

Низшие растения

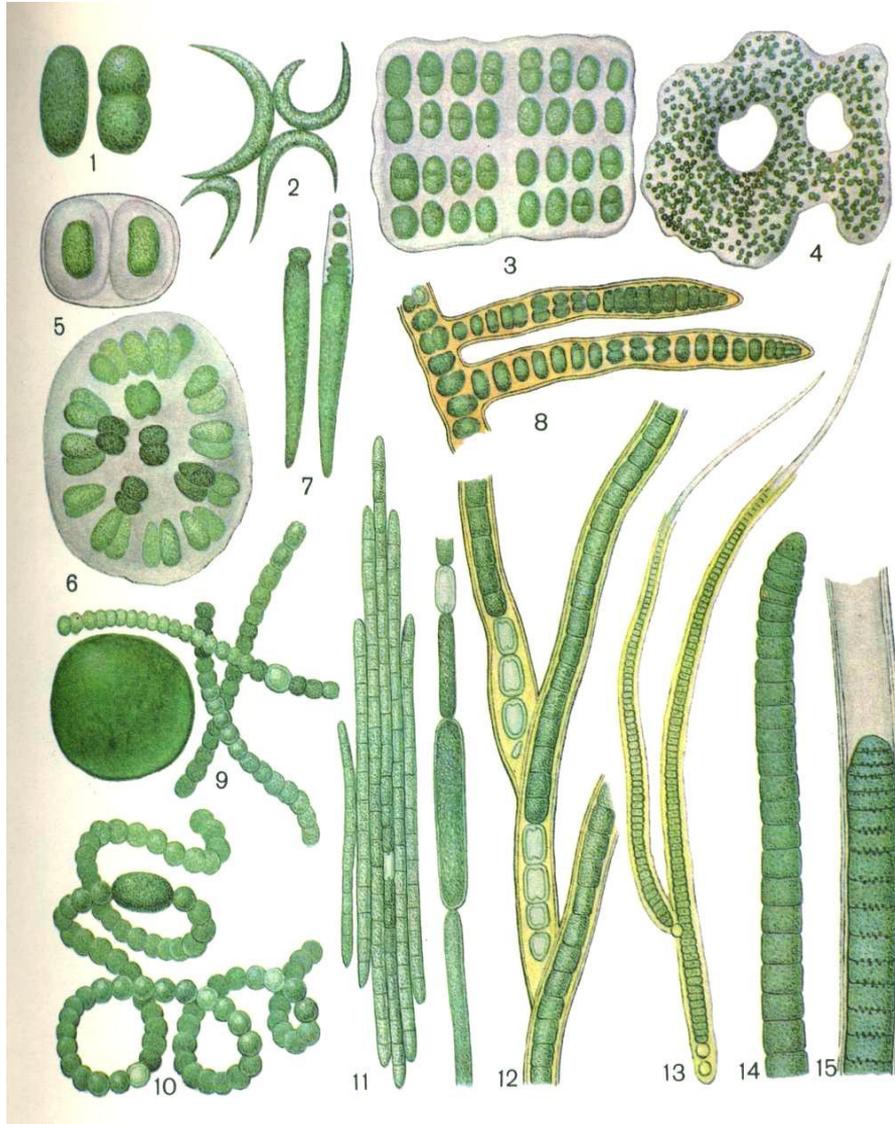
# Водоросли



# Классификация бактерий

- Бактерии делят на такие крупные группы, как **цианобактерии** и **эубактерии**, хотя есть еще много других групп, ряд классификаций с учетом их фено- или геносистематики
- **Архебактерии** (археи) были выделены позже в отдельное царство

# Цианобактерии



Цианобактерии, или сине-зеленые водоросли имеют особые пигменты – **фикоцианин и фикоэритрин**

Могут быть одноклеточными и нитчатыми, в том числе колониальными

Автотрофы, имеют хлорофилл а и около 30 внутриклеточных пигментов.

Они способны жить в термальных источниках (+ 60), на льдах, при отсутствии влаги, в грязной воде

Могут вырабатывать слизь для самозащиты от высыхания

- **Морские и пресноводные, почвенные виды, участники симбиозов (например, в лишайнике).**
- **Составляют значительную долю океанического фитопланктона. Способны к формированию толстых бактериальных матов.**
- **Уникальное экологическое положение обусловлено наличием двух трудносочетаемых способностей: к фотосинтетической продукции кислорода и фиксации атмосферного азота (у 2/3 изученных видов).**



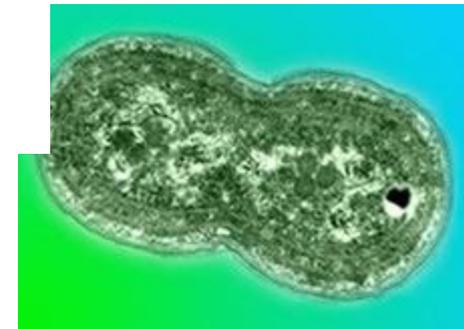
**Некоторые азотфиксирующие цианобактерии способны к дифференцировке — формированию специализированных клеток: гетероцист и гормогониев. Гетероцисты выполняют функцию азотфиксации, в то время как другие клетки осуществляют фотосинтез.**

**Главные участники цветения воды, которое вызывает массовые заморы рыбы и отравления животных и людей.**



Колония цианобактерий

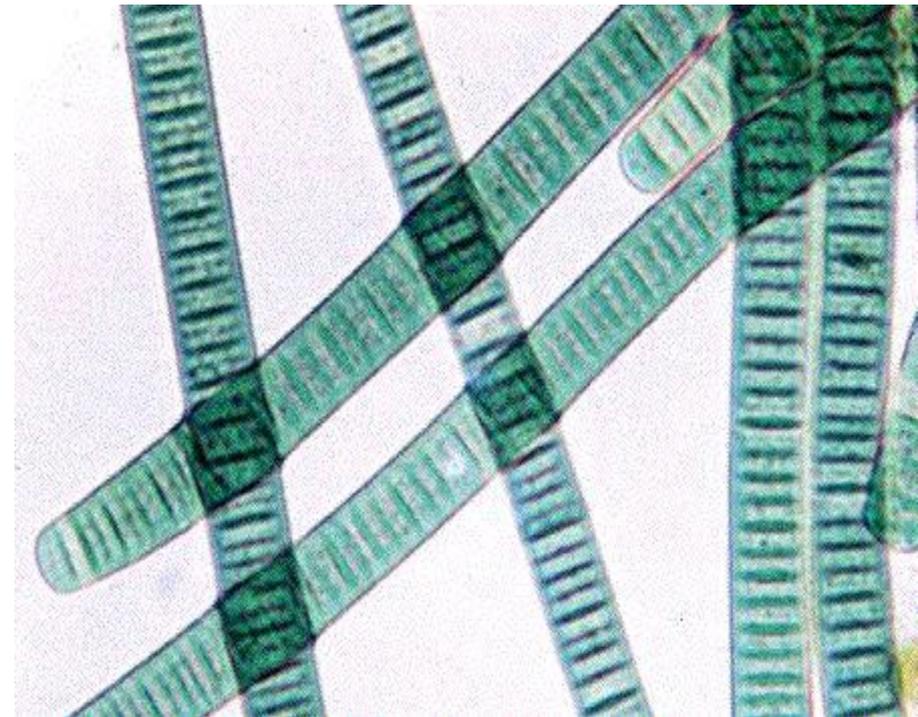
**Цианобактерии — изобретатели оксигенного фотосинтеза и создатели кислородной атмосферы Земли — оказались еще более универсальными «биохимическими фабриками», чем ранее считалось. Выяснилось, что они могут совмещать в одной и той же клетке фотосинтез и фиксацию атмосферного азота — процессы, ранее считавшиеся несовместимыми**



# Классификация цианобактерий

- Цианобактерии распределены по морфологии на 5 порядков:
- **Хроококковые (Chroococcales)** и плеврокапсовые (Pleurocapsales) объединяют одиночные или колониальные сравнительно простые формы
- в порядке **осцилляториевые (Oscillatoriales)**, ностоковые (**Nostocales**), стигонемовые (Stigonematales) входят нитчатые формы, при этом:
- Порядок Oscillatoriales включает в себя нитчатые безгетероцистные виды. Нитчатые формы, имеющие гетероцисты, делятся на виды с настоящим ветвлением Stigonematales, неветвящиеся и виды с ложным ветвлением Nostocales.

## Осциллятория

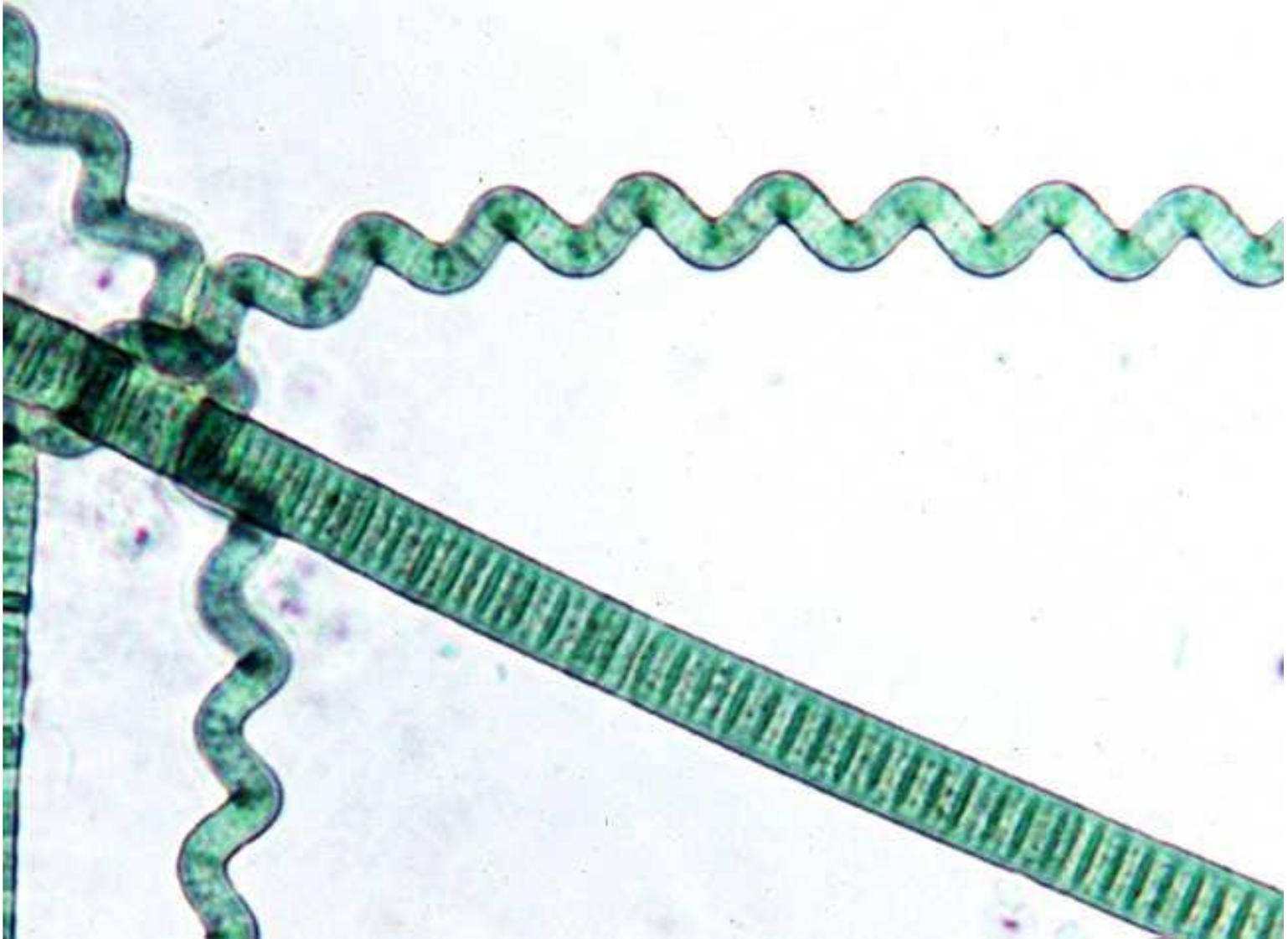


# Анабена



**Некоторые  
виды токсичны  
(*Microcystis*) и  
условно-  
патогенны  
(например,  
*Anabaena*).**

# Spirulina





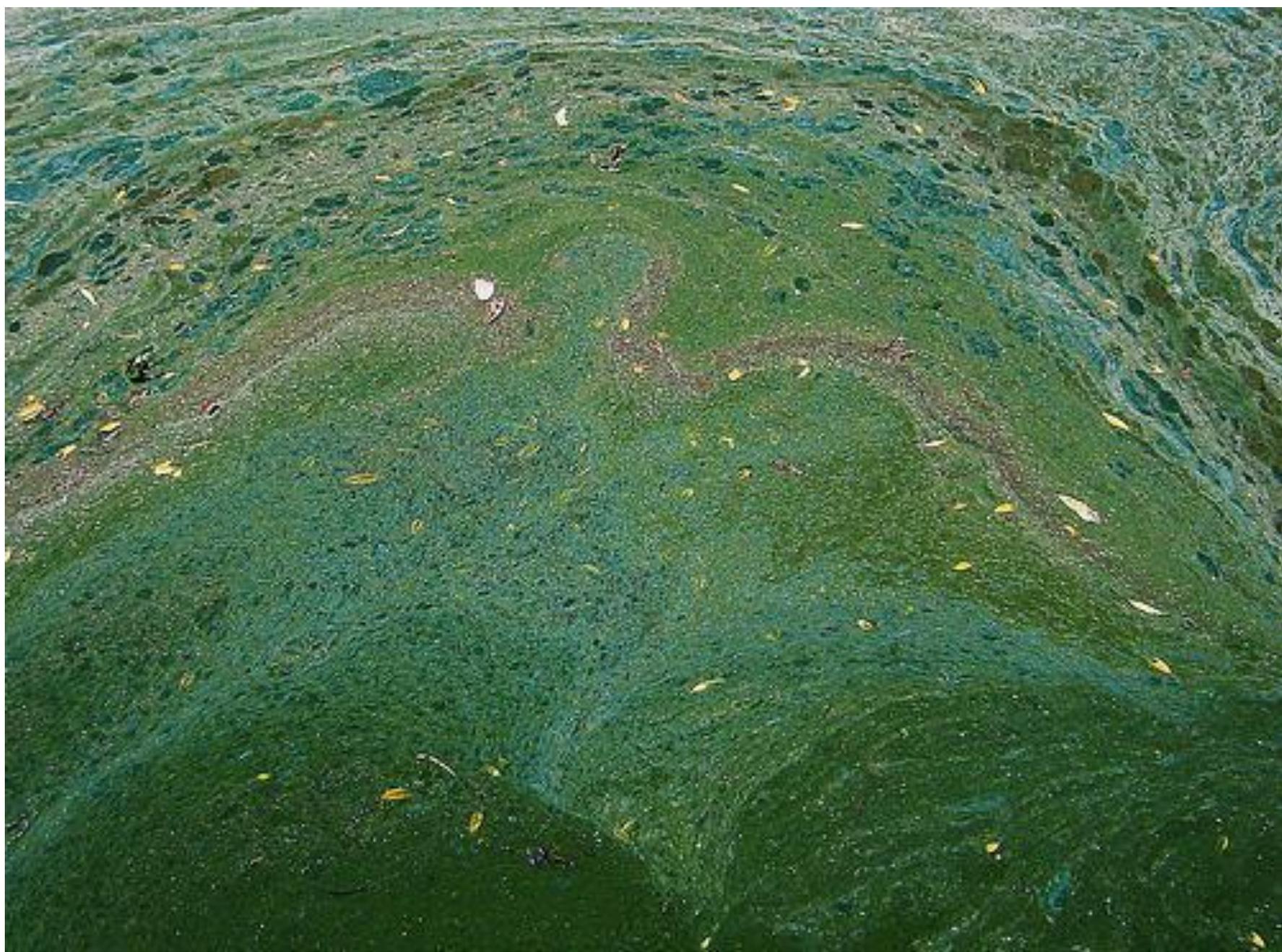
**Цветение  
пруда**



**Бактериальный  
мат**



**Цианобактерии  
горячих источников**



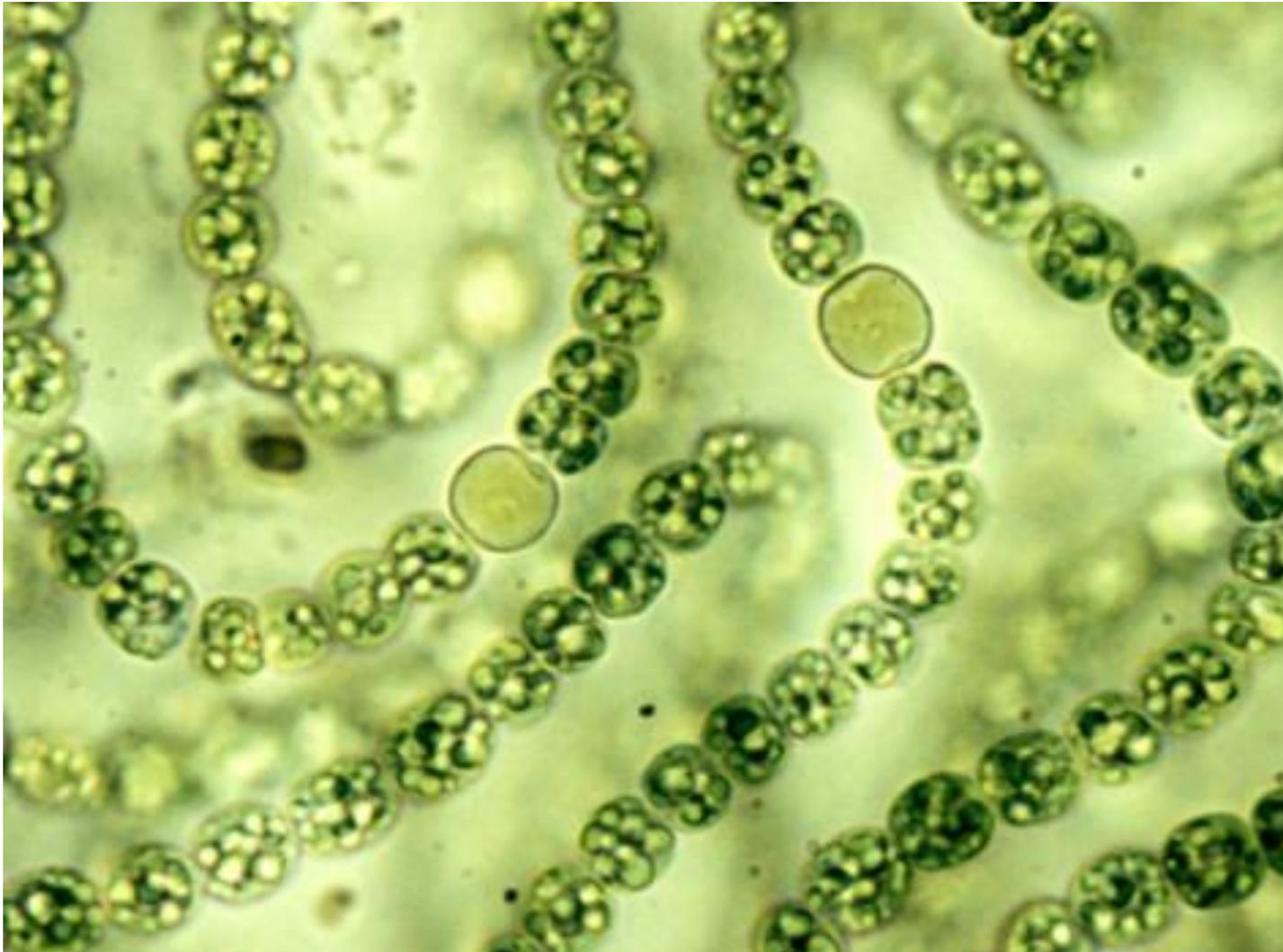
# Rivularia



# Nostoc



# Гетероцисты у Nostoc



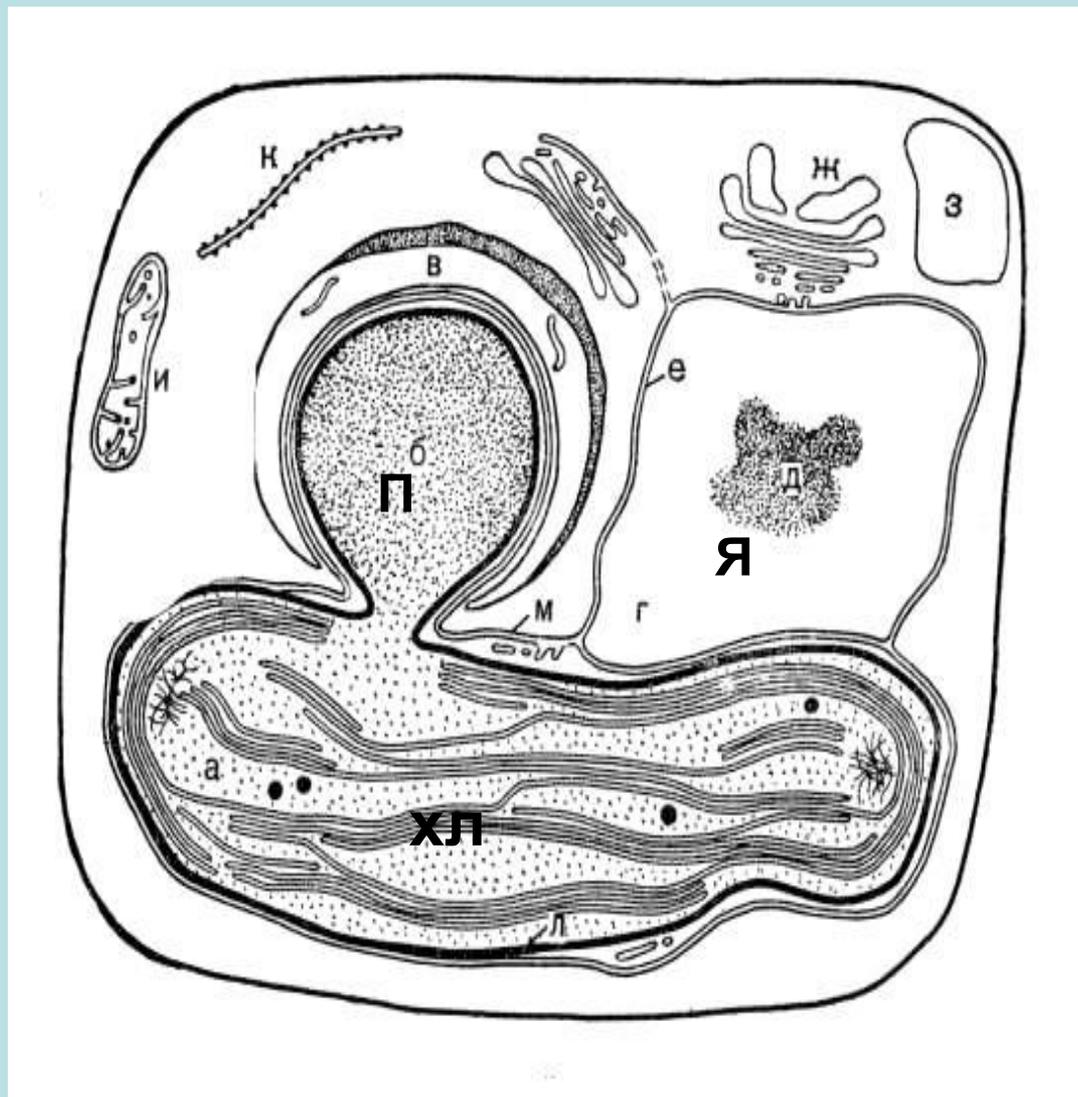
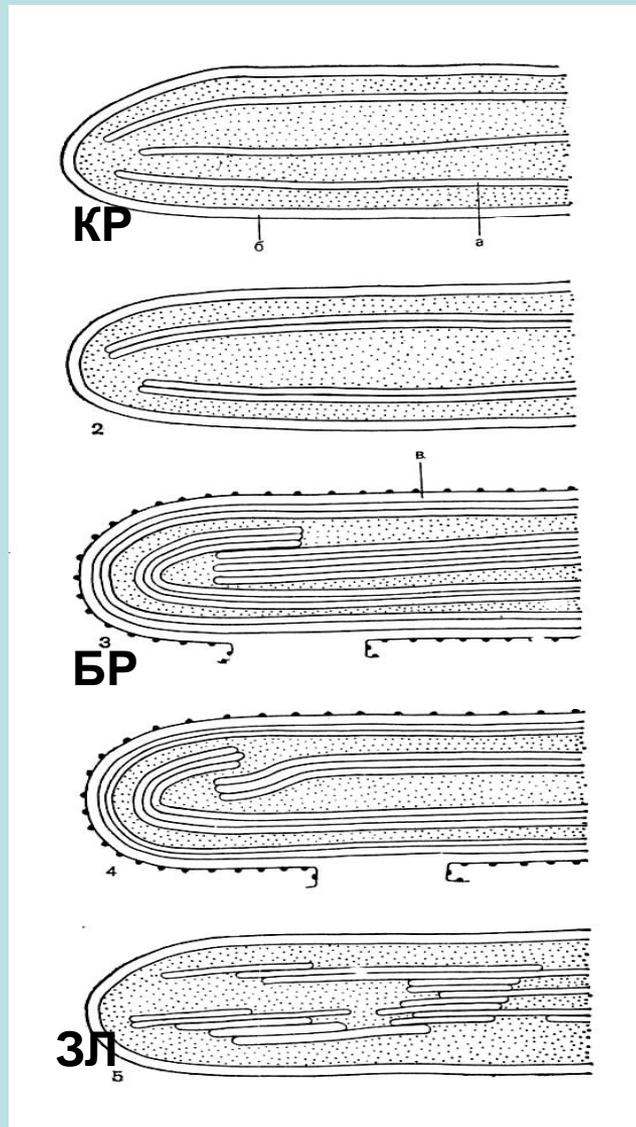
# Цианобактерии и растительная клетка !!! – неожиданная теория

- Цианобактерии научились использовать вместо сероводорода обычную воду, что обеспечило им широкое распространение и огромную биомассу. Побочным результатом их деятельности стало насыщение атмосферы кислородом.
- Некоторые ученые считают, что «без цианобактерий не было бы и растений, ведь **растительная клетка — результат симбиоза нефотосинтезирующего одноклеточного организма с цианобактериями**»
- Все растения осуществляют фотосинтез при помощи особых органелл — **пластид**, которые по мнению этих ученых - не что иное, как симбиотические цианобактерии. И не ясно еще, кто главный в этом симбиозе. Некоторые биологи говорят, пользуясь метафорическим языком, что растения — всего лишь удобные «домики» для проживания цианобактерий

# Особенности строения клетки эукариотических водорослей

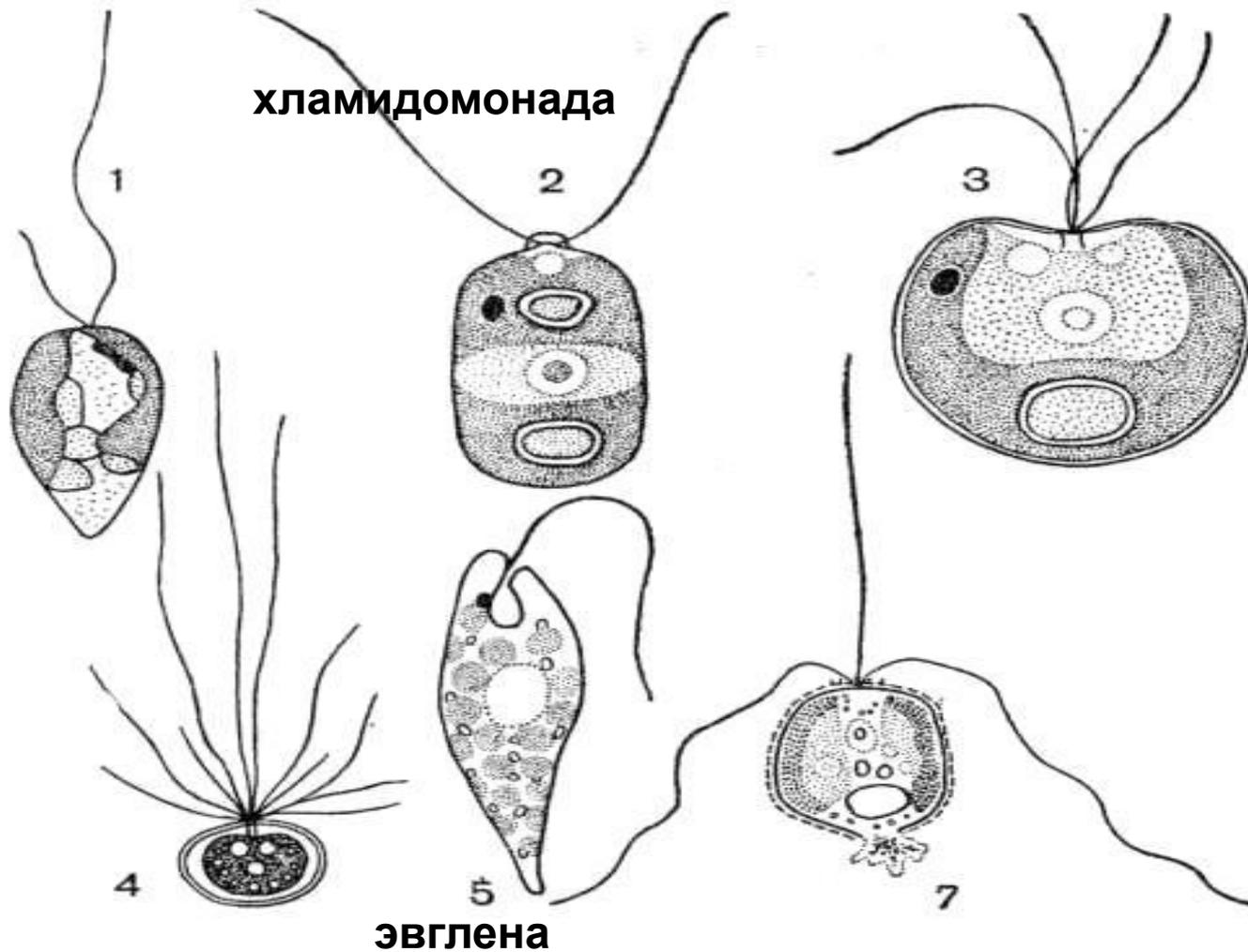
- Клетки водорослей имеют ядро с ядрышком, митохондрии, другие обычные для эукариот органоиды, а также: **пульсирующую вакуоль, красный глазок (стигму), хлоропласт с ламеллами, пиреноид (место отложения крахмала в хлоропласте), 1 или несколько жгутиков**

# Хлоропласты и хроматофор с пиреноидом

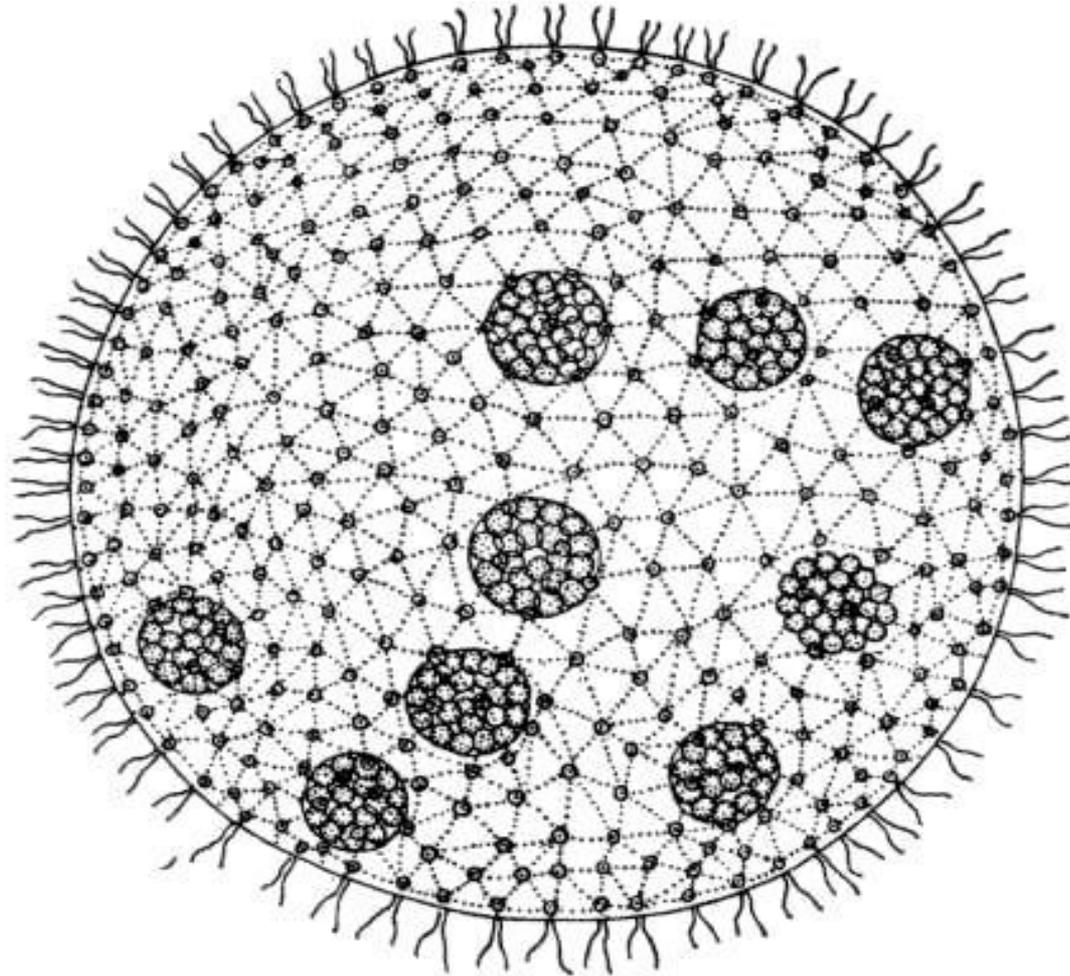


# Уровни организаци

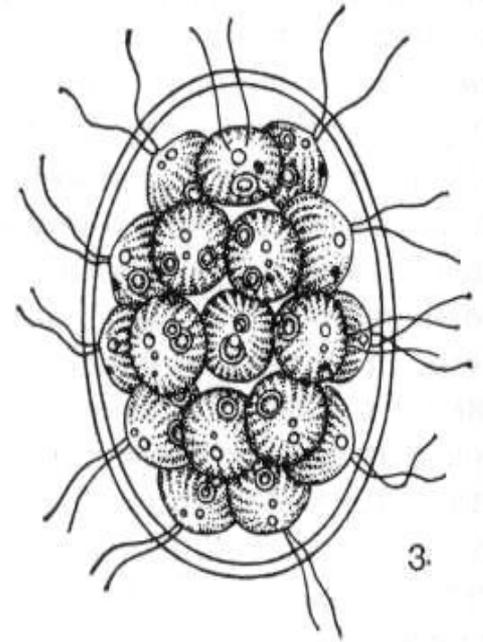
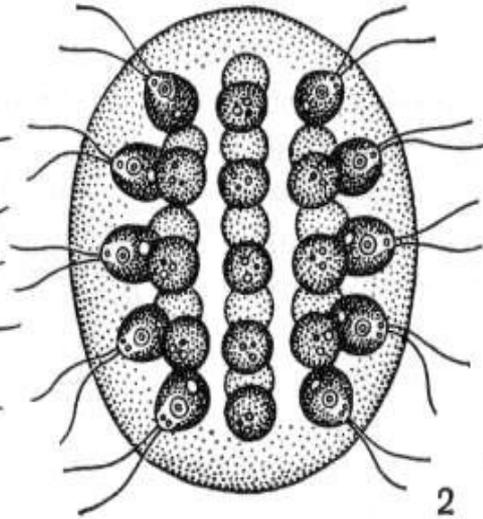
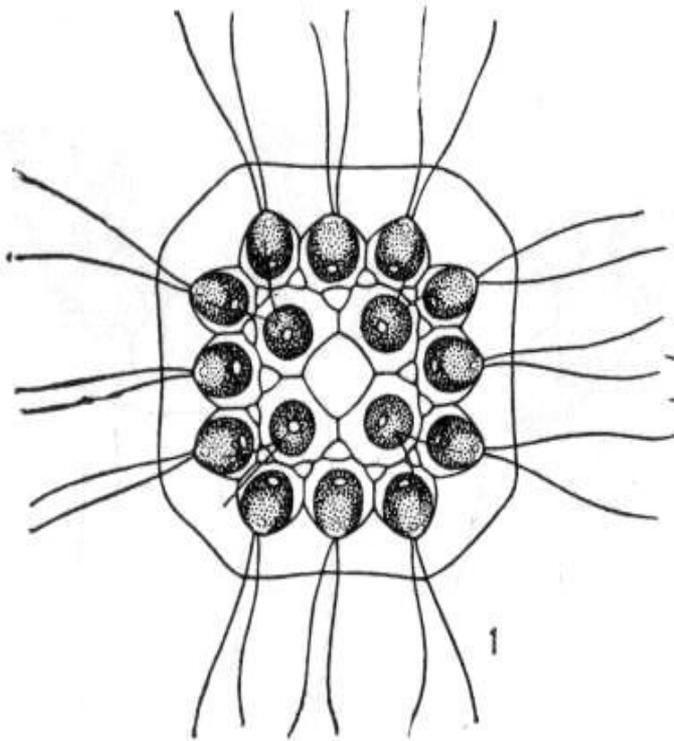
# Жгутиковые одноклеточные водоросли



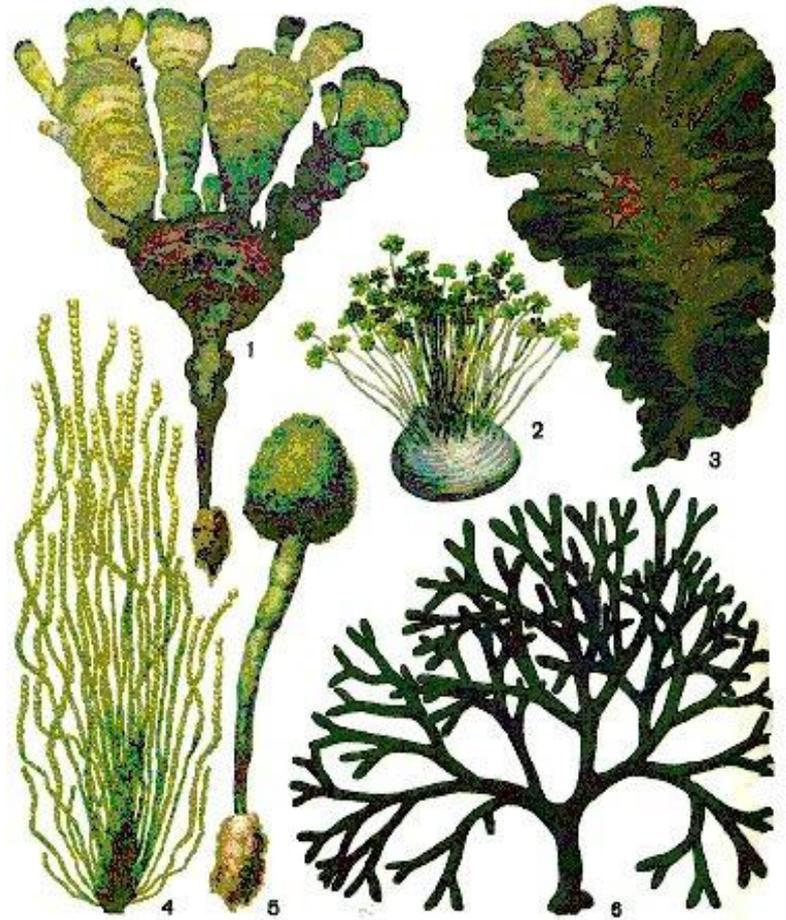
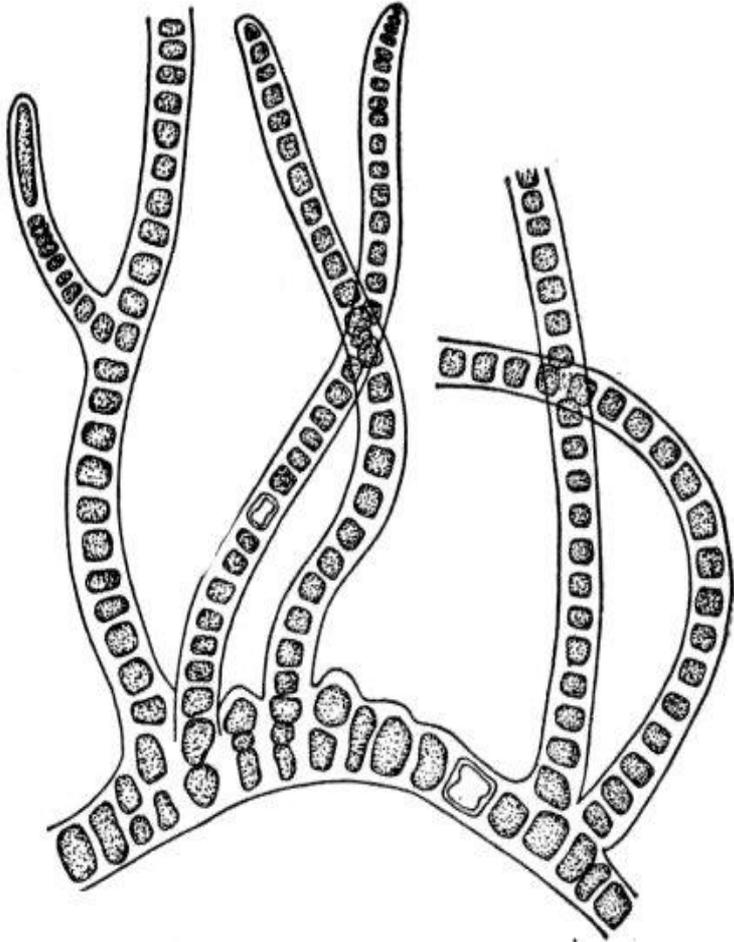
# Ценобиальные: Вольвокс



# Ценобиальные водоросли

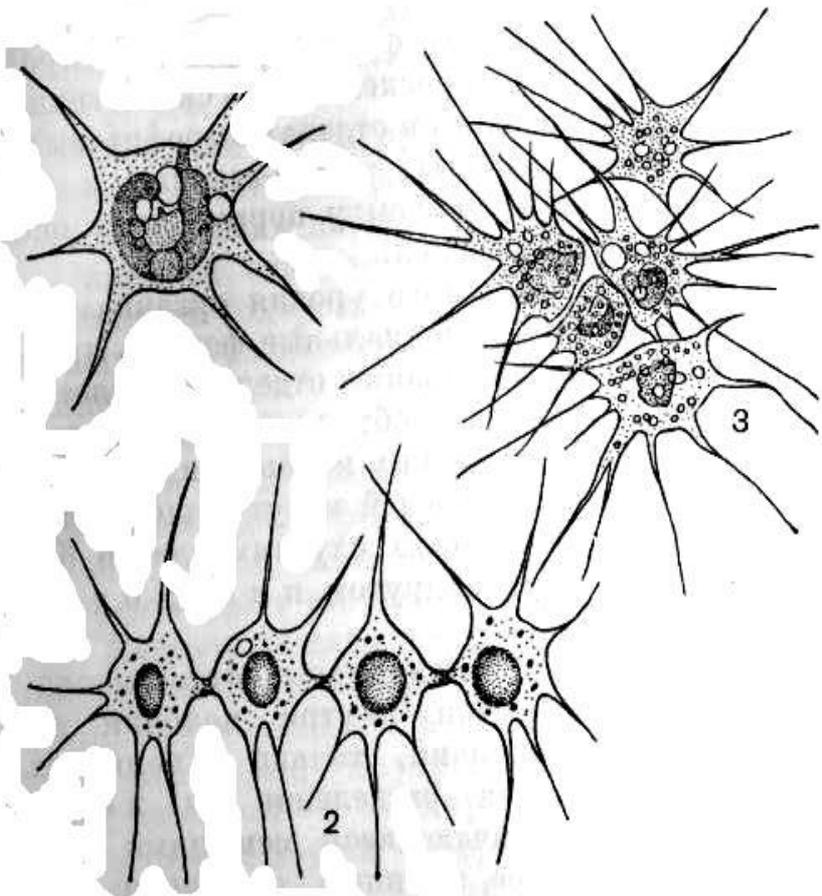


# Многоклеточные

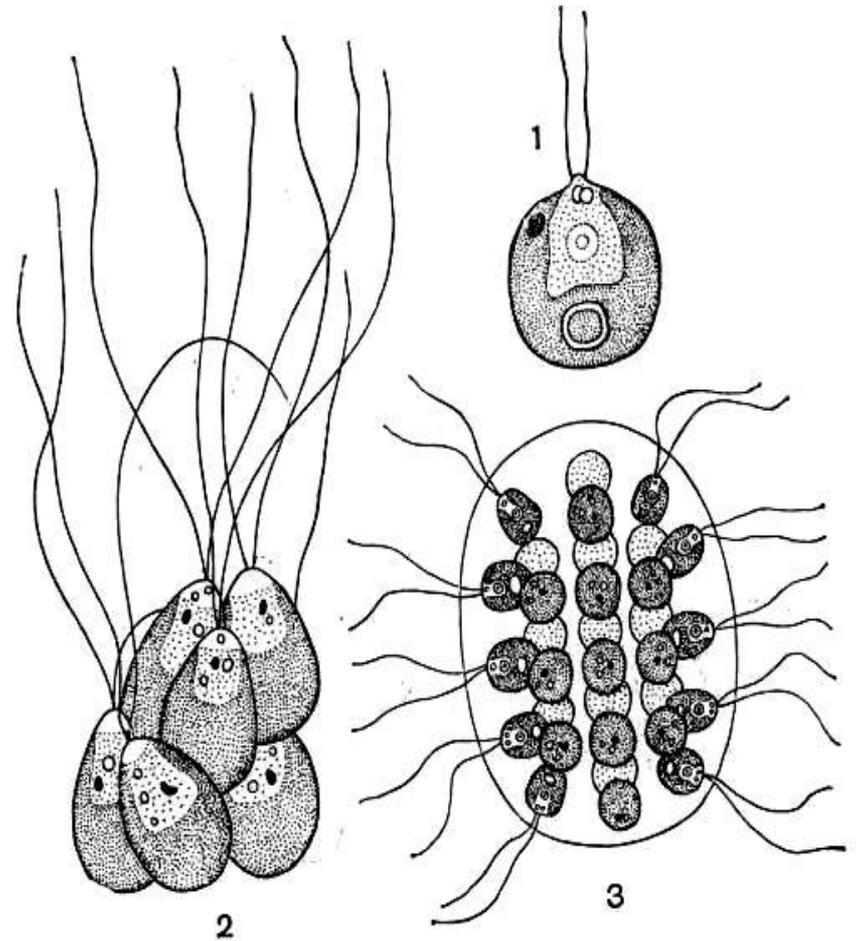


# **Типы структур у водорослей**

# Амебоидная и монадная структура

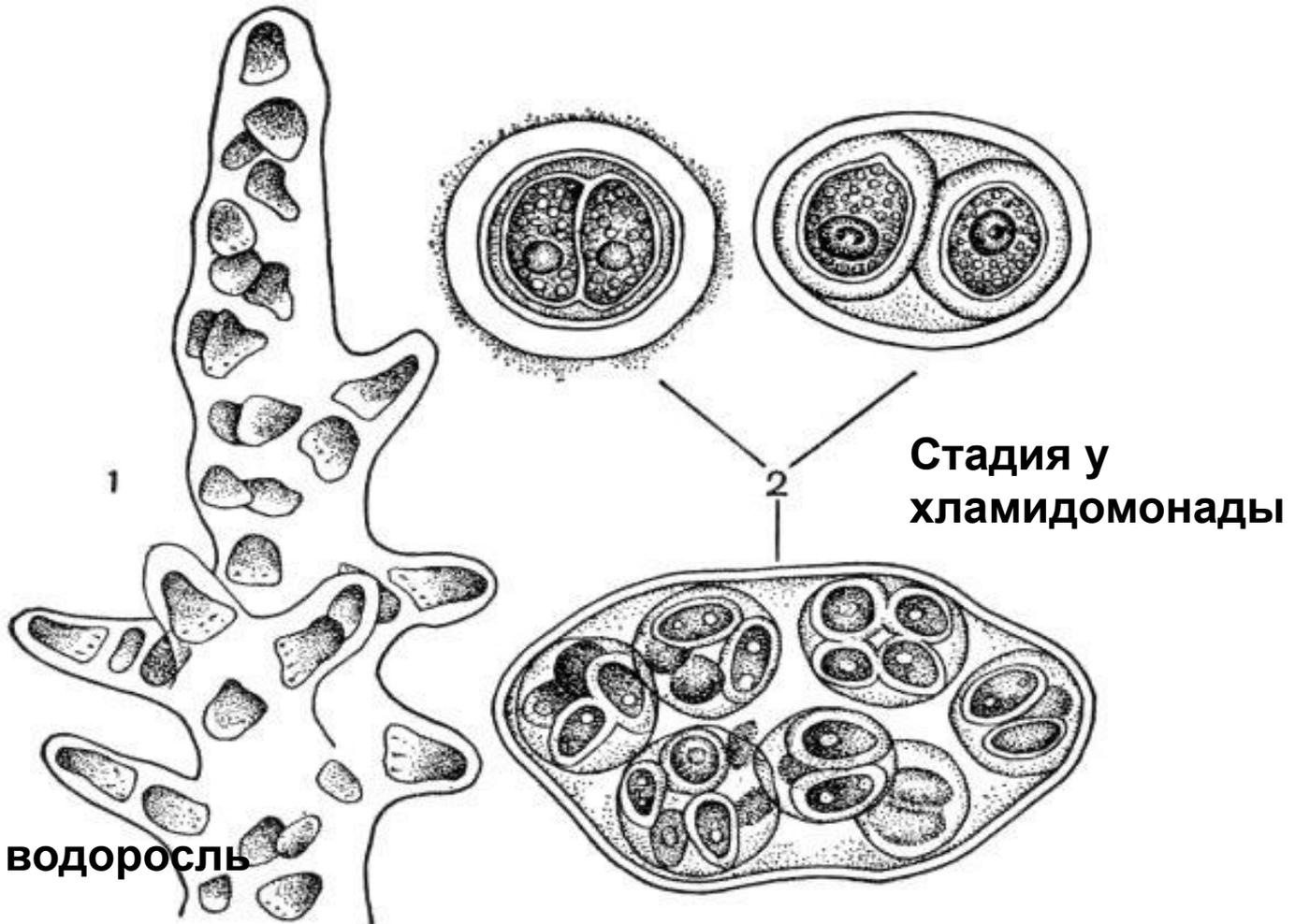


Ризоподии золотистых

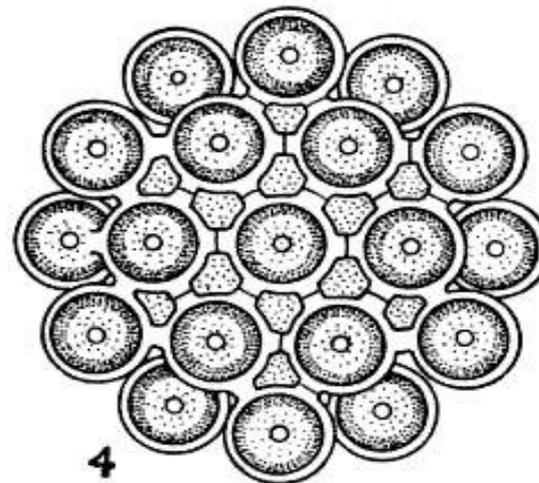
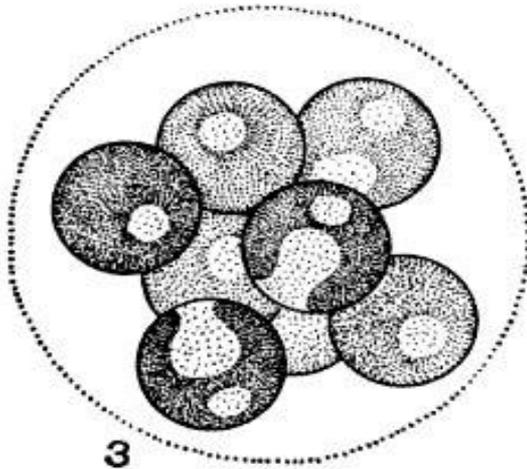
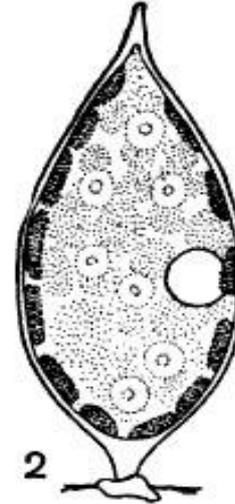
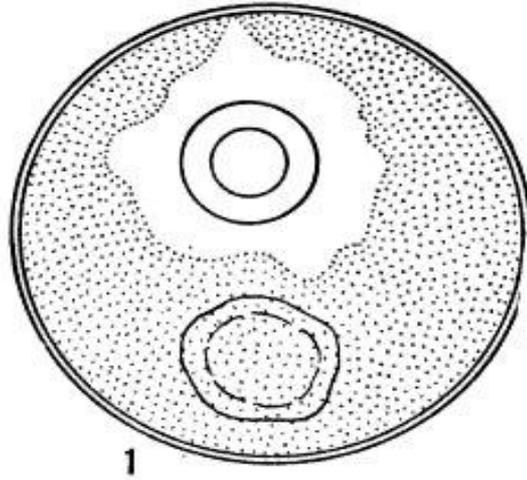


Зеленые

# Пальмеллоидная структура

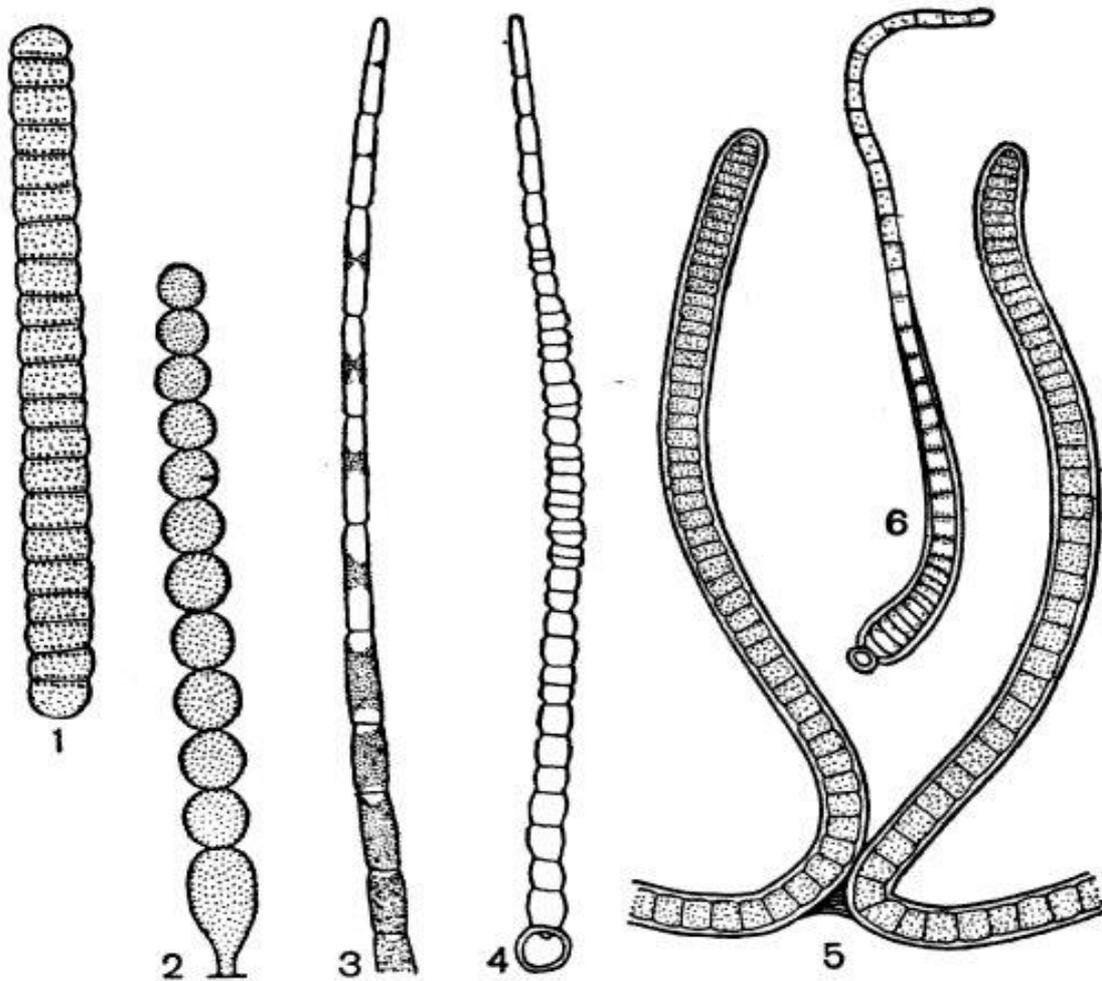


# Коккоидная структура



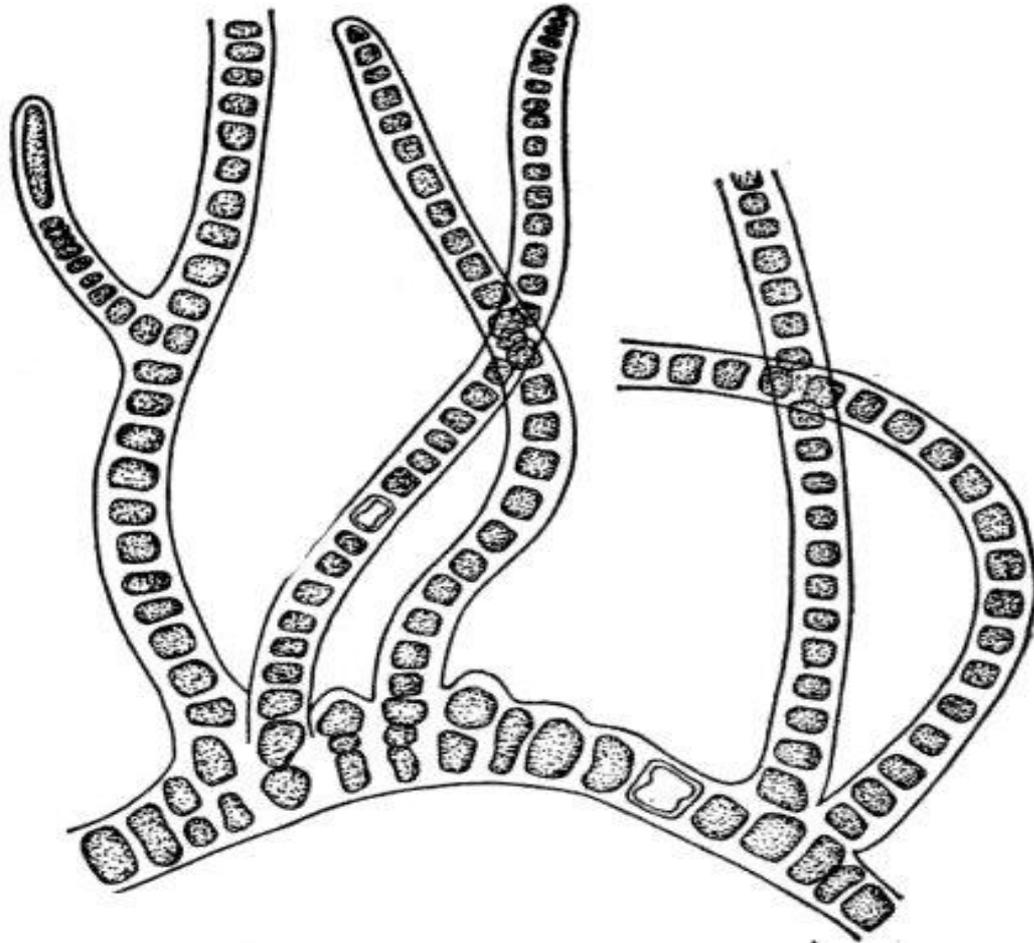
Во многих отделах у одноклеточных и как единственная – у диатомей

# Нитчатая структура



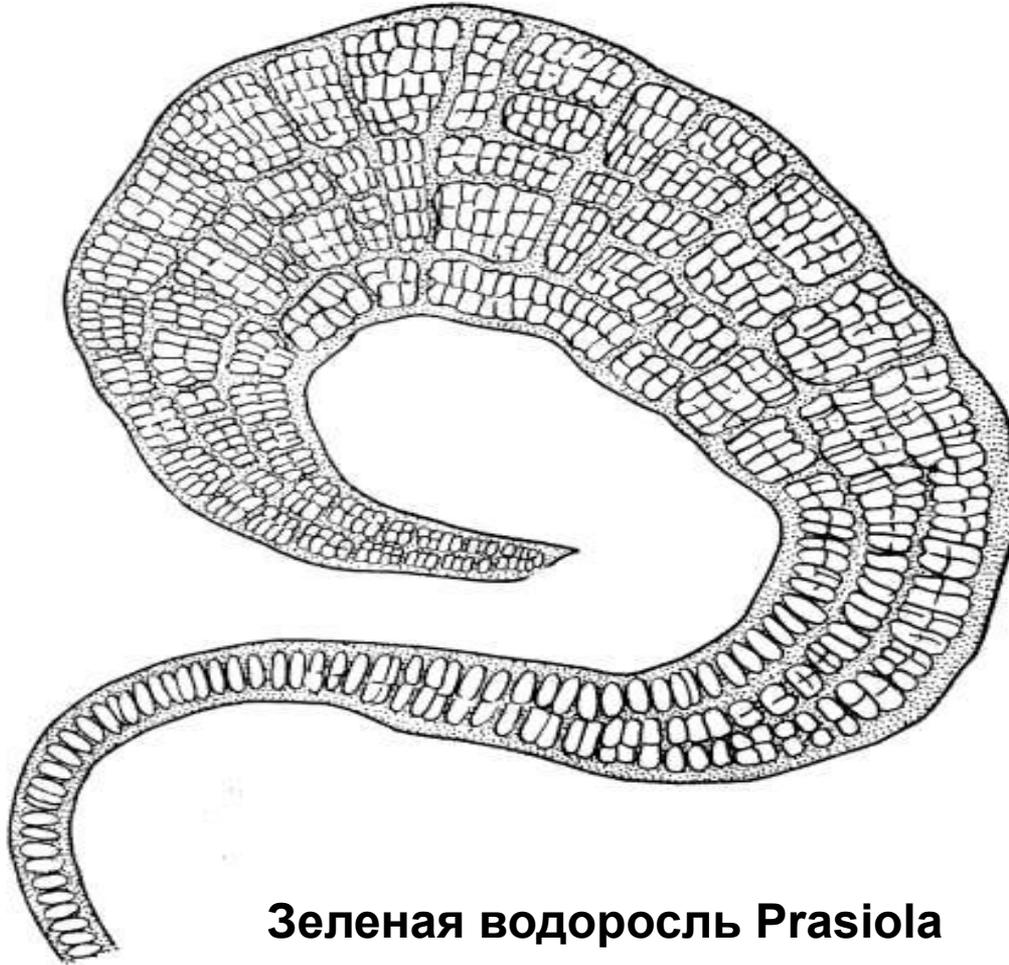
Сине-зеленые водоросли

# Разнонитчатая (гетеротрихальная) структура



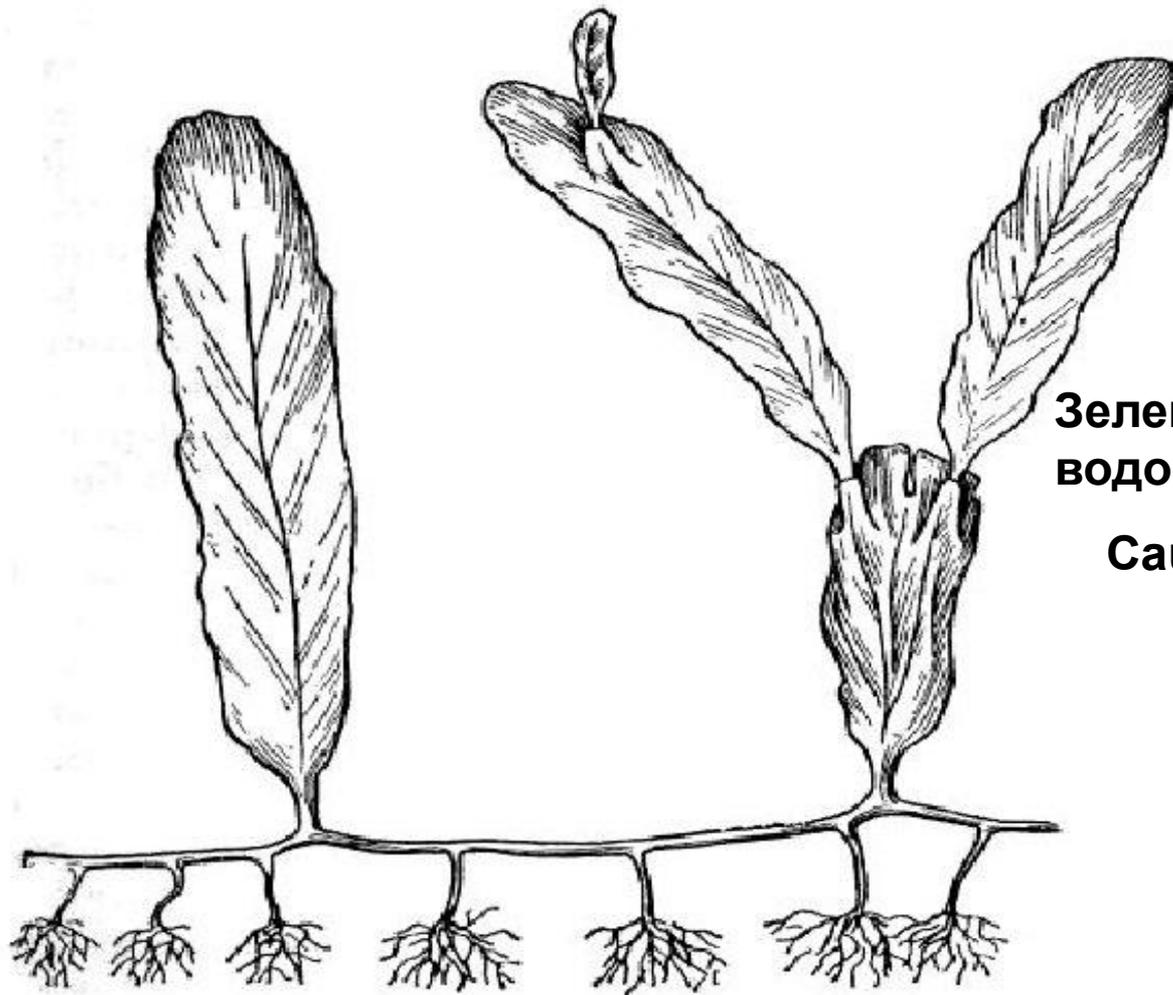
Сине-зеленые, зеленые и др.

# Многоклеточная пластинчатая



Зеленая водоросль *Prasiola*

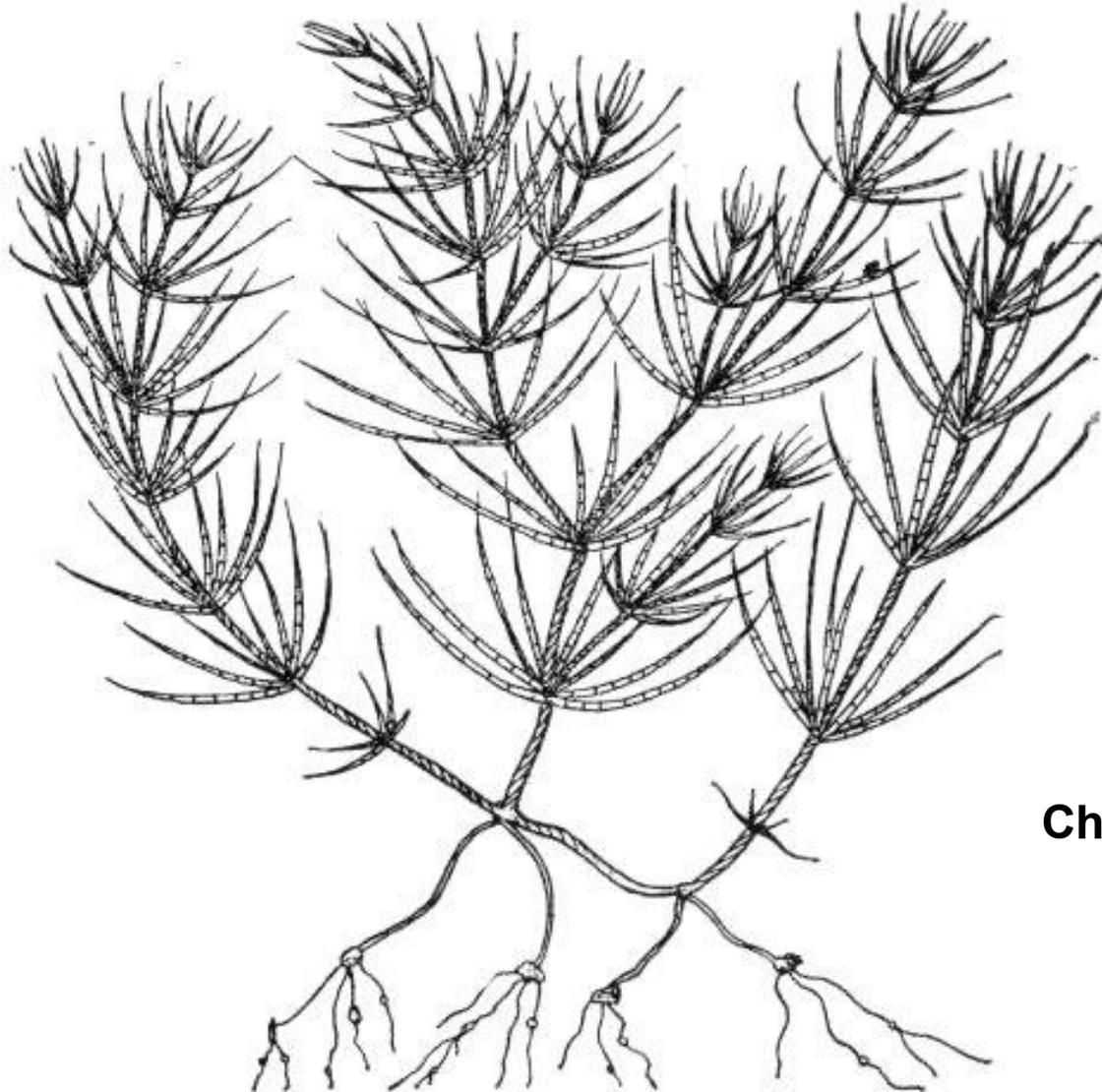
# Сифональная структура



Зеленая морская  
водоросль

*Caulerpa*

# Харофитная структура



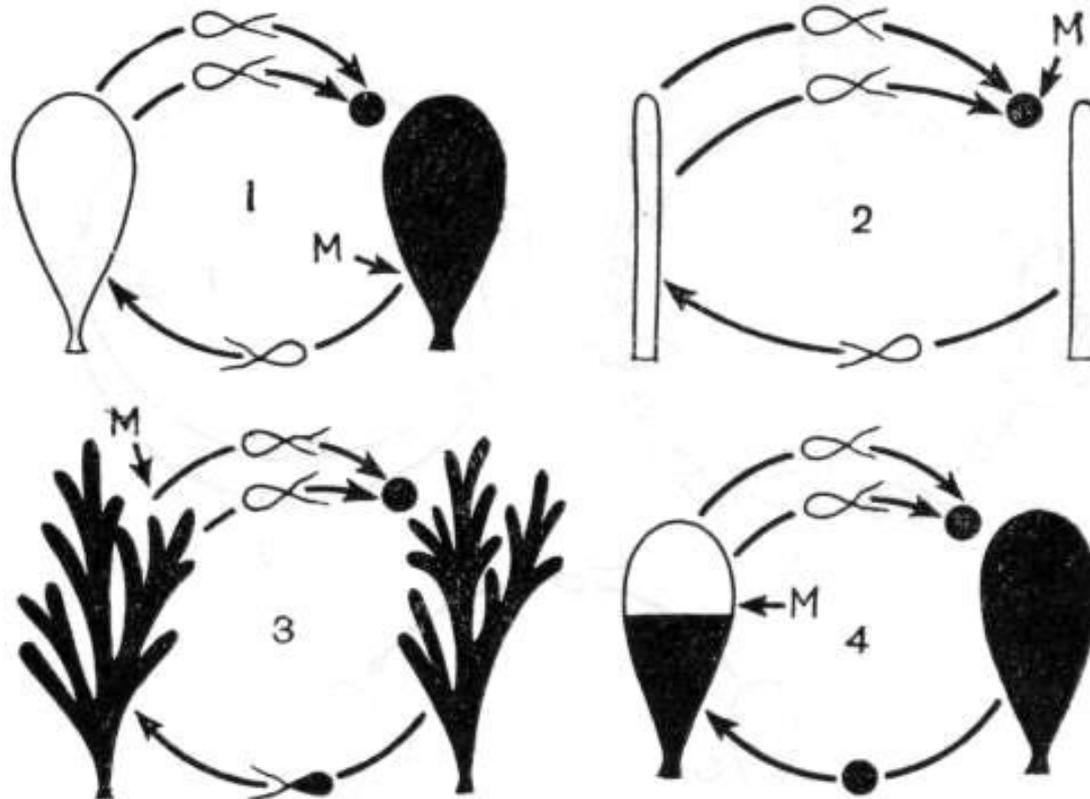
Chara

# Размножение

# Формы полового процесса



# Смены ядерных фаз и чередование поколений у водорослей



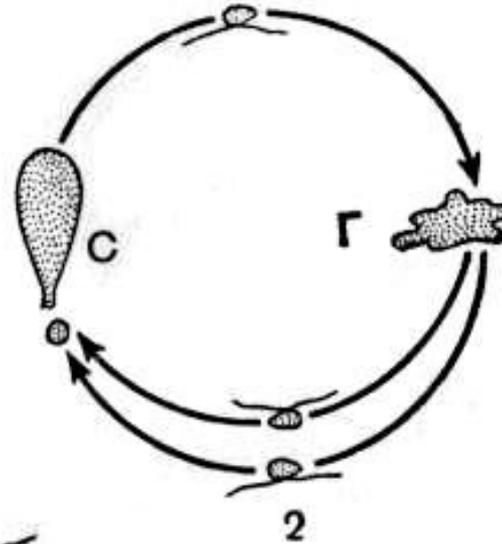
□ Галлоидные слоевища или их части, зооспоры, гаметы, зиготы

■ Диплоидные слоевища или их части, зооспоры, гаметы, зиготы

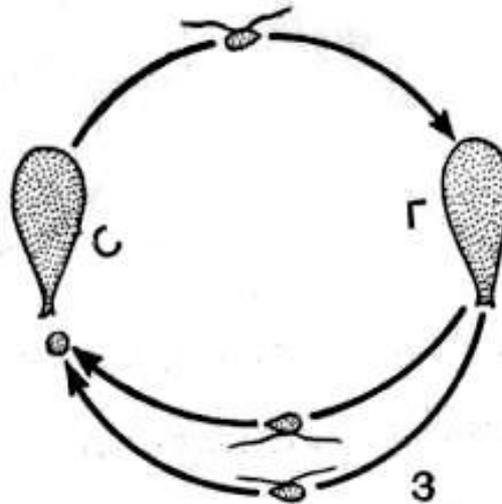
M - Место мейоза

# Изо- и гетероморфная смена поколений

гетероморфная



изоморфная



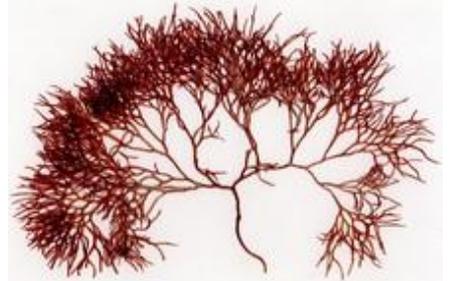
# Основные отделы водорослей

- **Красные** водоросли, или багрянки
- **Диатомовые** водоросли
- **Бурые** водоросли
- **Зеленые** водоросли
- **Харовые** водоросли

Наука о водорослях – альгология.

Ученые - альгологи

# Красные водоросли



- Красные водоросли, или Багрянки (лат. Rhodóphyta) — обитатели прежде всего **морских водоёмов**, а пресноводных представителей известно немного.
- Обычно это довольно крупные растения, но встречаются и микроскопические: одноклеточные (крайне редко) и нитчатые.
- Ископаемые остатки свидетельствуют, что это **очень древняя группа растений**.

**Porphyra**



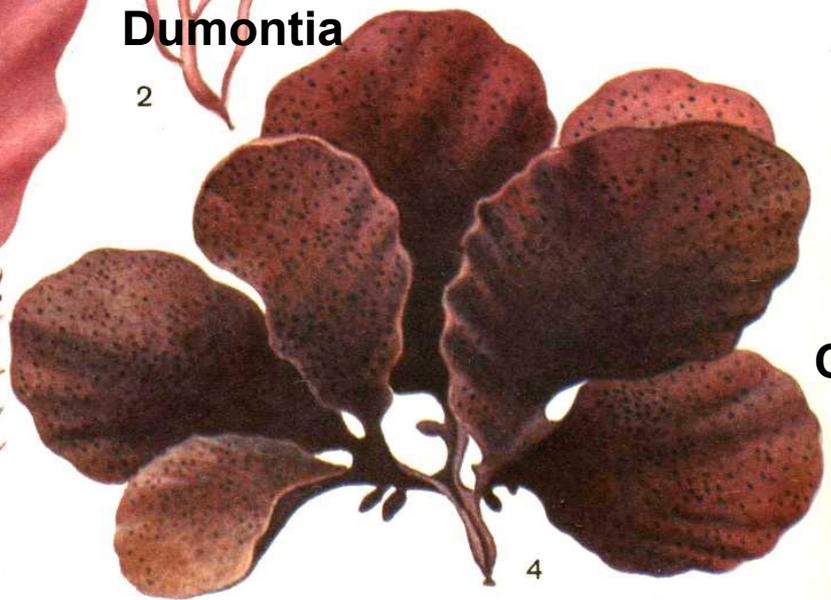
**Dumontia**



**Euthora**



**Chondrus**



1

2

3

4

- Хлоропласты красных водорослей двумембранные, с **одиночными тилакоидами**. Один или два тилакоида обычно лежат на периферии хлоропласта.
- Основным пигментом хлоропластов является **хлорофилл а**.
- Кроме того, у красных водорослей имеются **каротиноиды (оранжево-желтые)** и **фикобилины** (красные и синие пигменты), которые маскируют хлорофилл
- Благодаря такому набору пигментов красные водоросли могут **поглощать свет почти всей видимой части спектра**.
- Запасные вещества — **багрянковый крахмал**
- У ряда красных водорослей клеточная стенка **инкрустируется карбонатами кальция**, магния и стронция

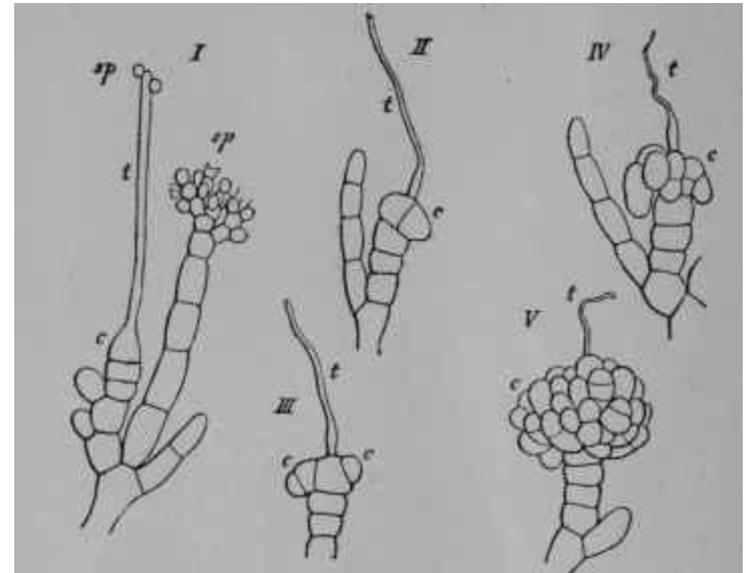
**Corallina**



# Особенности жизненного цикла

- Для красных водорослей характерен **сложный цикл развития, не встречающийся у других водорослей.**
- Репродуктивные клетки красных водорослей никогда **не имеют жгутиков.**
- Они выходят из спорангия или гаметангия в результате образования большого количества **слизи** и разносятся водой.
- Половой процесс - **оогамия.**
- Жизненный цикл красных водорослей - **изоморфная или гетероморфная смена поколений** (дипло-гапобионтный)

- После оплодотворения, образовавшаяся зигота претерпевает сложное развитие прямо на гаметофите и дает начало особым **карпоспорами**, образующимся в карпоспорангиях,



# Красные водоросли

**Odonthalia**



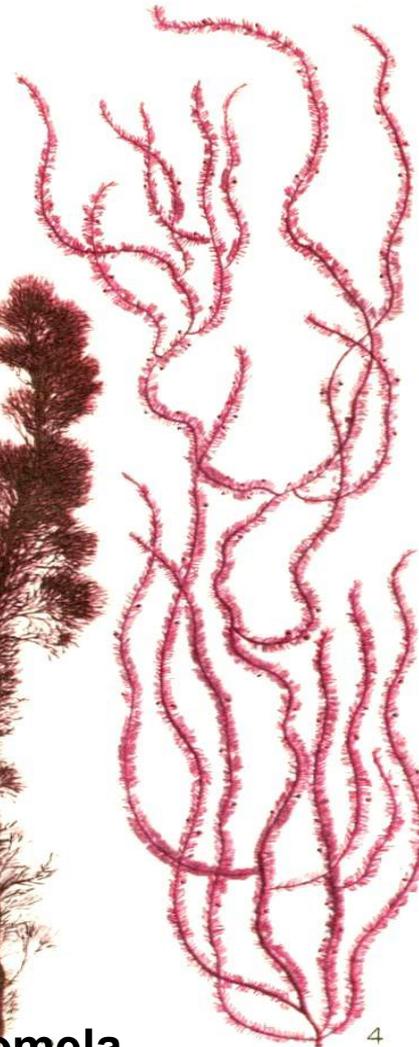
**Tokidodendron**



**Rhodomela**



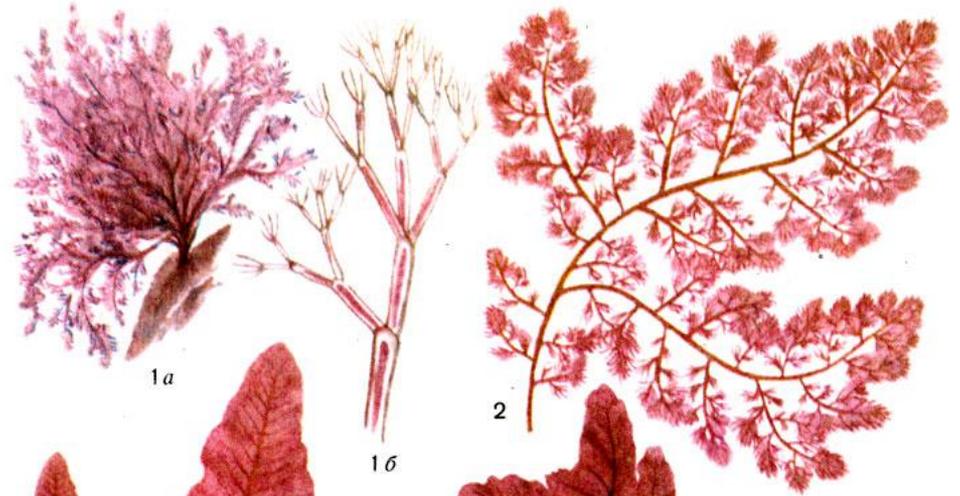
**Dasya**



- Красные водоросли — типичные представители прибрежной **бентосной растительности**.
- Выше других водорослей на прибойных скалах в Баренцевом море растет ***Porphyra umbilicalis***.
- Для нижнего горизонта литорали в местах с хорошим движением воды характерен пояс литоральных багрянок, формируемый ***Rhodomela*, *Polysiphonia*** и другими.
- на глубине более 8 м в наших северных морях (Мурманск) основными представителями являются: ***Ptilota*, *Odonthalia*, *Phycodrys***.
- В Белом море на глубине до 5 м среди фукусов и ламинарий поселяется, иногда в больших количествах, **анфельция (*Ahnfeltia plicata*)**, из которой получают **агар-агар**.
- Глубже других идет пояс известковых кораллиновых водорослей, это виды рода ***Lithothamnion*** sp. и некоторые другие.

# Порфира

Класс Бангиевые



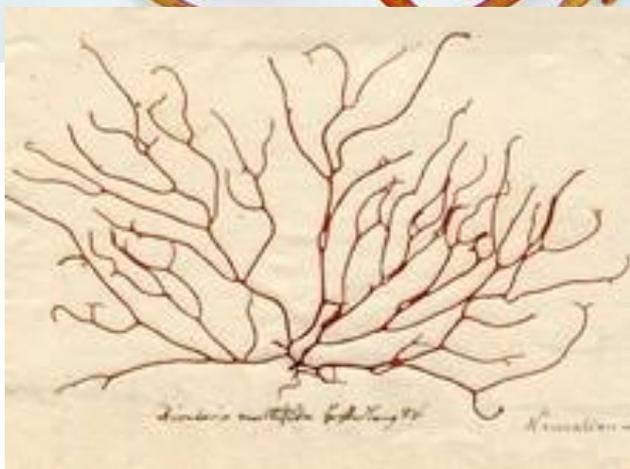
- 1 – Каллитамнион
- 2 – Гетеросифония
- 3 – Делессерия
- 4 - Фикодрис



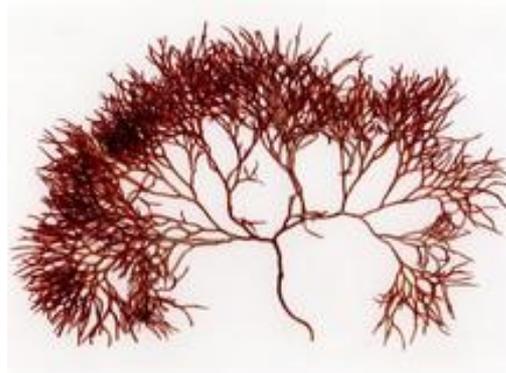
Класс Флоридиевые



**Rhodimenia**



**Nemaion**

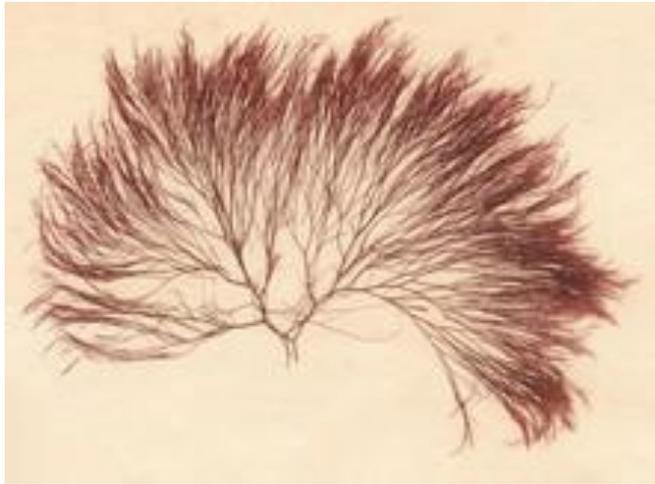


**Chondrus**

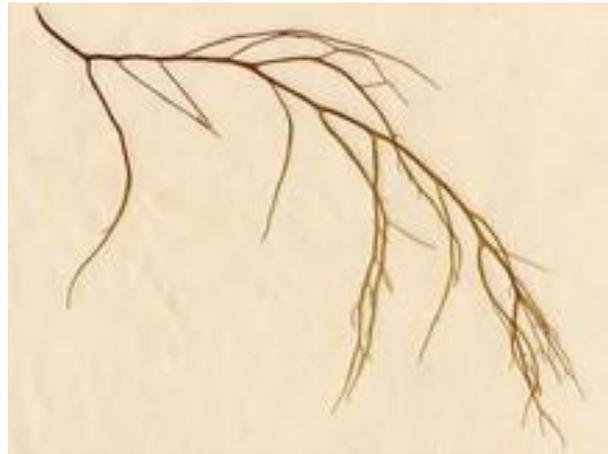


**Phycodrys**

Класс Флоридиевые



**Polysiphonia**



**Gracillaria**



**Plocamium**



**Dasya**



**Halymenia**



**1- Хондрус**

**2 и 3 –  
Филлофора**

**4 – Анфельция**

**5 - Родимения**



**Ptilota**

# Диатомовые водоросли

- Диатомовые водоросли, или диатомеи (лат. Bacillariophyta) — группа водорослей, отличающаяся наличием у клеток своеобразного **«панциря», состоящего из кремнезёма**. Всегда одноклеточны, но встречаются колониальные формы.
- Обычно планктонные или перифитонные организмы, морские и пресноводные.
- 
- Являясь важнейшей составляющей морского планктона, диатомовые создают до четверти всего органического вещества планеты.

# Распространение

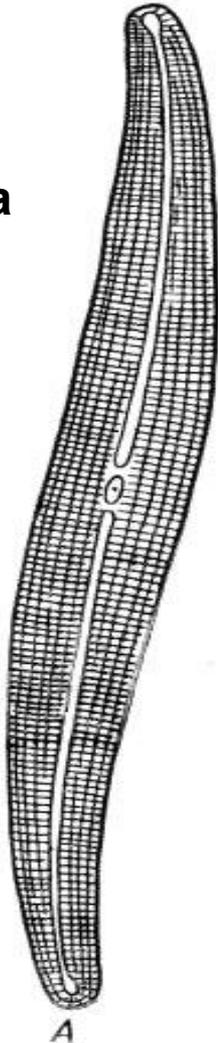
- Отдел диатомовых включает более 10 000 видов водорослей.
- Диатомеи распространены по всему земному шару и широко представлены в **планктоне и бентосе морей и океанов, а также различных пресных водоемов, вплоть до горячих источников** с температурой воды выше 50 оС. Эти водоросли можно встретить и в верховых болотах, на мхах, на камнях и скалах, в почве. Иногда они могут в массе развиваться на поверхности снега и льда, окрашивая их в бурый цвет.

# Специфика строения

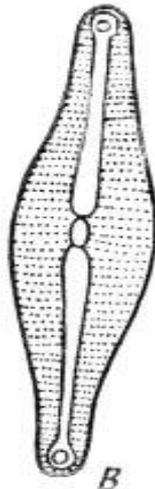
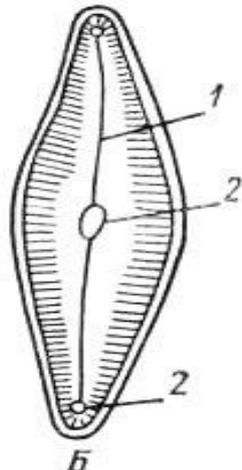
- Только **коккоиды**, форма разнообразна. В основном одиночные, реже — колониальные.
- 
- Оболочка клетки не гомогенна. Снаружи кремнеземного панциря, как и внутри него, располагается тонкий слой органического вещества.
- Большая часть клетки диатомовой водоросли заполнена вакуолью, а цитоплазма располагается тонким слоем вдоль стенок.
- 
- Традиционно, диатомовые водоросли делят на две группы — **пеннатные, обладающие билатеральной симметрией, и центрические, с радиальной симметрией**

# Диатомеи пеннатные и центрические

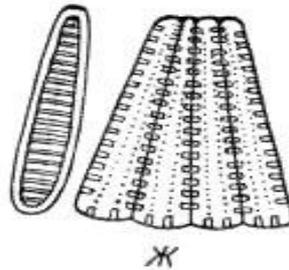
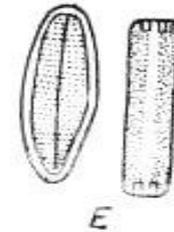
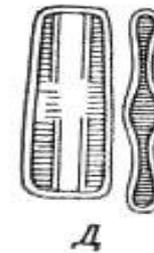
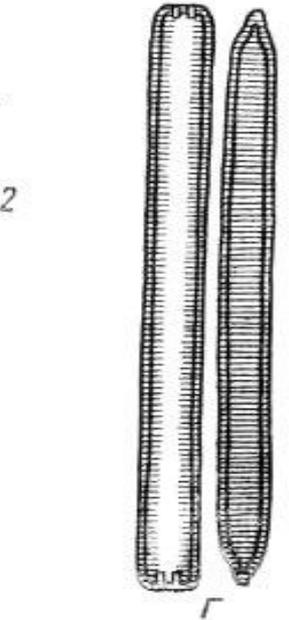
Pinnularia



Navicula

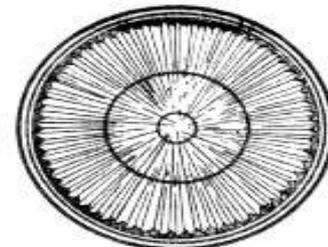


Bacillaria



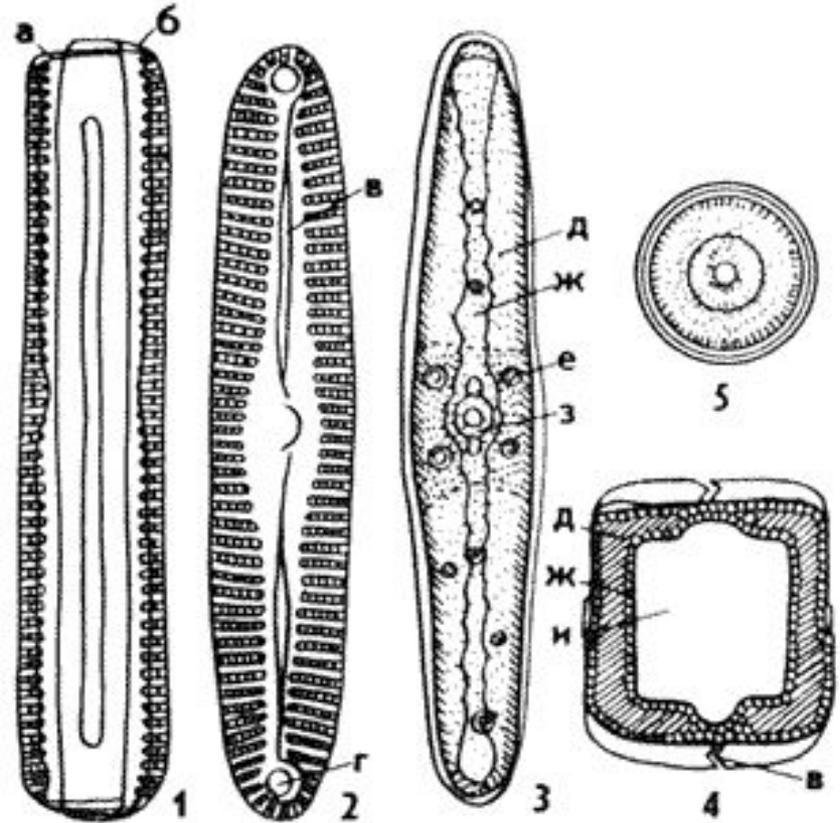
3

Actinocyclus



# Створки панциря

- **Эпитека** — бо́льшая половинка панциря, его «крышечка», **гипотека** — меньшая его половинка.
- Между ними — **поясок**.
- На изображении различают вид панциря со створки и вид панциря с пояска



# Пигменты

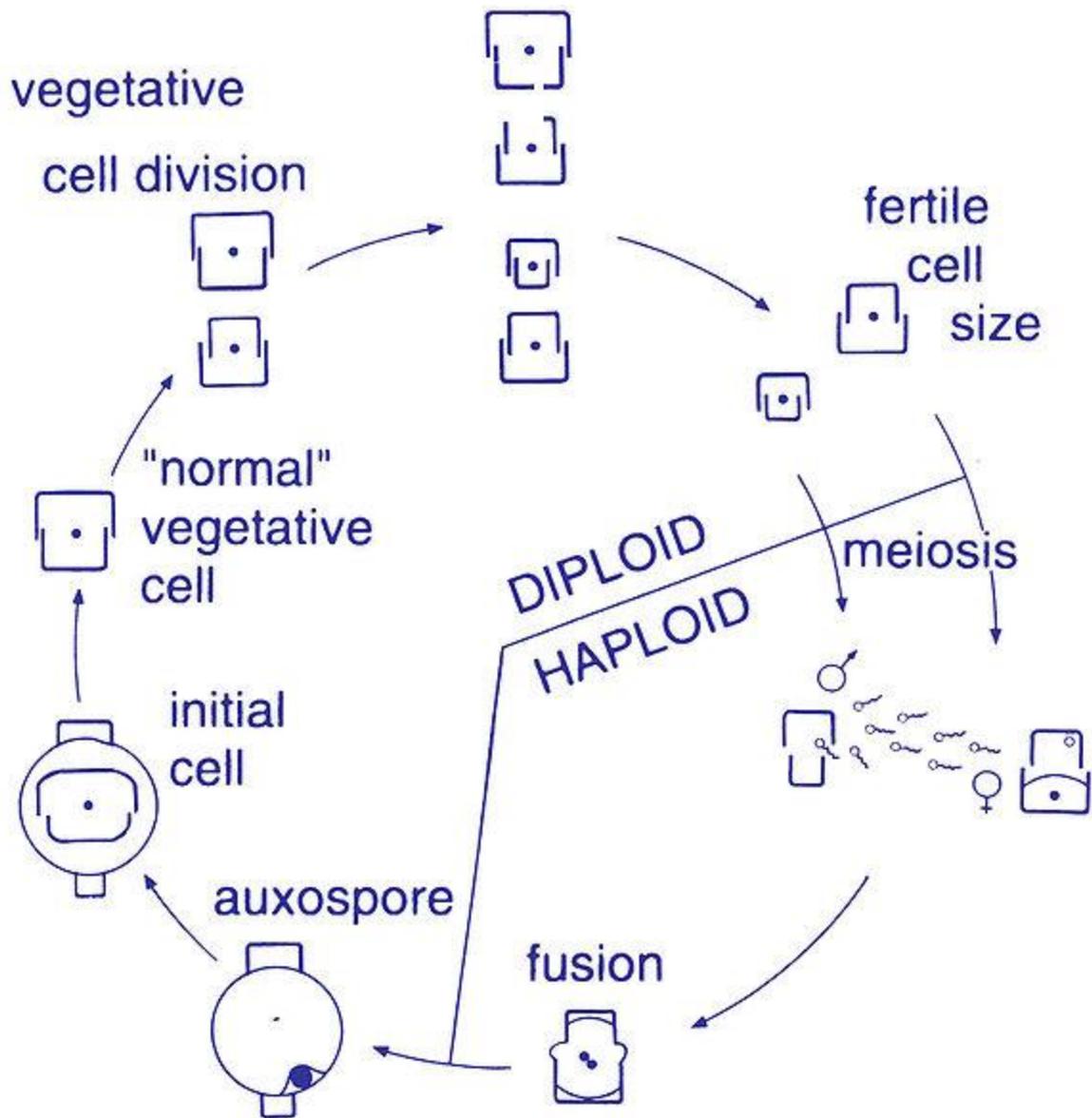
- Окраска хлоропластов бурая, желтоватая или золотистая. Она обусловлена тем, что зелёные хлорофиллы маскируются добавочными каротиноидами (бурый пигмент диатомин;  $\beta$ ,  $\epsilon$  — каротины; ксантофиллы: фукоксантин, неофукоксантин, диадиноксантин, диатоксантин).
- У большинства диатомей содержатся две формы хлорофилла с: с1 и с2.

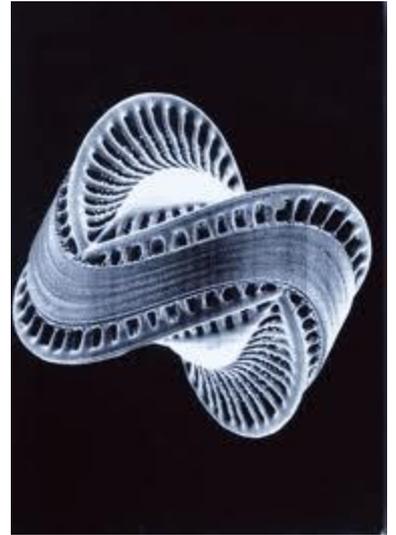
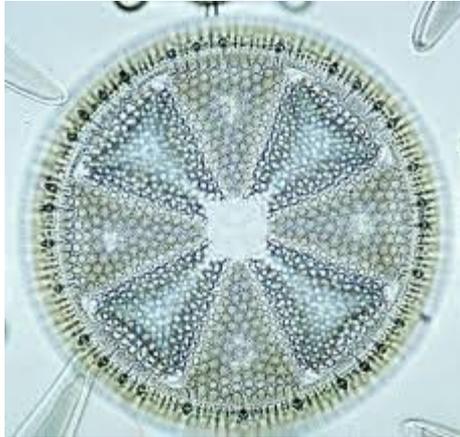


Запасное вещество – масло (капли)

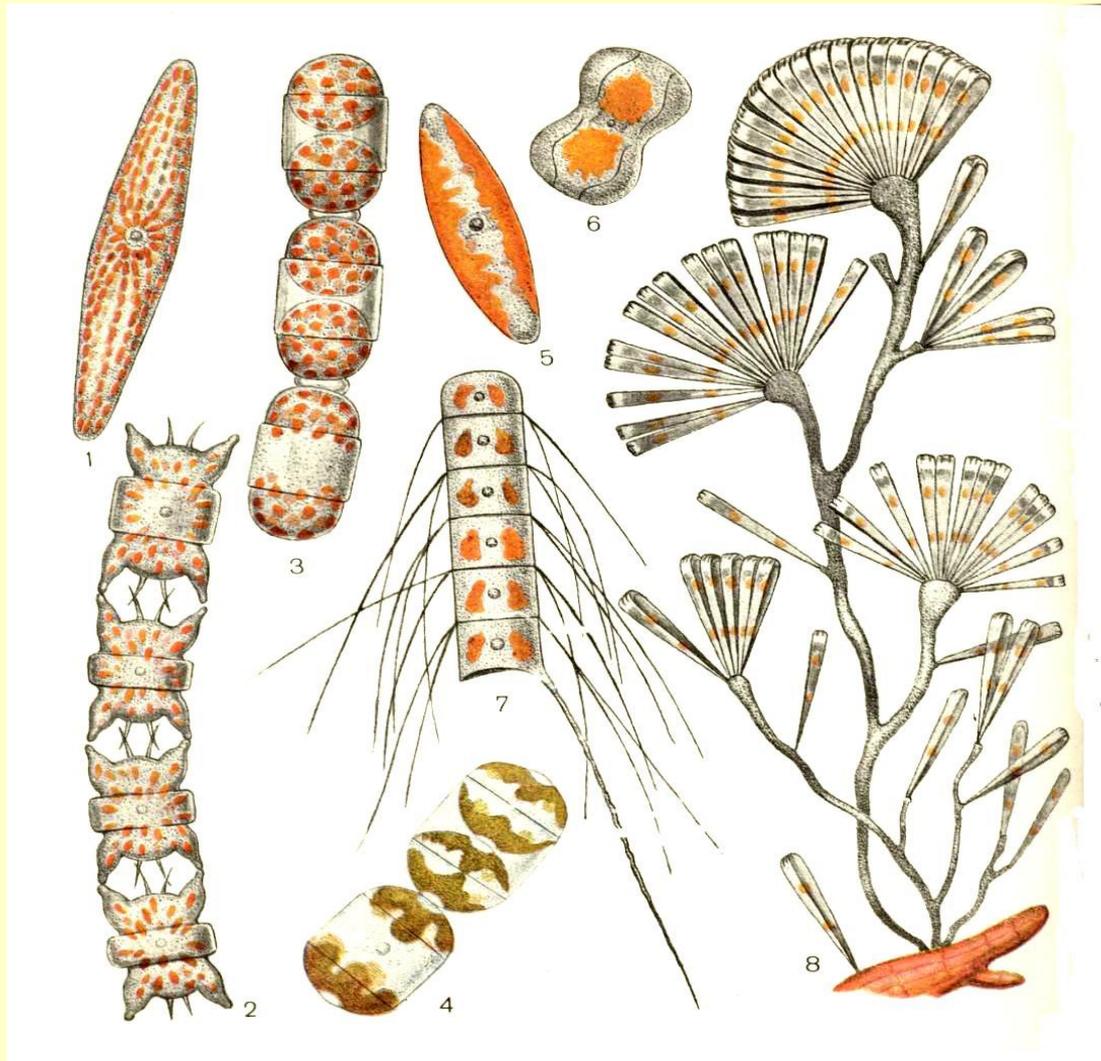
# Размножение

- **Вегетативное** размножение
- При наступлении неблагоприятных условий диатомовые могут формировать **споры и покоящиеся клетки**. Эти структуры богаты запасными веществами, которые потребуются при прорастании
- **Генеративное** размножение – как у диплонтов





# Одноклеточные и колониальные диатомеи

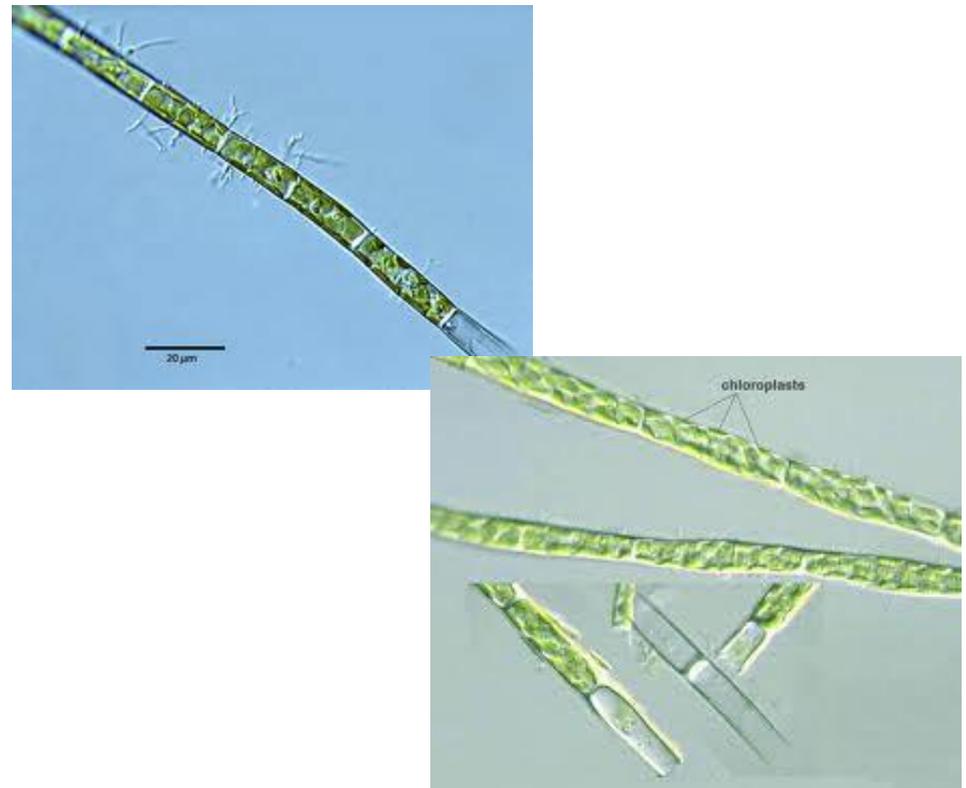


# Желто-зеленые, или разножгутиковые водоросли

- Желто-зеленые водоросли широко распространены по всему земному шару, особенно в чистых пресных водоемах, но встречаются они и в солоноватых, кислых и щелочных водах, а также обычны в почве.
- Большинство желто-зеленых водорослей – **планктонные организмы**. Часто их можно найти в скоплениях нитчатых водорослей и среди зарослей высших водных растений у берегов рек, прудов, озер.
- Многие из желто-зеленых водорослей одно время относили к отделу зеленых – из-за некоторого сходства с ними. Однако желто-зеленые отличаются от зеленых водорослей важными признаками: их подвижные формы имеют жгутики разной длины и строения. Главный жгутик состоит из оси и перисто расположенных на ней мерцательных волосков, а боковой жгутик короткий, гладкий. Именно из-за этой особенности желто-зеленые водоросли называют еще **разножгутиковыми**.
- У подвижных форм у переднего конца хроматофора имеется **красный глазок**.

- В хлоропластах желто-зеленых водорослей содержатся **хлорофиллы а и с, а- и b-каротин и пигмент ксантофилл**. В зависимости от комбинаций этих пигментов клетки окрашены в светло- или темно-желтый цвет, реже – в зеленый, и у некоторых – в голубой.
- Крахмал в клетках желто-зеленых водорослей не образуется. Вместо него накапливается **масло**, а у некоторых видов – **углеводы хризоламиарин и волютин**.
- Оболочки клеток этих водорослей разнообразны – от тонкой с псевдоподиями, до плотной целлюлозной, цельной или двустворчатой, часто инкрустированной известью, кремнеземом или солями железа.

**Трибонема зеленая** (*Tribonema viride*) – нитчатая желто-зеленая водоросль, широко распространенная в различных водоемах. Нити ее, собранные в ватообразные дерновинки, образуют в прибрежной полосе желто-зеленые скопления, на ощупь мягкие, но не ослизненные



# Размножение желто-зеленых

- **Вегетативное размножение у желто-зеленых водорослей осуществляется продольным делением клетки**
- **Бесполое – зооспорами и апланоспорами.**
- **Половой процесс – изо- или оогамия – известен у немногих видов**



- **Ботридиум** (*Botrydium*). Летом на влажной почве берегов водоемов, по колеям лесных дорог, по краям засыхающих луж можно увидеть темно-зеленые блестящие пузырьки 1–2 мм в диаметре, напоминающие рассыпанный бисер.
- Каждый такой пузырек – клетка желто-зеленой водоросли **ботридиума**. Книзу клетка постепенно сужается и переходит в ветвящиеся бесцветные ризоиды, погруженные в почву. Считают, что такой тип организации таллома является **сифональным, или неклеточным**



# Бурые водоросли



- Бурые водоросли – Phaeophyceae
- Преимущественно **морские** формы, лишь восемь видов перешли к существованию в пресных водоёмах. Бурые водоросли широко распространены во всех морях нашей планеты, наибольшего развития достигая в морях умеренных и приполярных широт
- Бурые водоросли включают 1500 видов, которые объединены в 265 родов, из которых достаточно известны **Ламинария (Laminaria), Саргасс (Sargassum), Цистозейра (Cystoseira)**.
- Бурые водоросли в хроматофорах содержат бурый пигмент **фукоксантин** (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>O<sub>6</sub>). Этот пигмент маскирует остальные пигменты.
- В жизненном цикле всех представителей присутствуют **многоклеточные стадии**.

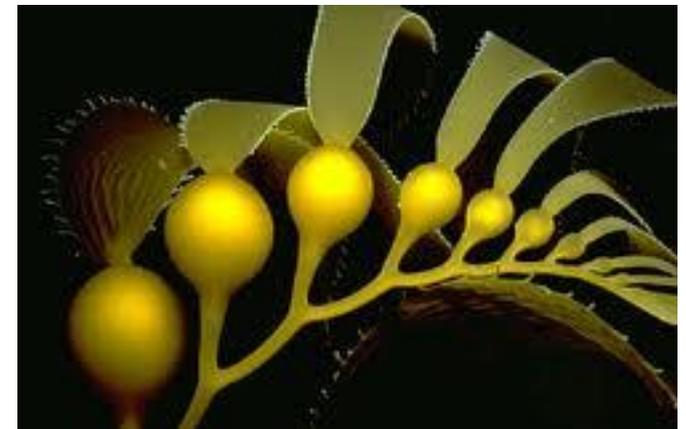
- **Бурые водоросли - только **многоклеточные**. Встречаются как однолетние, так и многолетние виды, возраст которых может достигать 15-18 лет.**



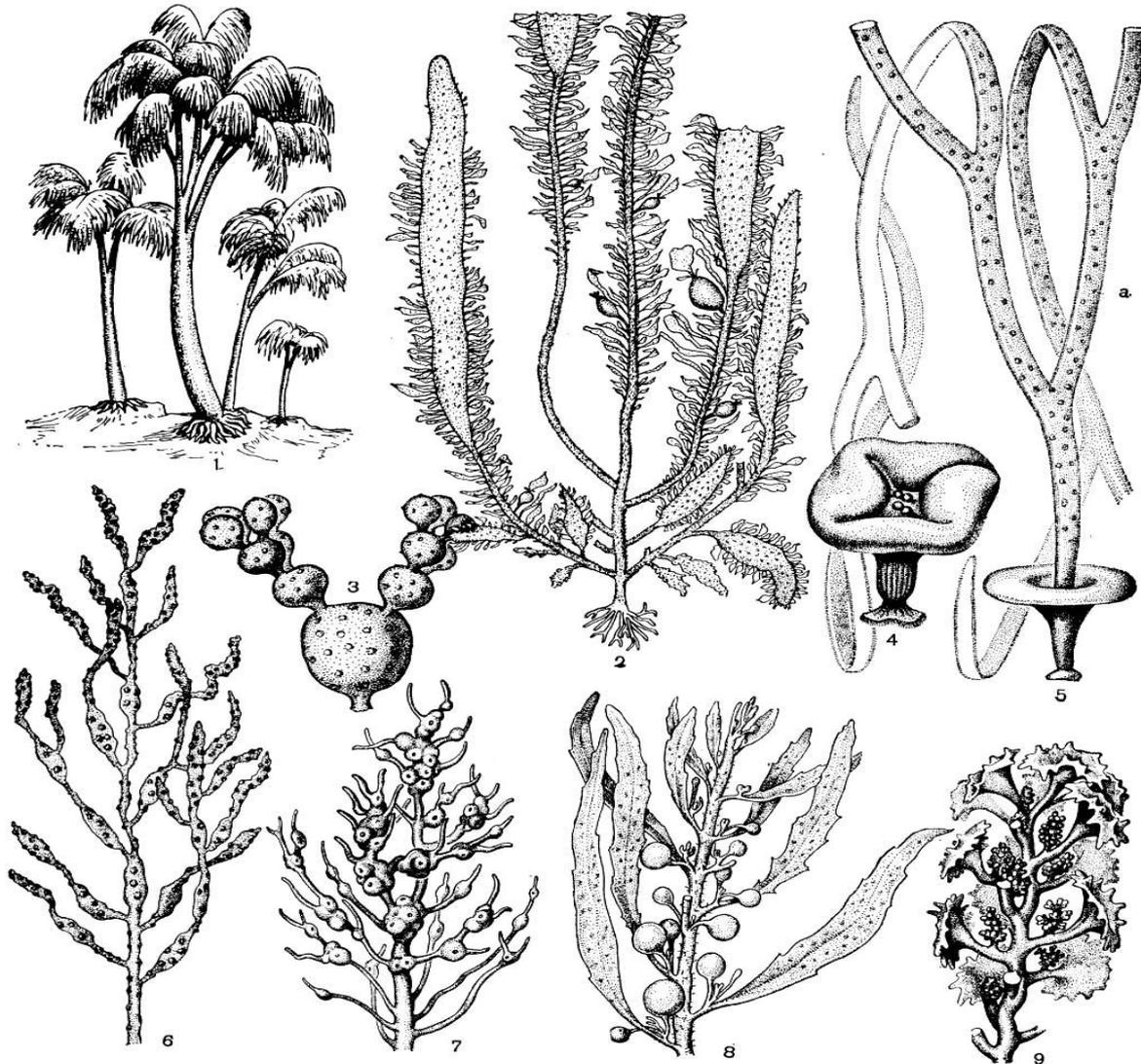
- У бурых водорослей талломы могут быть как микроскопическими, так и достигать **нескольких десятков метров** (например, у *Macrocystis*, *Nereocystis*).



- Форма талломов самая разнообразная: стелющиеся или вертикально стоящие нити, корочки, пластинки (простые или рассечённые), мешки, ветвящиеся кустики.
- Прикрепление талломов осуществляется с помощью **ризоидов** или подошвы.
- Для удержания в вертикальном положении у ряда бурых водорослей образуются **воздушные пузыри, заполненные газом.**



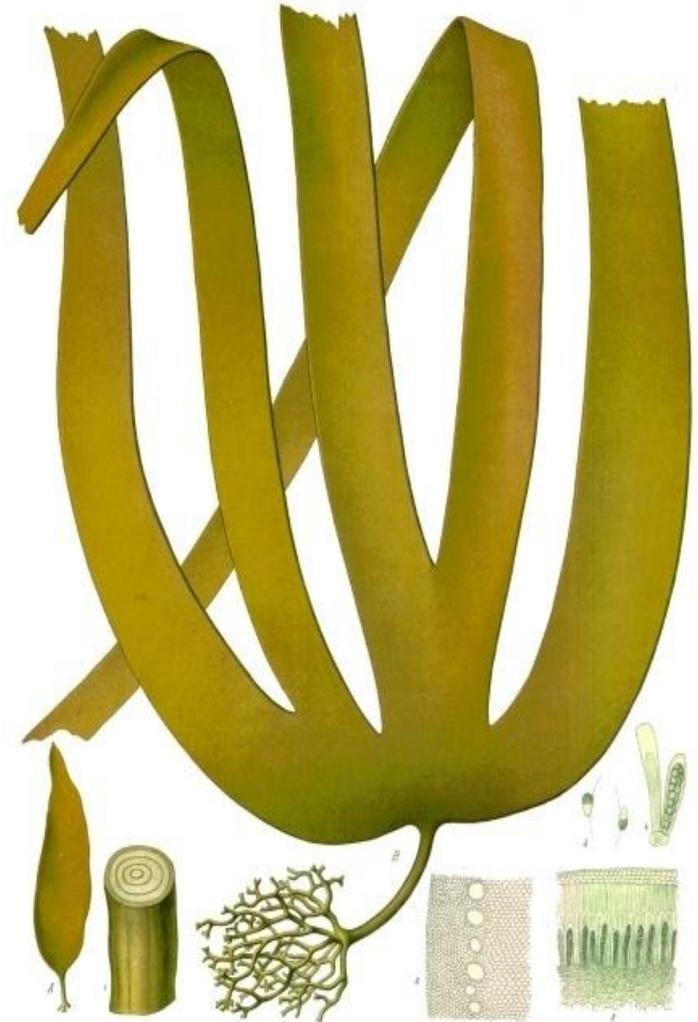
# Бурые водоросли



- Наиболее сложно устроены талломы ламинариевых и фукусовых. Их слоевища имеют **признаки тканевой дифференцировки со специализацией клеток**: в их талломе можно различить: кору, состоящую из нескольких слоёв интенсивно окрашенных клеток; сердцевину, состоящую из бесцветных клеток, часто собранных в нити.



- У ламинариевых в сердцевине образуются **ситовидные трубки и трубчатые нити**. Сердцевина выполняет не только транспортную функцию, но и механическую, так как в ней находятся нити с **толстыми продольными стенками**. Между корой и сердцевиной у многих бурых водорослей может находиться промежуточный слой из крупных бесцветных клеток.

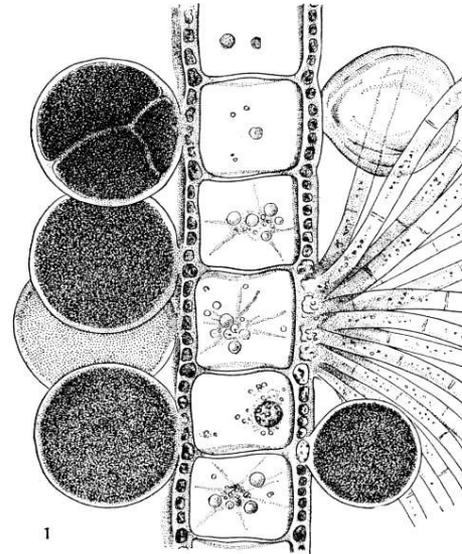


- Имеются подвижные стадии – есть гаметы и зооспоры
- В хлоропластах содержатся хлорофиллы а и с, пигмент **фукоксантин** и другие **каротиноиды**
- Запасной продукт - **ламинарин**

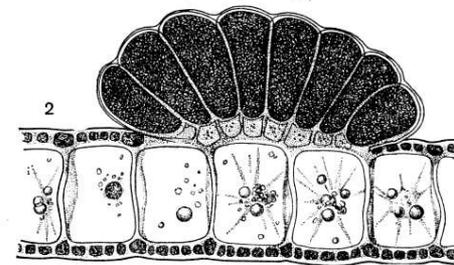


# Размножение

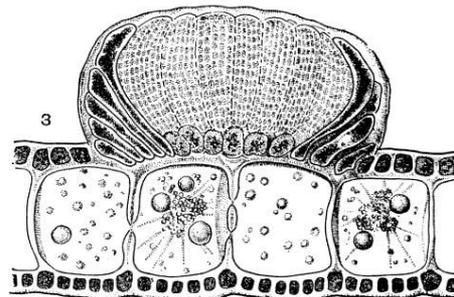
- **Вегетативное размножение** у ряда бурых водорослей может осуществляться участками таллома, выводковыми веточками; у *Fucus* на подошве имеется группа клеток, способных к дифференцировке в новый таллом.
- **Бесполое размножение** происходит с помощью **зооспор**, у некоторых — неподвижными **тетра- и моноспорами**. Споры бесполого размножения формируются в результате **мейоза** и последующих митозов в **одногонёздных спорангиях**.
- Половой процесс изо-, гетеро- и оогамный. Гаметы образуются в **многогнёздных гаметангиях**. В каждом гнезде (клетке) такого гаметангия формируется по одной гамете.



тетраспорангии  
на слоевище  
диктиоты



женские  
гаметангии



мужские  
гаметангии

# У бурых водорослей, имеющих половое размножение, можно выделить два основных типа жизненных циклов

- Чередование поколений (гапло-диплобионтный), с изо- или гетероморфной сменой форм развития. Споры бесполого размножения формируются на **диплоидных спорофитах**, в одногнёздных спорангиях при их формировании происходит **мейоз**.
- Гаплоидные зооспоры и тетраспоры прорастают в **гаплоидный гаметофит**, на котором в многогнёздных гаметангиях формируются гаметы.
- Диплобионтный: редукционное деление происходит при образовании гамет на особых диплоидных (!) гаметофитах.

После слияния гамет диплоидная зигота прорастает в диплоидный спорофит





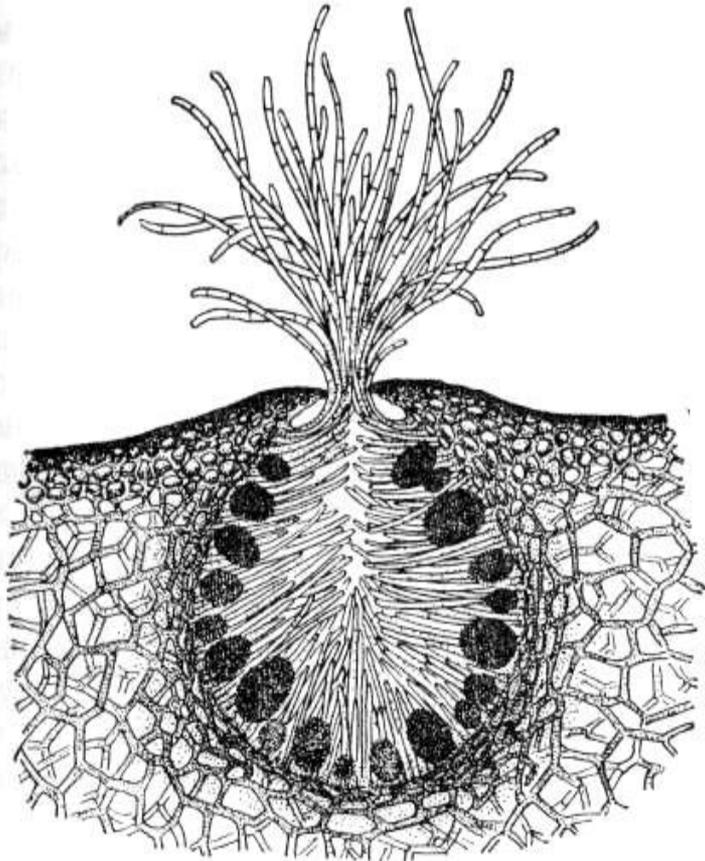
**Fucus**

- Фукусовые отличаются от других водорослей циклом развития: слоевища — **диплоидные спорофиты**, в которых из особых одиночных клеток (спор) развиваются **диплоидные гаметофиты** в виде выстилающего слоя особых углублений (концептакулов); **мейоз при гаметогенезе**, оогонии с 1—8 яйцеклетками; у некоторых фукусовых, имеющих по 1 яйцеклетке в оогонии, оплодотворение и первые этапы развития проростков происходят на материнском растении

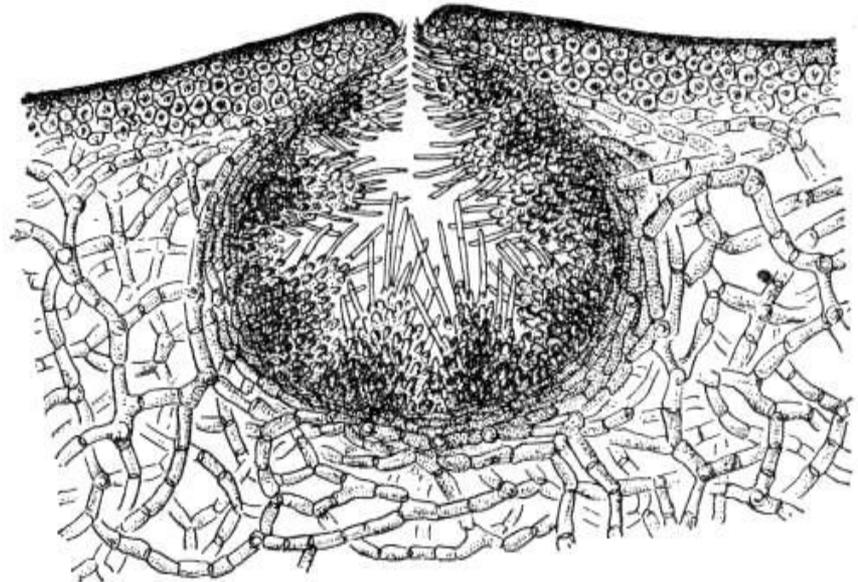


# Концептакулы фукусовых

Концептакулы – результат обрастания гаметофитов тканями спорофита



1  
женский

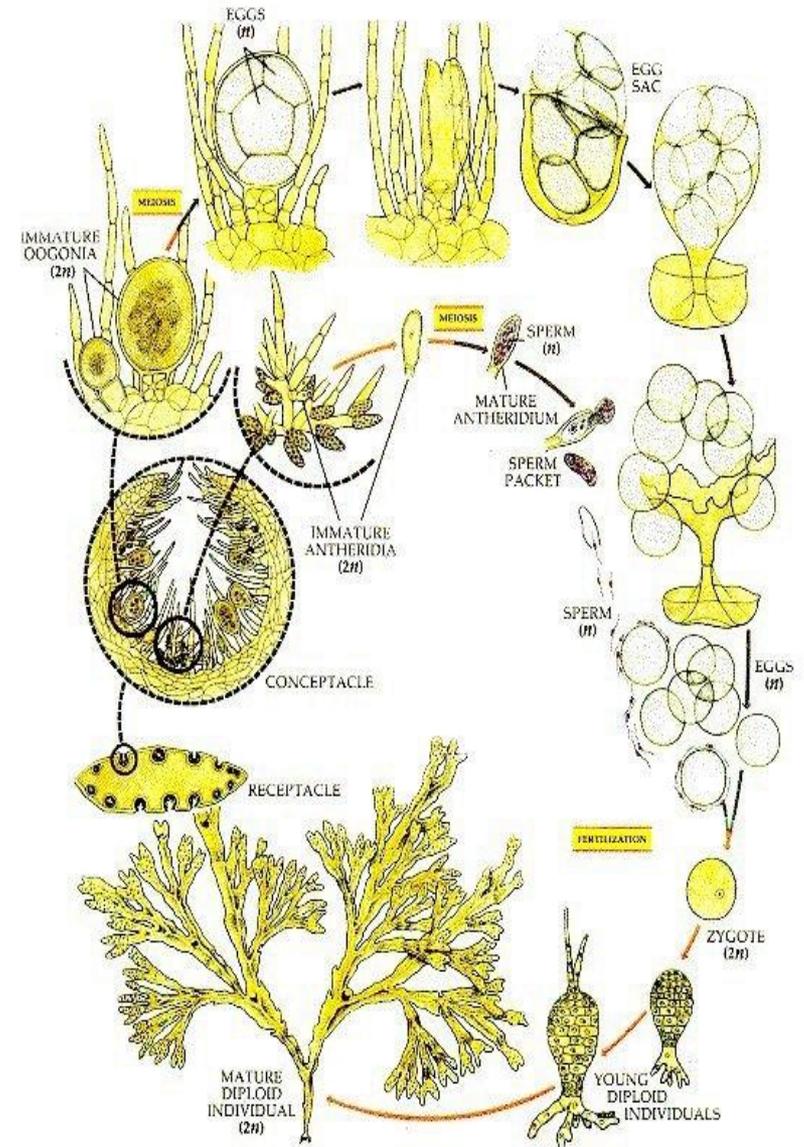
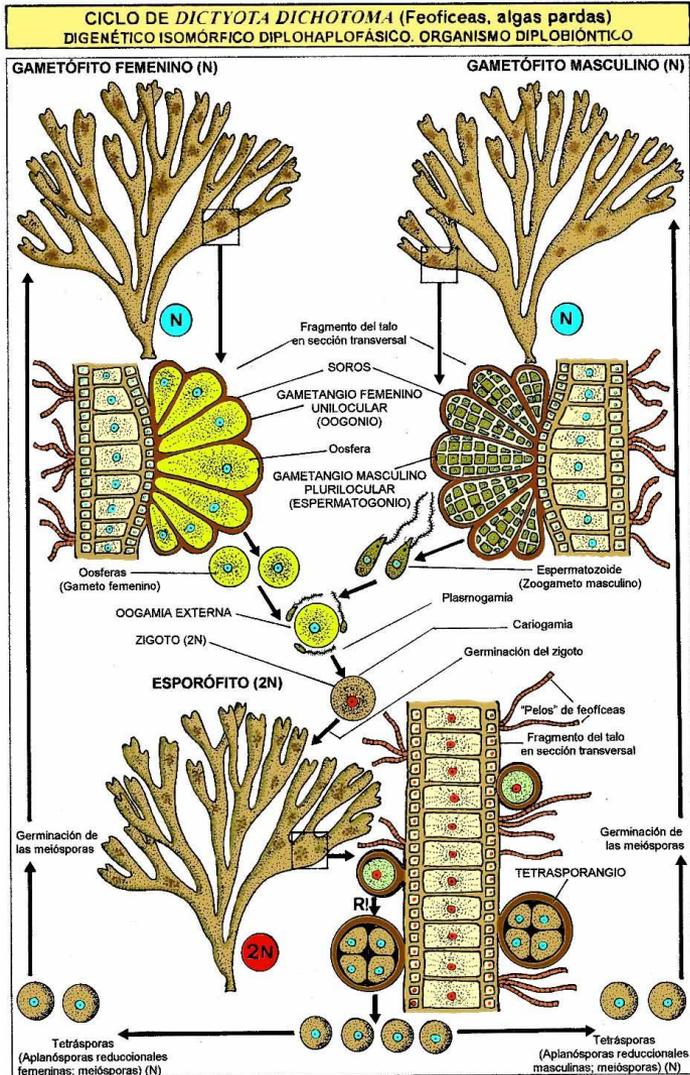


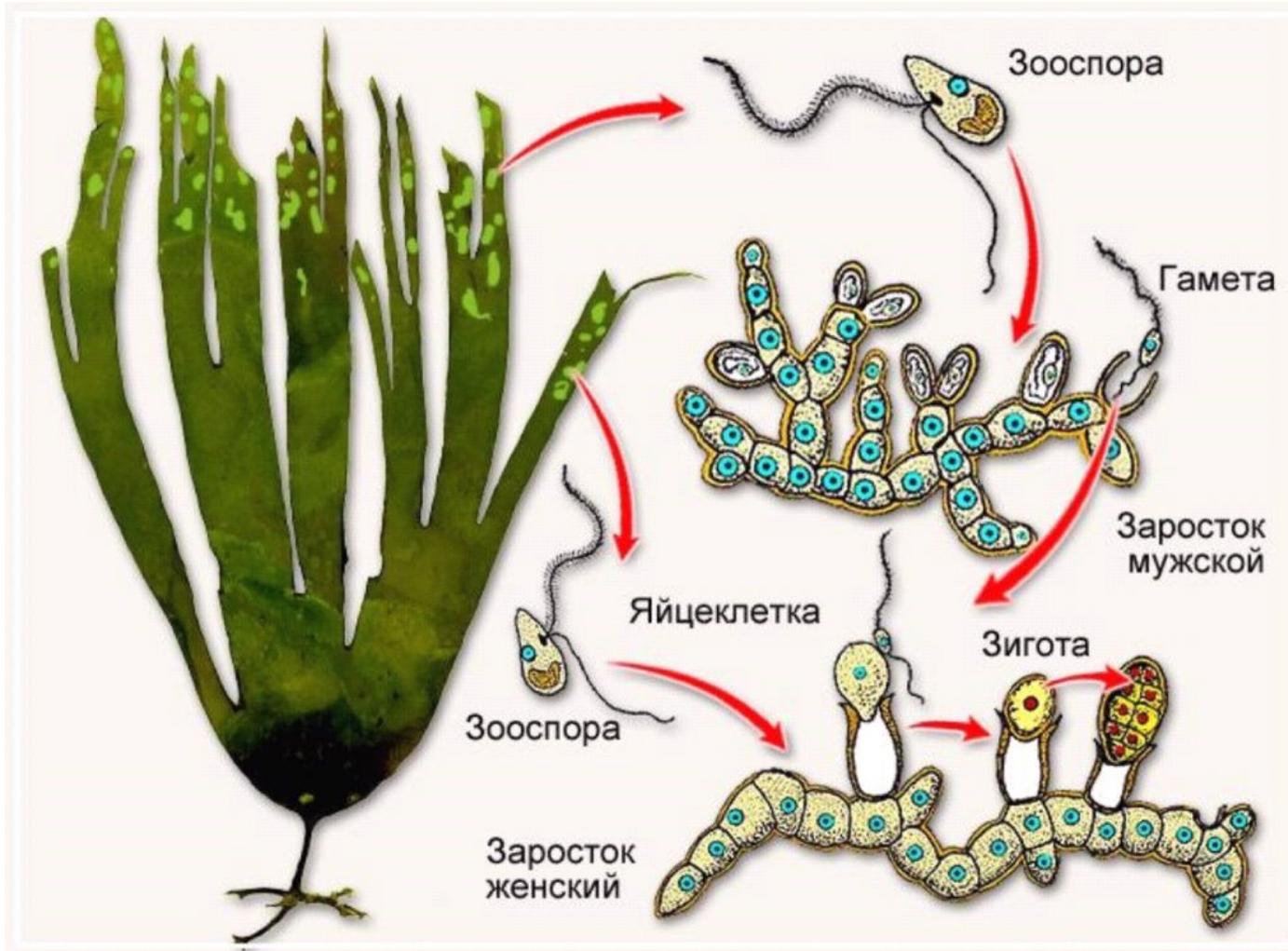
2

мужской

# Жизненный цикл фукусовых

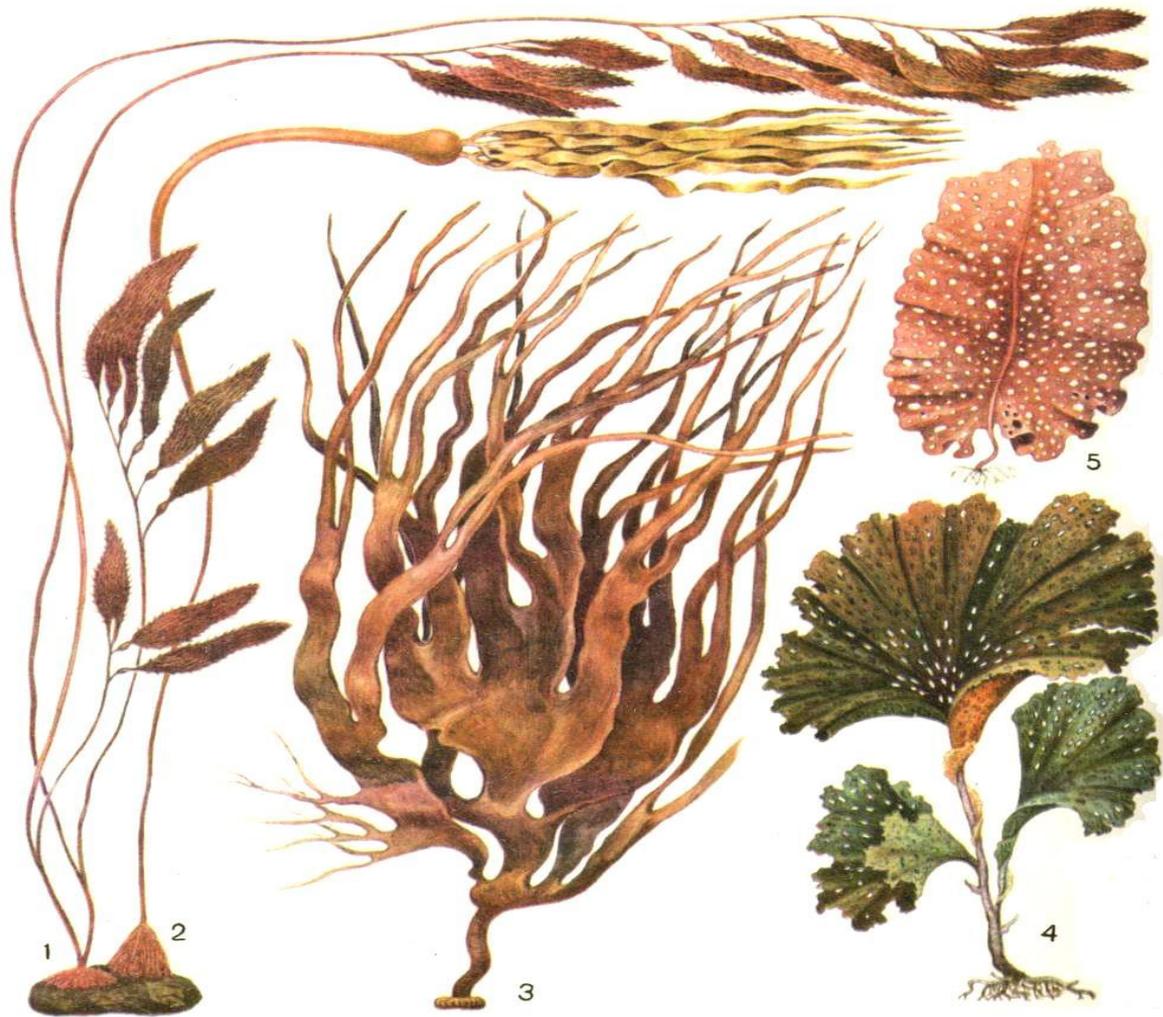
Life Cycle of Fucus





Ламинария размножается бесполом и половым путем.

# Бурые водоросли



# Бурые под водой



# Цистозира





**Padina**



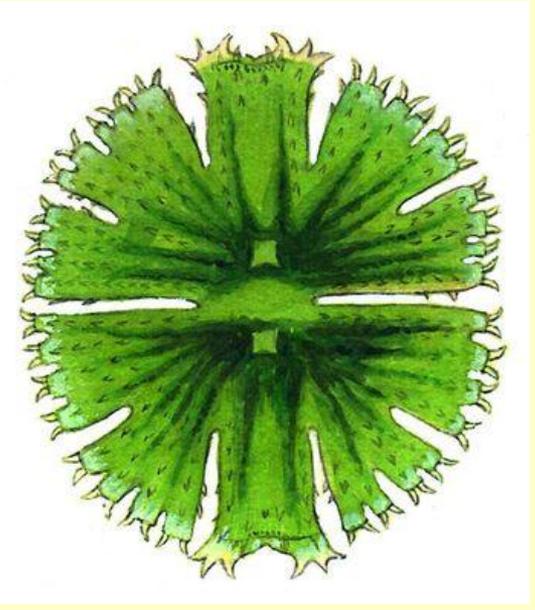
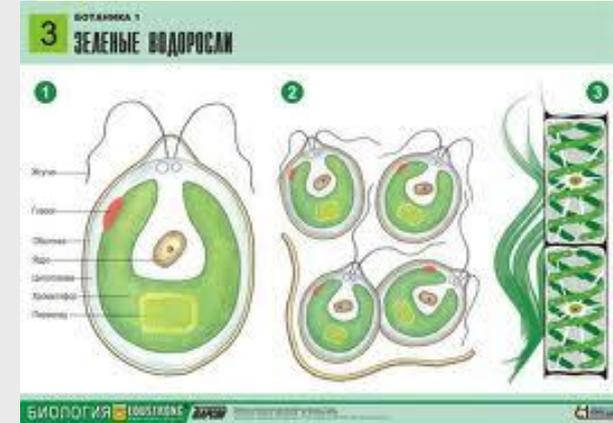
**Ламинария**

# Зелёные водоросли (Chlorophyta)

- Отдел низших растений, характеризующихся зелёной окраской в связи с преобладанием в их клетках **хлорофилла а и в** – те же пигменты, что и у высших растений, а также каротин и ксантофилл.
- Есть одноклеточные, **колониальные и многоклеточные**, последние большей частью **нитевидной**, реже **пластинчатой** формы.
- Некоторые имеют т. н. **неклеточное строение**, т. е. тело их, несмотря на крупные размеры и иногда сложное внешнее расчленение, **не разделено на клетки**.

- Известно около 5700 (более 13 000) видов , объединяемых в 360 (500) родов.
- Распространены преимущественно в **пресных водах**, встречаются и в морях.
- Немногие зелёные водоросли приспособились к существованию на стволах деревьев, в почве и т.п. (плеурококк, трентеполия и др.).  
Одноклеточные и колониальные входят в состав **планктона** и, развиваясь в большом количестве, вызывают цветение воды.

# Зеленые водоросли

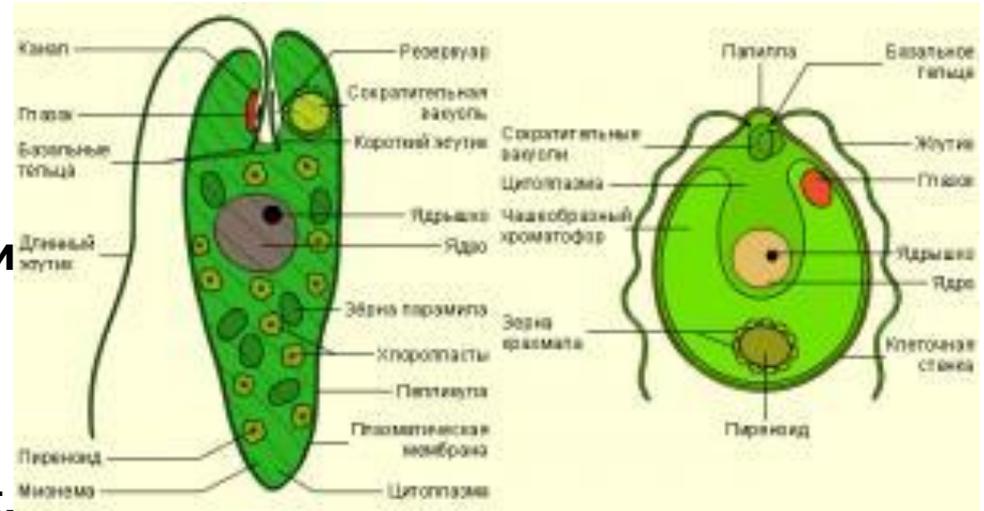


# Строение

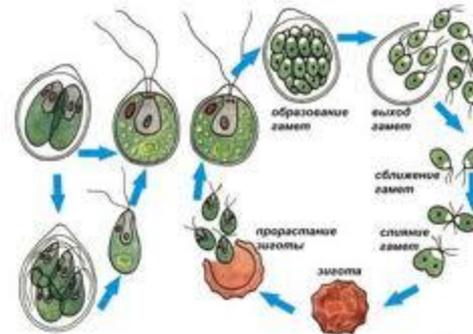
Хламидомонада

Хлорелла

- Подвижные одноклеточные и колониальные формы.
- Есть зооспоры и гаметы.
- Имеют 2-4, редко больше, жгутика и светочувствительный глазок.
- Клетки одноядерные или реже многоядерные, с оболочкой из целлюлозы.
- Подавляющее большинство зелёных водорослей содержат хотя бы один **хлоропласт и способны к автотрофному питанию**
- Хлоропласты - хроматофоры часто с **пиреноидами**.



ХЛАМИДОМОНАДА И ЕЕ РАЗМНОЖЕНИЕ



Хлоропласты содержат один или несколько пиреноидов, которые погружены в хлоропласт. В хлоропластах тилакоиды сгруппированы по 2—6 в виде пластин (граны) как у высших растений.

# Хроматофоры

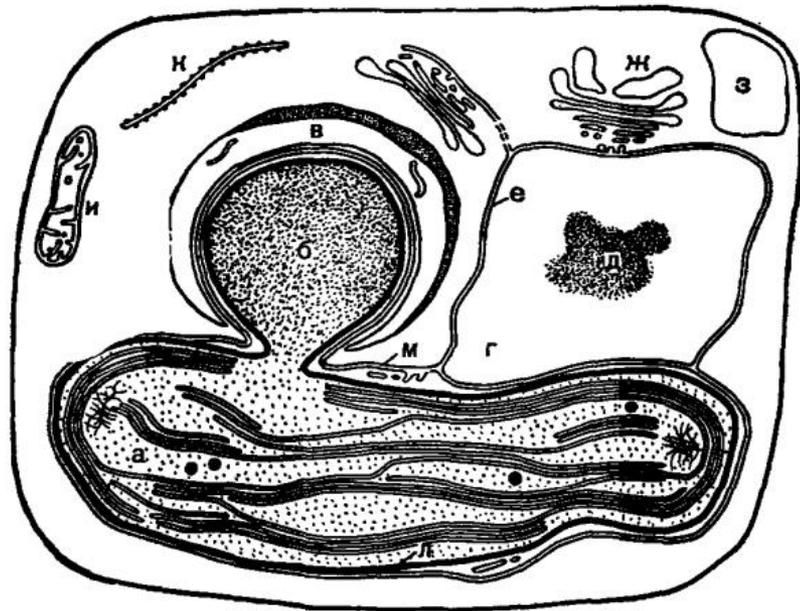


Рис. 9. Схема структурной связи между ядром, эндоплазматической сетью и хлоропластом у бурых водорослей:

а — хлоропласт с ламеллами, собранными в пучки по 3; б — пиреноид; в — обкладка пиреноида; г — ядро; д — ядрышко; е — ядерная оболочка, состоящая из двух мембран; ж — диктиосома; з — вакуоля; и — митохондрия; к — фрагмент канала эндоплазматической сети; л — оболочка хлоропласта, образованная двумя мембранами; м — эндоплазматическая сеть, окружающая хлоропласт и связанная с наружной мембраной ядерной оболочки.

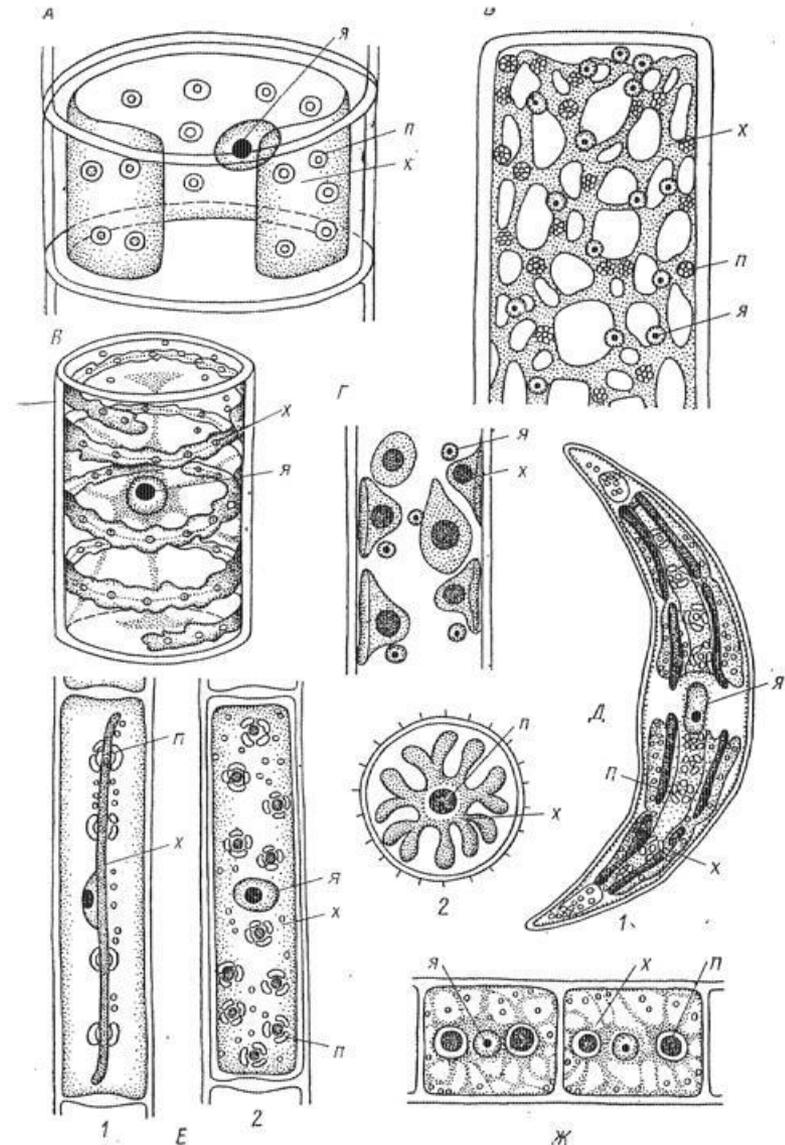


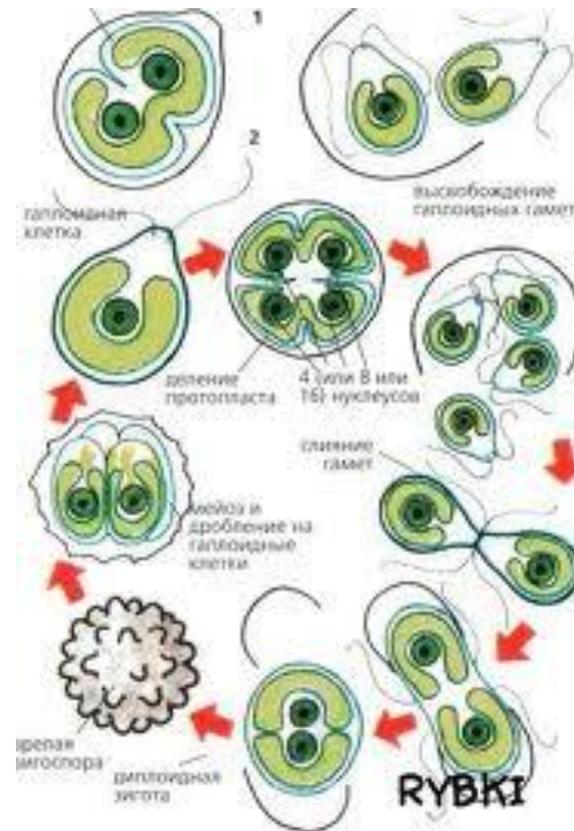
Рис. 16. Хроматофоры водорослей: А — *Ulothrix*; Б — *Cladophora*; В — *Spirogyra*; Г — *Botrydium*; Д — *Closterium* (1 — вид клетки сбоку, 2 — поперечный разрез); Е — *Mougeotia* (1 — клетка с хроматофором в профиль, 2 — с хроматофором в плане); Ж — *Zygnema*.

х — хроматофор, п — пиреноид, я — ядро

# Особенности строения

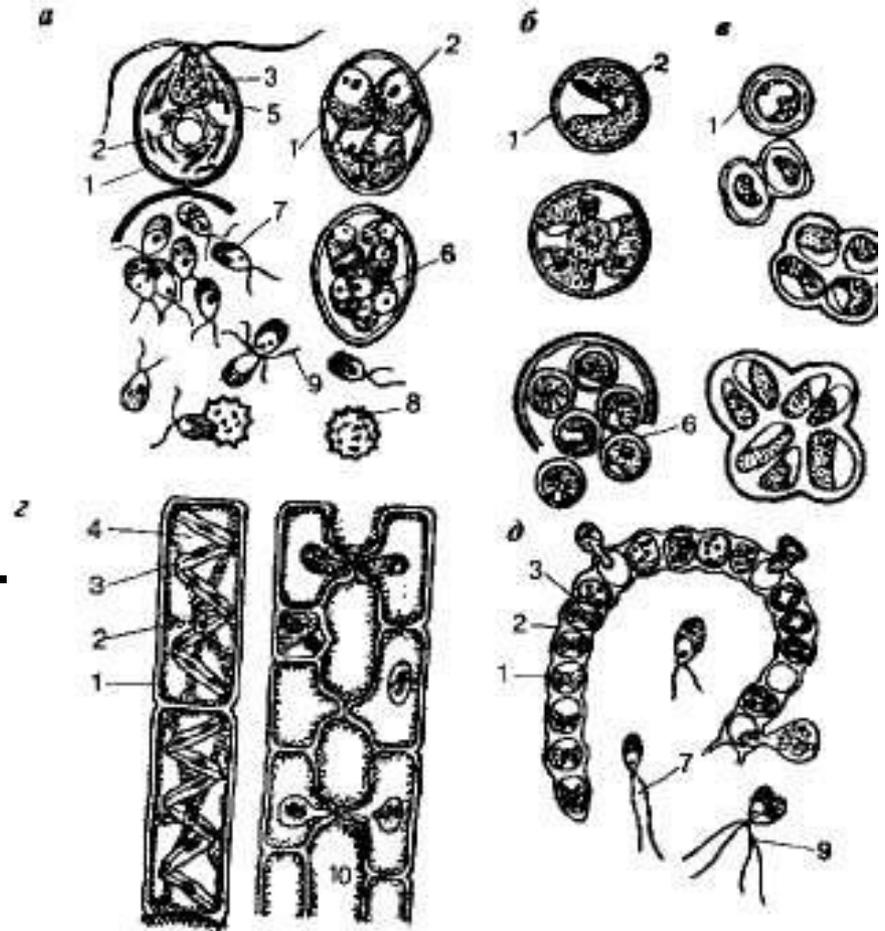
- Клетки некоторых представителей зелёных водорослей (*Chlamydomonas nivalis*, *Trentepohlia*) окрашены в **красный или оранжевый цвета**, что связано с накоплением вне хлоропласта каротиноидных пигментов и их производных.
- У некоторых сифоновых водорослей имеются **бесцветные амилопласты**, в которых откладывается крахмал.
- **Все типы структур**

- Размножение **бесполое** (зооспорами и неподвижными спорами), **половое** (изогамия, гетерогамия, оогамия, конъюгация) и **вегетативное** (одноклеточные - делением тела надвое, многоклеточные нитевидные - участками таллома).
- Функцию органов полового и бесполого размножения выполняют **вегетативные клетки**, а спорангии и гаметангии как особые образования известны лишь у некоторых, (дазикладовых и сифоновых).



- У одних зеленых водорослей одна и та же особь может давать, **в зависимости от внешних условий**, органы либо бесполого, либо полового размножения, у других существуют спорофиты и гаметофиты, которые могут быть одинакового или разного строения (изо- и гетероморфная смена).

- **Половой процесс** – холо-, изо- гетеро- или оогамия. Жизненные циклы у зеленых очень разнообразны.



*Водоросли: а — хламидомонада; б— хлорелла; в — плеврококк; г — спирогира; д — улотрикс; л — оболочка; 2 — ядро; 3 — хроматофор; 4 — вакуоли; 5 — светочувствительный глазок; 6 — споры; 7 — гаметы; 8 — зигота; 9 — копуляция; 10 — конъюгация.*

# Жизненный цикл

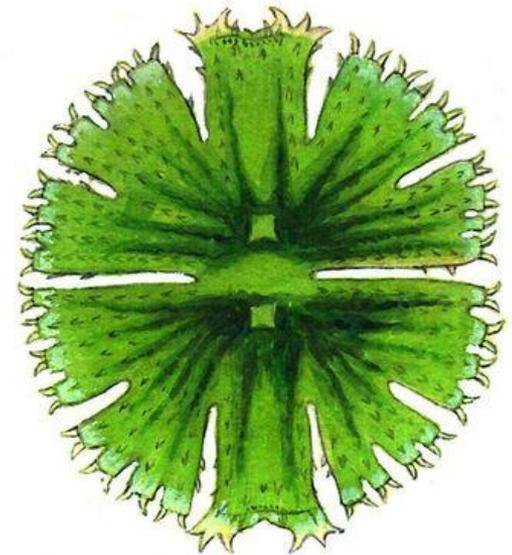
- У большинства зелёных водорослей жизненный цикл **гаплобионтный с зиготической редукцией**. У таких представителей **диплоидной стадией является только зигота**.
- Гаплодиплобионтный жизненный цикл со спорической редукцией встречается у ульвовых, кладофоровых и некоторых трентеполиевых. Для этих водорослей характерно **чередование диплоидного спорофита и гаплоидного гаметофита**

# Зелёные водоросли делят на 2 подотдела:

- **Собственно зелёные (Chlorophytina)** -половой процесс в виде слияния гамет
- Выделяют 6 классов: протококковые, или хлорококковые (Protococcosphyceae или Chlorococcosphyceae), вольвоксовые (Volvocosphyceae), улотриковые (Ulotrichosphyceae), сифонокладовые (Siphonocladosphyceae), дазикладовые (Dasycladosphyceae), сифоновые (Siphonosphyceae).

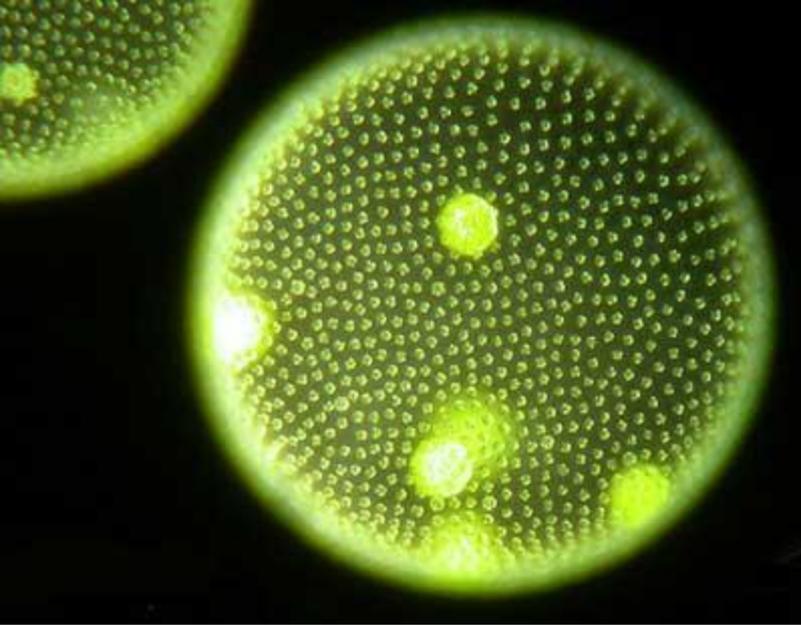


- **Конъюгаты, или сцеплянки (Conjugatorphytina)** – половой процесс - конъюгация

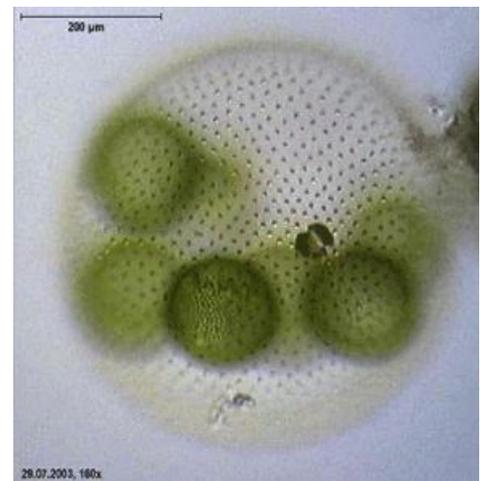


# Важнейшие классы

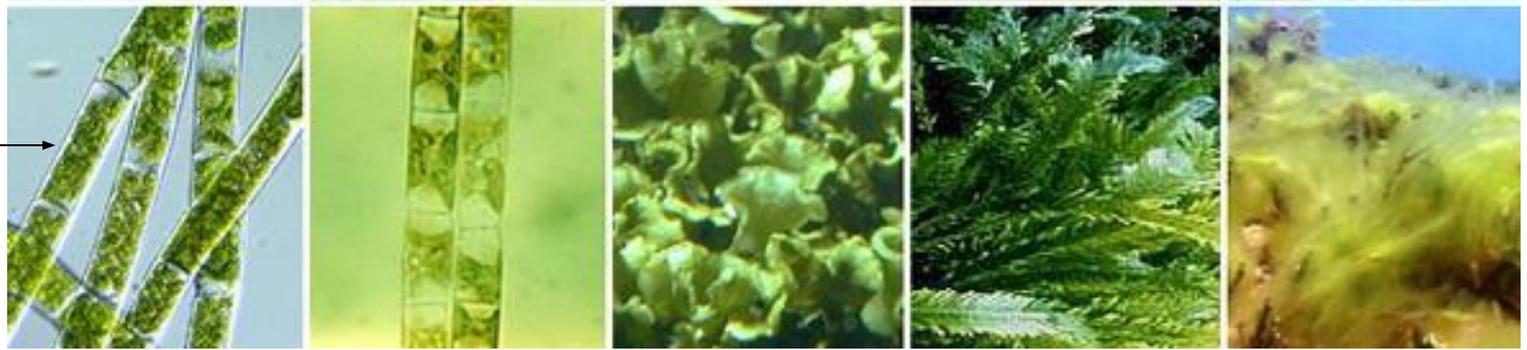
- Класс **вольвоксовые** - наиболее примитивные одноклеточные водоросли со жгутиками. Некоторые их виды представляют собой колонию.
- Класс **протококковые** - одноклеточные и многоклеточные бейжгутиковые формы.
- Класс **улотрикссовые** - имеют нитчатое или пластинчатое строение слоевища.
- Класс **сифоновые** — внешне похожи на другие водоросли или на высшие растения, состоят из одной многоядерной клетки, достигая размеров до 1 м.



← **ВОЛЬВОКС**



**Хламидамонада, Хлорелла, Вольвокс**



**спирогира** →

**Улотрикс**

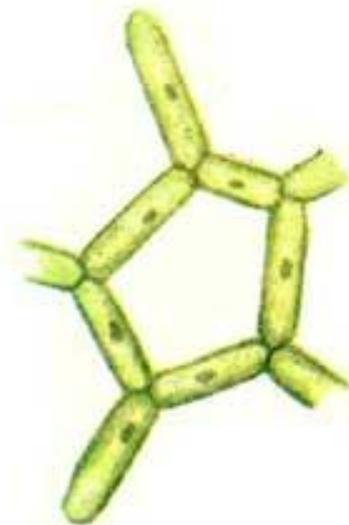
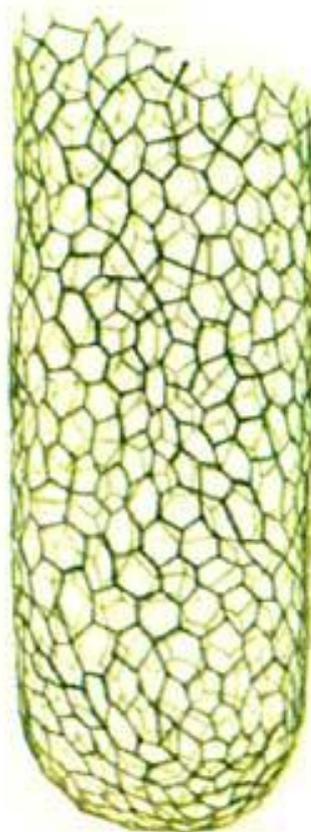
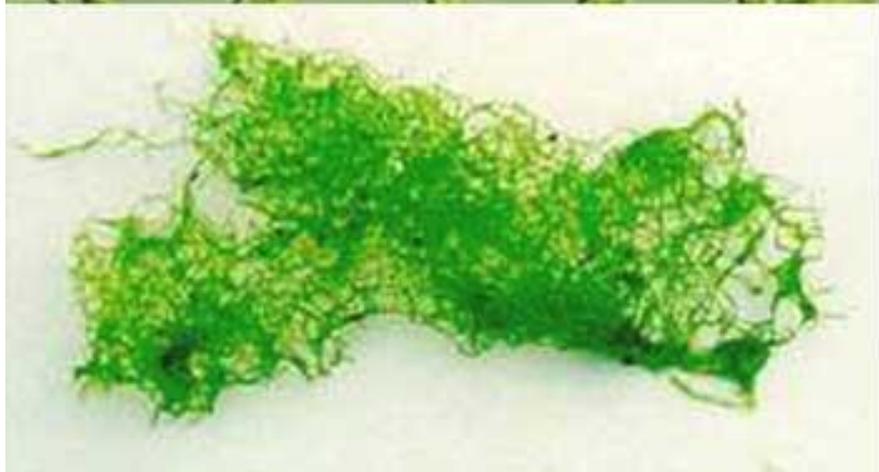
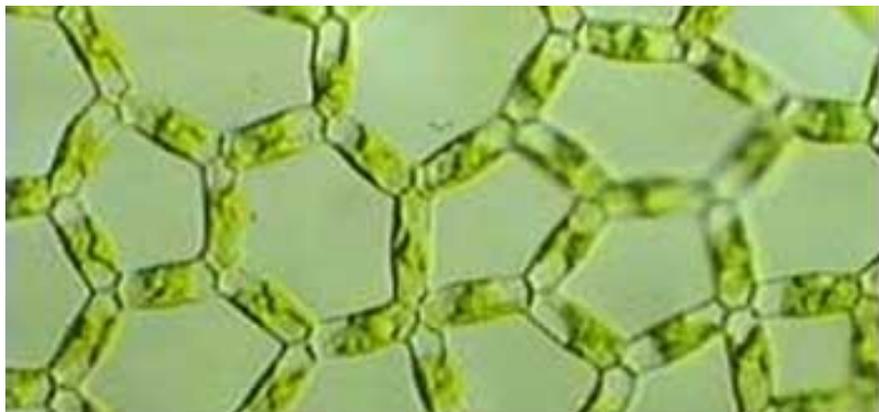
**Ульва**

**Бриопсис**

**Кладофора**

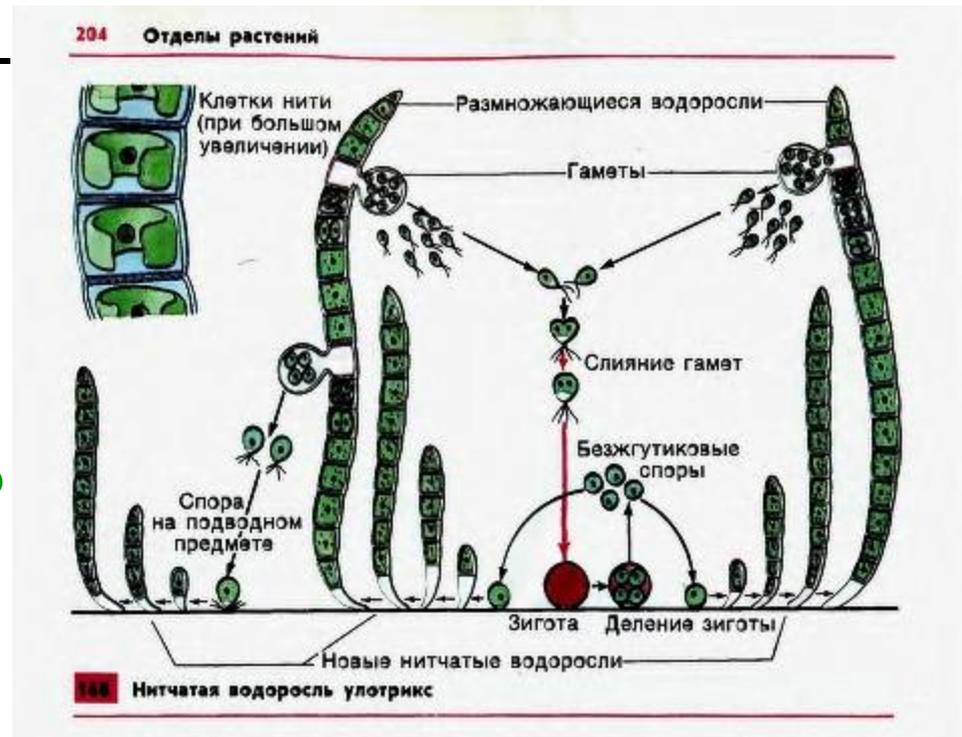
# Водяная сеточка

*Hydrodictyon reticulatum* Lagerh.

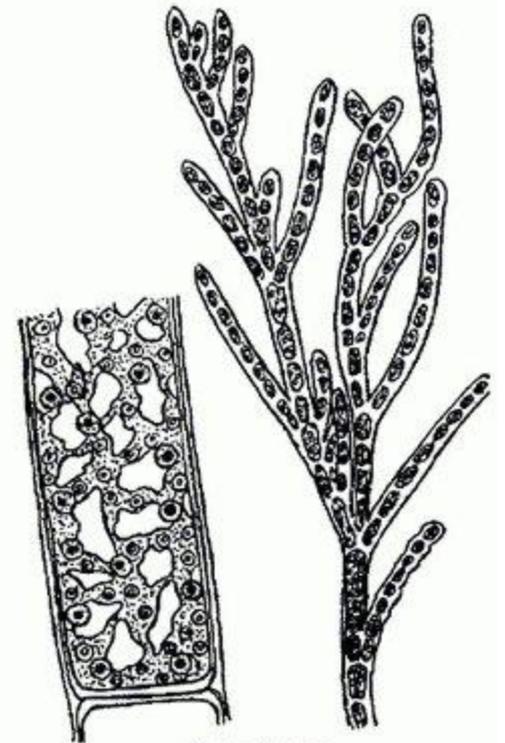


**Характерна для пресных водоемов, богатых азотистыми соединениями**

- Улётрикс (лат. *Ulothrix*) — род зелёных водорослей
- Обитает в морских и пресных водах, образуя на подводных предметах тину зелёного цвета. Нитчатый тип дифференциации таллома.
- Хлоропласт постенный в виде пояска, замкнутого или незамкнутого, с несколькими пиреноидами



# Кладофора



Кладофора

# Зеленые морские водоросли

- 1 – Udotea
- 2 – Acetabularia
- 3 - Ulvaria
- 4 – Chaetomorpha
- 5 – Penicillus
- 6 - Codium



энтероморфа



ульвария

ульва

КОДИУМ

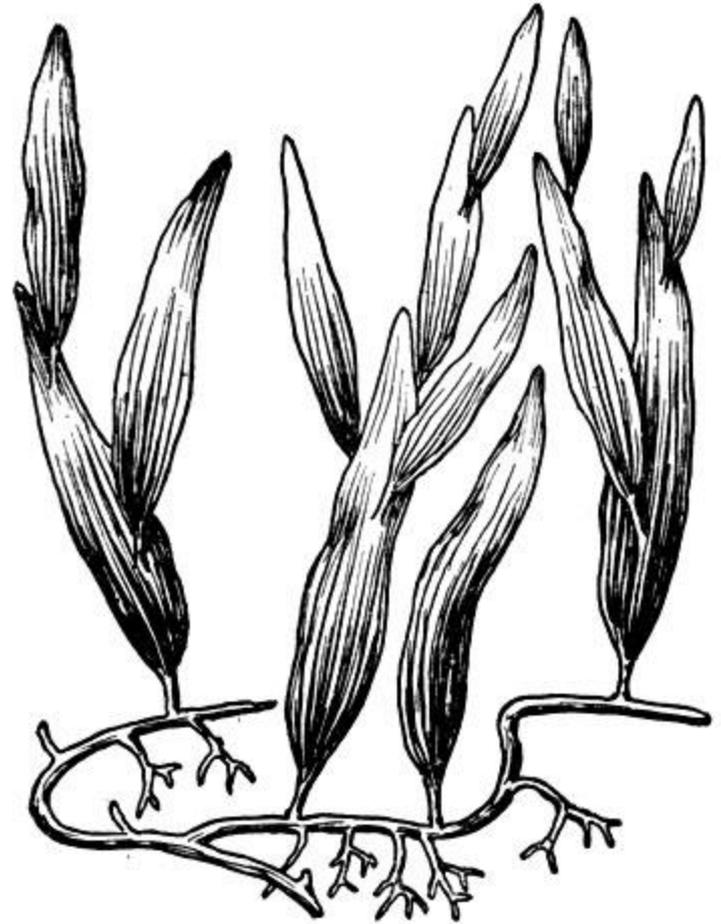
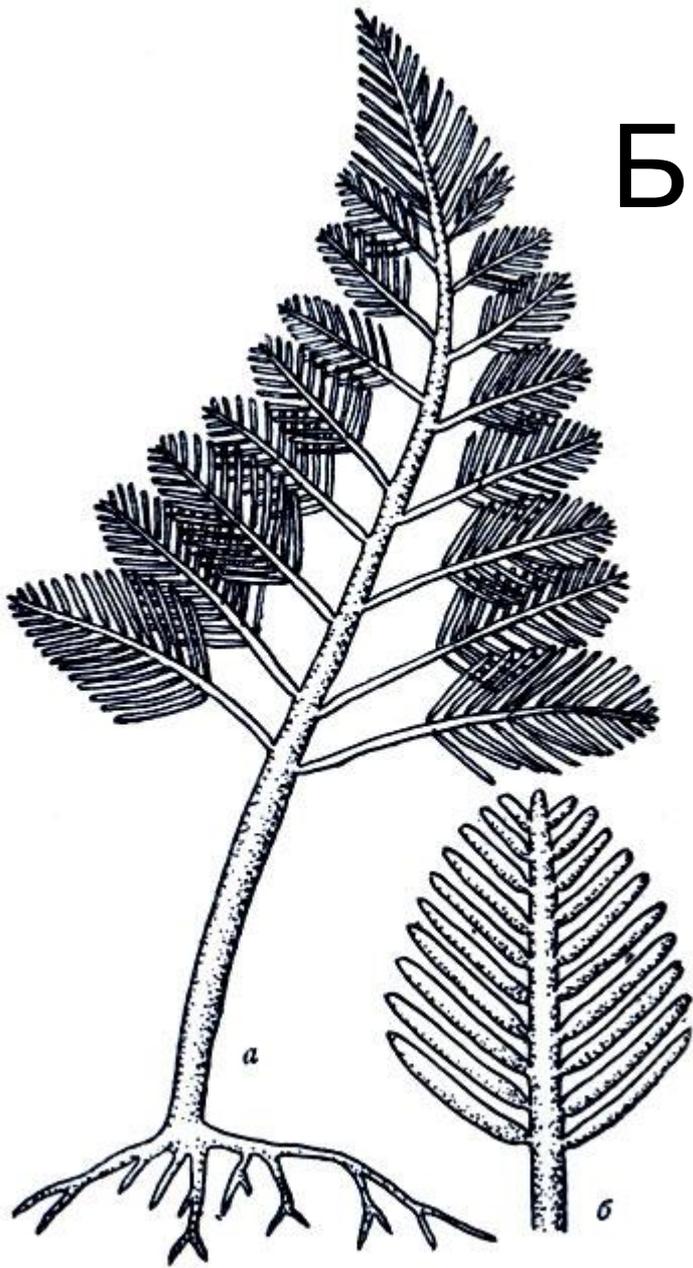
# Ульва – съедобная водоросль



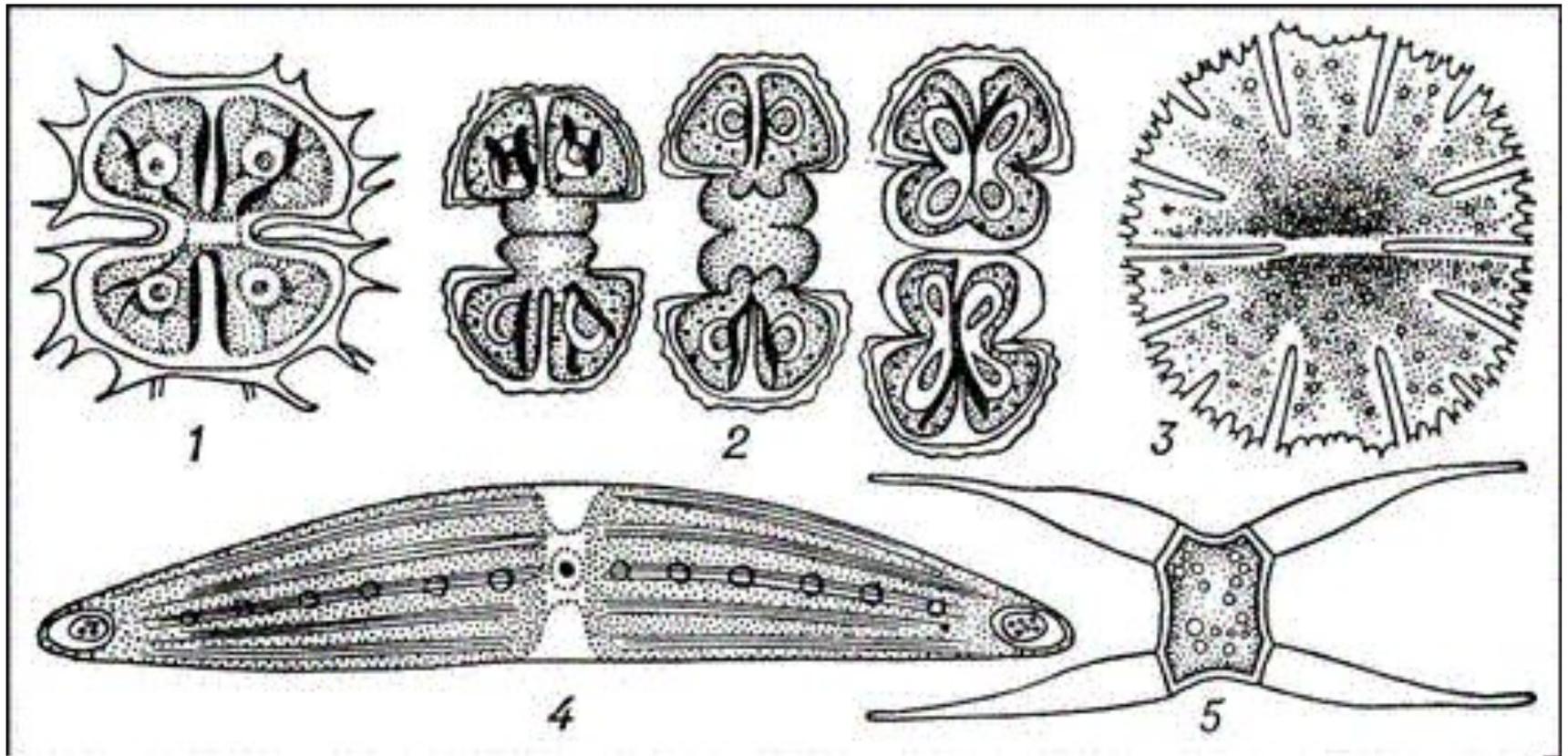
# Codium



# Бриопсис и каулерпа

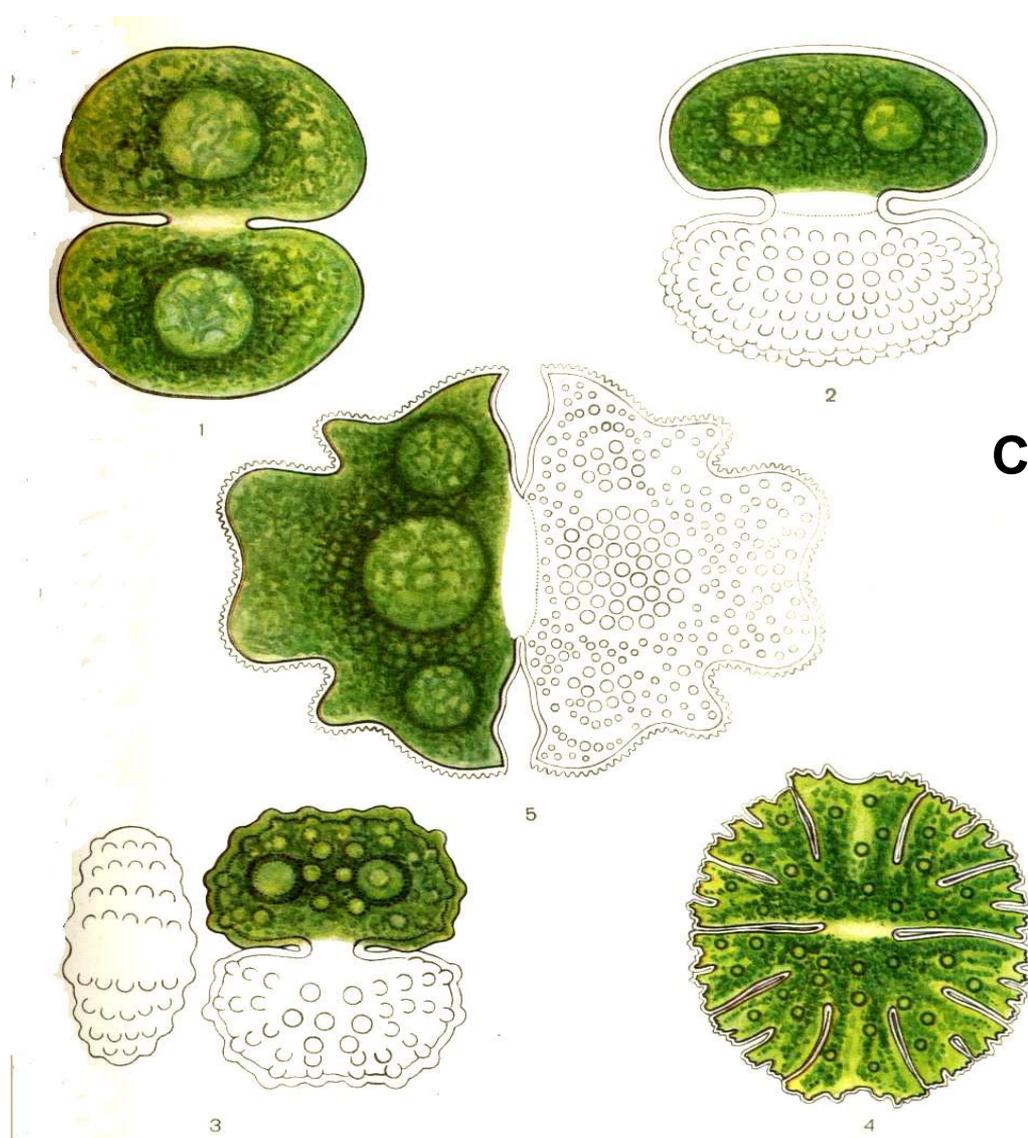


# Конъюгаты - Десмидиевые



Десмидиевые водоросли: 1 — Xanthidium; 2 — Cosmarium (три последовательные стадии деления клетки); 3 — Micrasterias; 4 — Closterium; 5 — Closterium (образование зиготы).

# Зеленые водоросли - сцеплянки

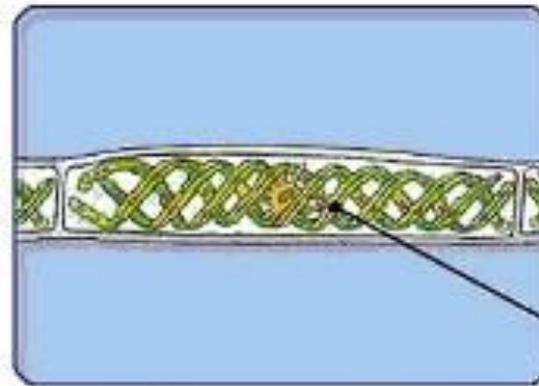


**Cosmarium spp.**

# Спирогира – пресноводная водоросль



Клубок зеленых нитей спирогиры

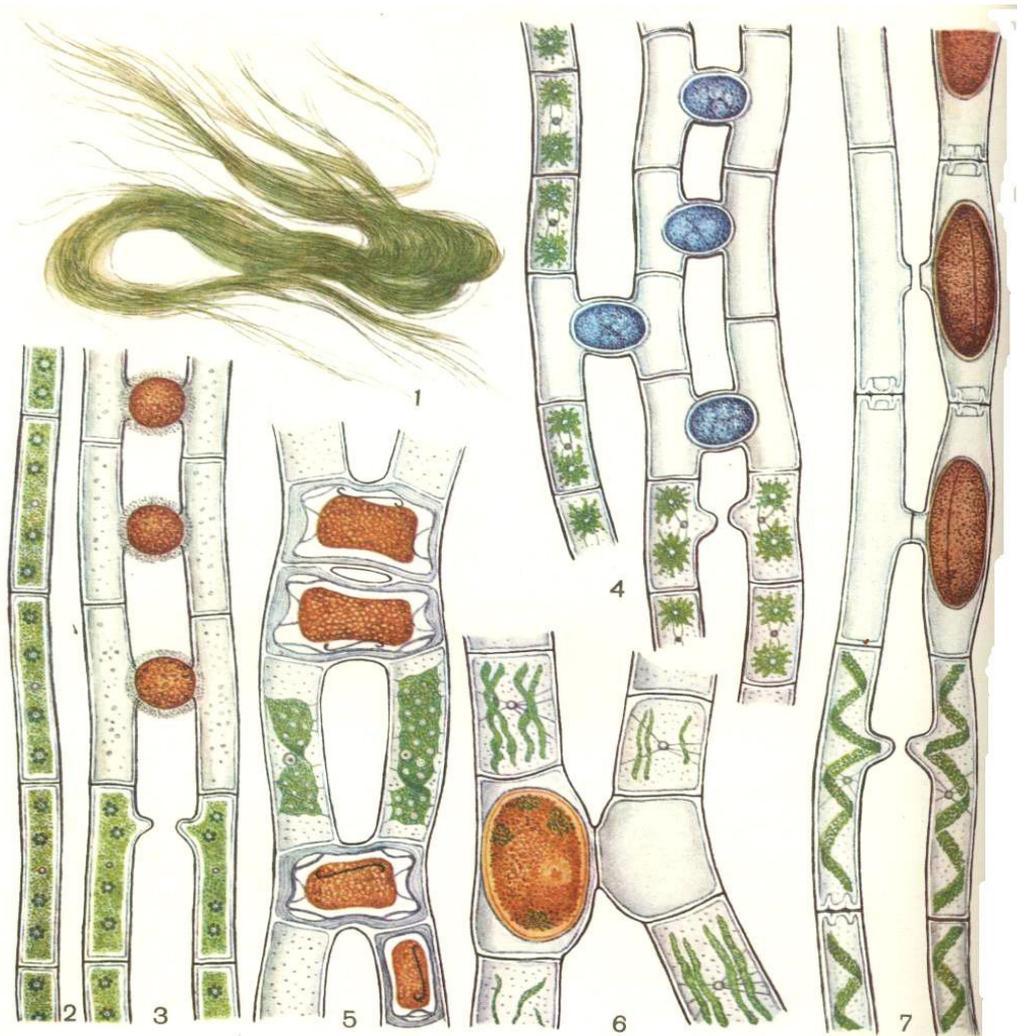


Хроматофор

Клетка спирогиры

# Спирогира и ее конъюгация

Спирогира (*Spirogyra*), род нитчатых зелёных водорослей из подотдела конъюгат (сцеплянок). Нити спирогиры состоят из одного ряда клеток, содержащих одну или несколько спиральных лент хлоропластов. Размножение вегетативное (нити разрываются на участки) и половое (Конъюгация).



Около 200 видов в пресных стоячих и медленно текущих водах. Образует большие ватообразные скопления на поверхности воды.

- Есть зелёные водоросли, которые приспособились к жизни **в почве и наземных местообитаниях**. Их можно встретить на коре деревьев, скалах, различных постройках, на поверхности почв и в толще воздуха. Среди них представители родов **Trentepohlia** и **Trebuxia** (в лишайниках).
- Массовое развитие микроскопических зелёных водорослей вызывает «цветение» воды, почвы, снега, коры деревьев и т. д. Так, *Chlamydomonas nivalis* можно обнаружить **высоко в горах на снегу, окрашенном в красный цвет**

# Водоросли - симбионты

- Зелёные водоросли (класс требуксевые), вступая в **симбиотические отношения с грибами, входят в состав лишайников.** Около 85 % лишайников содержат одноклеточные и нитчатые зелёные водоросли в качестве фикобионта.
- В качестве эндосимбионтов они существуют **в клетках простейших, гидр, губок и некоторых плоских червях.**
- Ряд зелёных водорослей развивается на **шерсти млекопитающих.**

# Использование

- Некоторые виды используются населением ряда стран **в пищу**. Для этих целей, например, в Японии, специально культивируют **Ulva** и **Enteromorpha**. Отдельные виды зелёных водорослей используют в качестве **продуцентов физиологически активных веществ**. Так, виды рода **Haematococcus** культивируют в промышленных масштабах для получения каротиноида астаксантина, **Botryococcus** — для получения липидов

# Хáровые водоросли, или лучицы (лат. Charóphyta)

- Единственный сохранившийся до настоящего времени (класс зеленых по старой классификации или в современной - отдел **Streptophyta**. ) некогда обширной группы древних растений, которые объединяют в себе **признаки водорослей и высших растений**. Название происходит от др.-греч. χάρá — радость, красота. Всего известно не более 440 видов харовых.

# Харовые

- Это макроскопические водоросли, внешне сходные с некоторыми высшими растениями (хвощ, роголистник). Высота их таллома составляет обычно 20—30 см (до 1—2 м), боковые ветви ограниченного роста, расположены мутовками на многоклеточных узлах. Междоузлия состоят из одной длинной клетки, которая может обрастать корой из узких клеток. Оболочки клеток иногда пропитаны известью.
- Хлоропласты зелёные, содержат **хлорофиллы а и b**.
- Запасное вещество — **крахмал**.



# Харовые водоросли



# Размножение

- Для харовых водорослей характерно **вегетативное и половое размножение**. Вегетативное размножение осуществляется посредством специальных клубеньков на ризоидах или звездообразных скоплений клеток на нижних стеблевых узлах, которые дают начало новому таллому.
- **Бесполое размножение отсутствует.**
- **Половое - Оогамия** - После кариогамии образуется зигота.



Женский половой орган — **оогоний** и мужской — **антеридий** **многоклеточны** и развиваются у большинства видов на одном растении, но есть и двудомные виды

# Харовые в природе

- Когда режим водоёма становится более устойчивым, в нём поселяется хара и формируется **особый биоценоз**. На талломах харовых развивается множество **эпифитов — микроскопических водорослей и бактерий, служащих кормом для беспозвоночных, поедаемых рыбой**. В густых зарослях этих водорослей находят приют и защиту молодые рыбы и мелкие беспозвоночные.
- Замечено, что в водоёмах с обильным развитием харовых водорослей отсутствуют или слабо развиты личинки комаров. Предполагают, что это обусловлено действием **антибиотиков**, выделяемых харовыми водорослями.
- Харовые служат **источником пищи для водоплавающих птиц**, особенно на путях их осенних перелётов. Птицы используют главным образом **ооспоры, заполненные крахмалом и каплями жира**.

# Хара

- В Швейцарии харовые водоросли используют в качестве **удобрения тяжёлых почв** благодаря обилию в них **известки**. Иногда при больших естественных скоплениях и образовании отложений они образуют **лечебные грязи**

