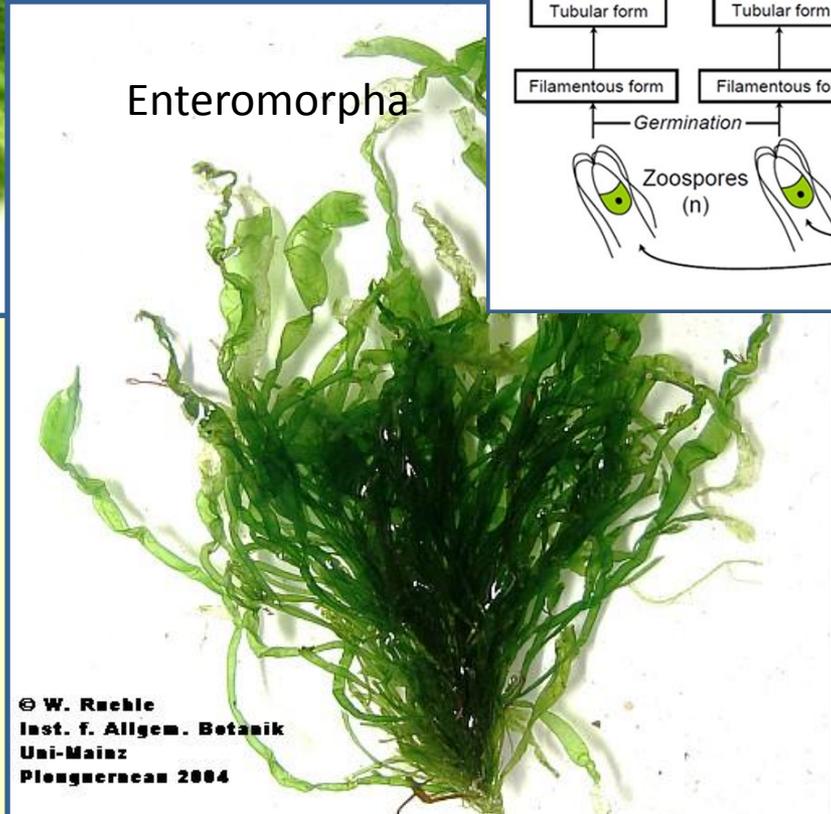
- **Класс ульвофициевые водоросли — Ulvophyceae**
- **Порядок улотриксовые (кодиоловые) — Ulotrichales (Codiolales)**
- **Порядок ульвовые — Ulvales**
- **Порядок трентеполиевые — Trentepohliales**
- **Порядок кладофоровые (сифонокладовые) — Cladophorales (Siphonocladales)**
- **Порядок дазикладиевые — Dasycladales**
- **Порядок каулерповые (сифоновые, бриопсидовые) — Caulerpales (Siphonales, Bryopsidales)**



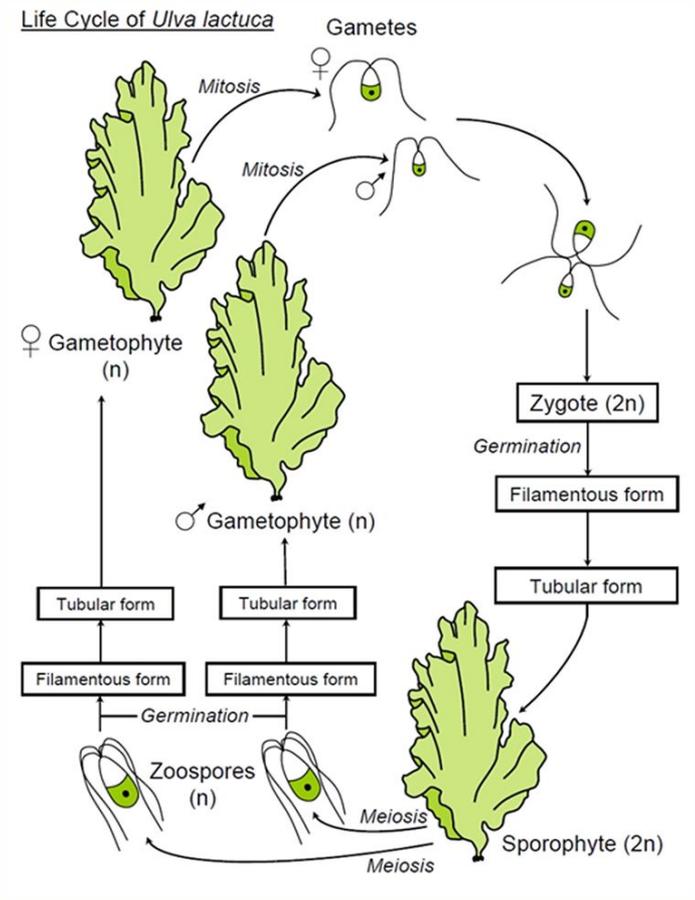
# Порядок ульвовые — Ulvales



Ulva lactuca



Enteromorpha



# Класс требуксиофициевые (требуксиевые) водоросли — Trebouxiophyceae

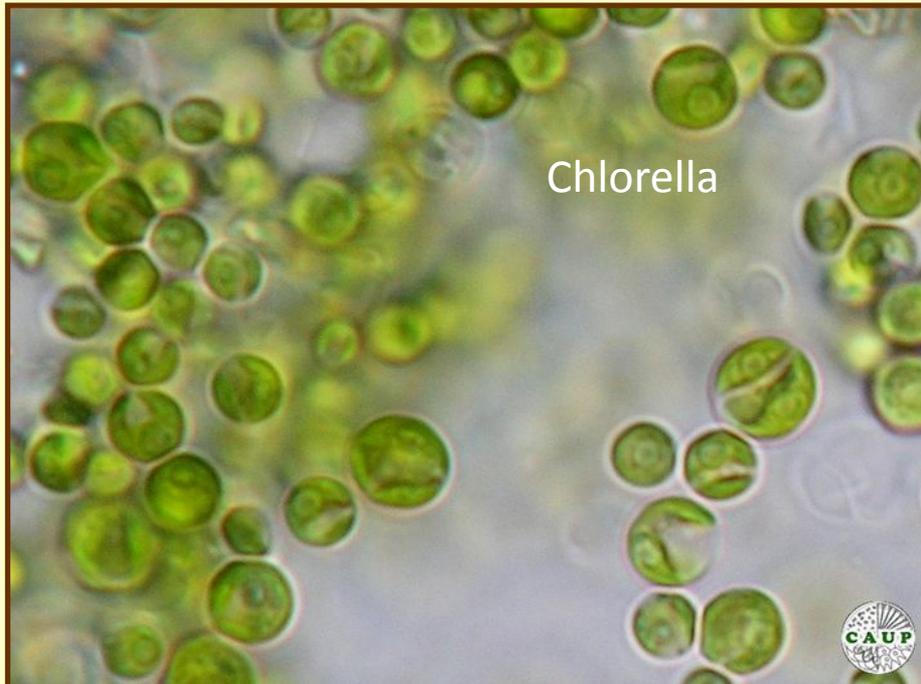
Класс назван по типовому роду Trebouxia (Octave Treboux — эстонский ботаник).

## Общая характеристика:

- Преимущественно одноклеточные коккоидные формы, по внешнему виду близкие к хлорофициевым водорослям. Встречаются представители с сарциноидным и нитчатым типами дифференциации таллома.
- Жгутиковые стадии имеют крестообразные микрогубочковые корешки с базальными телами, ориентированными против часовой стрелки.
- Митоз полузакрытый, веретено метацентрическое, веретено не сохраняется в телофазе.
- Цитокинез происходит за счет впячивания цитоплазматической мембраны в совокупности с фикопластом. Плазмодесмы отсутствуют.
- Размножение вегетативное, бесполое (зооспоры, автоспоры), половое.
- Пресноводные и наземные, реже морские представители, многие формируют симбиозы.

# Класс требуксиофициевые (требуксиевые) водоросли — Trebouxiophyceae

- Порядок хлорелловые — Chlorellales
- Порядок требуксиевые — Trebouxiales
- Порядок микротамниевые — Microthamniales
- Порядок прازیоловые — Prasiolales



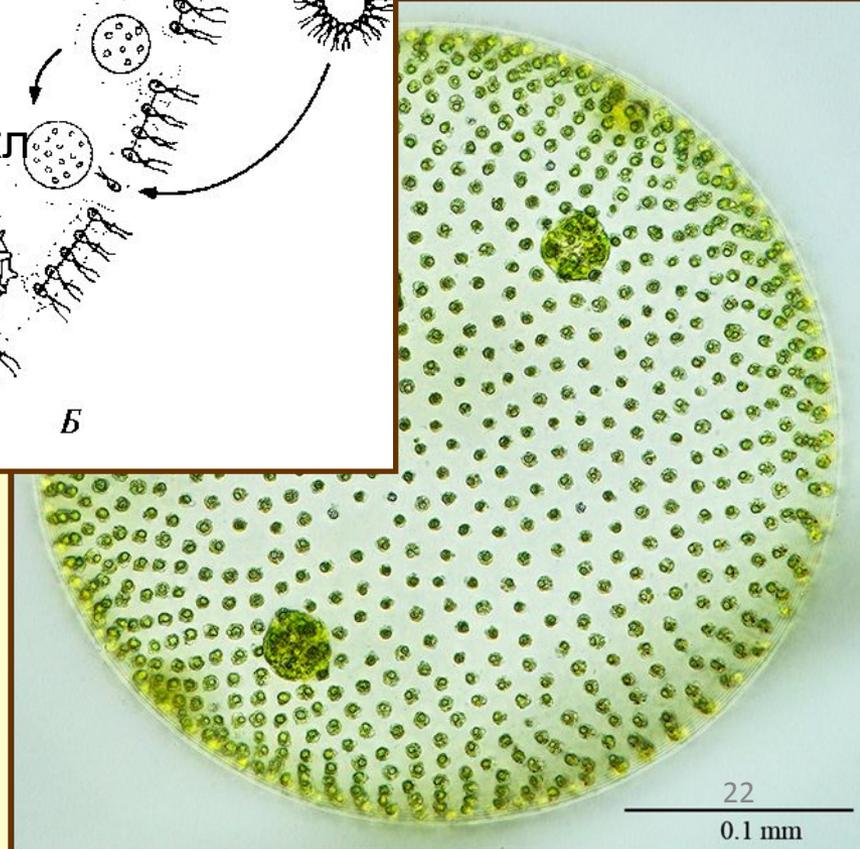
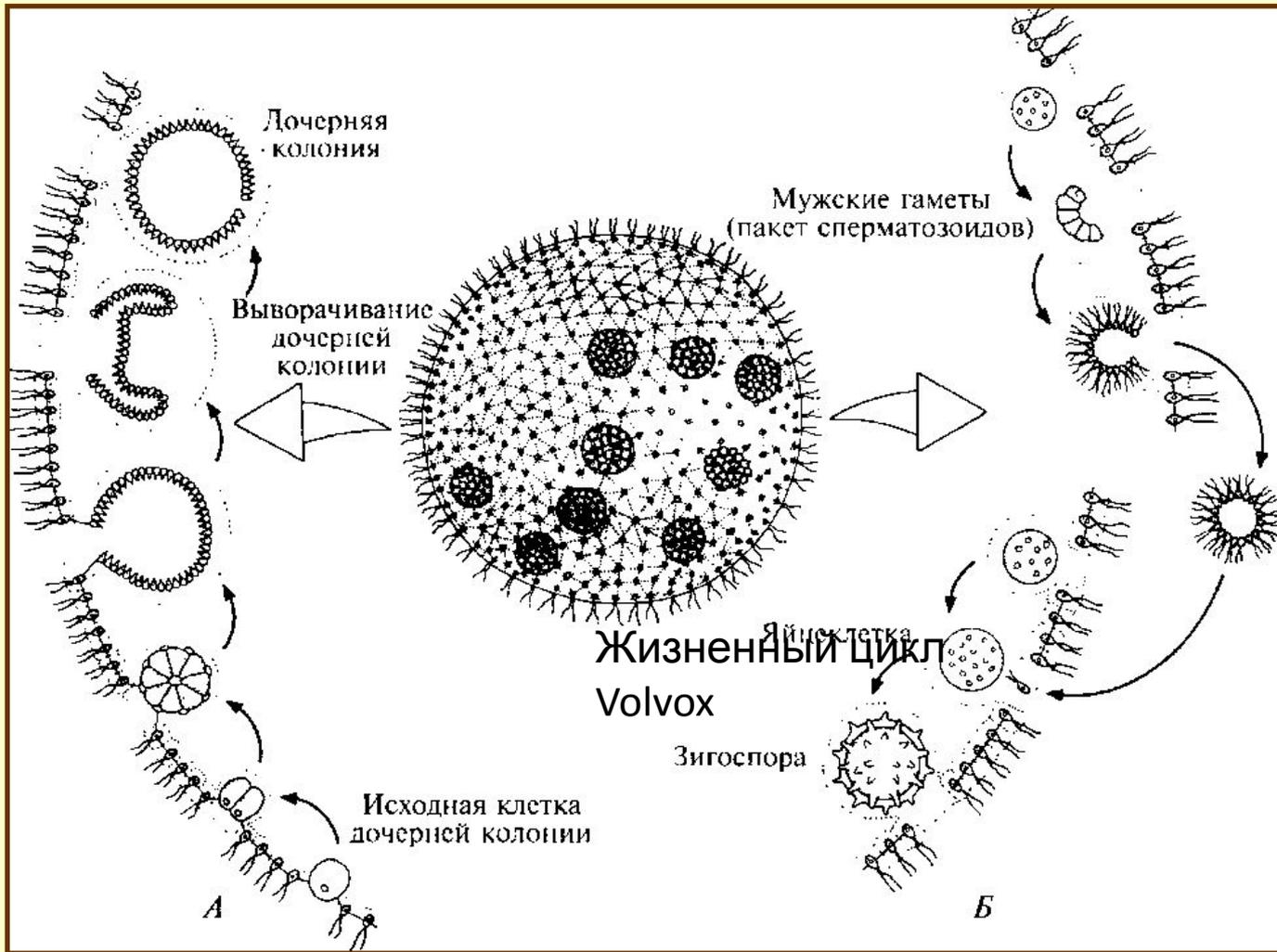
# Класс хлорофициевые, или зеленые водоросли, — Chlorophyceae

## Общая характеристика:

- Одноклеточные, колониальные (в том числе и ценобиальные) и многоклеточные представители с монадным, пальмеллоидным, коккоидным, сарциноидным, нитчатым, разнонитчатым, сифональным типами дифференциации таллома.
- Микротрубочковые корешки расположены крестообразно. Базальные тела расположены супротивно или сдвинуты по часовой стрелке, не перекрываются. Органические чешуйки на жгутиках встречаются редко.
- Митоз закрытый, полузакрытый, телофазное веретено исчезает до цитокинеза.
- Цитокинез с образованием впячивания, фикопласта. У некоторых формируется клеточная пластинка с плазмодесмами.
- Размножение вегетативное, бесполое (зооспоры, апланоспоры, автоспоры) и половое (холо-, изо-, гетеро- и оогамия).
- Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической редукцией.
- Большинство — пресноводные представители, некоторые обитают в морских, солоноватоводных и наземных условиях.

# Класс хлорофициевые, или зеленые водоросли, — Chlorophyceae

- Порядок хетопелтиевые — Chaetopeltidales
- Порядок сфероплеевые — Sphaeropleales
- Порядок хламидомонадовые (в широком смысле)  
— Chlamydomonadales
- Порядок хетофоровые — Chaetophorales
- Порядок эдогониевые — Oedogoniales



Volvox



# Отдел зеленые водоросли (Chlorophyta)

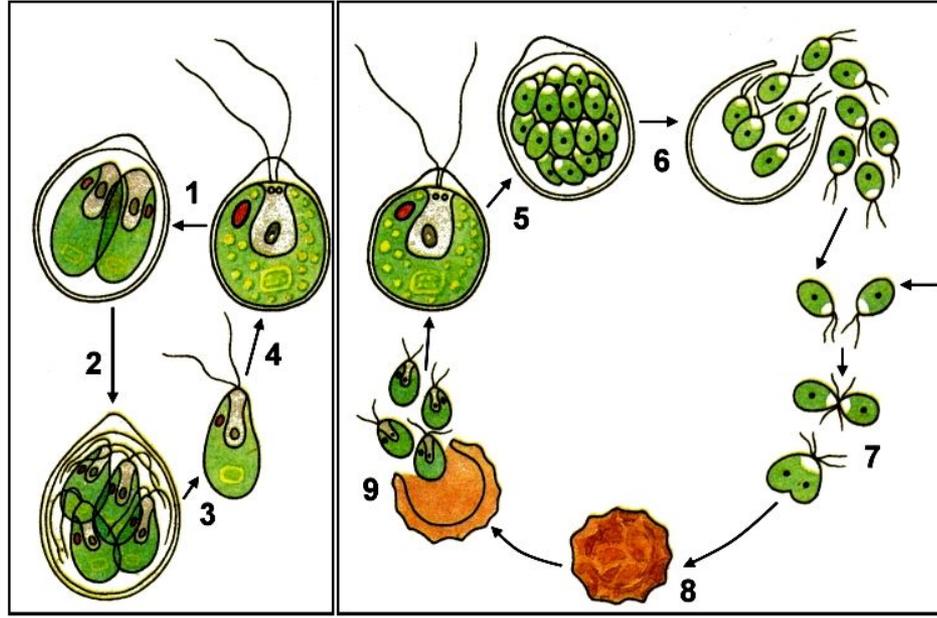
- **Зелёные водоросли** (лат. Chlorophyta) — группа низших растений. В современной систематике эта группа имеет ранг отдела, включающего одноклеточные и колониальные планктонные водоросли, одноклеточные и многоклеточные формы бентосных водорослей. Здесь встречаются все морфологические типы слоевища, кроме ризоподиальных одноклеточных и крупных многоклеточных форм со сложным строением. Многие нитчатые зелёные водоросли крепятся к субстрату только на ранних стадиях развития, затем они становятся свободноживущими, формируя маты или шары.
- Самый обширный на данное время отдел водорослей. По приблизительным подсчётам сюда входит от 13 000 до 20 000 видов. Все они отличаются в первую очередь чисто-зелёным цветом своих слоевищ, сходным с окраской высших растений и вызванным преобладанием хлорофилла над другими пигментами.
- Хлоропласт зеленый, имеется хлорофилл “а” и “б”. Подобный набор хлорофиллов имеют эвгленовые и высшие растения.
- Зеленые водоросли имеют целый набор добавочных пигментов, включая ксантофиллы - лютеин, зеаксантин, виолаксантин, антераксантин и неоксантин и другие, но добавочные пигменты не маскируют хлорофилл. Наиболее важным запасным полисахаридом является крахмал, который встречается в виде гранул вокруг пиреноида или разбросан в строме хлоропласта.
- Зелёные водоросли имеют все типы жизненных циклов и все типы полового размножения
- Считается что древние высшие растения произошли от зелёных водорослей.

## Хламидомонада

Одноклеточная водоросль, обитающая преимущественно в мелких водоемах, загрязненных органическими веществами (миксотроф). Основным запасным веществом, накапливающимся в хлоропластах, является крахмал.



Пиреноид — особое включение (дифференцированная область) внутри хроматофора. Функционально представляет собой место запасания фермента рибулозобисфосфаткарбоксилаза (рубиско) и/или центр синтеза сахаров при помощи этого фермента. Вокруг пиреноида у зелёных водорослей откладываются запасные продукты (крахмал).

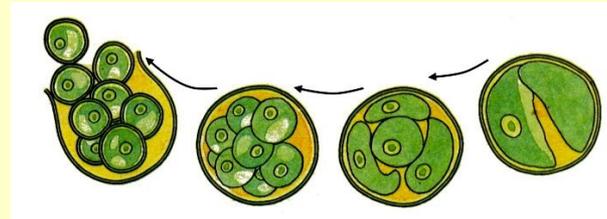


В жизненном цикле преобладает гаплоидная фаза.

**Бесполое размножение** – с помощью зооспор.

**Половое у большинства видов протекает по типу изогамии.** Зигоспора впадает в период покоя, при наступлении благоприятных условий – мейоз, и образуются четыре гаплоидные клетки, каждая из которых становится новой хламидомонадой.

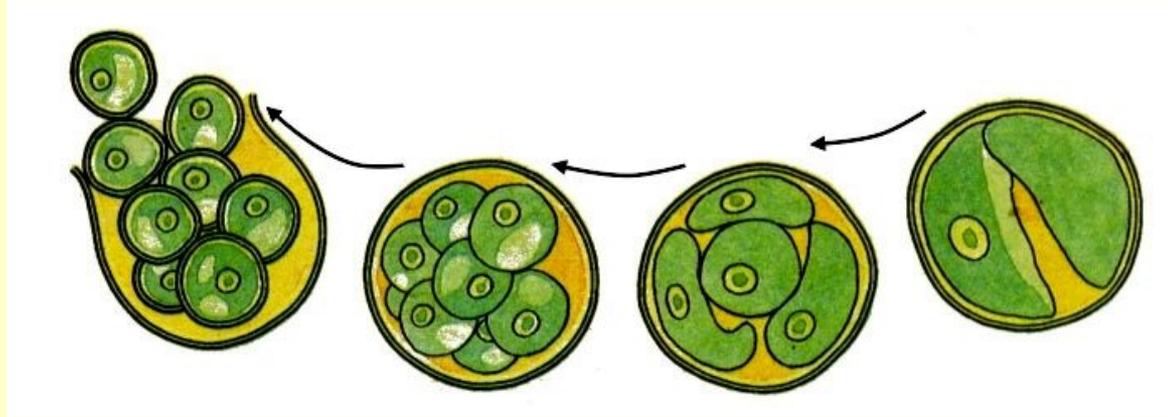
## Отдел зеленые водоросли



### 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. 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 дочерних клеток. После разрыва материнской оболочки клетки выходят наружу, увеличиваются в размерах и делятся вновь.

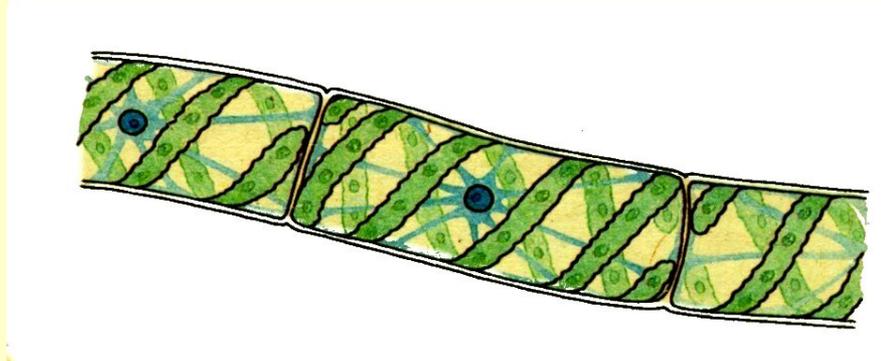
## Отдел зеленые водоросли



### Хлорелла

Ее клетки содержат большое количество питательных веществ — 50 полноценных белков, жирные масла, углеводы, витамины В, С и К и даже антибиотики. Она размножается так интенсивно, что за сутки происходит тысячекратное увеличение числа ее клеток.

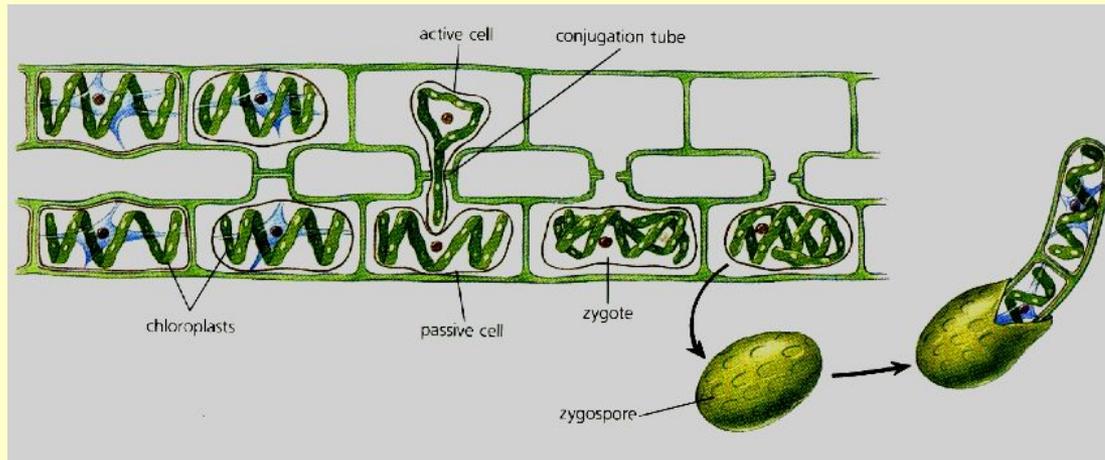
Японцы научились перерабатывать хлореллу в белый порошок, богатый белками и витаминами. Его можно добавлять в муку для выпечки хлебобулочных изделий. Кроме того, хлорелла используется как источник дешевых кормов для скота и при биологической очистке сточных вод.



### Спирогира.

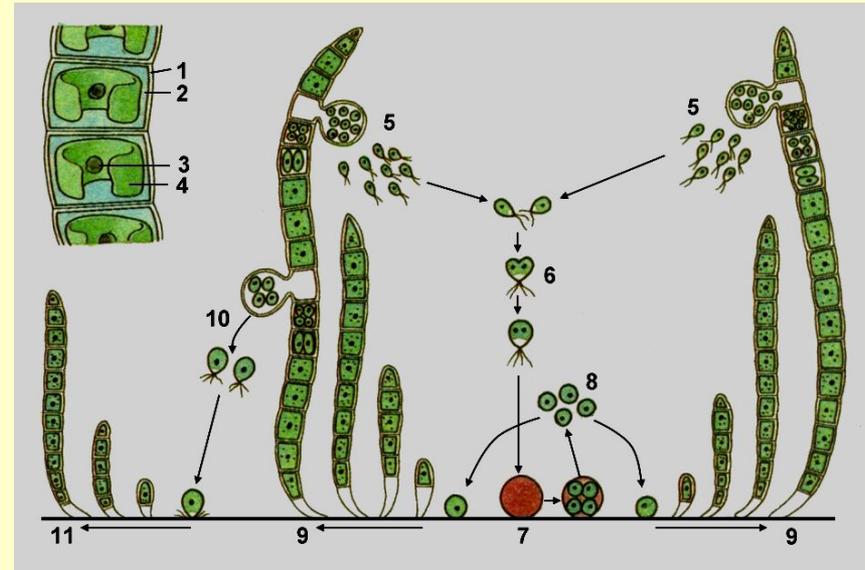
Нитчатые водоросли до 8-10 см. Скопления нитей спирогиры образуют тину. Нити неветвящиеся, образованные одним рядом цилиндрических клеток. У разных видов спирогиры количество хроматофоров колеблется от 1 до 16. В хроматофорах в большом количестве располагаются крупные бесцветные пиреноиды. Снаружи водоросль окружена слизистым чехлом.

Размножается спирогира бесполом и половым способом. Бесполое размножение осуществляется частями нитей при их случайном разрыве.



Половой процесс осуществляется путем **конъюгации**. Конъюгация может быть **лестничной** и **боковой**. При лестничной конъюгации конъюгируют клетки двух нитей, расположенных параллельно друг другу. При боковой конъюгации оплодотворение происходит в пределах одной нити. При этом наблюдается слияние протопластов двух рядом расположенных клеток. Весной зигота редукционно делится и образует четыре гаплоидных ядра. Три ядра дегенерируют, а четвертое разрывает клеточную стенку, делится митотически и дает начало новой гаплоидной нити.

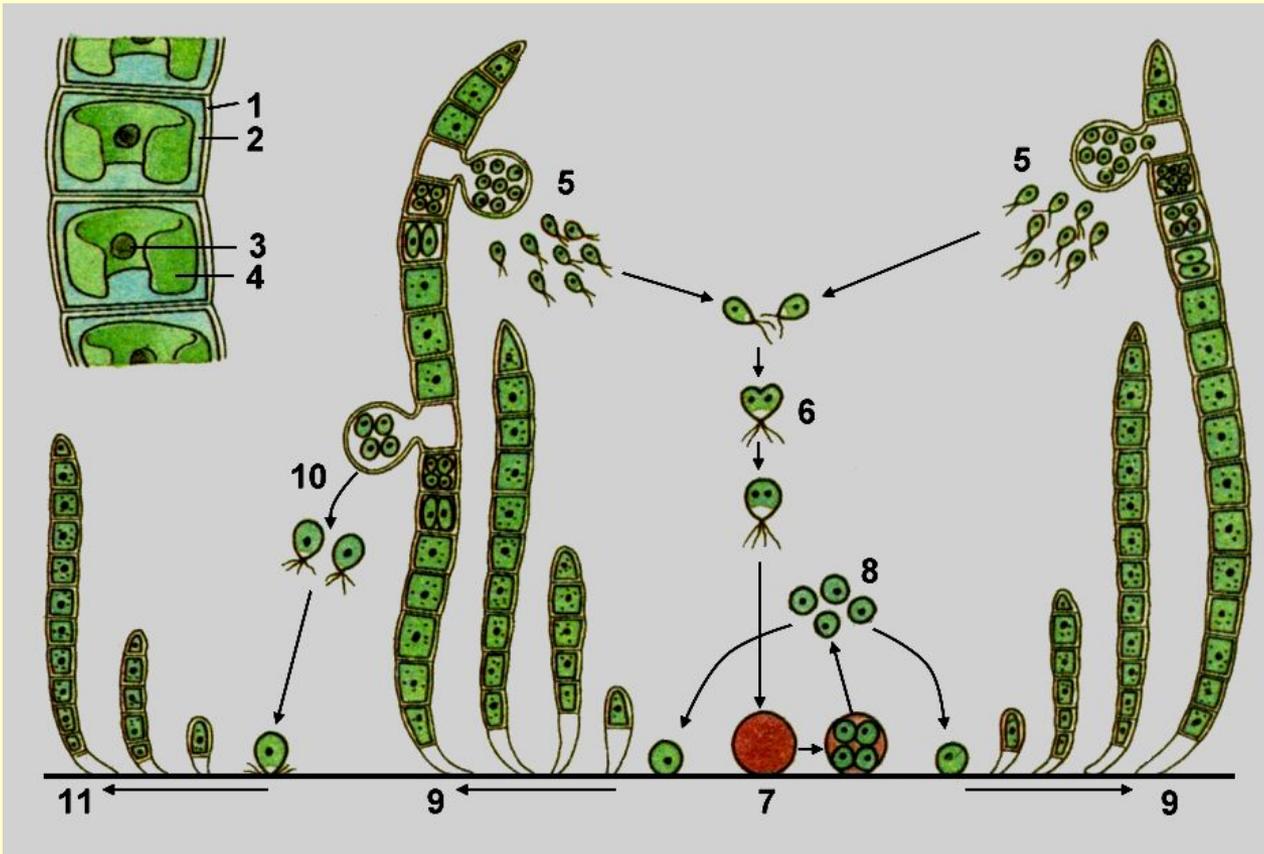
## Улотрикс



Произрастает в быстротекущих реках, ведет прикрепленный образ жизни. Однорядные неветвящиеся нити улотрикса, прикрепляясь к подводным предметам — камням, сваям, корягам и т.д., образуют зеленые дерновинки. Клетка не имеет жгутиков, содержит одно ядро, хроматофор в форме пояска и вакуоль.

При благоприятных условиях улотрикс размножается зооспорами, имеющими по четыре жгутика. Они образуются в четном количестве (2, 4, 8 и более). Зооспоры бывают разных размеров — крупные и мелкие. Способность к активному перемещению зооспор способствует расселению улотрикса. Размножение бесполое (зооспорами) и половое (изогаметами).

## Улотрикс



Половой процесс происходит по типу **изогамии**. Отдельные клетки нити превращаются в гаметангии, в которых образуются двужгутиковые гаметы. При слиянии гамет образуется четырехжгутиковая зигота. Затем она отбрасывает жгутики и переходит в состояние покоя. В дальнейшем зигота редукционно делится, давая начало четырем клеткам, каждая из которых образует новую нить.