

Цианобактерии (Cyanophyta)

Отличия от бактерий

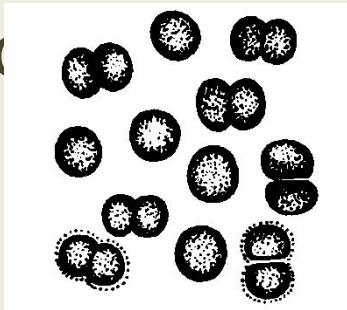
- Неспособны усваивать органические экзогенные соединения
- Наличие двух фотосистем расположенных на мембранах специализированных структур – тилакоидов.
- Возможность протекания двух взаимоисключающих процессов – оксигенного фотосинтеза и анаэробной азотфиксации
- Отсутствие жгутиков или жгутиковых стадий.

В морфологическом отношении представлены следующими формами:

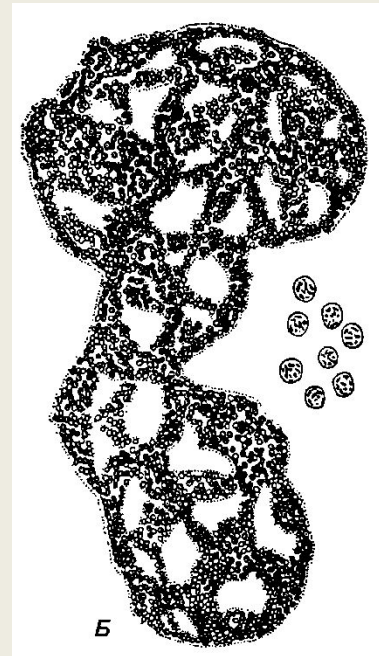
- Одноклеточными. Отдельные клетки функционируют как самостоятельные организмы.
- Колониальными. Отдельные клетки объединяются в колонии в которых связующим материалом является слизь.

Одноклеточные и колониальные формы имеют **коккоидный** тип организации для которого характерны неподвижные, одетые оболочками клетки.

- **Одиночные
клетки
Synechocystis
(Chroococcales)**



Колонии Microcystis (Chroococcales)



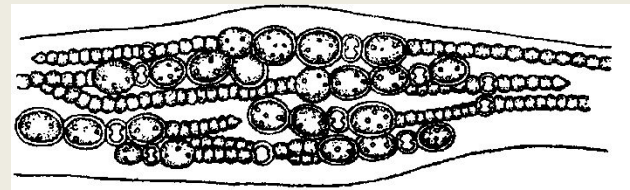
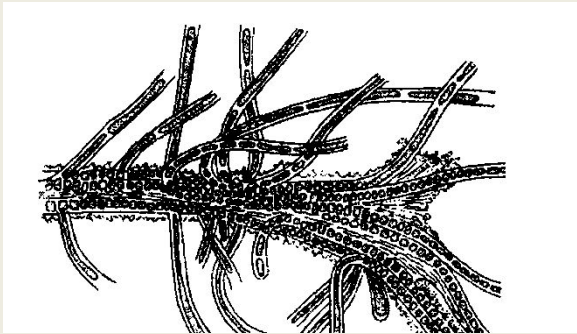
- Многоклеточными.

Имеют **нитчатый** тип организации.

Морфологической единицей у этих цианей является **трихом** – нитевидное образование, состоящие из нескольких рядов симпластно (посредством плазмодесм – микроскопических плазматических мостиков) связанных клеток. Трихом может быть разветвленным и неразветвленным.

Трихом у многоклеточных форм

- Разветвленный, например, *Fischelopsis* (Stigonematales)
- Неразветвленный, например, *Anaebena* (Nostocales)



Виды трихомов по дифференциации клеток

- Гомоцитные – все клетки одинаковы по форме и функциям
- Гетероцитные – клетки разные по форме и функциям

Клетки гетероцитных трихомов

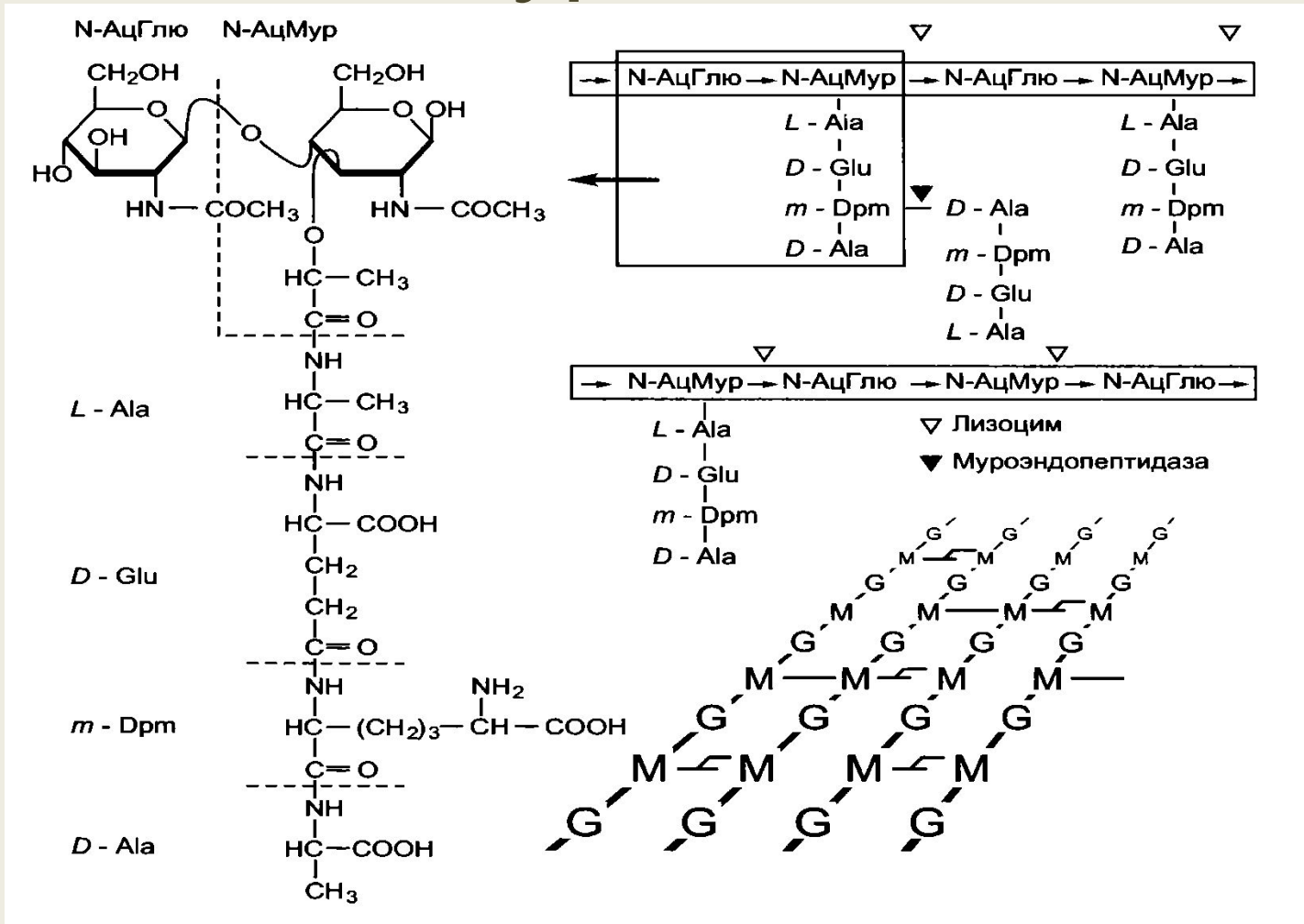
- **Вегетативные** (такие же как в гомоцитных трихомах)
- **Акинеты** (покоящиеся споры) – необходимы для размножения
- **Гетероцисты** – отвечают за фиксацию атмосферного азота.
- Верхушечные клетки. Только у морфологически прогрессивных форм. За их счет идет рост наиболее сложнодифференцированных талломов.

Клеточная стенка

От 35 до 50 нм. Наиболее толстая у акинет и гетероцист. Сходна по строению с таковой у грамотрицательных бактерий.

Муреин – специфический пептидогликан. У отдельных видов есть кальциевые отложения. У многих – слизистые оболочки и чехлы.

Муреин



Гетерополимерные цепочки, состоящие из чередующихся остатков N-ацетилглюкозамина (N-АцГлю) и N-ацетимурамовой кислоты (N-АцМур), связаны между собой пептидными мостиками. Слева — детальное строение фрагмента, изображенного справа в рамке. Треугольниками отмечены связи, расщепляемые лизоцимом (мурамидазой) и специфической муроэндопептидазой. Справа внизу — схематическое изображение структуры однослойного поперечношитого муреинового мешка, состоящего из N-АцГлю (G) и N-АцМур (M). m-Dpm — мезо-диаминопимелиновая кислота

Запасные вещества

- Гликогеноподобный полисахарид
- Цианофицин – азотсодержащий полипептид.
Найден только у синезеленых водорослей

У цианобактерий нет:

- Полноценных хлоропластов
- Митохондрий
- Ядра

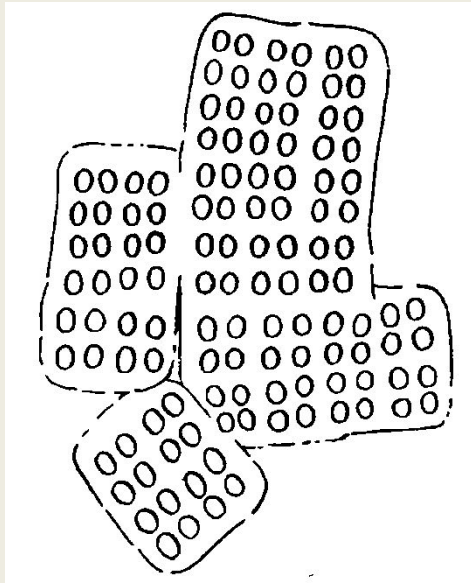
Пигменты

- Хлорофилл *a* (у прохлорофилловых водорослей встречается хлорофилл *b*).
- Каротиноиды (бета-каротин и зеаксантин, специфические каротиноиды – миксоксантофилл, осциллаксантин, кантаксантин и эхиненон).
- Фикобилины (нет у прохлорофилловых водорослей): фикоцианин, аллофикоцианин и фикоэритрин. Работают только в связке с белками.
- Сцитомин (не у всех) – поглощает в ультрафиолетовой части спектра (212 – 300 нм).

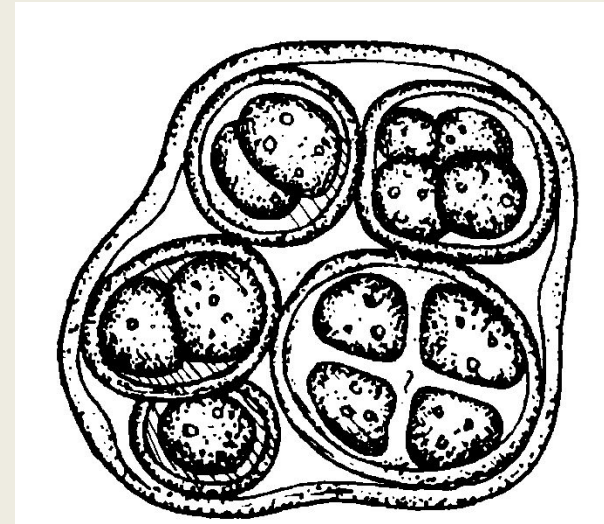
Размножение

- Делением клеток.
- С помощью гонидий (эндоспоры – если внутри материнской клетки, экзоспоры (баеоциты) – если снаружи).
- Нитчатые – с помощью гормогониев. Обычно распад идет по гетероцистам (сами гетероцисты не способны к размножению!)
- Акинетами – спорами.
- Типичного полового размножения нет. Есть парасексуальные процессы при которых идет обмен геномами у разных клеток.

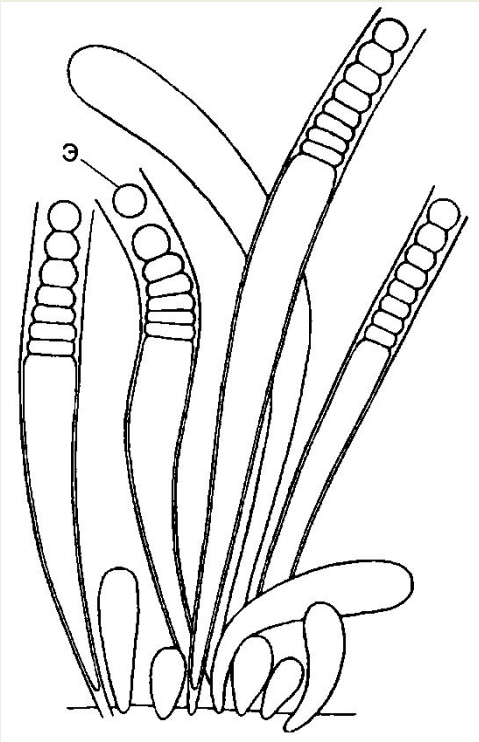
Порядок Хроококковые (Chroococcales)



Merismopedia — пластинчатая
КОЛОНИЯ



Gloeocapsa — вегетативная стадия
(сложная колония)



Chamaesiphon — общий вид
(э — экзоспоры)



Электронная микрофотография
Microcystis wesenbergii Komárek
на стадии деления.

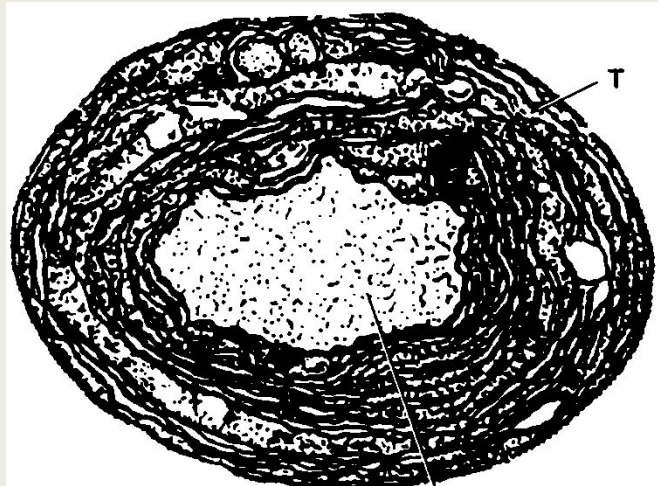
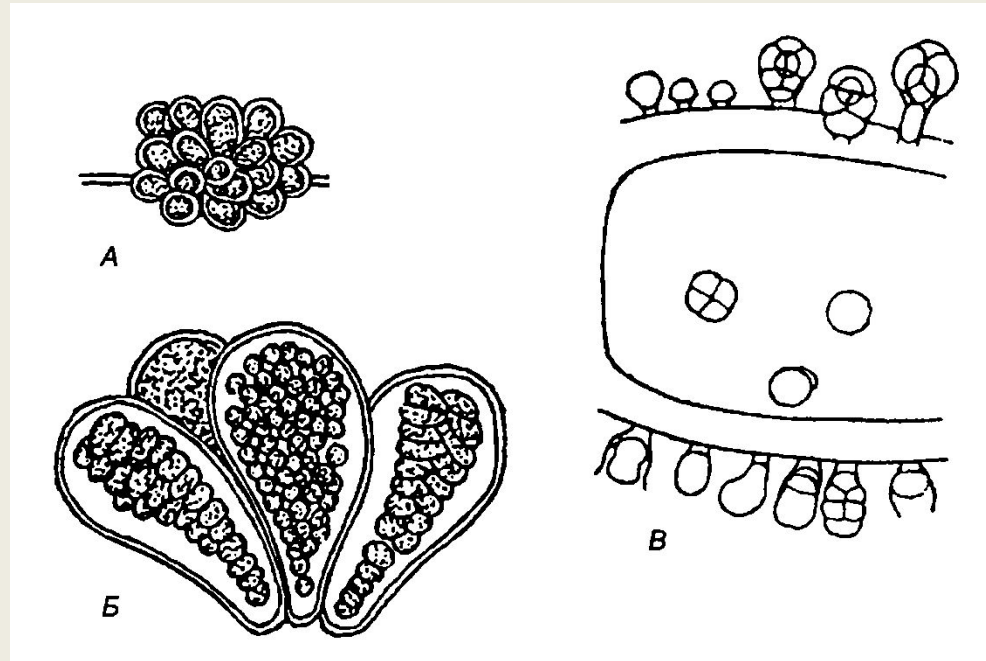


Схема строения *Prochloron*.

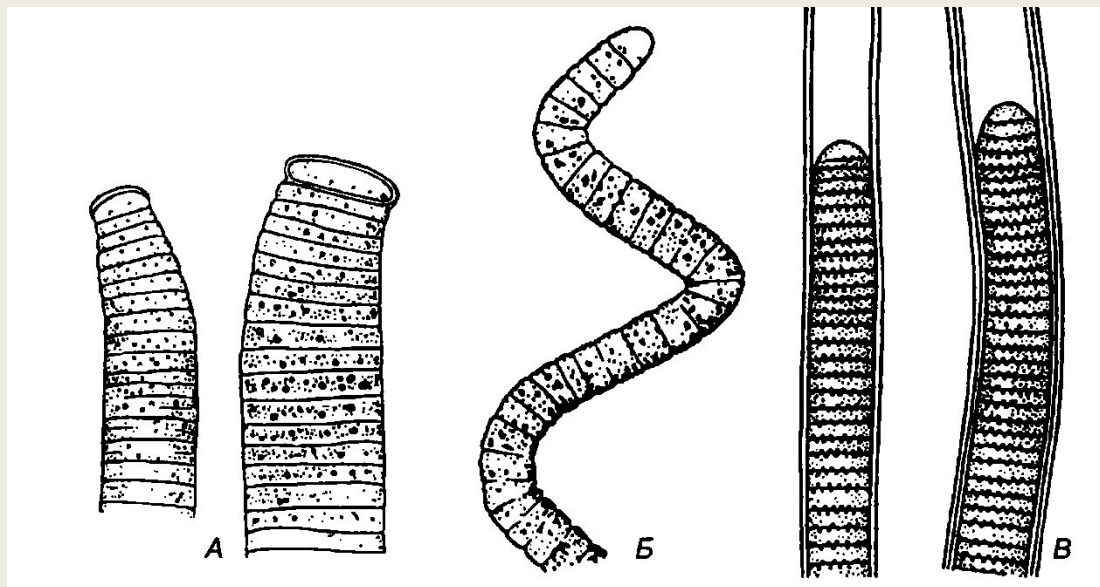
Порядок плеурокапсовые (Pleurocapsales)



Dermocarpa — образование эндоспор.

A — кучка клеток при небольшом увеличении; *B* — эндоспорангий; *B* — клетки на *Cladophora* sp

Порядок Осцилаториевые (Oscillaroriales)



A — Oscillatoria; Б — Spirulina; B — Lyngbya

Порядок ностоковые (Nostocales)

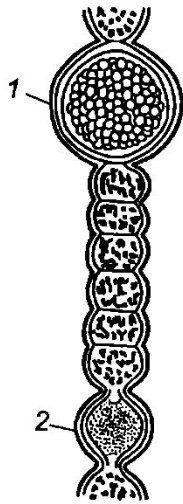


Рис. 30. *Anabaena* —
общий вид нити.
1 — спора; 2 — гетеро-
циста

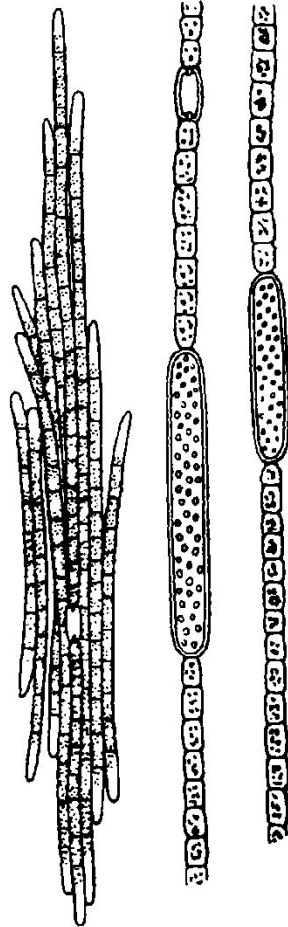


Рис. 31. *Aphanizomenon* —
общий вид нитей

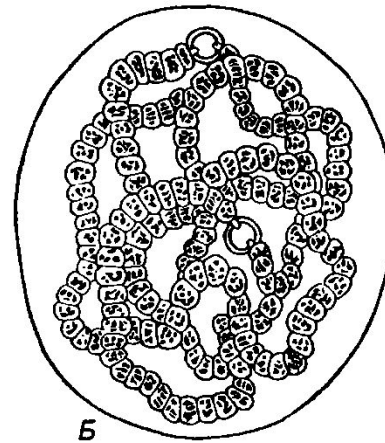
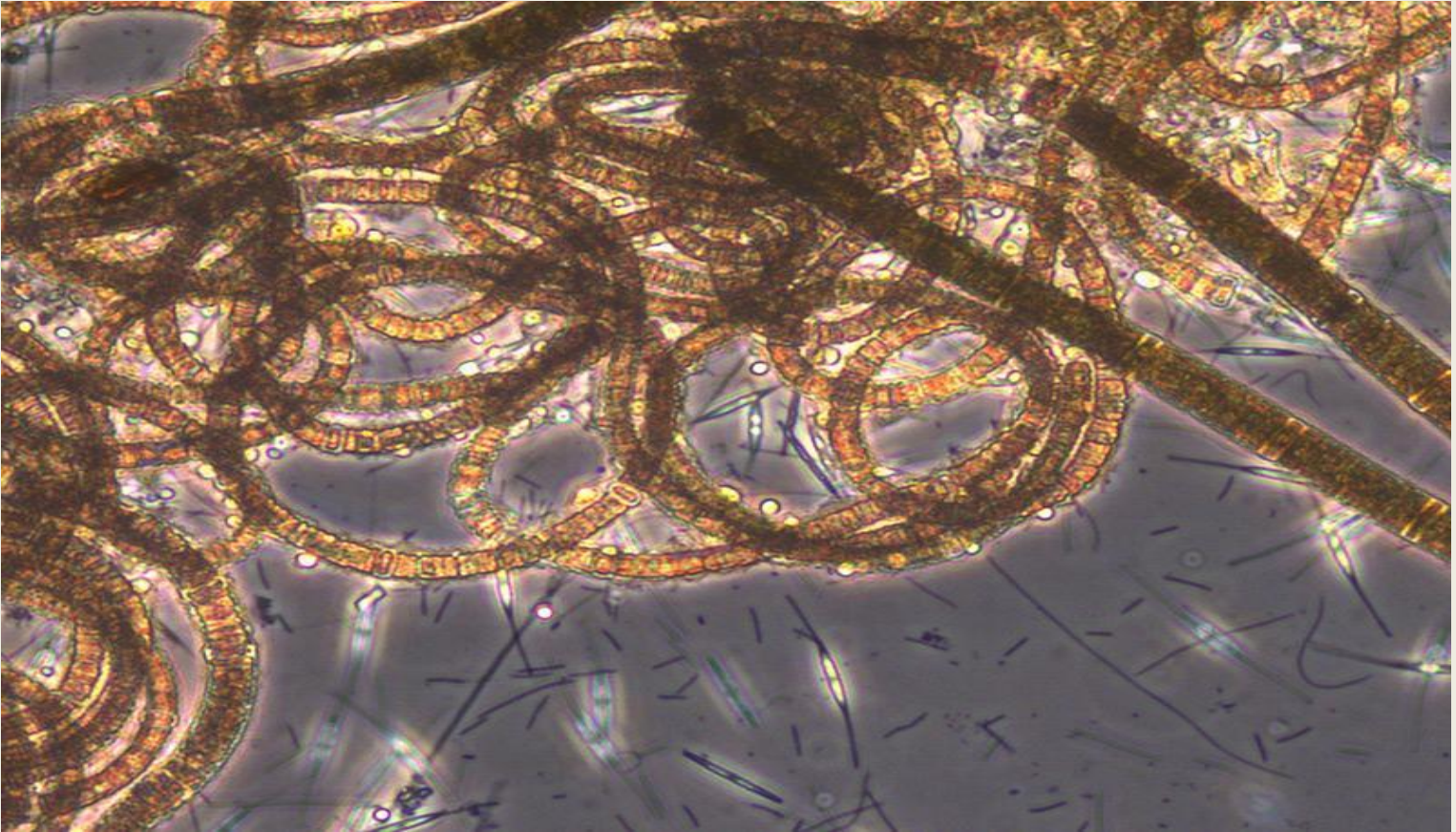


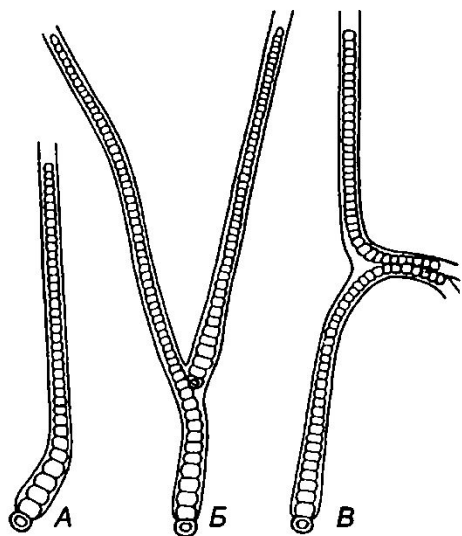
Рис. 32. *Nostoc*.
А — колония в натуральную ве-
личину; Б — молодая колония
(большое увеличение)

Nostoc paludosum



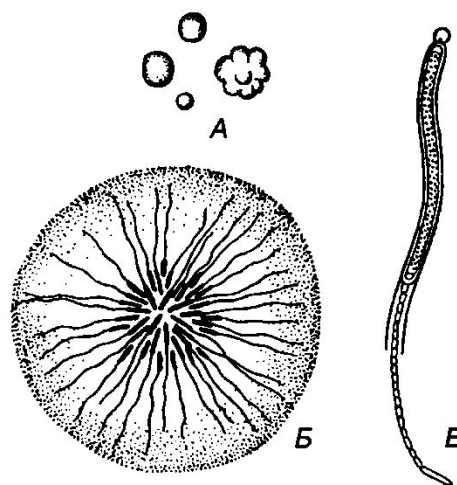
Nodularia spumigena





Calothrix.

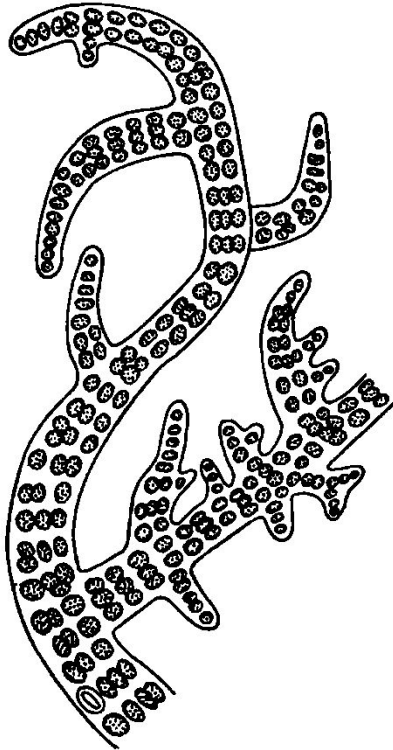
A — общий вид; *Б, В* — ложное ветвление: одиночное (*Б*) и двойное (*В*)



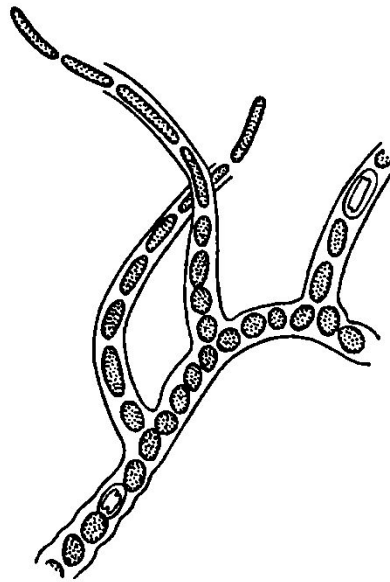
Gloeotrihia.

A — общий вид; *Б* — колония в разрезе (видны отдельные нити со зрелой спорой);
В — от ельная нить

Порядок Стигонемовые (Stigonematales)



Stigonema — общий вид,
часть нити с гормогониями



Mastigocladus — общий вид

Значение синезеленых водорослей в природе и в жизни человека:

- Появление кислорода и озонового слоя.
- Сыграли роль в создании горных пород и почвообразовании.
- Являются компонентами слоевища лишайников.
- Первичные продуценты.
- «Цветение воды».
- Выращиваются в качестве источника получения биологически-активных веществ.
- Применяются как тест-объекты.
- Применение для удобрений сельхозугодий как источника азота

Местообитания синезеленых водорослей

- Пресные воды
- Моря
- Почва, скалы
- Симбионты некоторых жгутиковых, корненожек и др.



Цветение микроцистиса



Цианобактериальный мат (синехоцистис)



Цианобактериальный мат в разрезе

ЭВГЛЕНОВЫЕ ВОДОРОСЛИ – *EUGLENOPHYTA*

Пигменты:

Хлорофиллы «а» и «b»

каротиноиды

У многих эвгленовых хлоропластов
нет

Запасное вещество:

парамилон

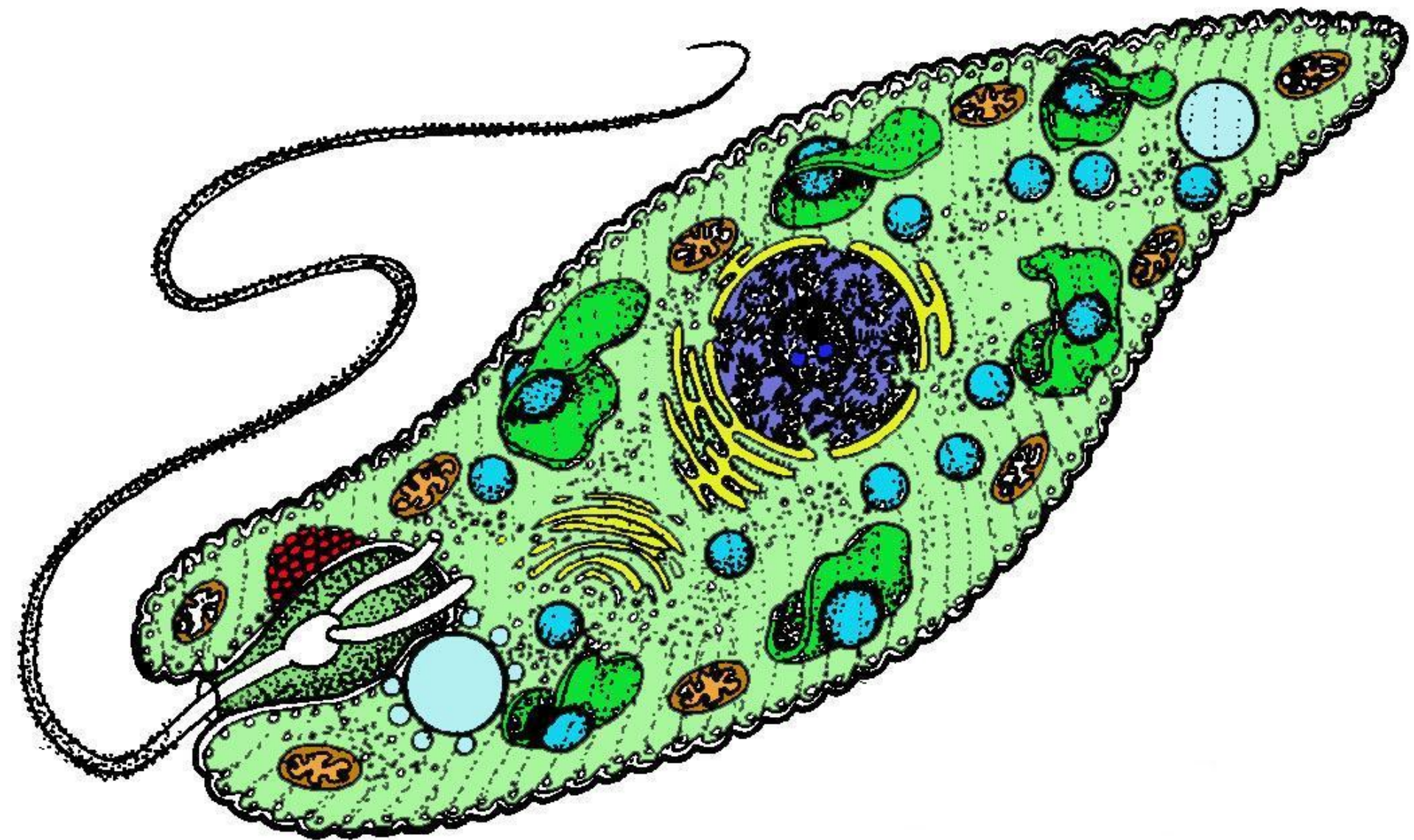
Около **1000** видов.

Большинство **монадные**, есть и **коккоидные** и **амебоидные**.

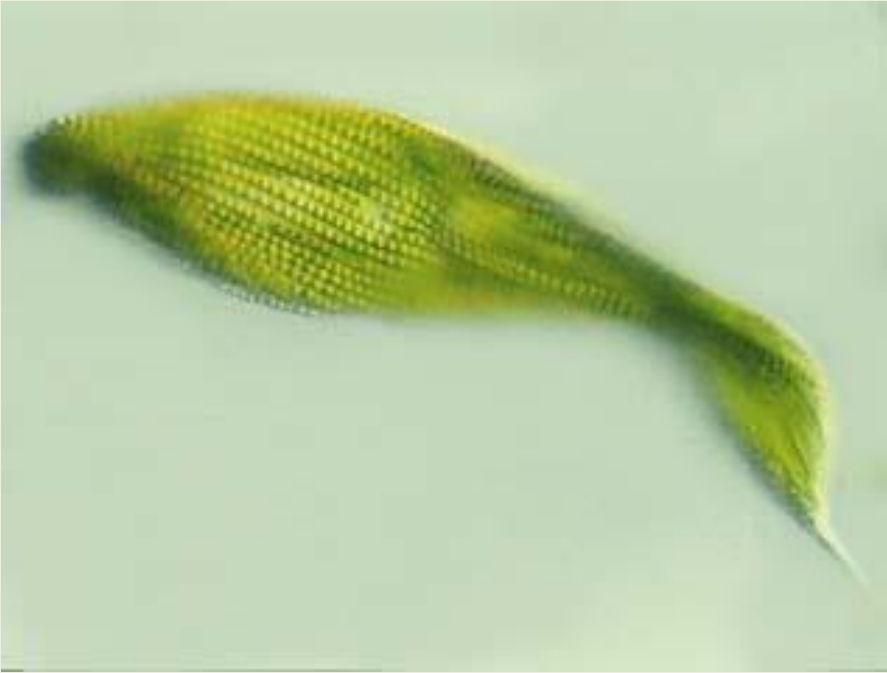
Тело покрыто *пелликулой* – эластичный белковый слой протопласта под плазмолеммой – это позволяет совершать ползающие движения



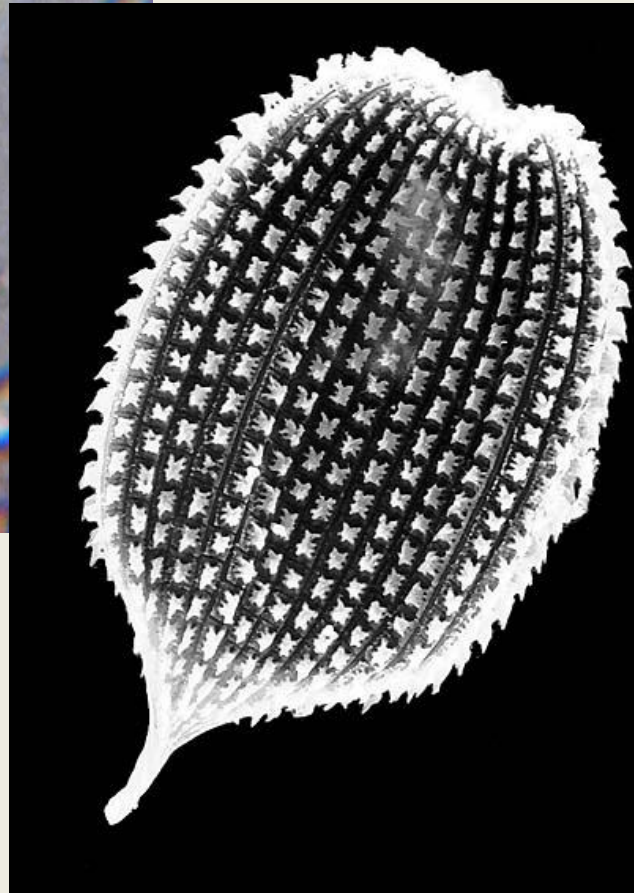
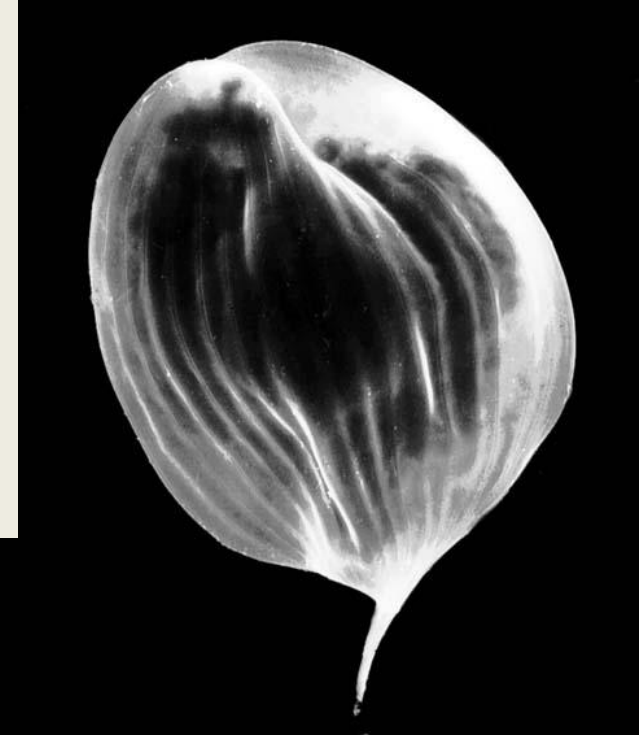
строение клетки ЭВГЛЕНОВЫХ



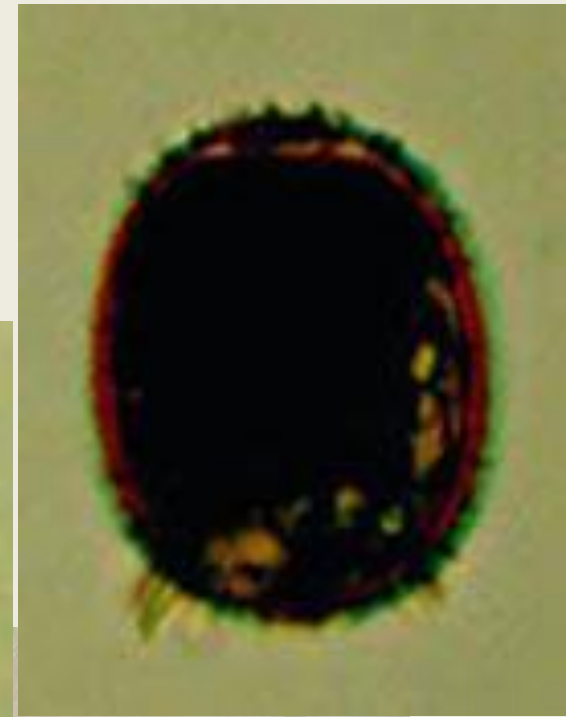
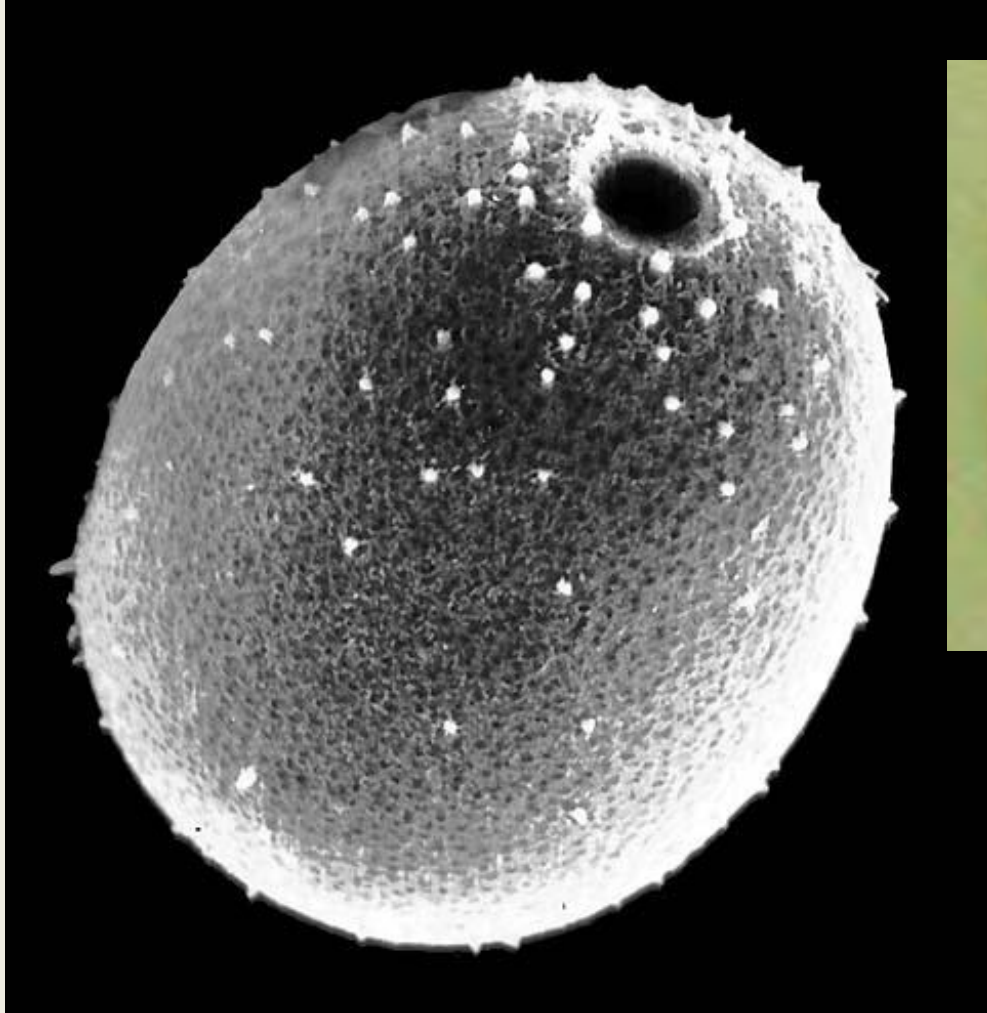
Euglena



Phacus



Trachelomonas



ЗНАЧЕНИЕ ЭВГЛЕНОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

- Участвуют в процессе самоочищения воды
- Индикаторы степени загрязнения воды
- Объекты для изучения фотосинтеза, строения хроматофоров, фототаксиса, движения жгутиков
- На них исследуют действие антибиотиков, гербицидов, ростовых веществ
- Их используют для количественного определения витамина В₁₂

Зеленые водоросли (Chlorophyta)

Типы организации таллома зеленых водорослей

- Монадный
 - Пальмеллоидный
 - Кокоидный
 - Нитчатый
 - Разнонитчатый (гетеротрихальный)
 - Паренхиматозный
 - Псевнопаренхиматозный
 - Сифоновый . В основном у зеленых, есть у некоторых желто-зеленых
 - Харофитный.
 - Сифонокладальный. Только у зеленых
 - Сарциноидный.
- !!! Ризопоидальной организации таллома у зеленых водорослей не обнаружено!!!

Особенности строения

Клеточная оболочка жесткая, чаще всего целлюлозная. Бывает и пептидогликановая; споропеллиновая (продукт деградации каротиноидов, у высших растений – входит в состав оболочки пыльцы).

Запасной продукт – крахмал, откладывается внутри хлоропласта (вокруг пиреноида и в строме). Но не у всех. У дазикаладовых – инулин. У некоторых (например, представители рода дуналиелла - липиды).

Хлоропласт, как правило, один. Расположен в центре клетки. Но есть исключения как по количеству, так и по расположению хлоропластов в клетке. Хлоропласты зеленого цвета.

Стигма (светочувствительный глазок) находится внутри хлоропласта и не связан со жгутиковым аппаратом.

У большинства видов имеется крупная внутриклеточная вакуоль с клеточным соком.

Подвижные виды имеют жгутики, число их разнится.

Фотосинтетические пигменты

- Хлорофилл *a*
- Хлорофилл *b*
- Каротиноиды (альфа- и бета-каротин, лютеин, неоксантин, зеаксантин и другие)

Размножение

- Бесполое (деление клетки надвое, неподвижными апланоспорами, подвижными зооспорами).
- Вегетативное (разрыв нитей).
- Половое (изогамия, гетерогамия, оогамия – чаще всего, конъюгация).

Жизненные циклы: зиготическая редукция, спорическая редукция (с гетероморфной сменой поколений).

Чем отличаются подотделы Chlorophyta?

- Особенности жгутикового аппарата.
- Особенности митоза.
- Особенности цитокинеза.
- Особенности метаболизма.

1) отщеплением водорода с помощью ферментов дегидрогеназ — этот путь присущ подотделу Chlorophytina:



De — гликолатдегидрогеназа

2) присоединением кислорода с помощью ферментов оксидаз:



Такой путь окисления характерен для подотдела Charophytina

Подотдел Chlorophytina

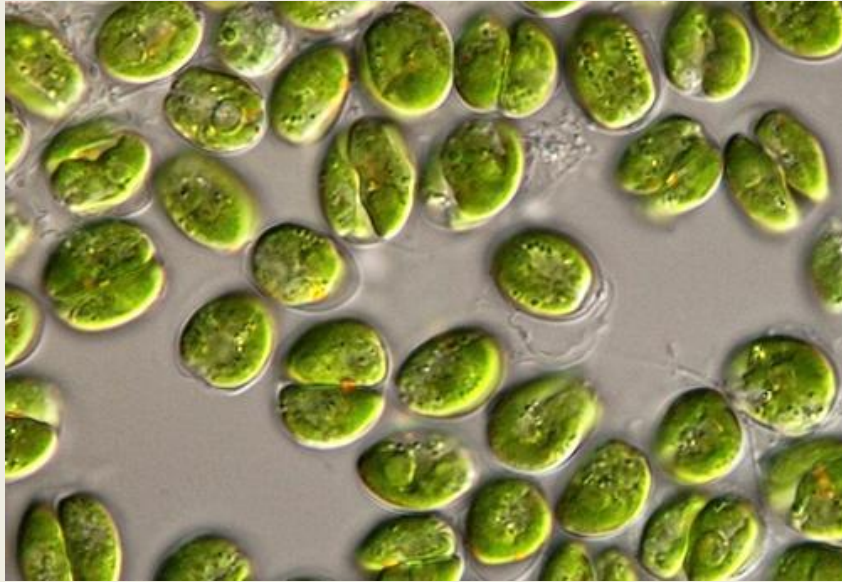
Класс прازیнофиты (Prasinophyceae)

Класс собственно зеленые водоросли
(Chlorophyceae)

Класс требуксиевые (Trebouxiophyceae)

Класс ульвовые (Ulvothrixophyceae)

Класс празиофиты (Prasinophyceae)



Tetraselmis sp.

В класс входят формы: монадные, реже пальмеллодные и коккоидные формы

Свободноживущие обитатели морей и пресноводных водоемов



Класс собственно зеленые водоросли (Chlorophyceae)

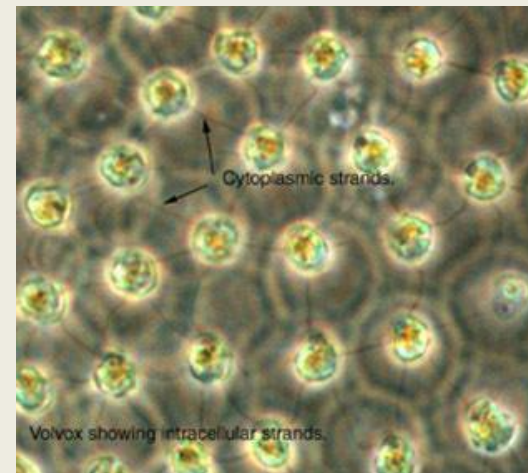
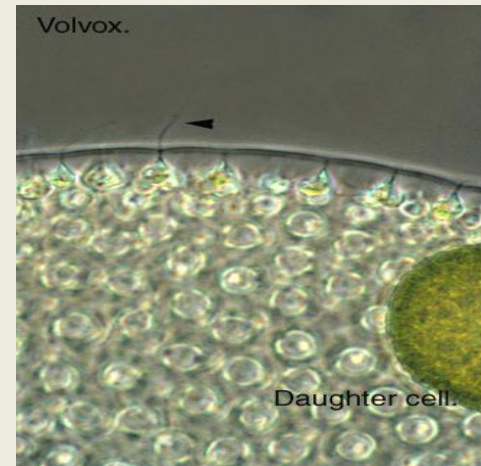
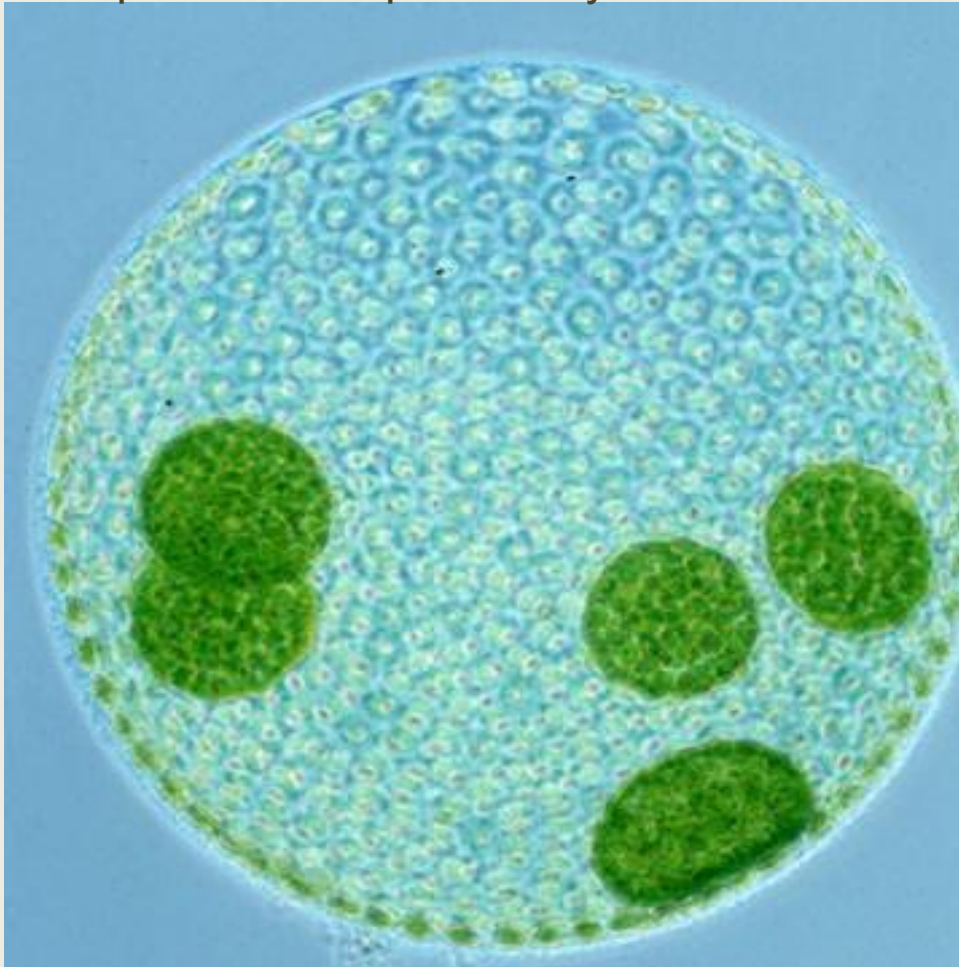
Типы организации талломов: монадные, пальмеллоидные, коккоидные, нитчанные, гетеротрихиальные.

При митозе телофазное тело не сохраняется, нити веретена в анафазе всегда укорачиваются. Деление клетки всегда происходит с бороздой или образованием пластинки с участием фикопласта (пластинки из микротрубочек). Из-за наличия такой структуры предполагается, что данный класс – тупиковая ветвь эволюции.

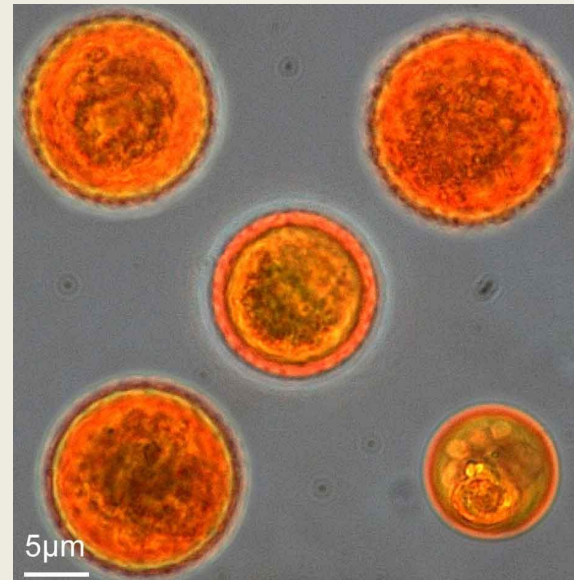
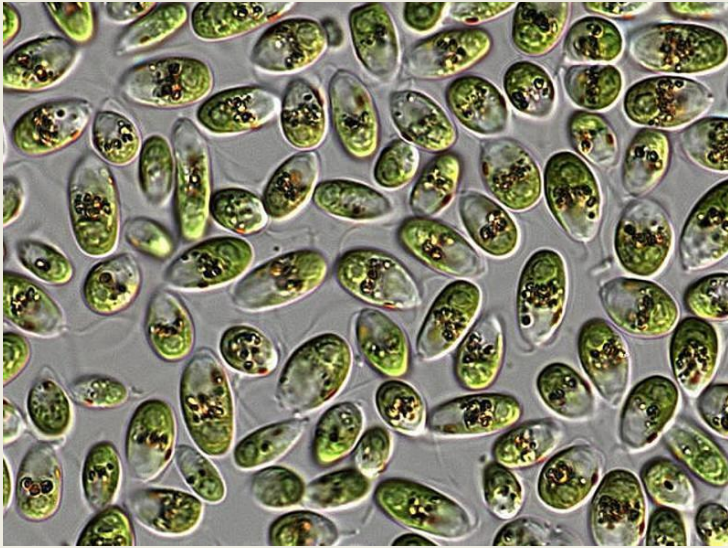
Жизненные циклы гаплоидные с зиготической

Порядок вольвоксовые (Volvocales)

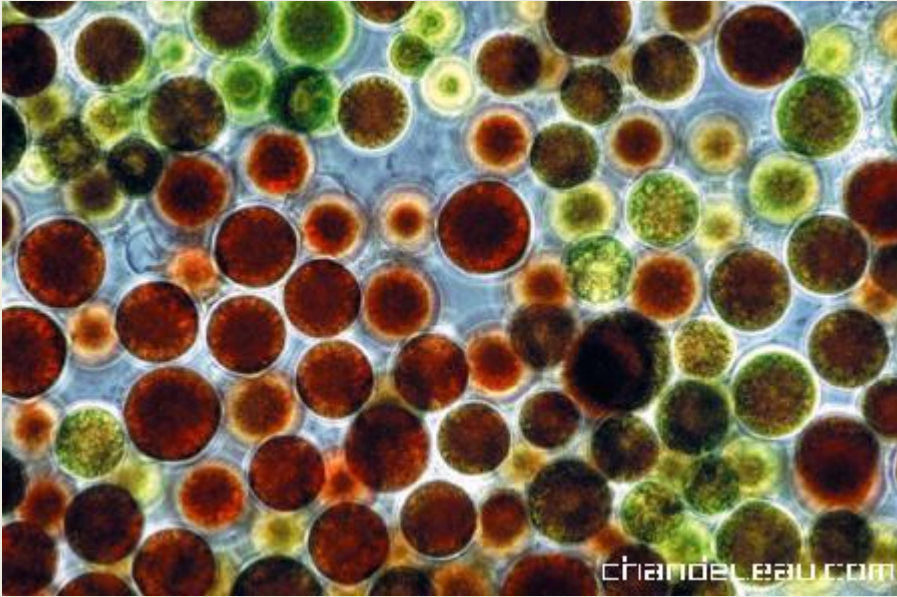
Одноклеточные, колониальные и ценобиальные монадные формы.
При неблагоприятных условия – пальмеллоидное состояние.



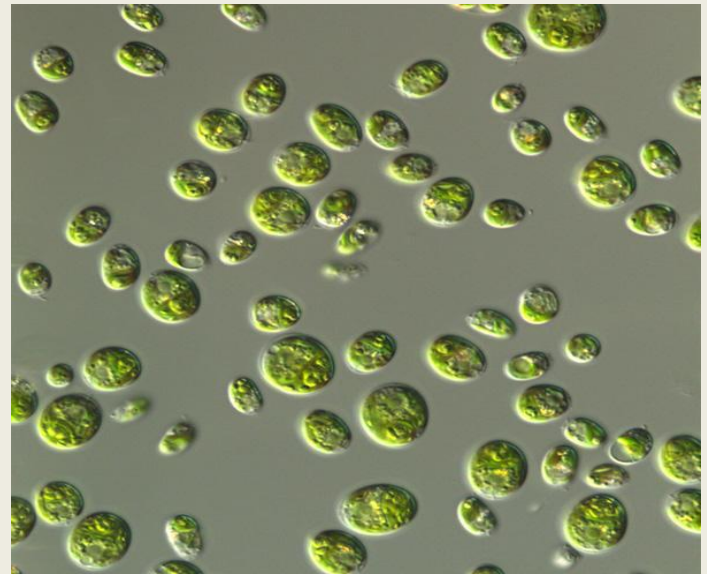
Размножение: вегетативное, бесполое, половое – изогамия (реже гетеро- и оогамия)



Dunaliella salina



Haematococcus pluvialis



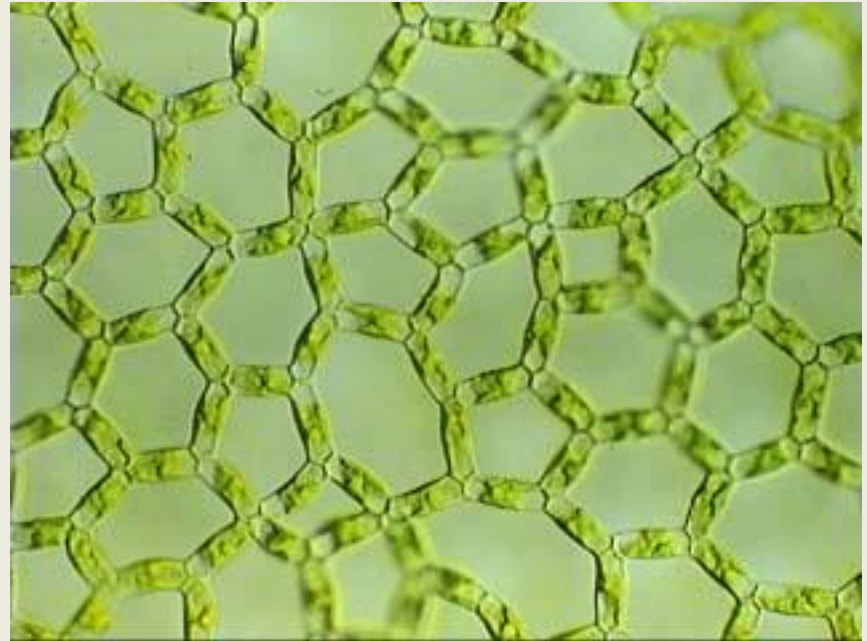
Chlamydomonas reinhardtii

Порядок хлорококковые (Chlorococcales)



Chlorococcum acidum

Коккоидные формы как одноклеточные, так и колониальные.



Hydrodictyon sp.

Бесполое размножение – безжгутиковыми зооспорами и автоспорами. Половой процесс изогамный, oogамный и гетерогамный.

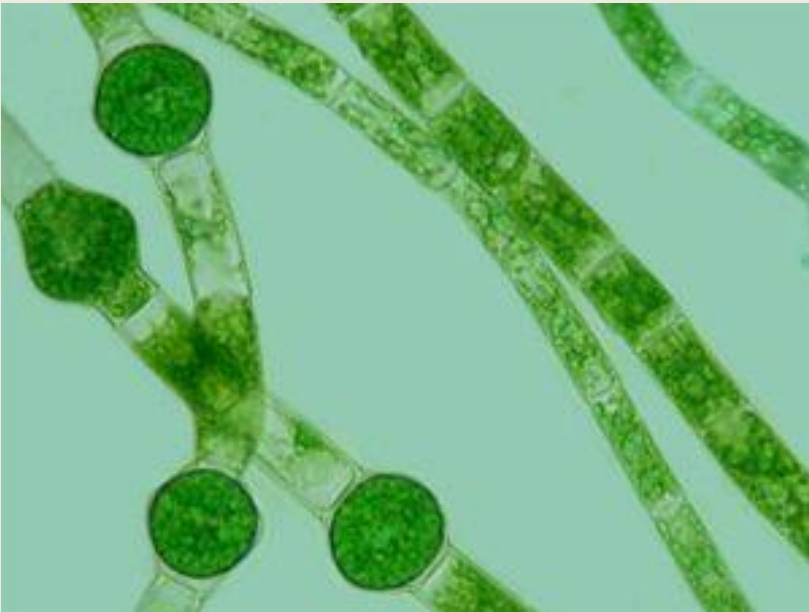


Scenedesmus quadricauda

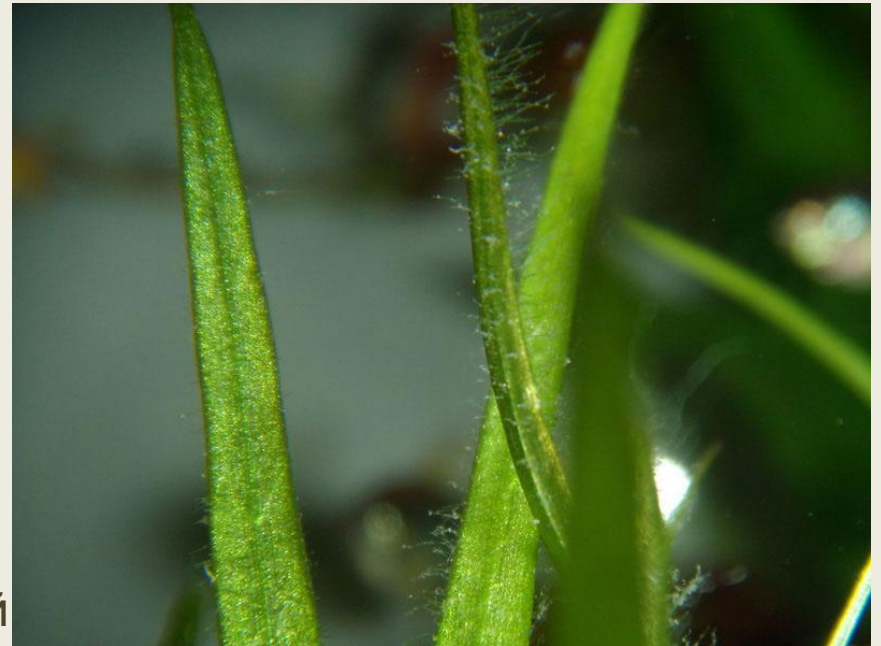


Pediastrum

Порядок эдогониевые (Oedogoniales)

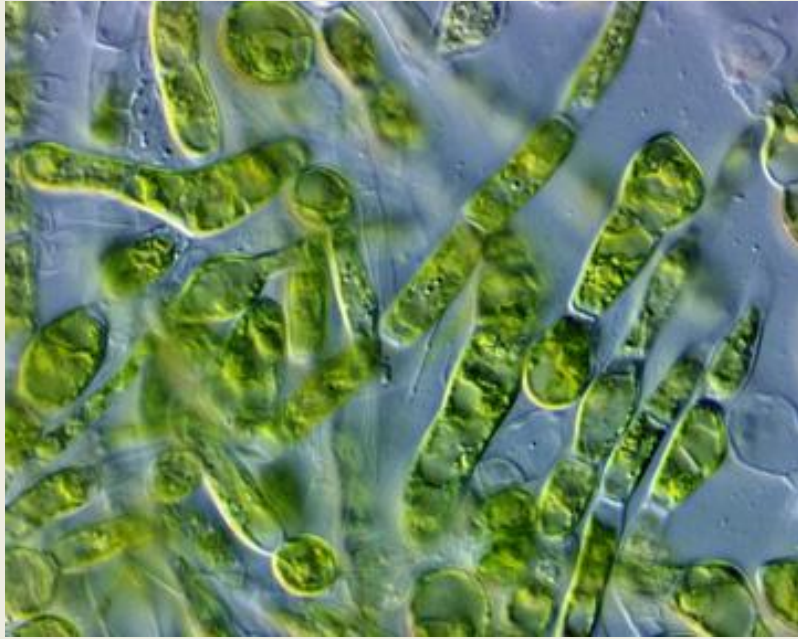


Нитчатый тип организации таллома.
Нити чаще ветвящиеся.



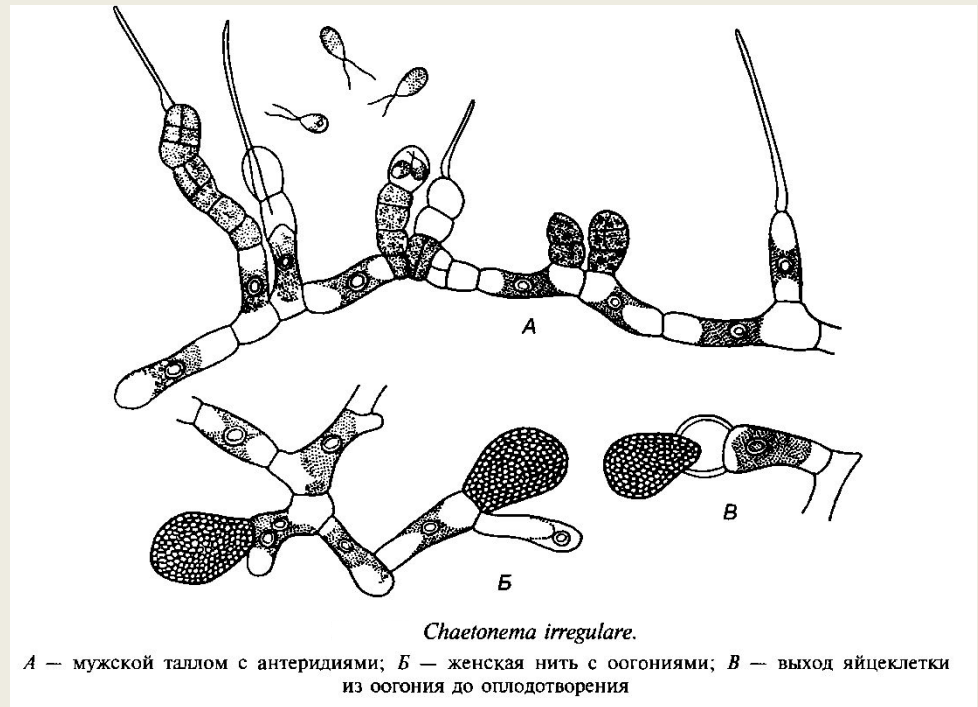
Бесполое размножение –
зооспорами . Половой процесс оогамный

Порядок хетофоровые (Chaetophorales)



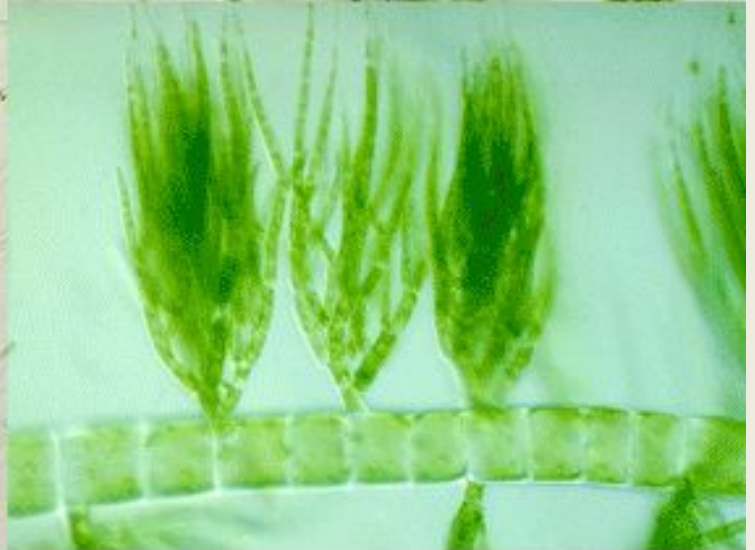
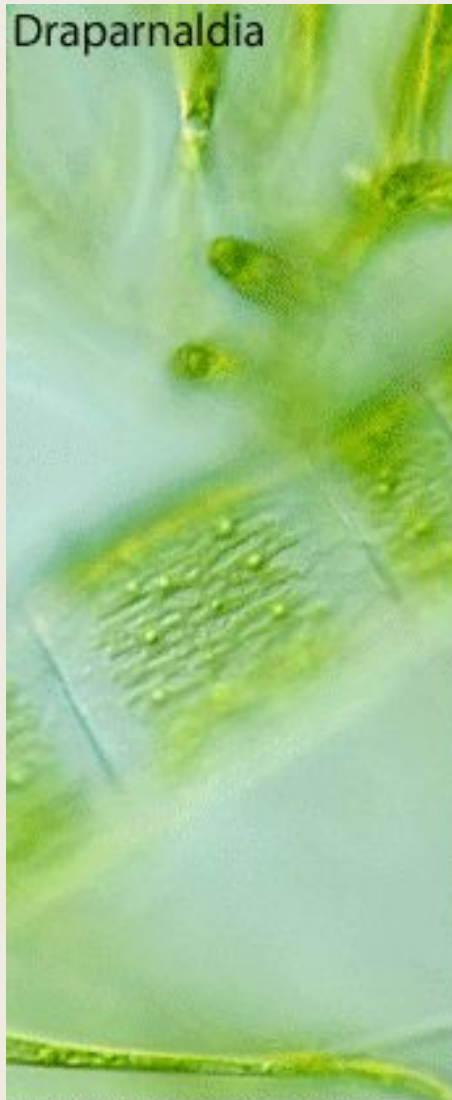
Fritschiella tuberosa

Разнонитчатые талломы



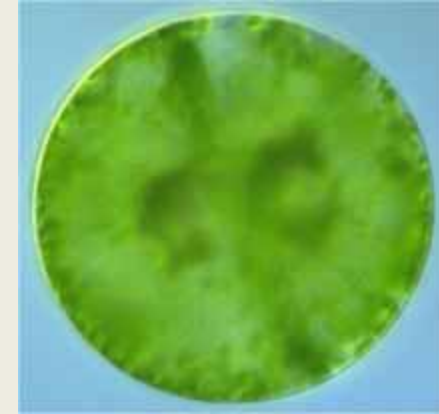
Изо-, гетеро- и оогамия

Draparnaldia



All after Entwisle et al. (1997)

Класс требуксиевые (Trebouxiophyceae)



Eremosphaera viridis



Prasiola stipitata

Коккоидные, нитчатые и пластинчатые.

Бесполое размножение – автоспорами, деление клетки
. Половой процесс оогамный .

Класс ульвовые (Ulvophyceae) Порядок улотриксовые (Ulothricales)

- Талломы коккоидные, нитчатые, пластинчатые.



Бесполое размножение – автоспорами, половой процесс изогамный.

Порядок ульвовые (Ulvales)

Таллом пластинчатый или трубчатый



Бесполое размножение – зооспорами, вегетативное - участками таллома.
Половой процесс изогамный, и гетерогамный.

Порядок бриопсидовые (Bryopsidales)



Bryopsis

Таллом сифоновый.
Без радиальной симметрии

Бесполое размножение – почти нет.
Половой процесс гетерогамный, реже изогамный

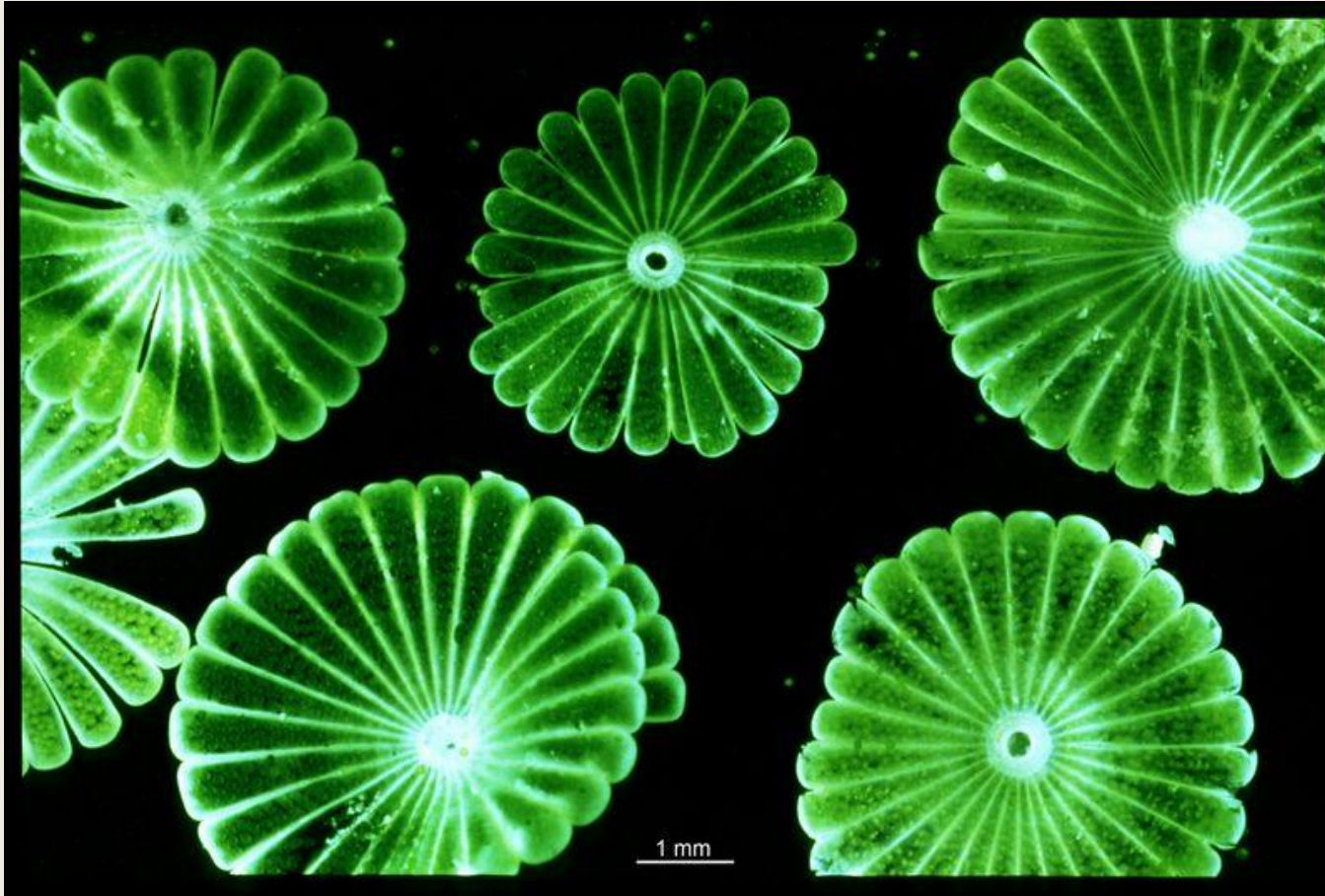


Caulerpa



Codium

Порядок дазикладовые (Dasycladales)



Половой процесс изогамный.

Таллом сифоновый.
С радиальной симметрией.

Порядок сифонокладовые (Siphonocladales)



Таллом сифонокладальный

Cladophora



Бесполое размножение – зооспорами
Половой процесс гетерогамный.

Подотдел Charophytina

Класс трентеполиевые (Trentepohliophyceae)

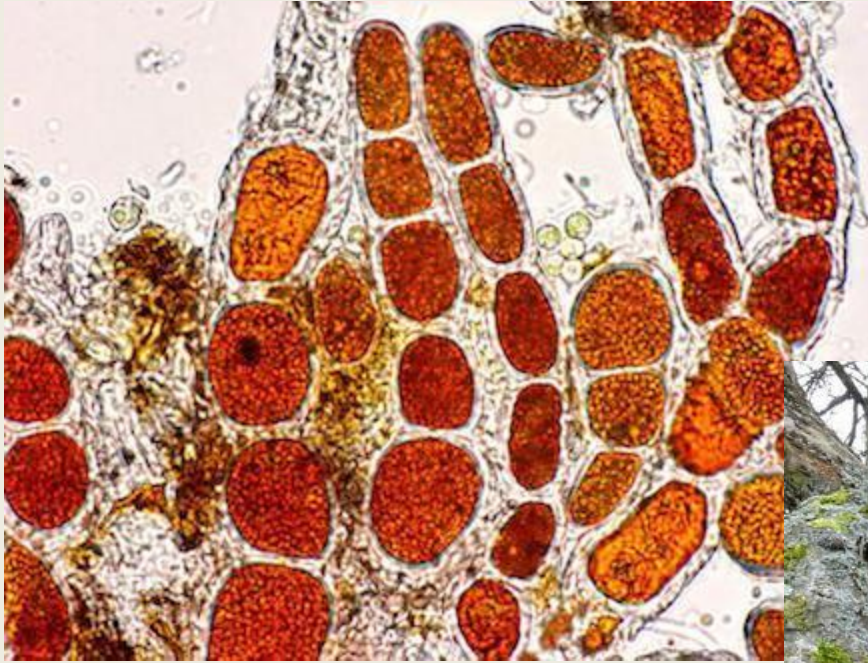
Класс клебсормидиевые
(Klebsormidiophyceae)

Класс конъюгаты или сцеплянки
(Zygnematorphyceae, Conjugatorphyceae)

Класс харовые (Charophyceae)

Класс трентеполиевые (Trentepohliophyceae)

Таллом гетеротрихальный, но редуцированный

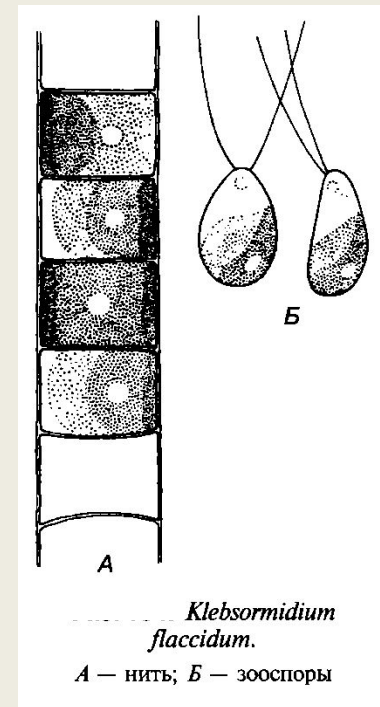


Бесполое размножение – зооспорами
Вегетативное – основное.

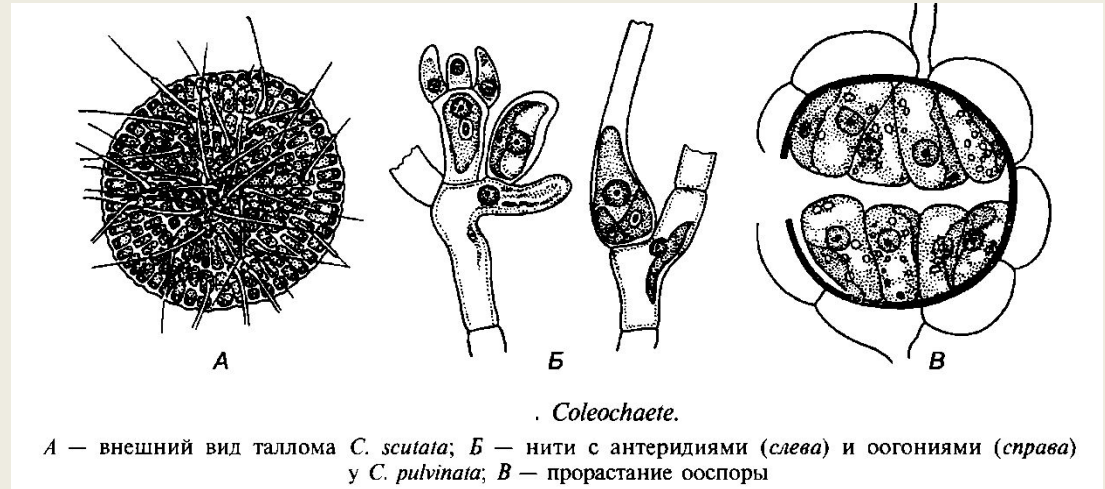
Класс клебсормидиевые (Klebsormidiophyceae) Порядок клебсормидиевые

Кокоидные, сарциноидные и нитчатые талломы.

Бесполое размножение – зооспоры.
Вегетативное.



Порядок колеохетовые (Coleochaetales)



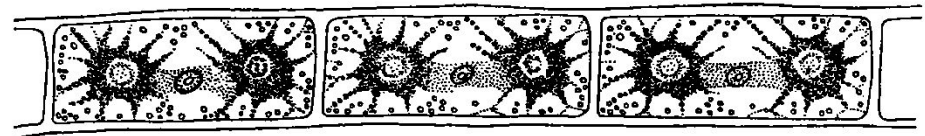
Нитчатый таллом.

Бесполое размножение — зооспоры

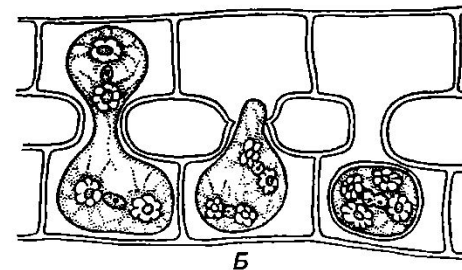
Половой процесс оогамный.

Класс конъюгаты или сцеплянки (Zygnematorphyceae, Conjugatorphyceae) Порядок Zygnematales

Одноклеточные и нитчатые формы.



A



Б

В

Zygnema.

A — строение клетки; Б — конъюгация; В — прорастание зиготы

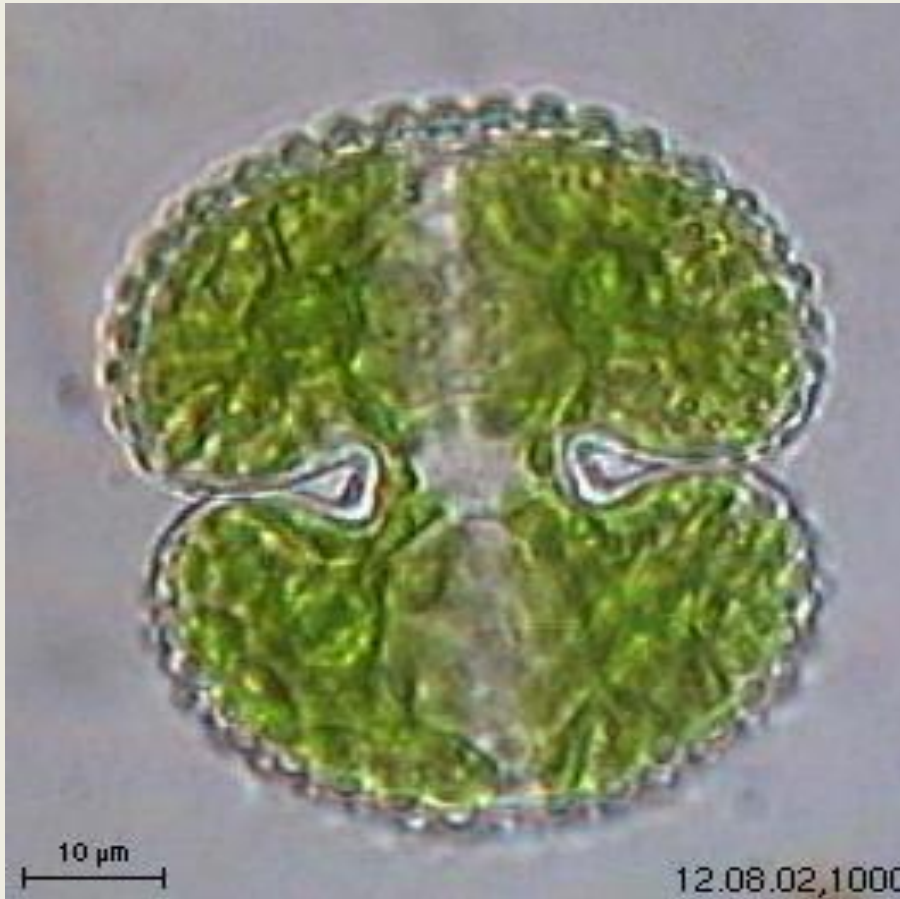
Вегетативное.
Половой процесс конъюгация.

Порядок десмидиевые (Desmidiiales)

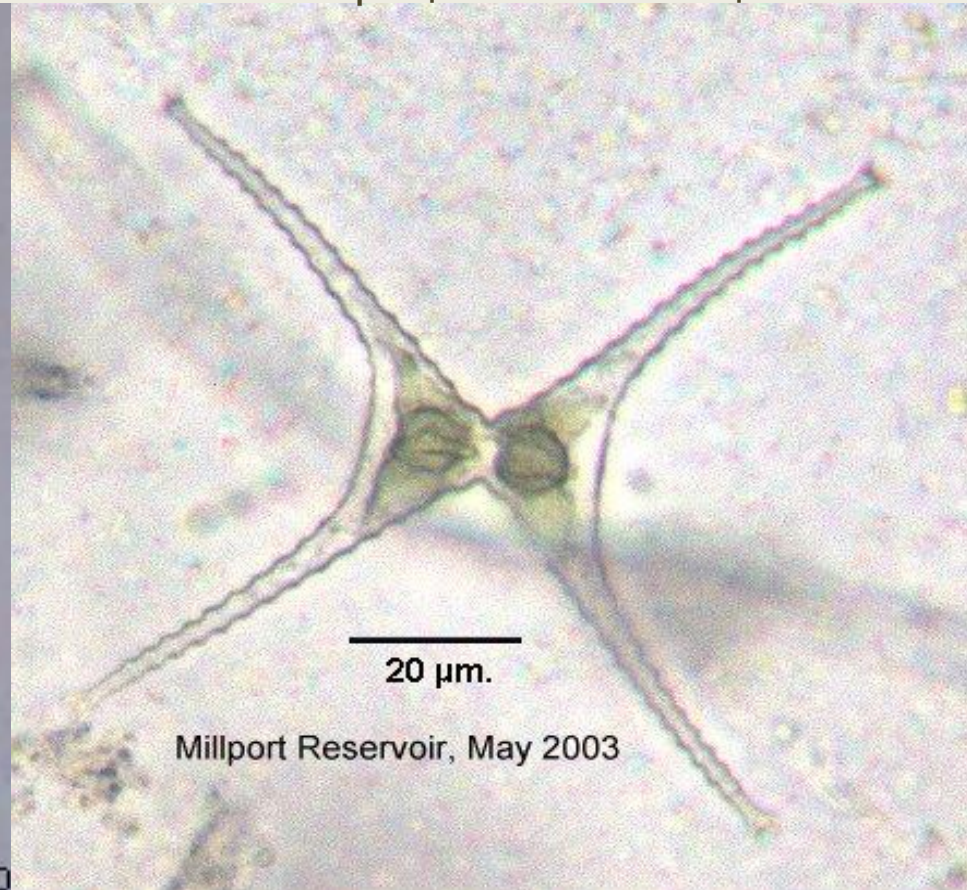
Одноклеточные и нитчатые формы.

Вегетативное.

Половой процесс конъюгация.



Cosmarium

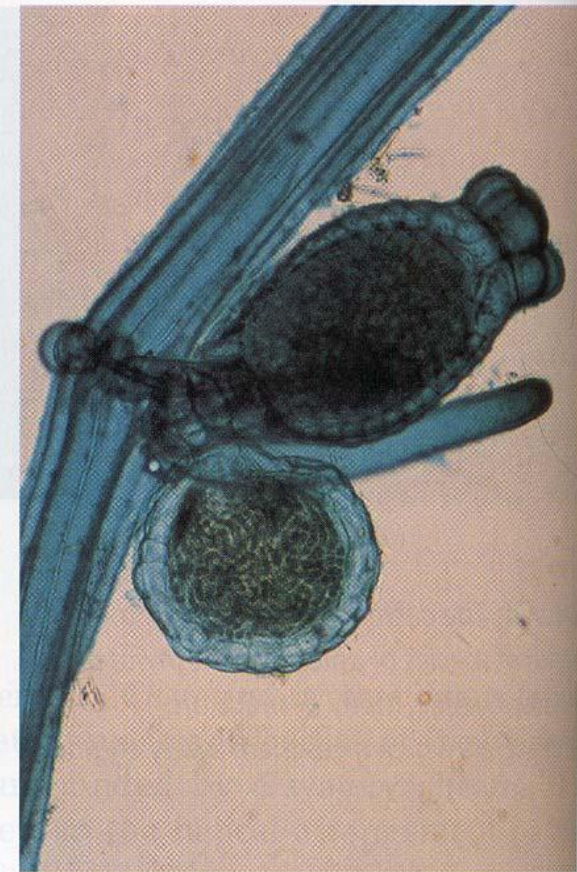


Straurastum

Класс харовые (Charophyceae)



(a)



(b)

200 μm

Таллом гетеротрихальный, усложненный.

Вегетативное с помощью клубеньков, половой процесс усложненный.

Значение зеленых водорослей в природе и жизни человека

- Первичные продуценты. Основа пищевых цепей.
- Продуценты кислорода.
- Тест-объекты.
- Выращиваются для получения биологически-активных веществ.
- Служат пищей для человека и сельскохозяйственных животных.

Местообитания

- Моря
- Пресные воды
- На деревьях, зданиях.
- Почва