

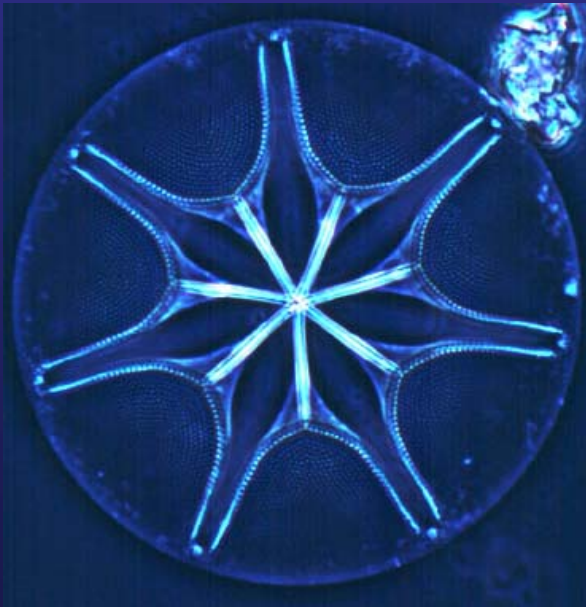
Империя Chromalveolates

Надцарство Chromista

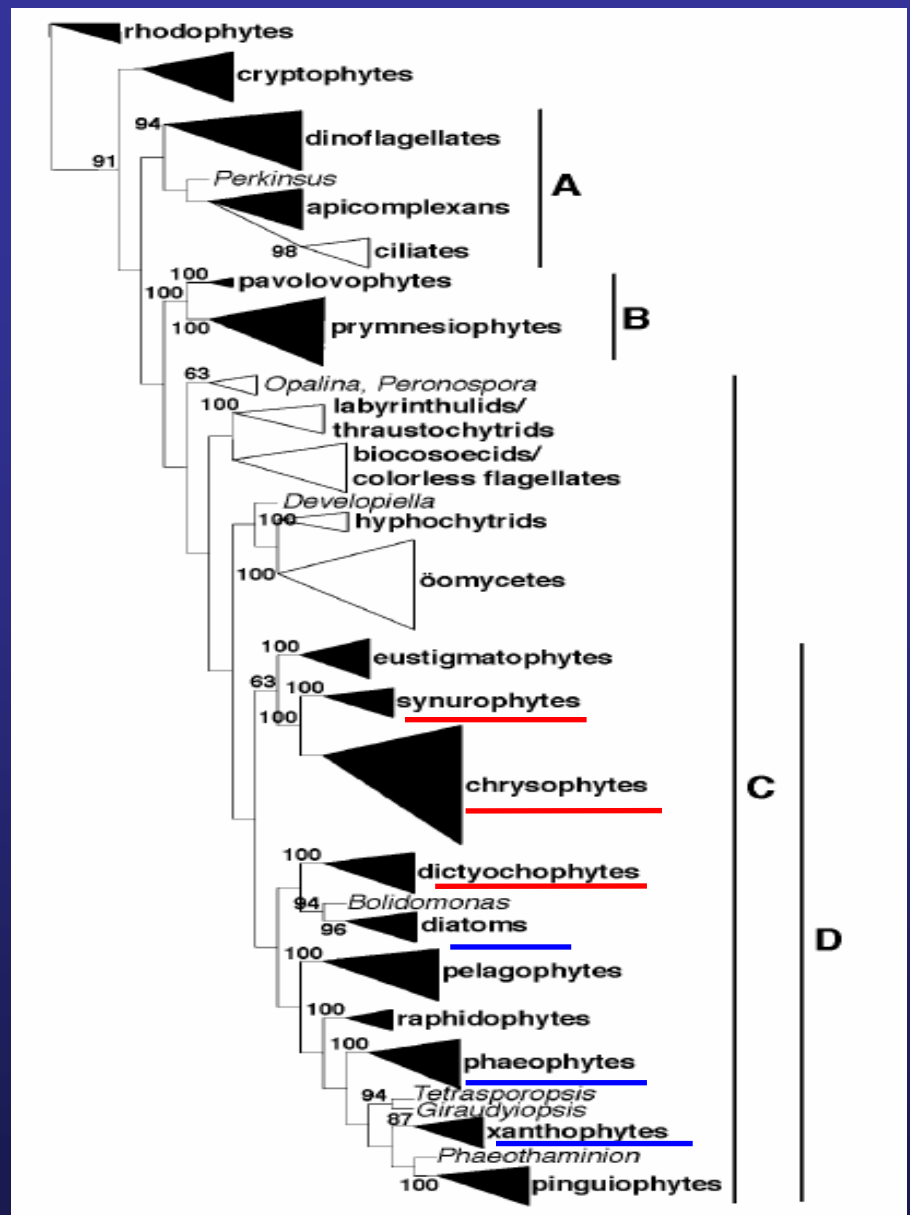
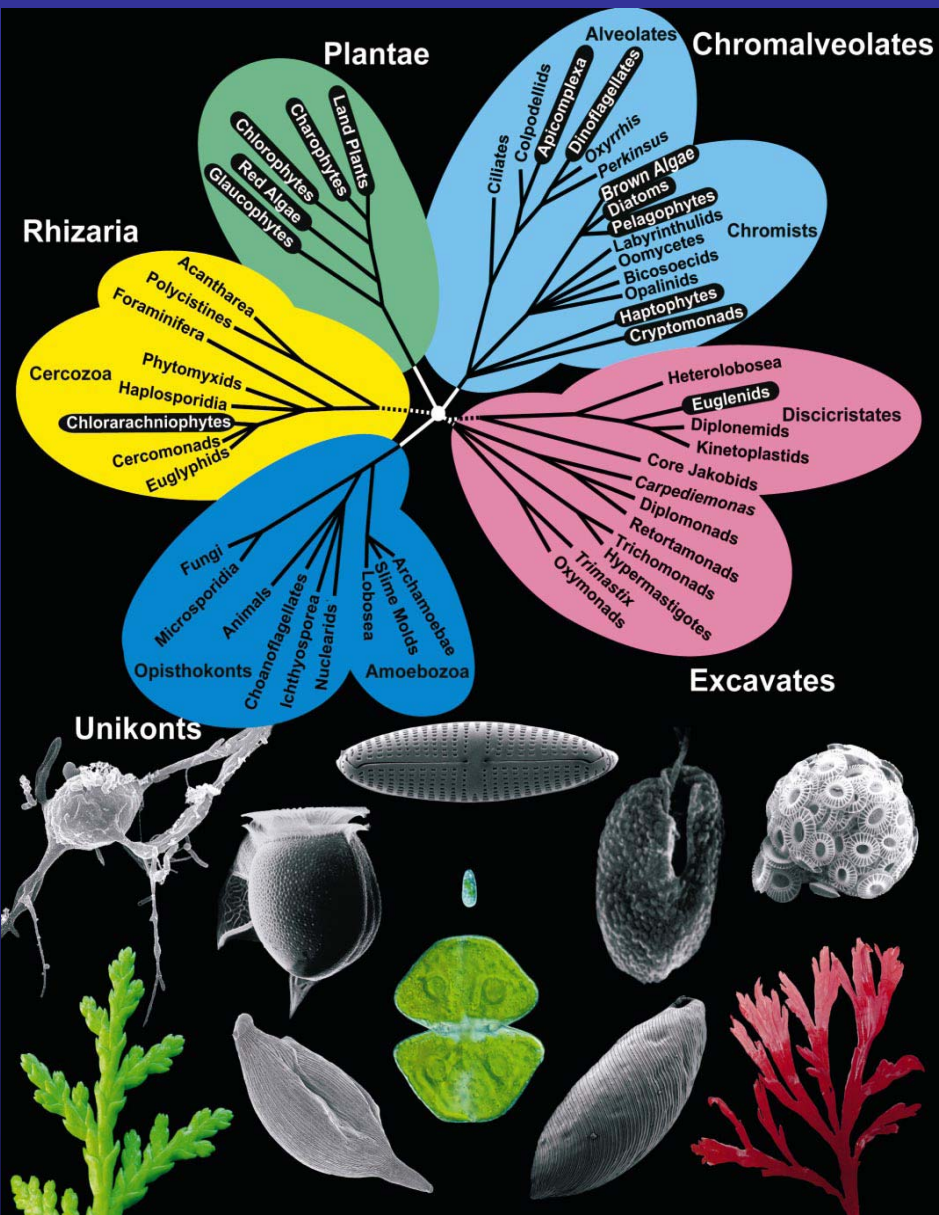
Царство Straminopila

Отдел OCHROPHYTA

(ОХРОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ или ОХРОФИТЫ)



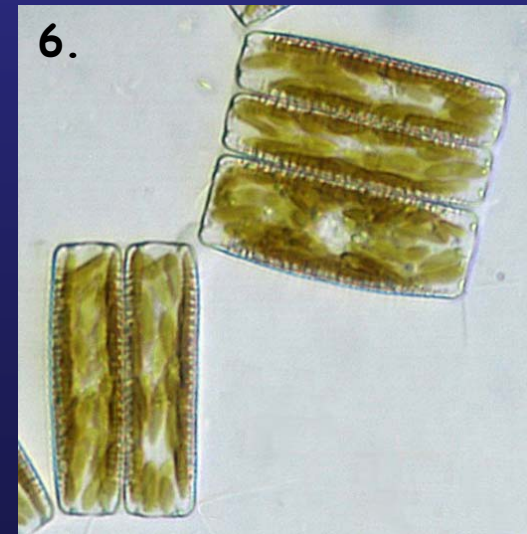
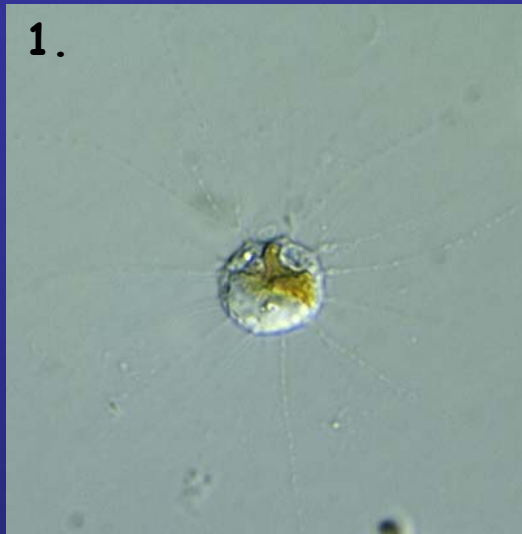
Название отдела происходит от греч. *ochro* – охряный, желтый



(из: P.J. Keeling, 2004)

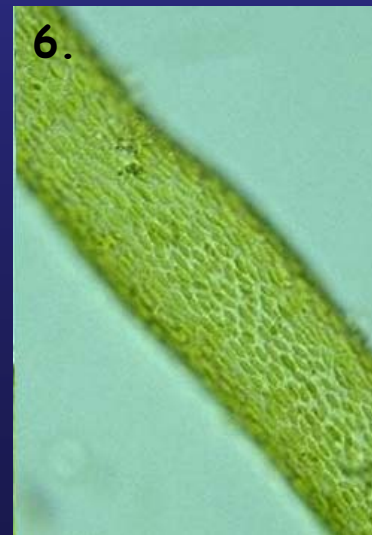
группа D – отдел Ochromyza (по: R.A. Andersen, 2004)

ТИПЫ ТАЛЛОМОВ ОХРОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ



1 - *Chrysamoeba*, 2 - *Mallomonas*, 3 - *Dinobryon*,
4 - *Hydrurus*, 5 - *Pinnularia*, 6 - *Diatoma*

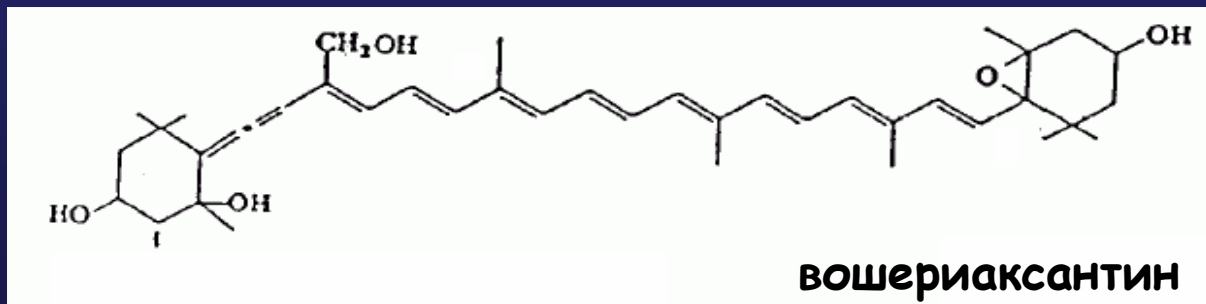
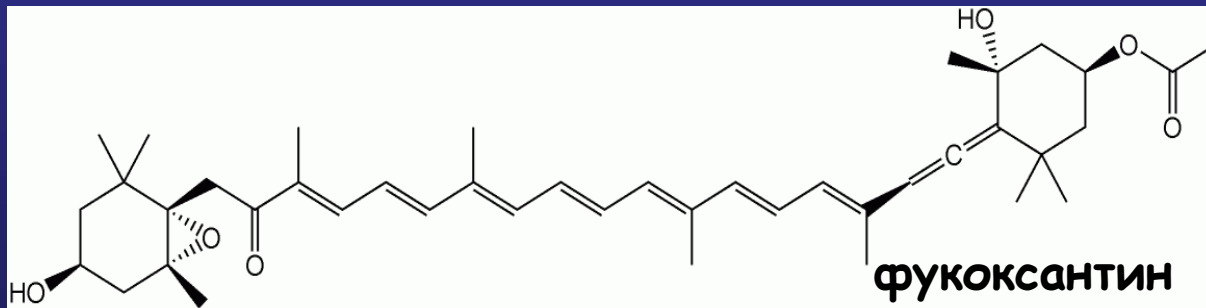
ТИПЫ ТАЛЛОМОВ ОХРОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ



1- *Tribonema*, 2- *Ectocarpus*, 3- *Desmarestia*,
4- *Fucus*, 5- *Laminaria*, 6- *Vaucheria*

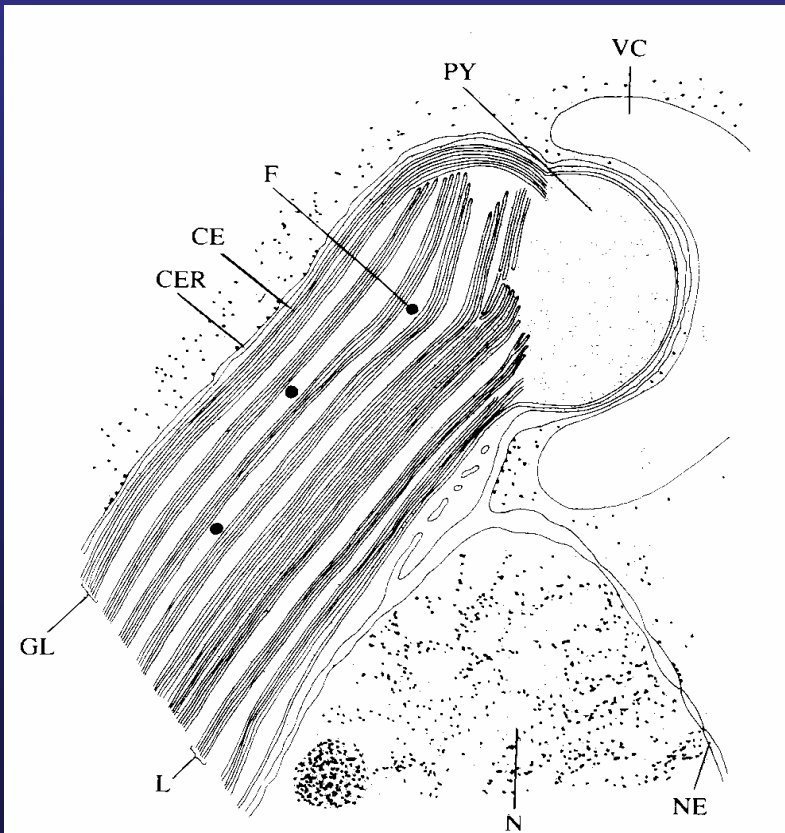
ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДЕЛА ОСНОВОУТА

- ✓ Фотосинтетические пигменты:
хлорофиллы *a* и *c* (c_1, c_2, c_3)
дополнительные пигменты - фукоксантин или
вошериаксантин



ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДЕЛА ОСНОВОУС

- ✓ Строение хлоропластов:
хлоропласты произошли в результате вторичного симбиоза



хлоропласт *Ectocarpus*:

CE- оболочка хлоропласта

CER- хлоропластный ЭТР

GL- опоясывающая ламелла

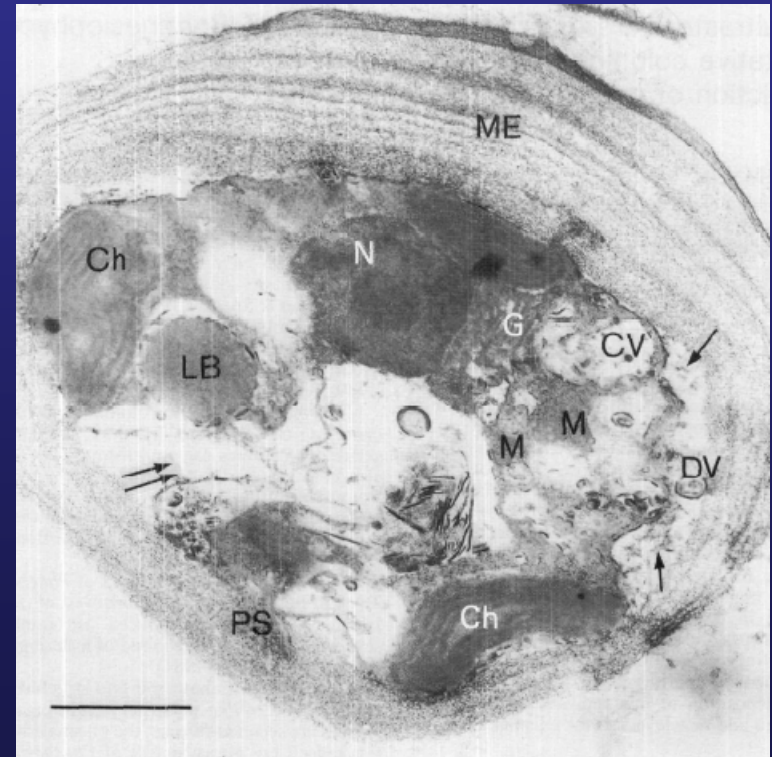
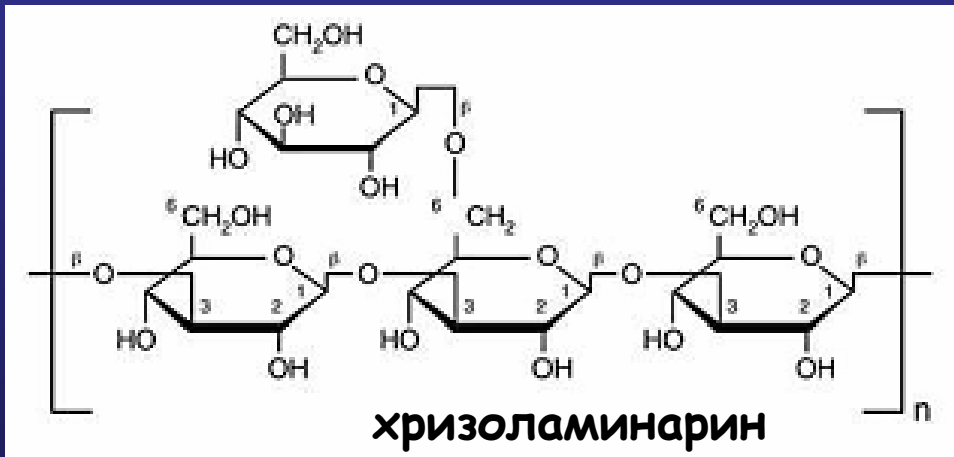
L- 3-х тилакоидная ламелла

PY- пиреноид

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДЕЛА ОХРОФИТУА

✓ Запасные продукты:

β-глюкан хризоламинарин и липиды; откладываются
вне хлоропласта



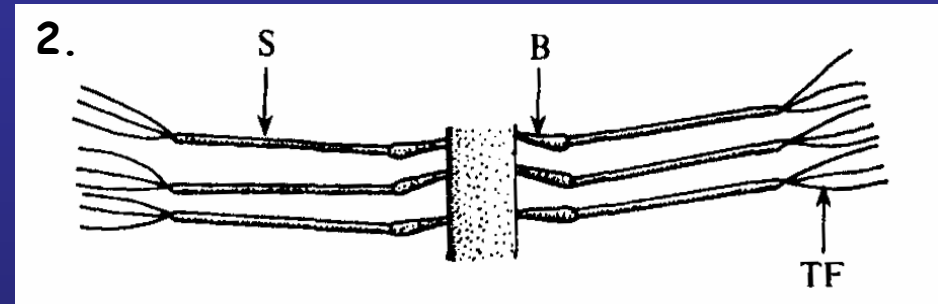
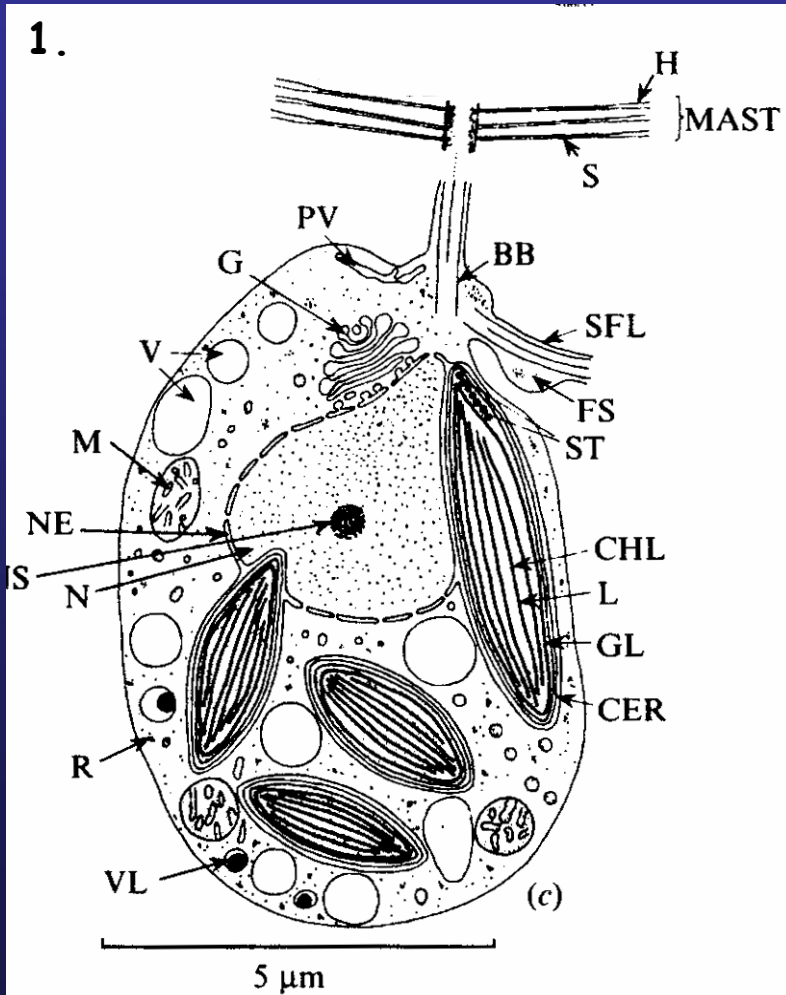
клетка охрофитовой водоросли:

Ch- хлоропласт

CV- хризоламинарин

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТДЕЛА ОСИРОРНУТА

✓ Строение жгутиковых стадий



1- зооспора *Tribonema*

2- строение трехчастных мастигонем:

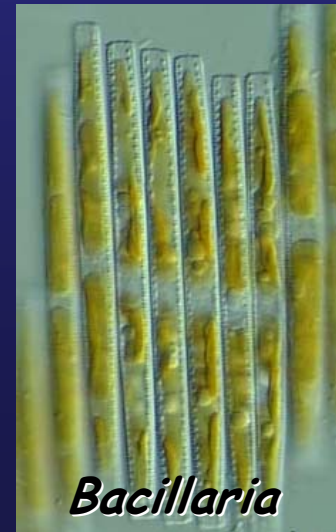
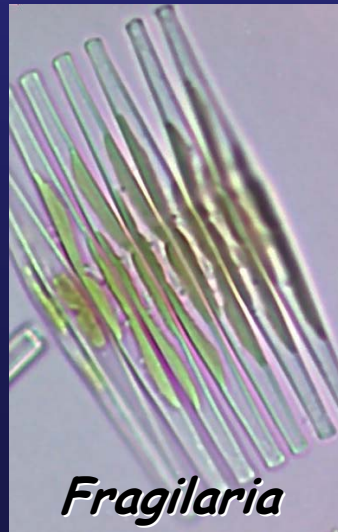
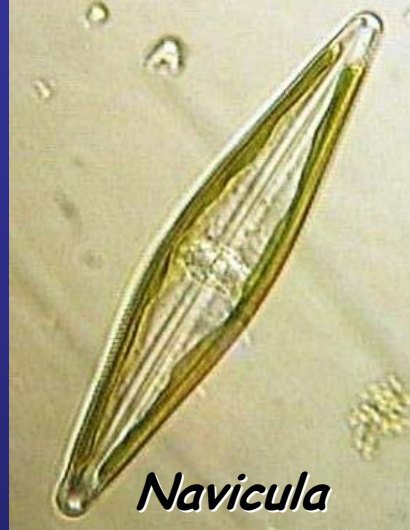
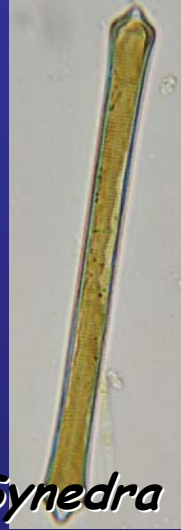
В- базальное вздутие

С- трубчатая часть

TF- волоски

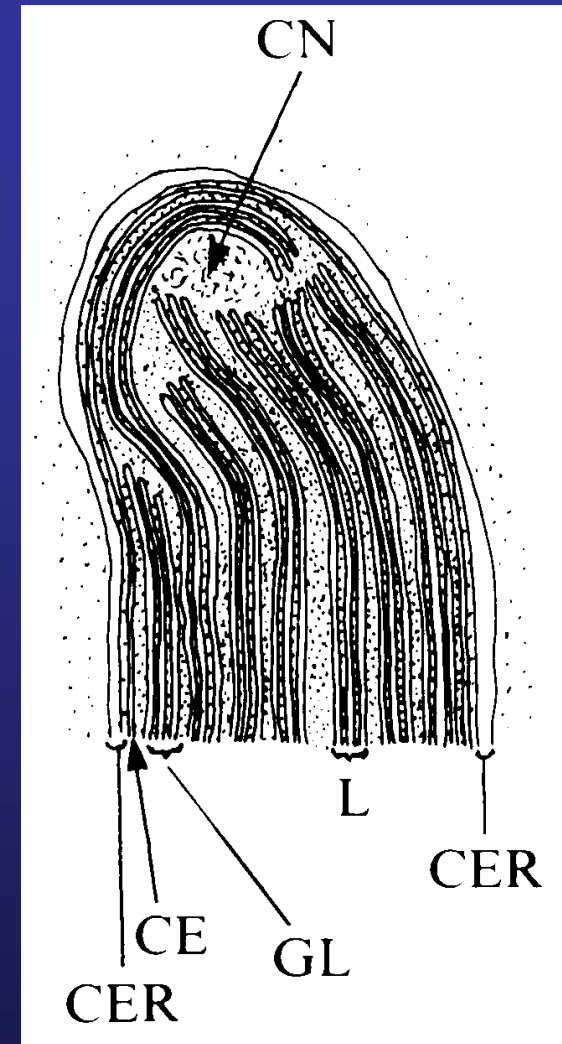
класс ДИАТОМОРФУСЕАЕ (= ВАСИЛЛАРИОФУСЕАЕ)

✓ Коккоидный тип дифференциации таллома



класс DIATOMOPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

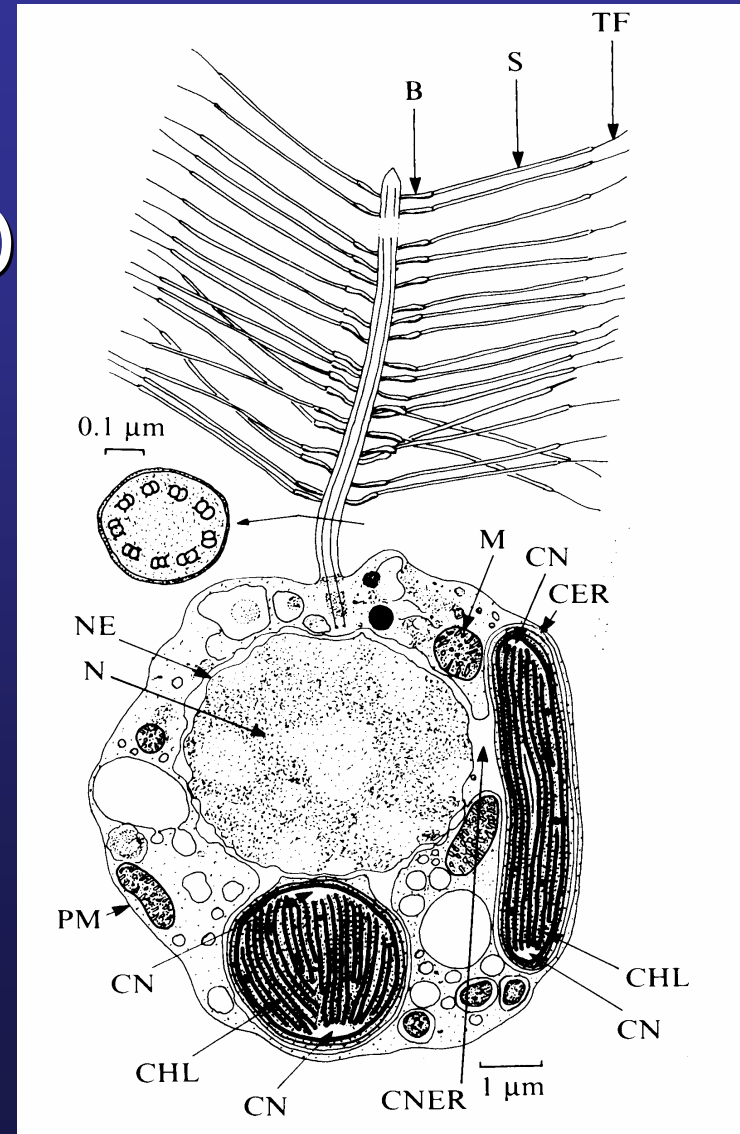
- ✓ Хлорофиллы *a* и *c* (c_1, c_2, c_3); дополнительные пигменты – β -каротин, фукоксантин, диатоксантин, диадиноксантин
 - ✓ Хлоропласт имеет типичное для охрофит строение
 - ✓ Запасные продукты – хризоламинарин, липиды
- хлоропласт диатомей:
- CE- оболочка хлоропласта
 - CER- хлоропластный ЭТПР
 - GL- опоясывающая ламелла
 - L- 3-х тилакоидная ламелла
 - CN- хлоропластный нуклеоид



класс DIATOMOPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

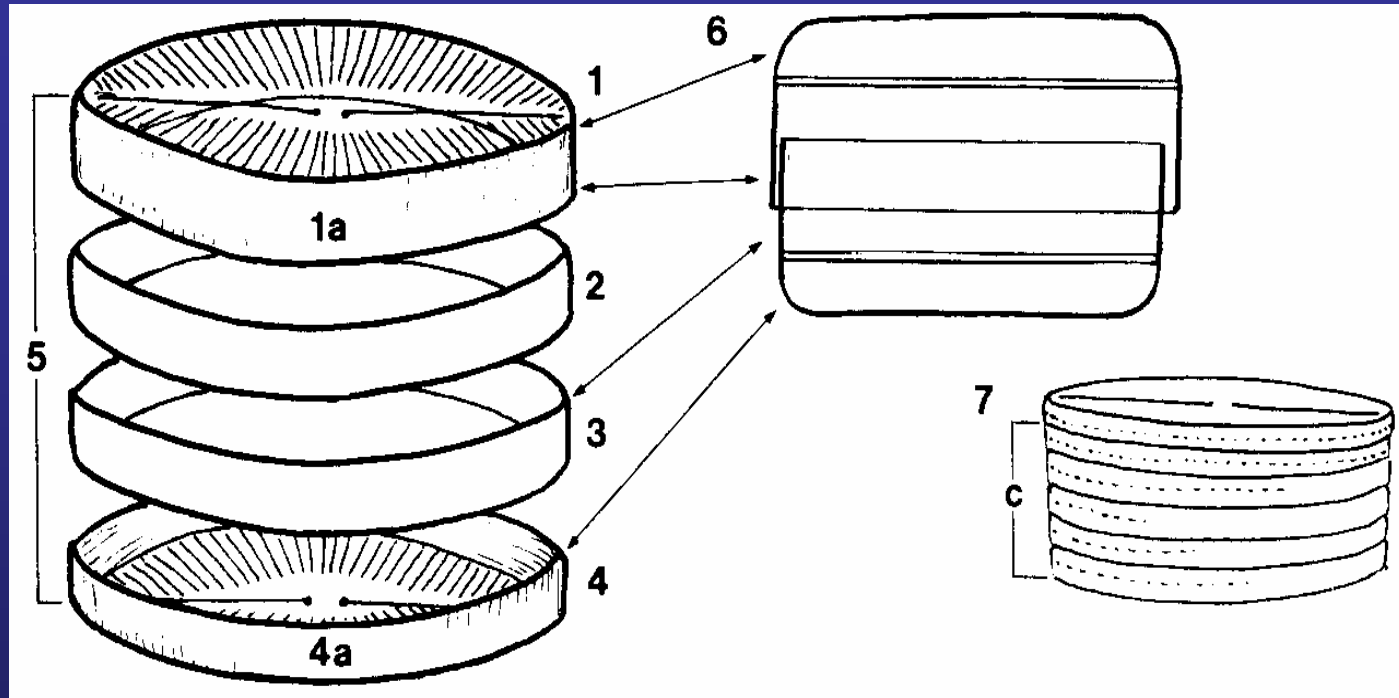
✓ Жгутиковые стадии представлены сперматозоидами; аксонема не имеет центральной пары микротрубочек ($9 \times 2 + 0$), базальные тела состоят из дуплетов микротрубочек (9×2)

сперматозоид диатомей:
B- базальное вздутие
S- трубчатая часть
TF- волоски



класс DIATOMOPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

✓ Клеточный покров представлен кремнеземным панцирем ($\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$)



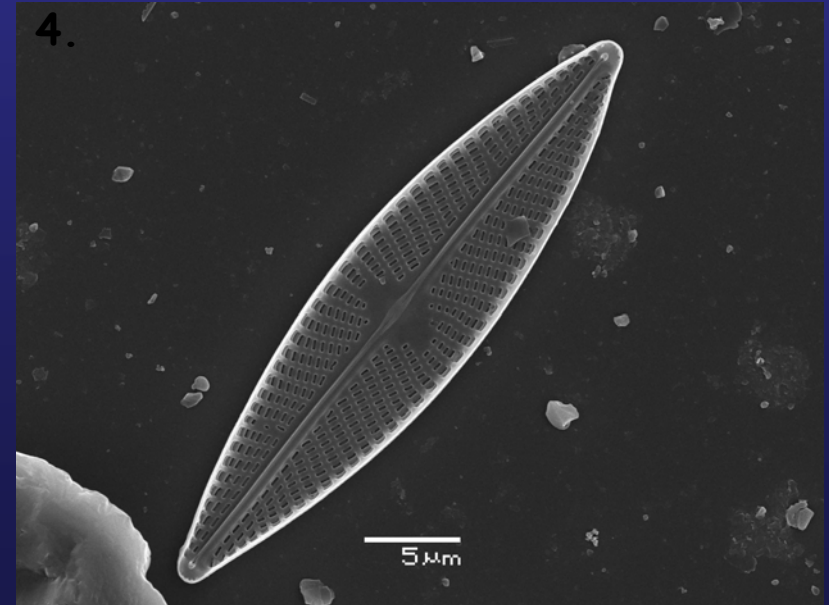
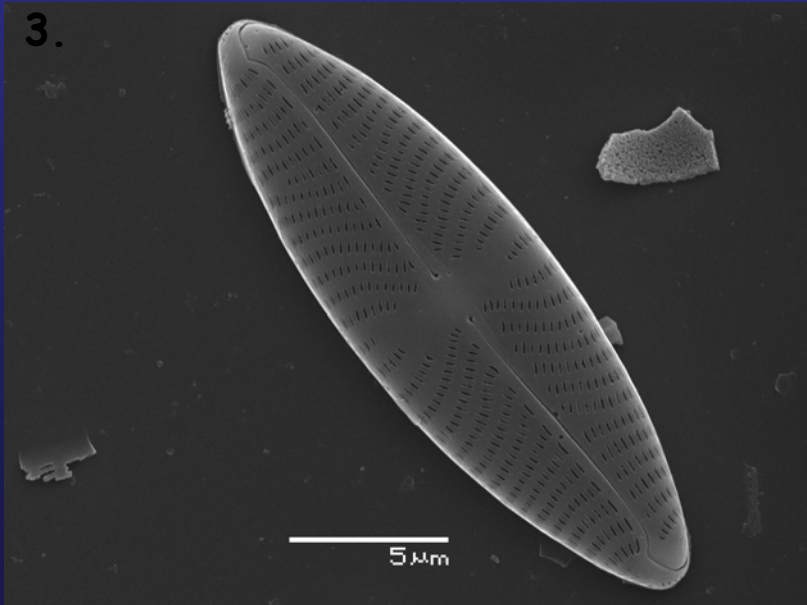
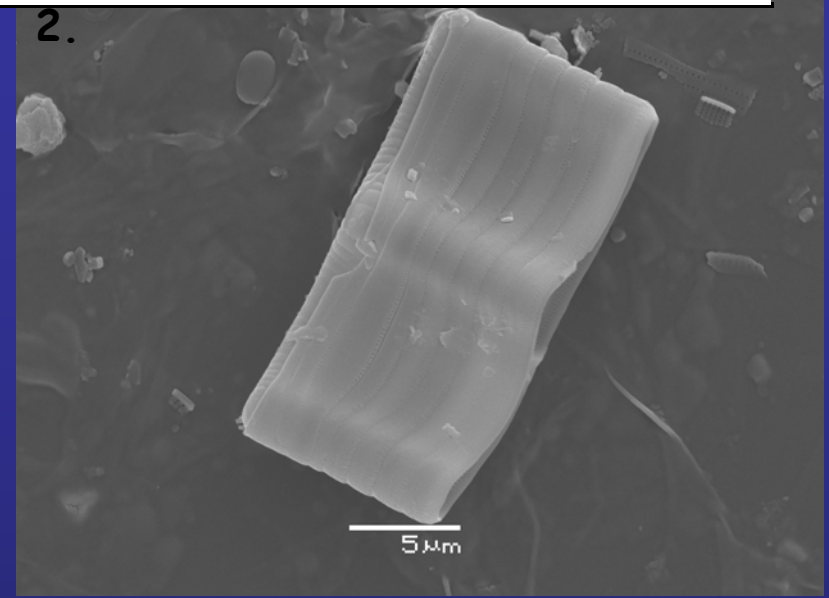
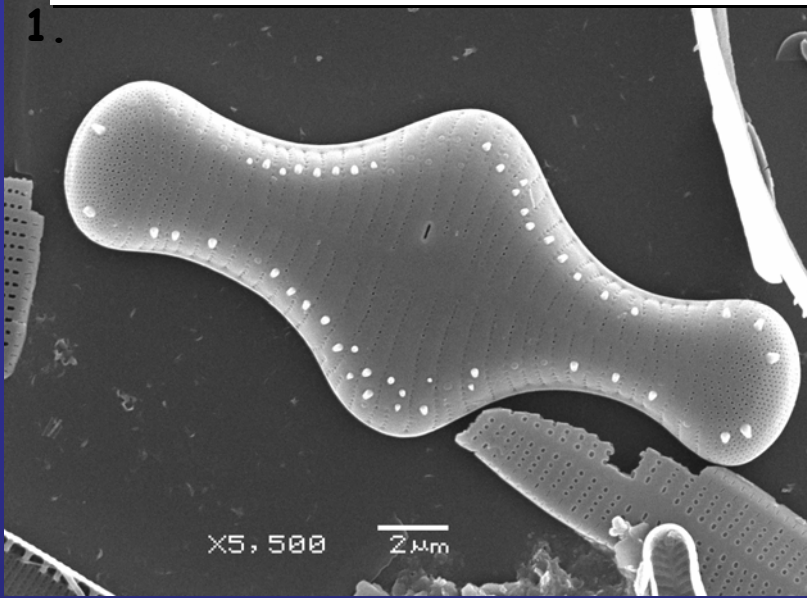
1 - эпивальва, 1а - загиб эпивальвы, 2 - поясковый ободок эпивальвы,

3 - поясковый ободок гиповальвы, 4 - гиповальва, 4а - загиб гиповальвы,

5 - эпитека и гипотека, образующие панцирь,

6 - панцирь, вид с пояска, 7 - поясок, образованный несколькими поясковыми ободками

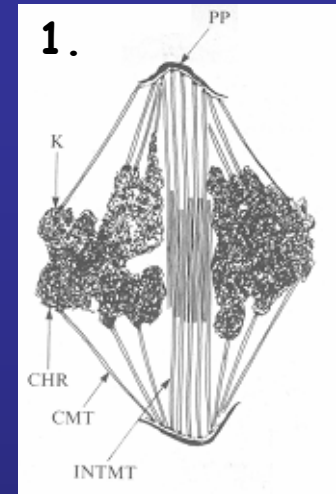
класс *DIATOMORPHYCEAE* (= *BACILLARIOPHYCEAE*)



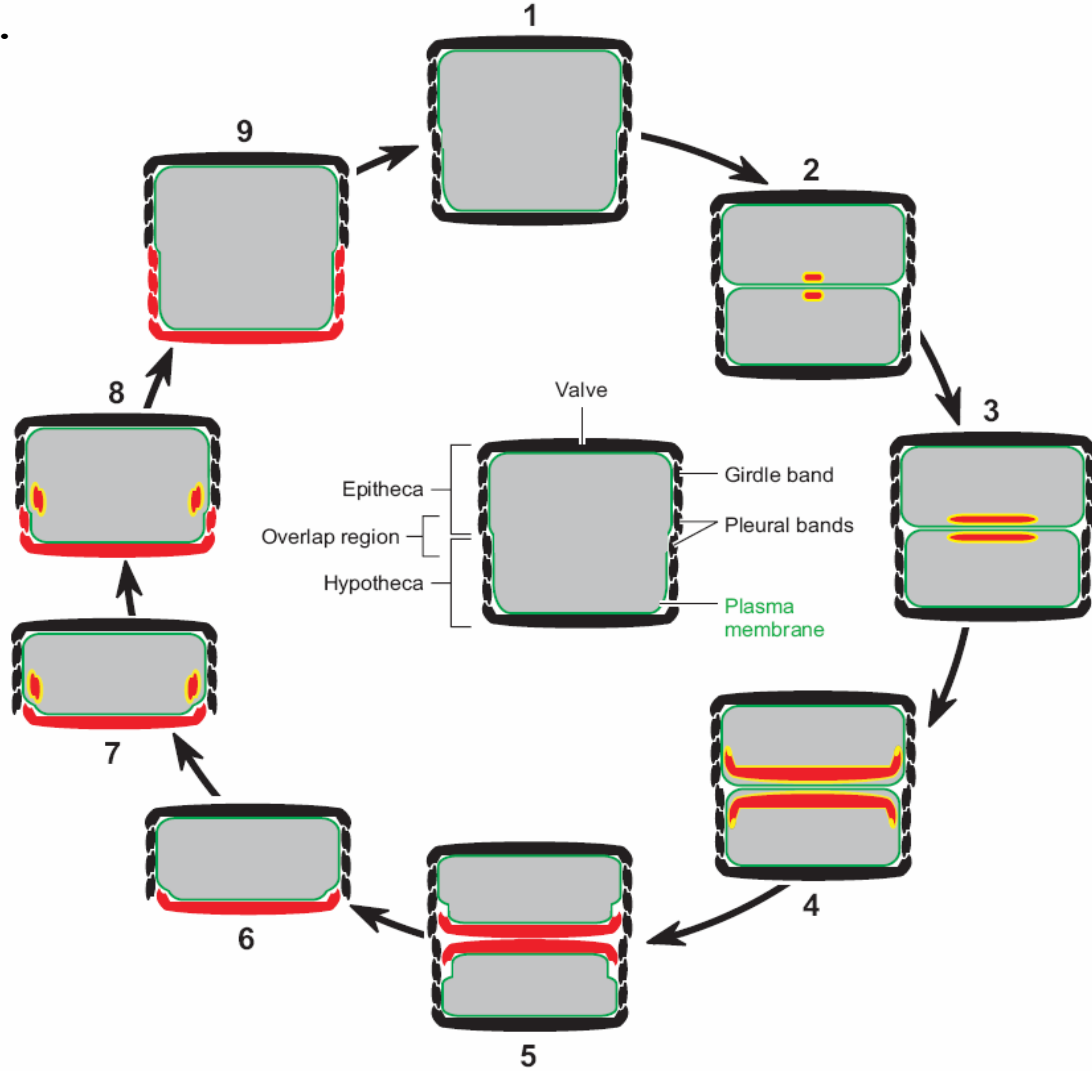
1-2- *Tabellaria* (1- вид со створки, 2- вид с пояска),
3-4- *Navicula* (3- вид створки снаружи, 4- вид створки изнутри)

класс DIATOMORPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

- ✓ Митоз открытый
- ✓ Цитокинез происходит бороздой



2.



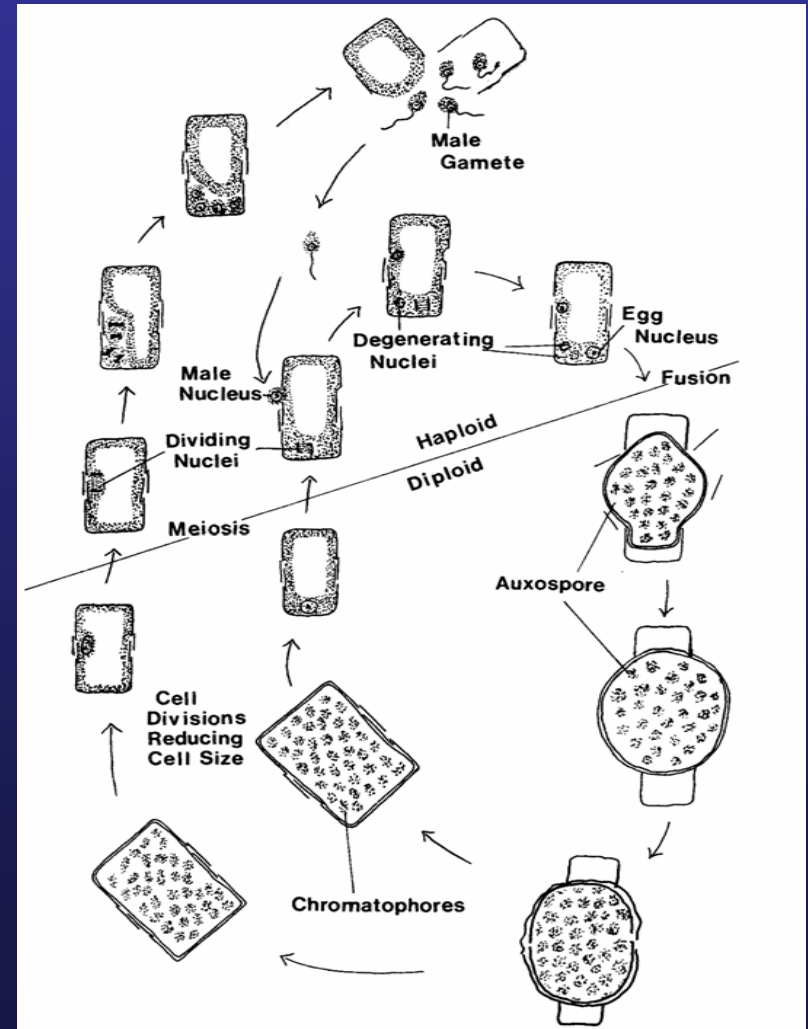
1 - метафаза
МИТОЗА

2 - деление клетки:
красным показано
включение
кремния, желтым -
везикула

класс DIATOMOPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

✓ Размножение: вегетативное и половое (оогамия и изогамия); встречается автогамия. В результате полового процесса или автогамии формируется ауксоспора (= ауксосигота)

✓ Жизненный цикл
диплобионтный с
гаметической R!

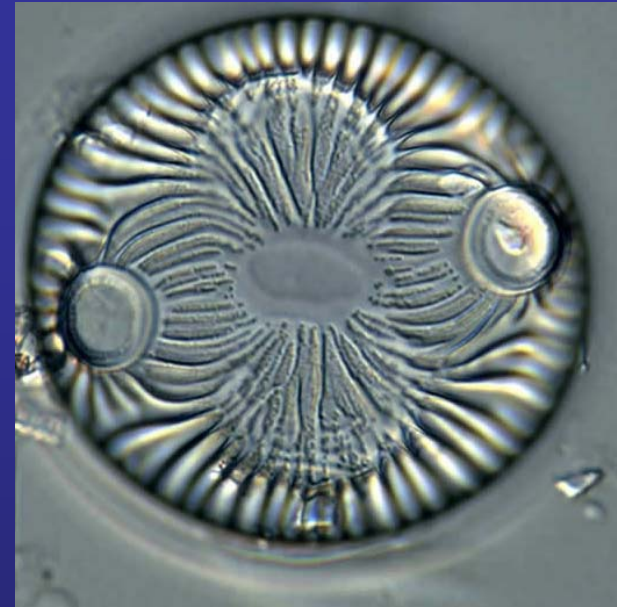
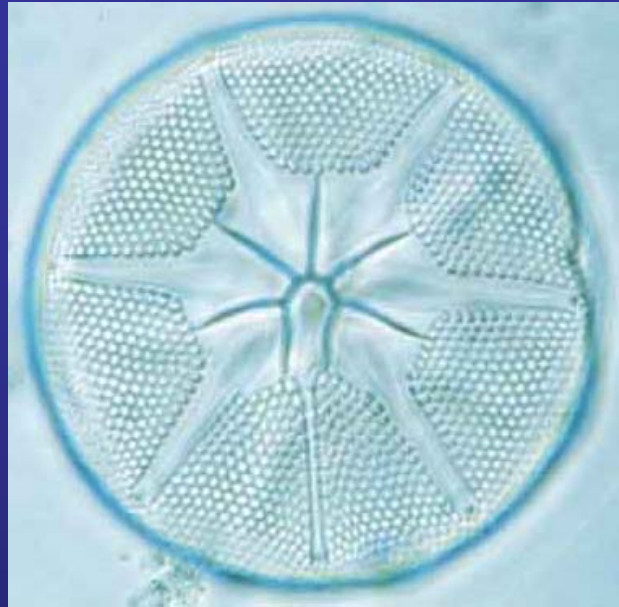
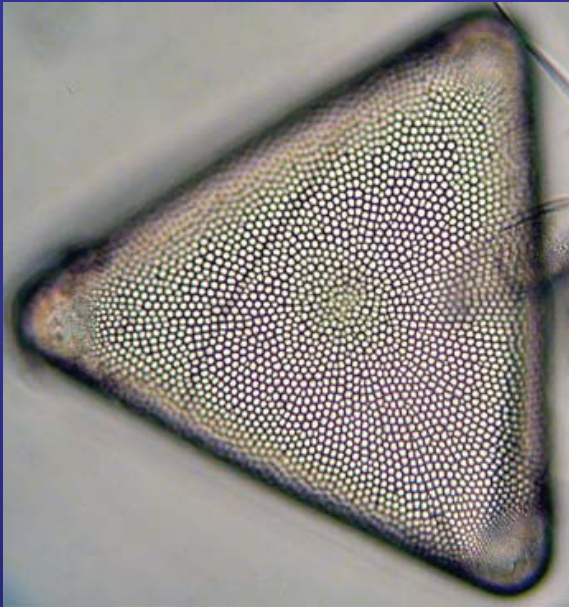


класс DIATOMOPHYCEAE (= BACILLARIOPHYCEAE)

- ✓ Число видов: от 10 до 100 тысяч, около 300 родов
- ✓ Морские, пресноводные, наземные
- ✓ Класс разделяют на две группы: центрические диатомовые и пеннатные диатомовые

- ✓ Признаки, по которым характеризуют группы:
 1. Число осей симметрии створки
 2. Тип полового процесса
 3. В каких местообитаниях преобладают

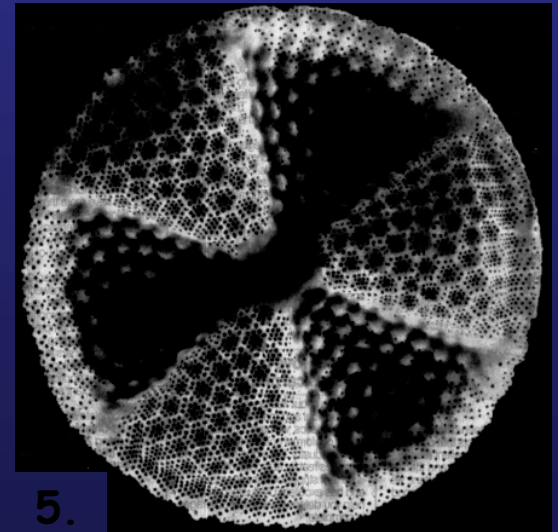
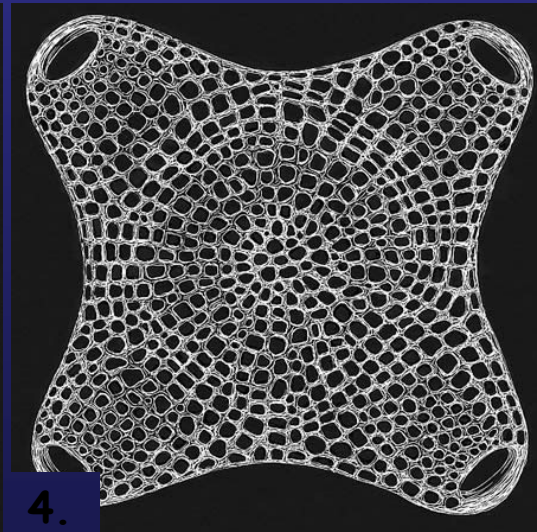
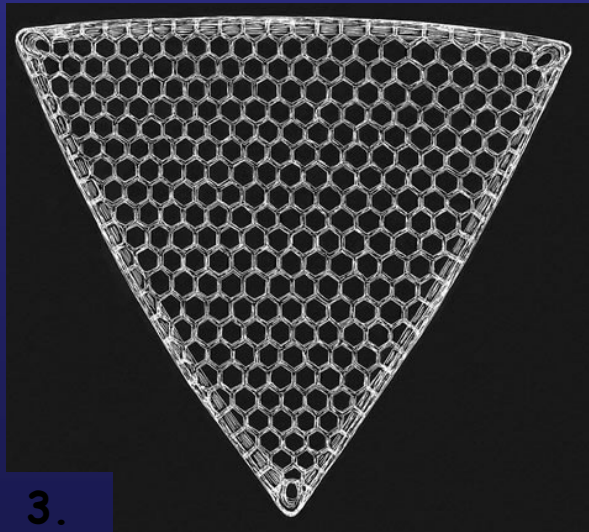
группа ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ



1- *Trigonium*, 2- *Asteromphalus*, 3- *Auliscus*

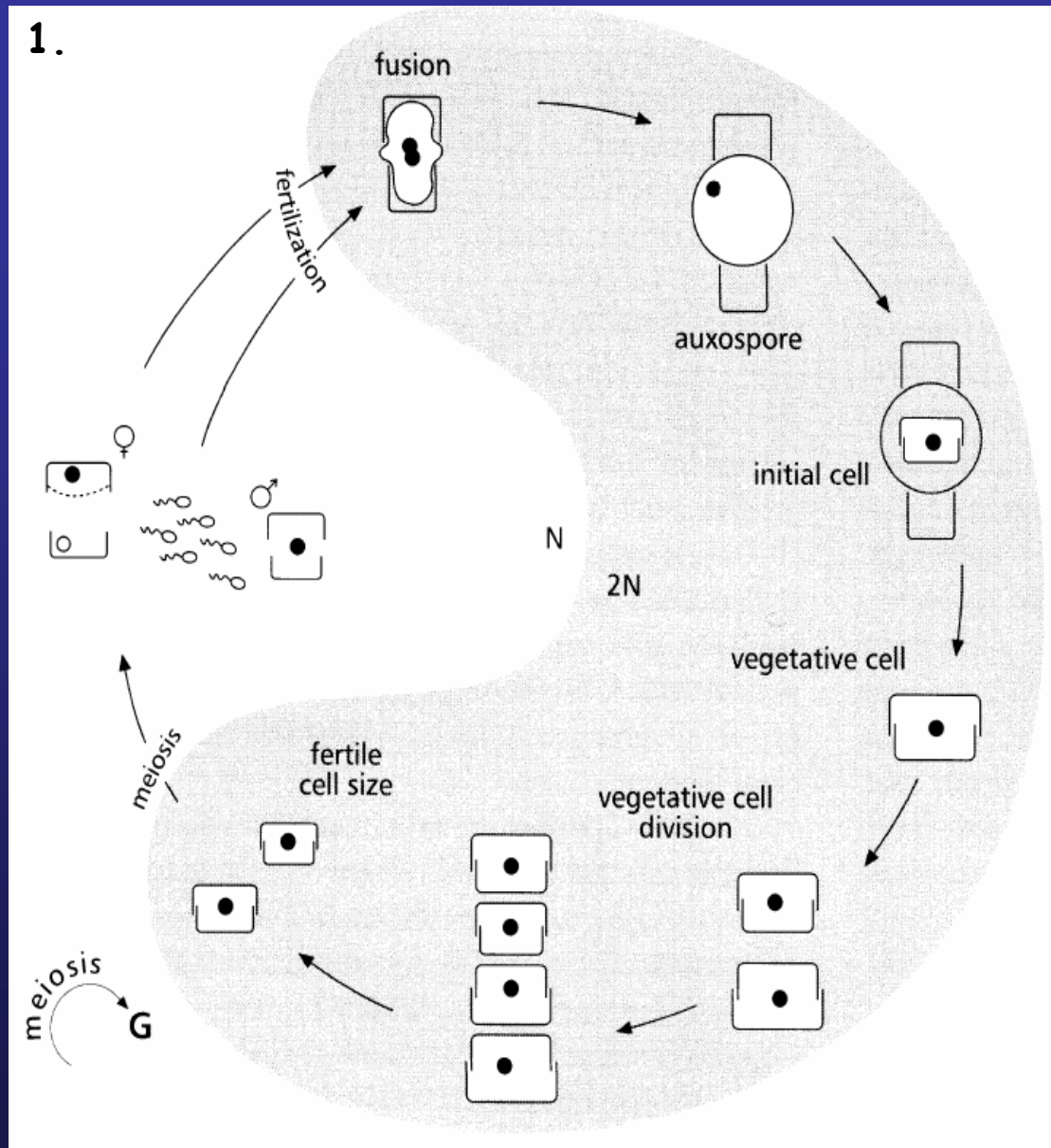
1. Створки имеют три и более осей симметрии
2. Половой процесс - оогамия
3. Большинство видов обитает в морях; многие виды - вымершие

группа ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ



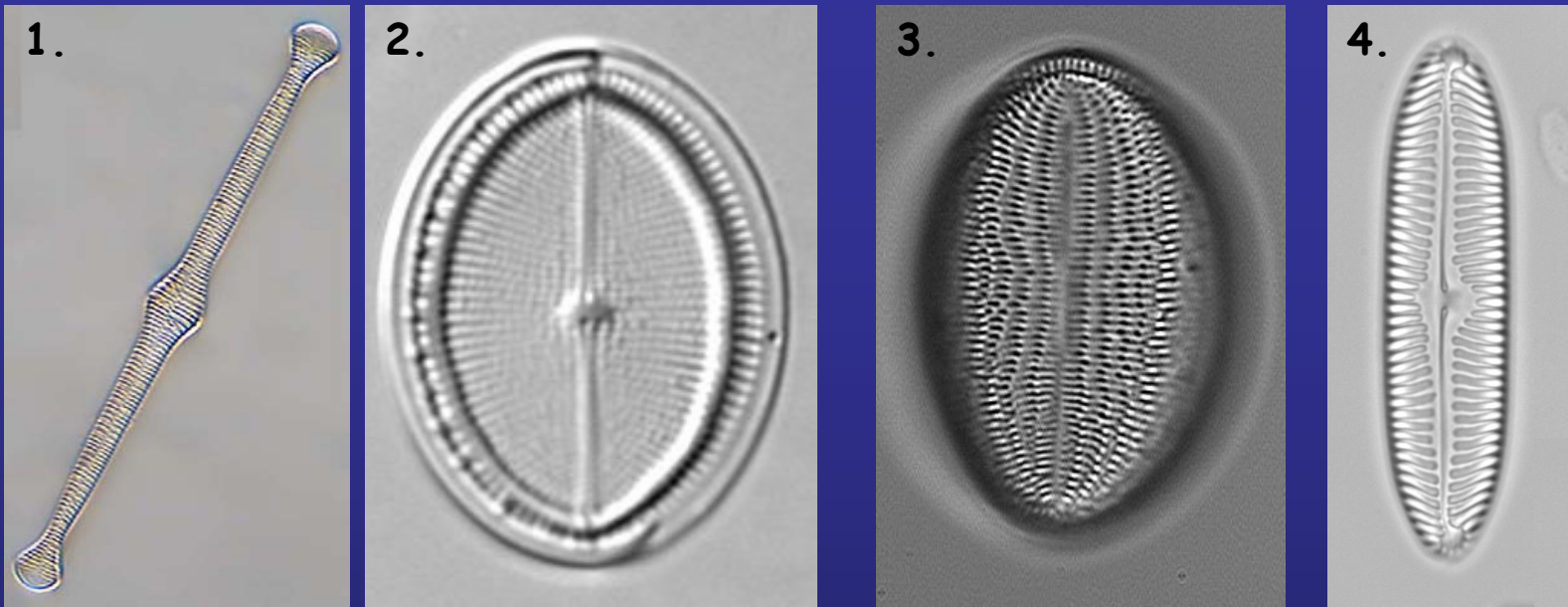
1- колония *Melosira*, 2- колония *Melosira* с ауксоспорой,
3- *Triceratium*, 4- *Amphitetras*, 5- *Actinopterychus*

группа ЦЕНТРИЧЕСКИЕ ДИАТОМОВЫЕ



жизненный цикл центрических диатомей

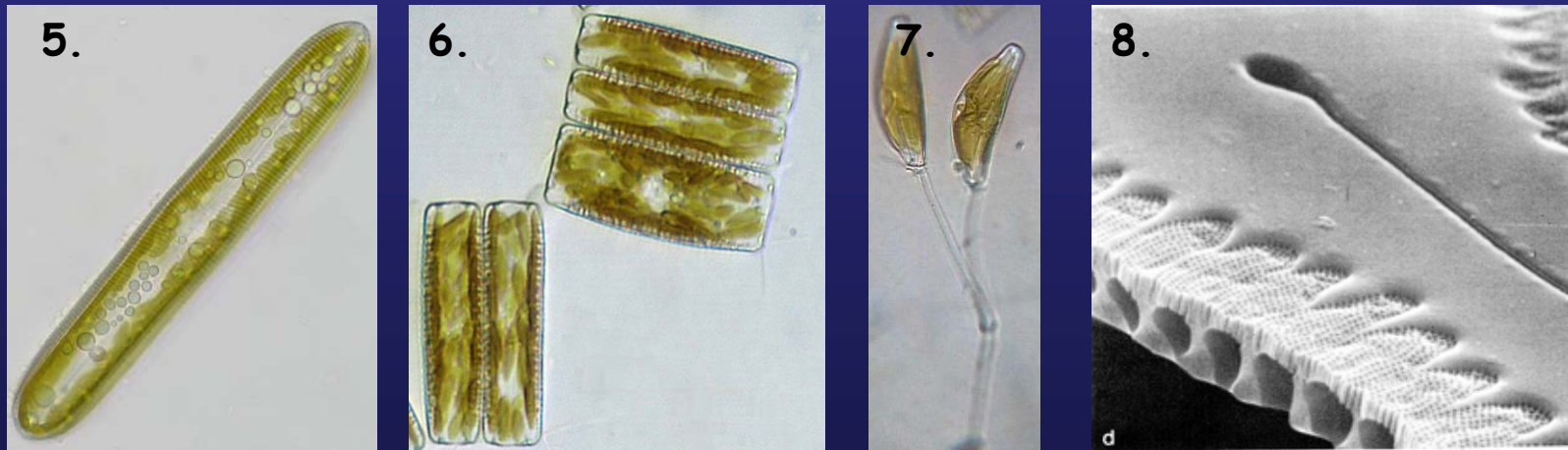
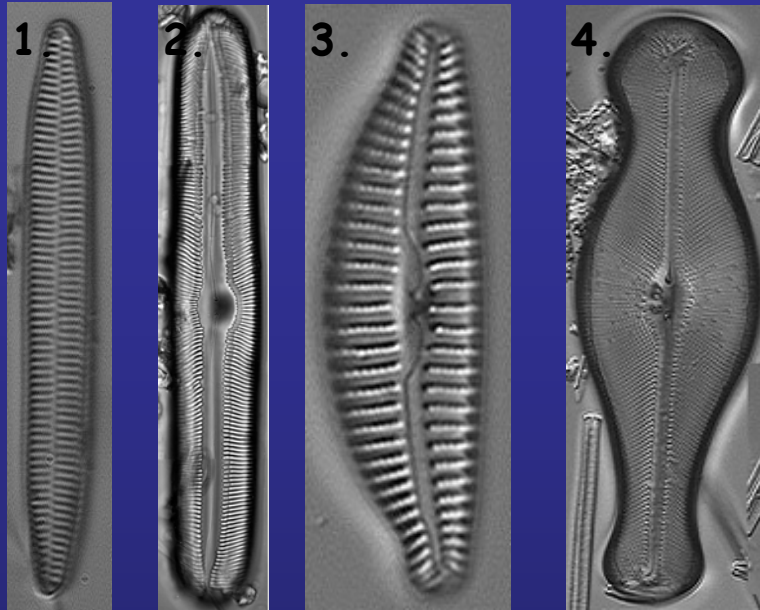
группа ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ



1- *Tabellaria* (бесшовная пеннатная диатомея), 2-3- *Cocconeis* (одношовная пеннатная диатомея), 4- *Pinnularia* (двушовная пеннатная диатомея)

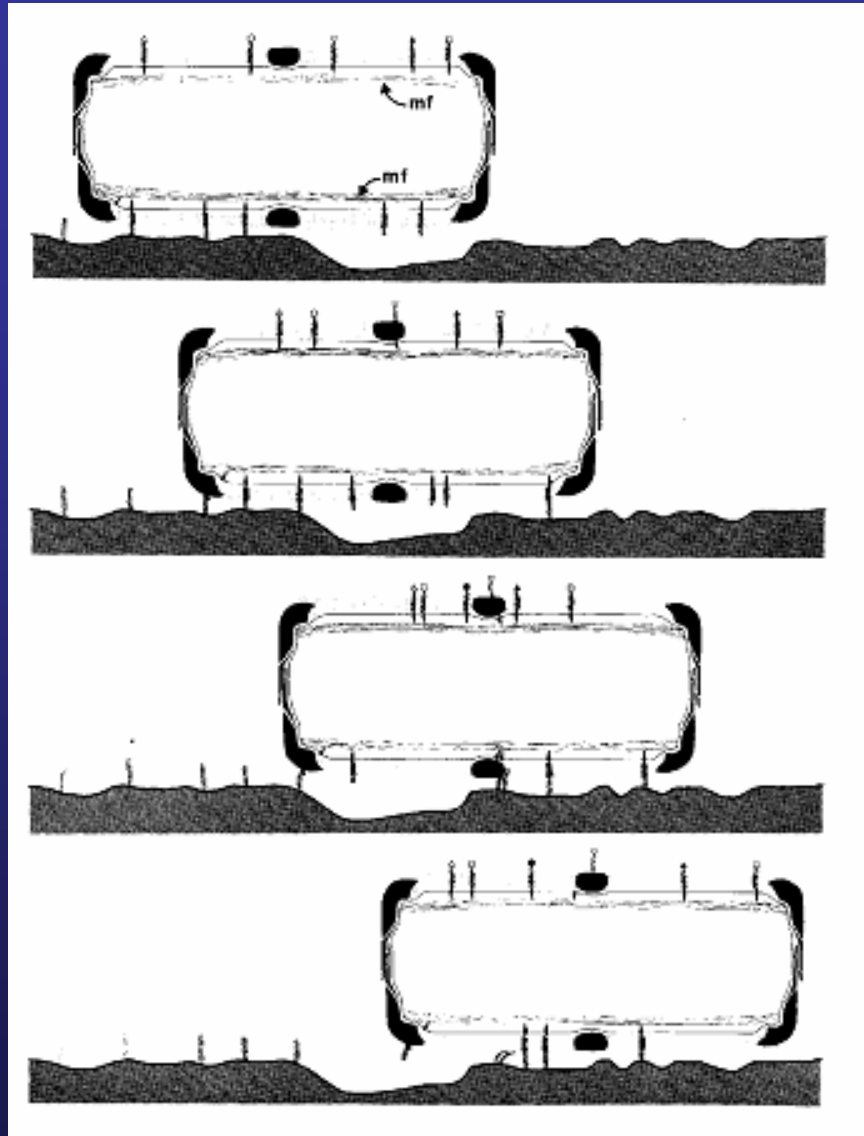
1. Створки имеют две и менее осей симметрии; выделяют группу бесшовных и шовных пеннатных
2. Половой процесс - изогамия (гаметы без жгутиков)
3. Большинство видов обитает в пресных водах

группа ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ



1- *Synedra*, 2- *Pinnularia*, 3- *Cymbella*, 4- *Didymosphenia*, 5- *Pinnularia*,
6- колония *Diatoma*, 7- колония *Encyonema*, 8- *Pinnularia* (шов и камеры)

группа ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ



Механизм движения шовных пеннатных диатомей

группа ПЕННАТНЫЕ ДИАТОМОВЫЕ

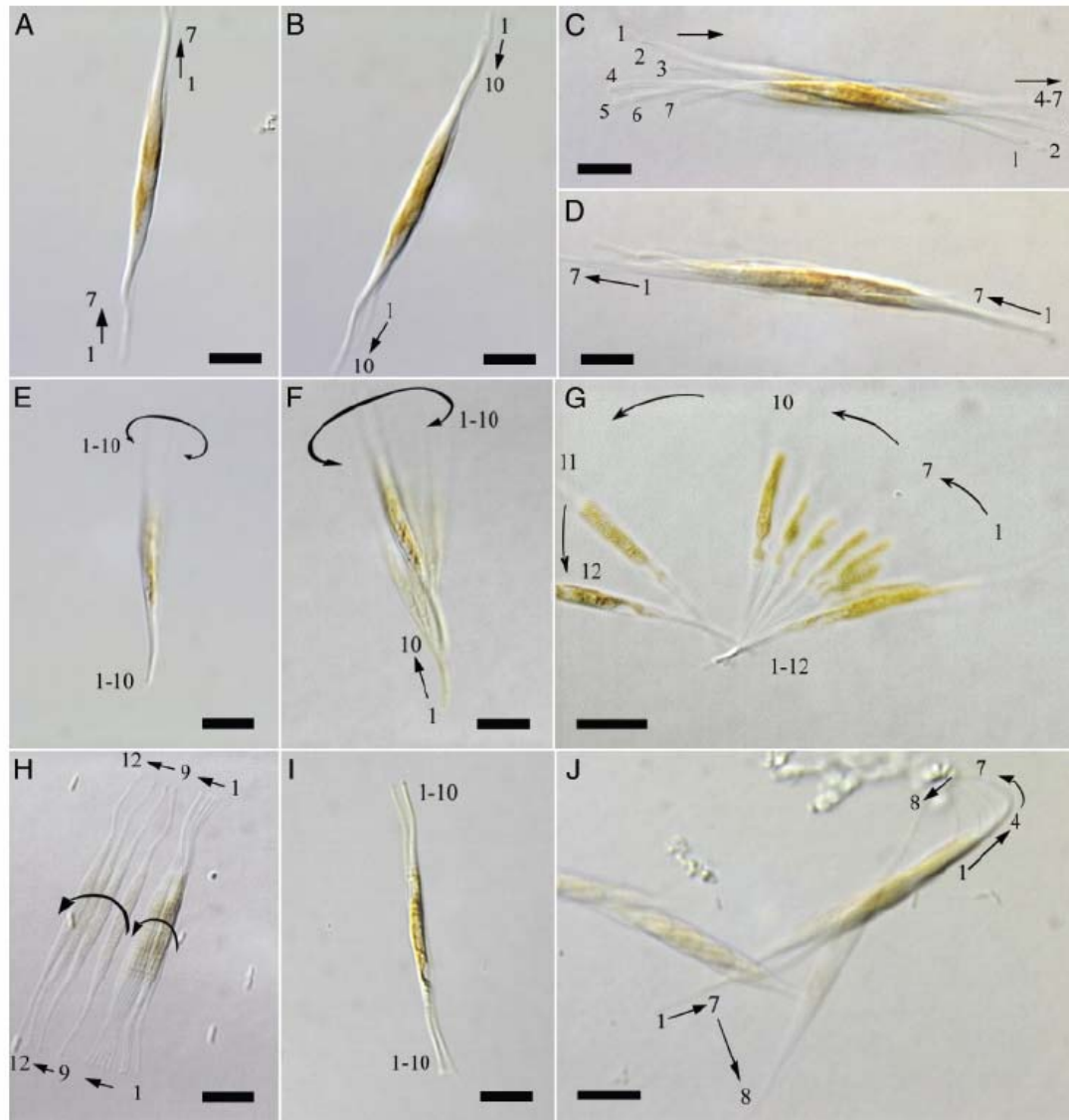
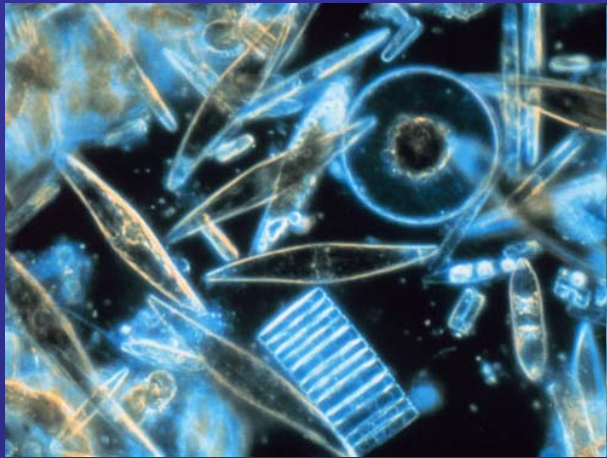


FIG. 1. Z-axis projection of video images showing various movement modalities exhibited by *Cylandrotheca closterium*: (A) smooth gliding forward, (B) smooth gliding reverse, (C) corkscrew gliding forward, (D) corkscrew gliding reverse, (E) pirouette, (F) pirouette while gliding, (G) pivot and roll, (H) rollover, (I) rock and roll, and (J) tip flexion. Arrows indicate direction of movement of the cell tips and numbers indicate the number and sequence of frames. Scale bar, 10 μm.

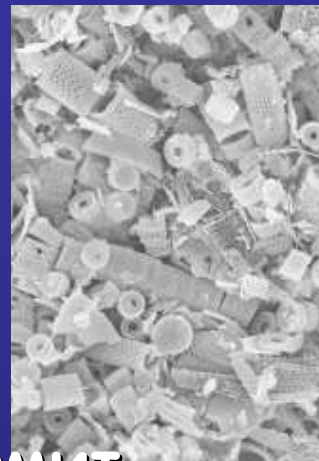
Движение *Cylandrotheca closterium* (из: Ароа-Нортон, 2006)

РАСТПРОСТРАНЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ДИАТОМЕЙ

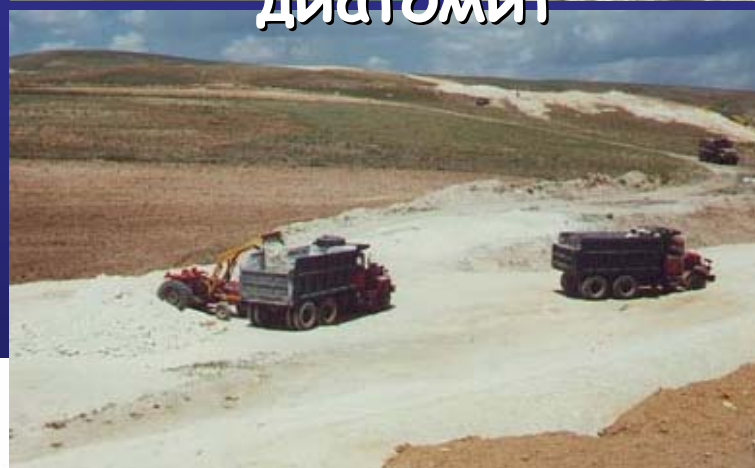


- ✓ Широко распространены во всех биотопах
- ✓ Первое звено трофической цепи; вносят значительный вклад в первичную продукцию планеты (около 25%)
- ✓ Основная роль в круговороте кремния
- ✓ Основная роль в образовании осадочной породы – диатомита
- ✓ Могут вызывать «цветение» воды; некоторые виды вырабатывают токсины

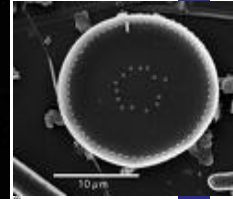
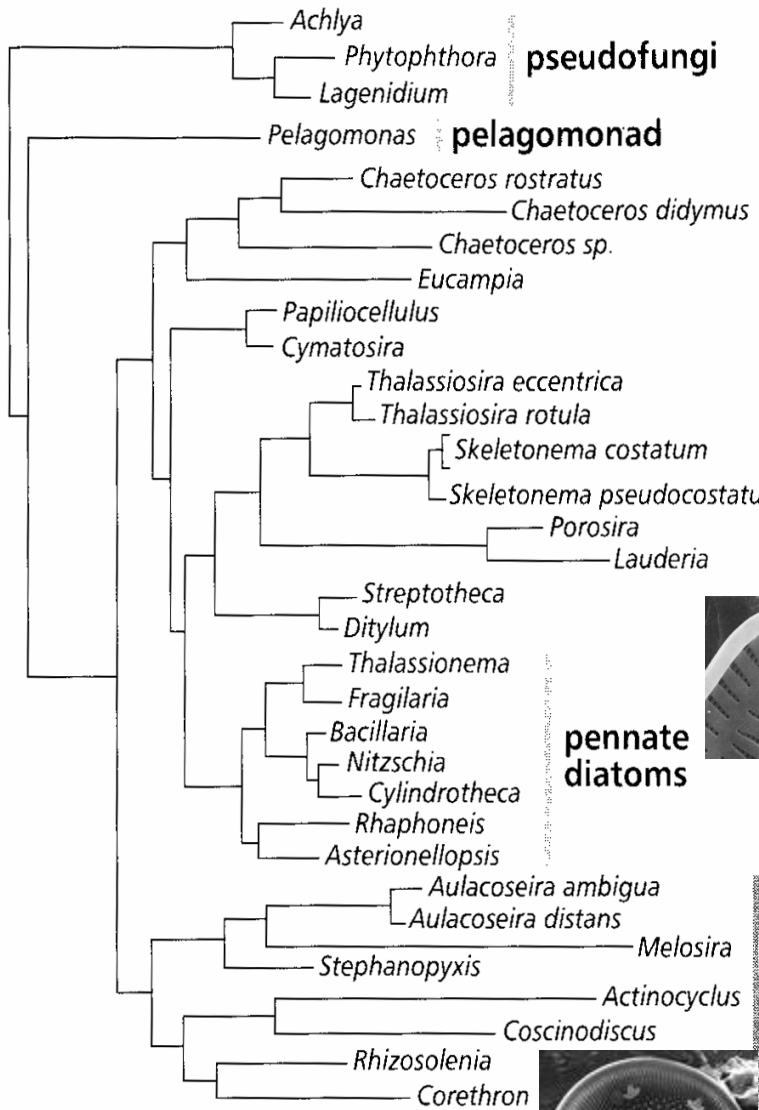
ЗНАЧЕНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ



ДИАТОМИТ



класс *DIATOMOPHYCEAE* (= *BACILLARIOPHYCEAE*)



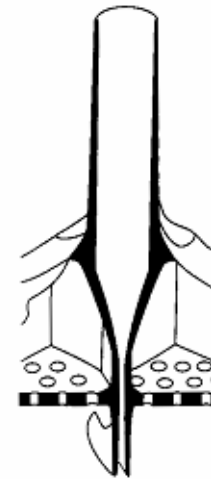
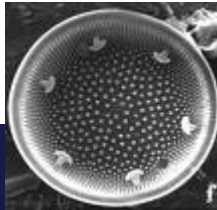
centric diatoms

(Clade 2)

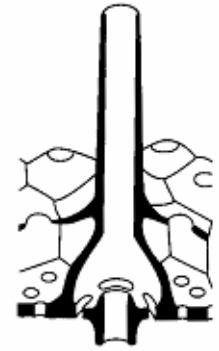


pennate diatoms

centric diatoms (Clade 1)



labiate process (rimoportula)



strutted process (fultoportula)

1 - филогенетические связи диатомей

2 - типы выростов у диатомей

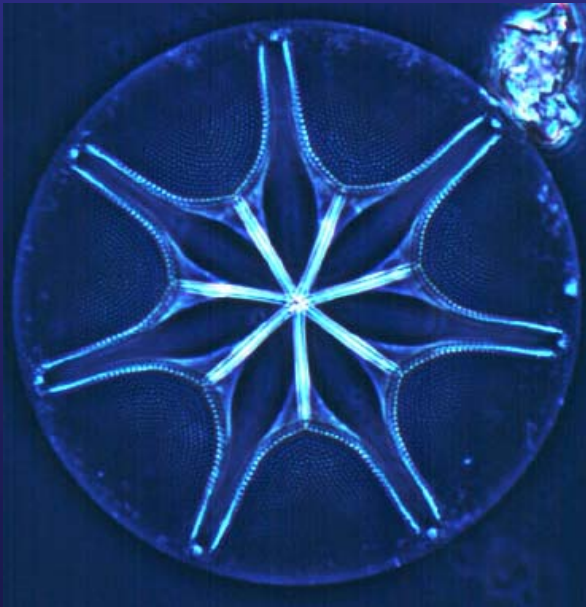
Империя Chromalveolates

Надцарство Chromista

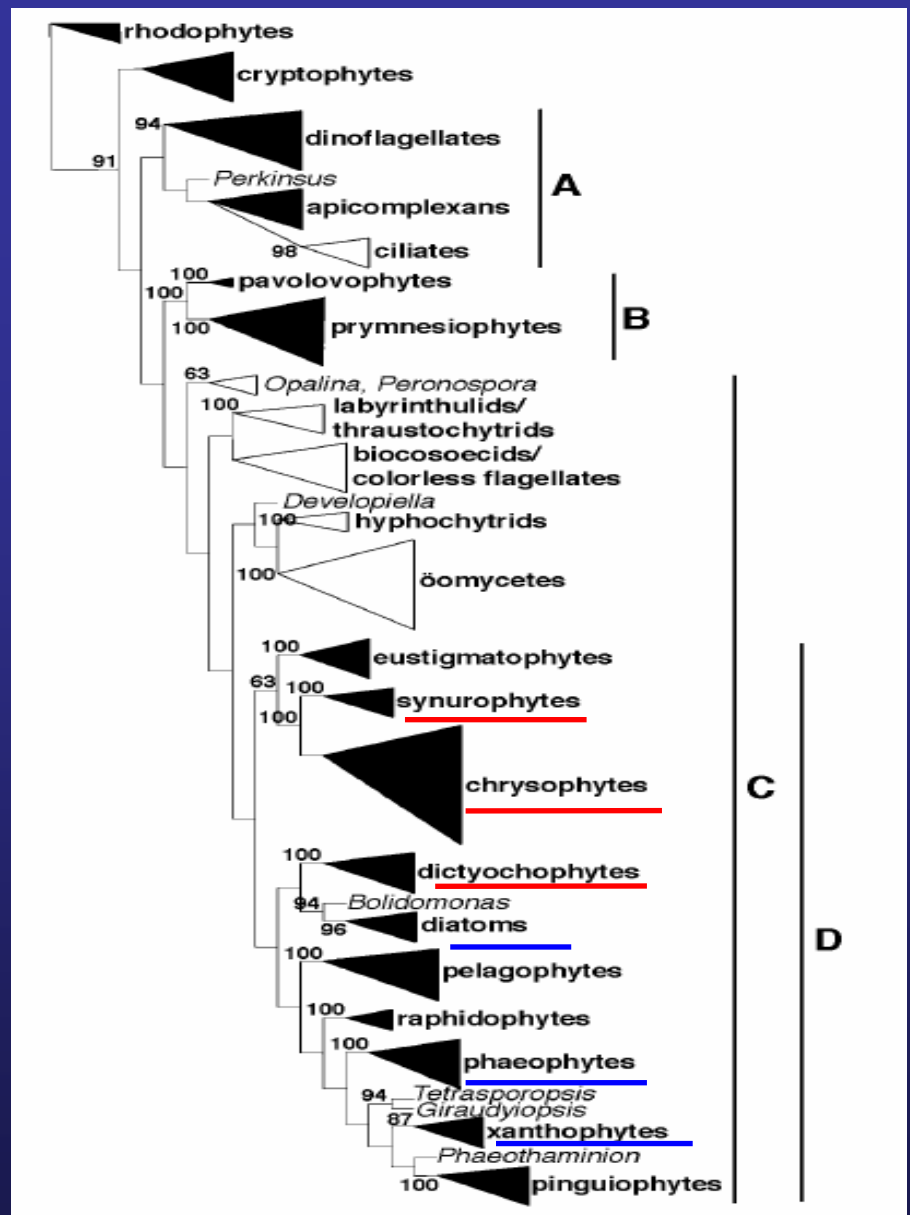
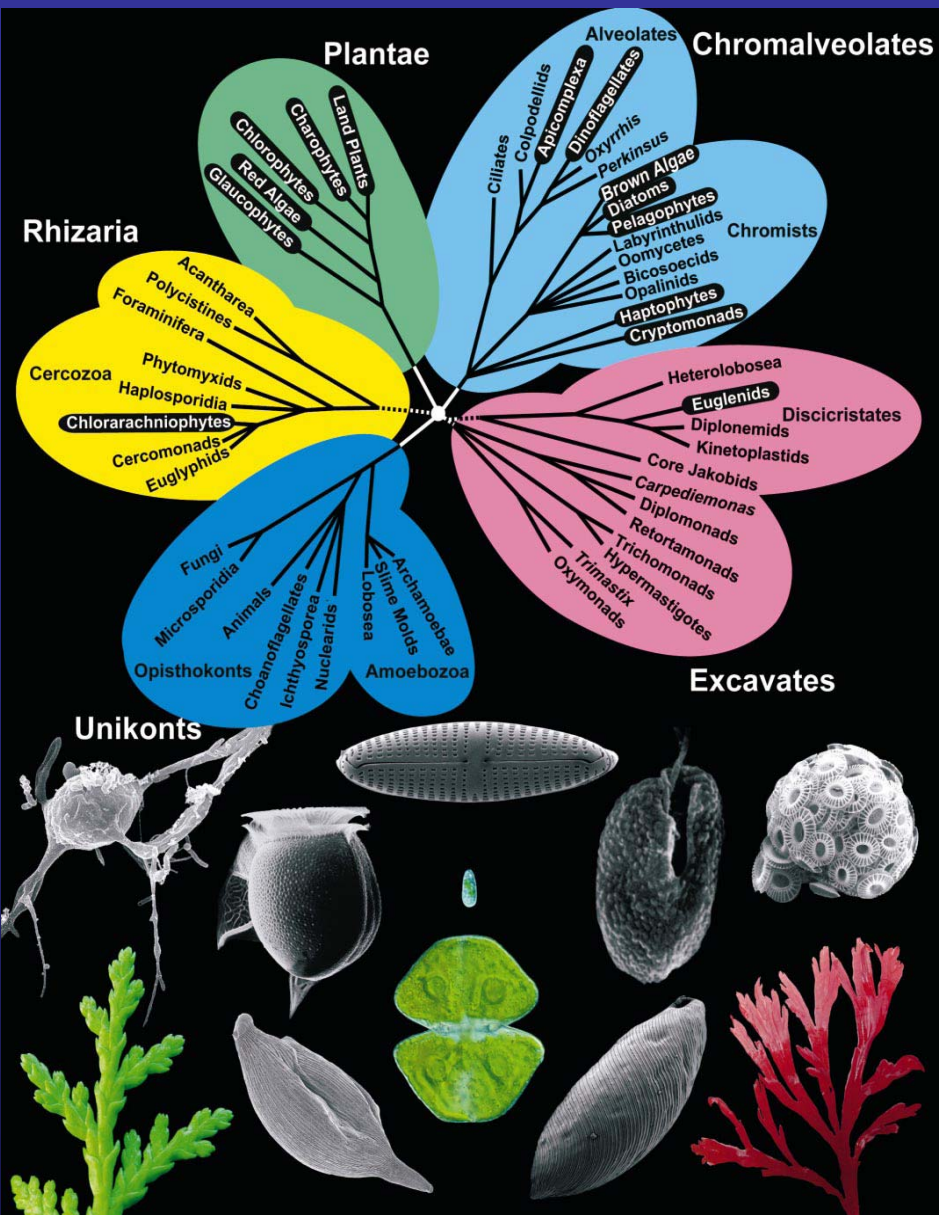
Царство Straminopila

Отдел OCHROPHYTA

(ОХРОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ или ОХРОФИТЫ)



Название отдела происходит от греч. *ochro* – охряный, желтый

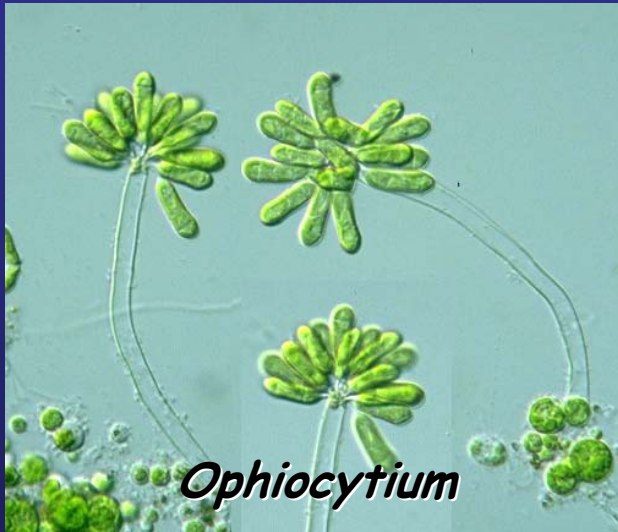


(из: P.J. Keeling, 2004)

группа D – отдел Ochromophyta
(по: R.A. Andersen, 2004)

класс XANTHOPHYCEAE (= TRIBOPHYCEAE)

✓ Встречаются все типы дифференциации талломов, кроме сифонокладального



класс XANTHOPHYCEAE (= TRIBOPHYCEAE)

- ✓ Хлорофиллы *a* и *c* (c_1 , c_2); дополнительные пигменты - вошериаксантин
- ✓ Хлоропласт имеет типичное для охрофит строение
- ✓ Запасные продукты - липиды, хризоламинарин

хлоропласт желтозеленых водорослей:

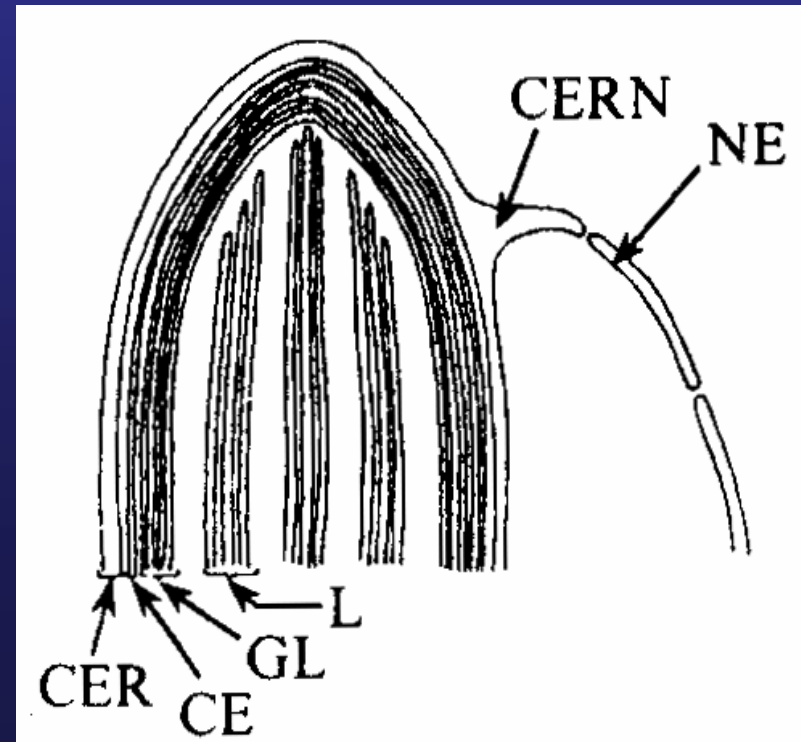
CE- оболочка хлоропласта

CER- хлоропластный ЭТР

GL- опоясывающая ламелла

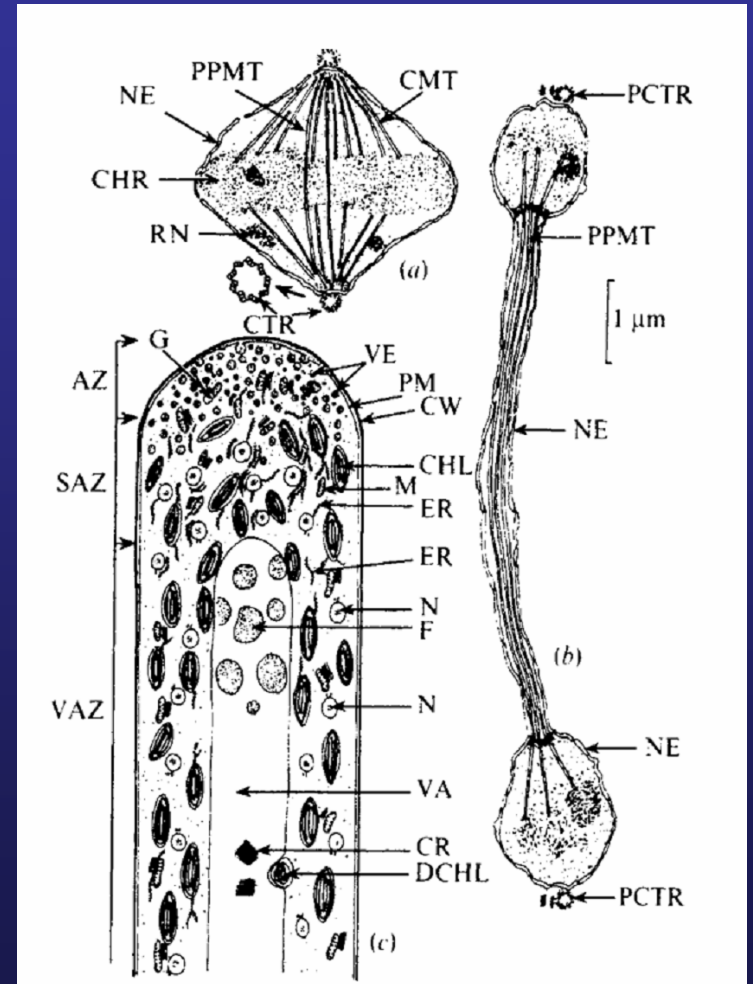
L- 3-х тилакоидная ламелла

NE- оболочка ядра



класс XANTHOPHYCEAE (= TRIBOPHYCEAE)

- ✓ Митоз закрытый (хорошо изучен только у *Vaucheria*)
- ✓ Цитокинез происходит бороздой
- ✓ Размножение: вегетативное, бесполое и половое
- ✓ Характерно формирование эндогенных цист
- ✓ Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической R! (исключение - *Vaucheria*)

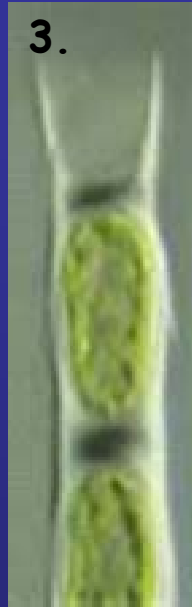


МИТОЗ у *Vaucheria*

класс XANTHOPHYCEAE (= TRIBONEMATALES)

- ✓ Число видов: более 600, около 90 родов
- ✓ Пресноводные и наземные, некоторые виды - морские
- ✓ В классе выделяют несколько порядков:
 - порядок Chloramoebales
 - порядок Rhizochloridales
 - порядок Heterogloaeales
 - порядок Mischococcales
 - порядок Tribonematales
 - порядок Botrydiales
 - порядок Vaucheriales
- ✓ Признаки, по которым характеризуют порядки:
 1. Тип дифференциации таллома
 2. Тип жизненного цикла и полового процесса
 3. Местообитание

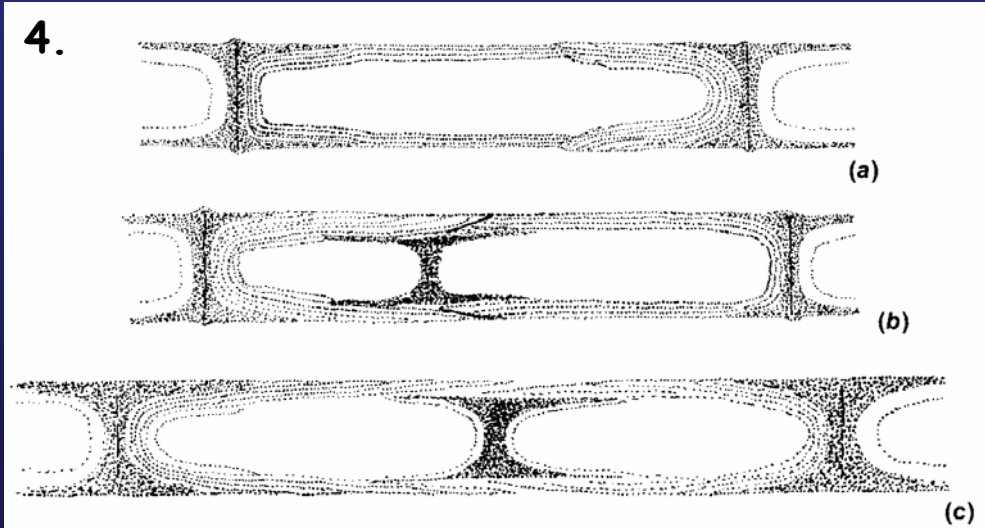
порядок TRIBONEMATALES



1. Трихальный, гетеротрихальный, псевдопаренхиматозный и паренхиматозный талломы

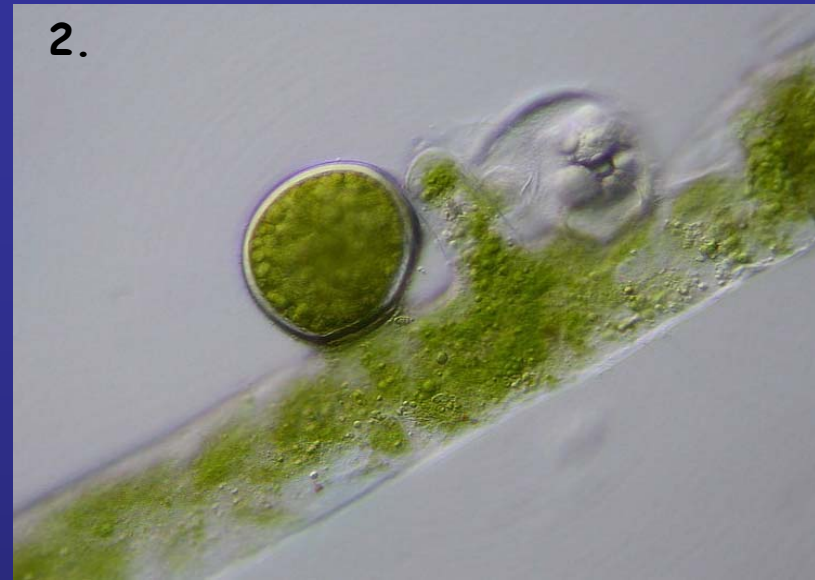
2. Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической R!; половой процесс – изогамия

3. Обитают в пресных водах



1-3- *Tribonema*, 4- деление клеток *Tribonema*

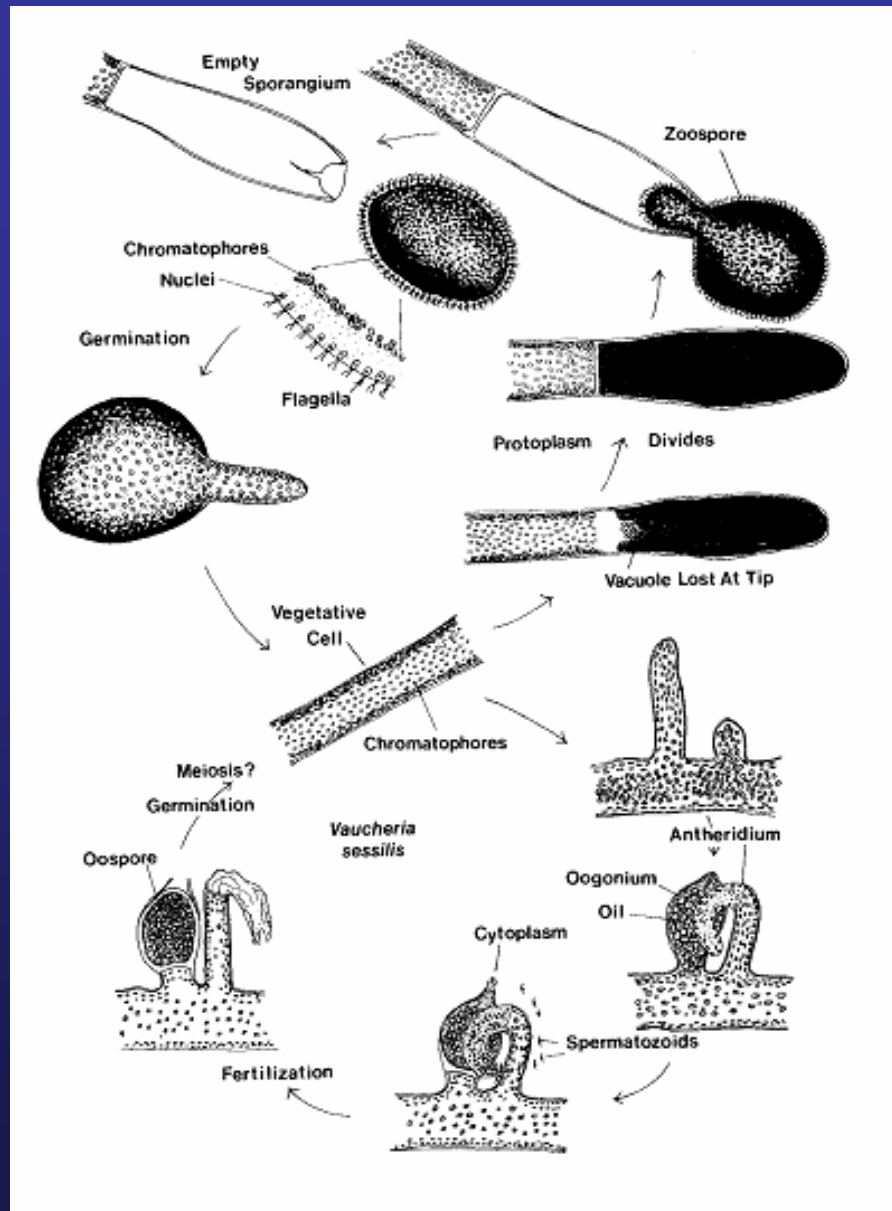
порядок VAUCHERIALES



1. Сифональный таллом
2. Жизненный цикл диплобионтный с гаметиической R!; половой процесс - оогамия
3. Обитают в морских и пресных водах, есть наземные виды

1-3- *Vaucheria*, 2- таллом с гаметангиями

порядок VAUCHERIALES

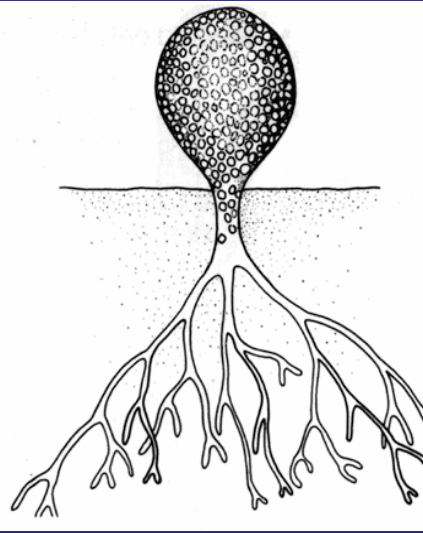


жизненный цикл *Vaucheria*

порядок BOTRYDIALES

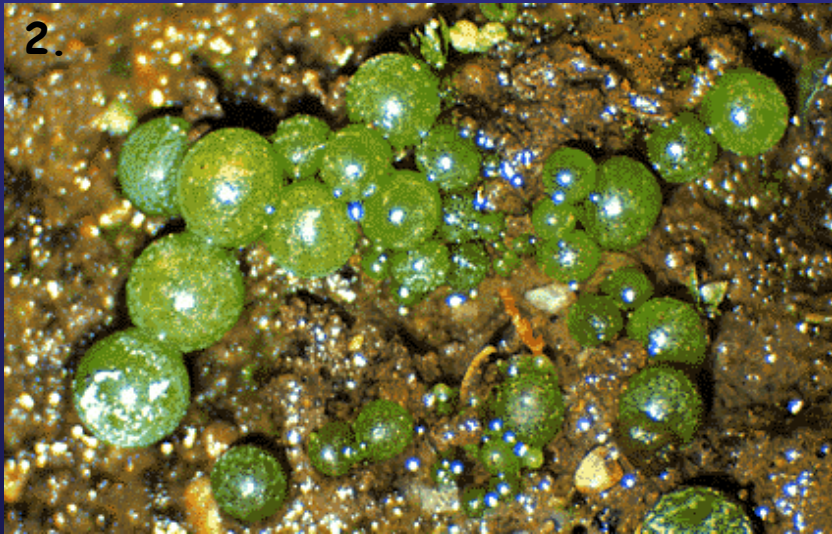
Botrydium

1.



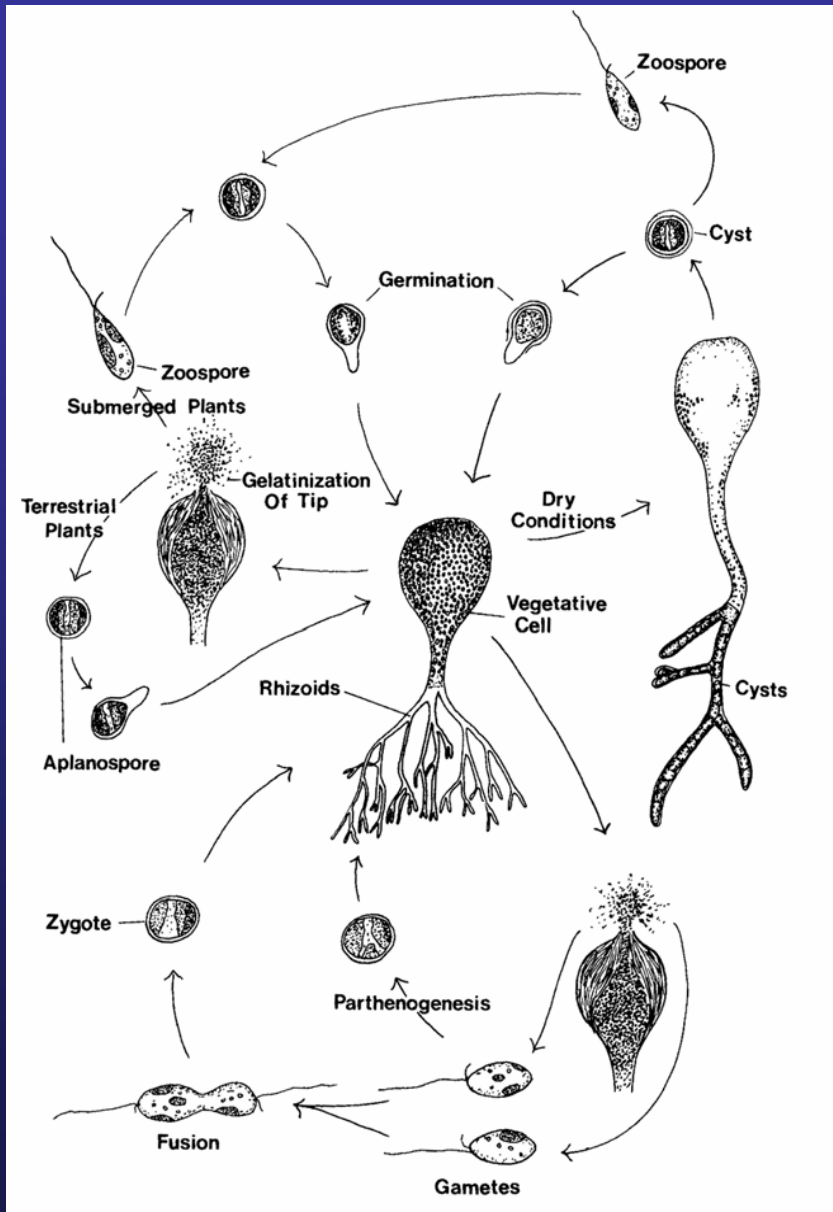
1. Сифональный таллом
2. Жизненный цикл гаплобионтный с зиготической R!; половой процесс - изогамия
3. Наземные виды, обитают на почвах

2.



1-2- *Botrydium*

порядок BOTRYDIALES



жизненный цикл *Botrydium*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ЖЕЛТОЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ



Elysia chlorotica с хлоропластами
Vaucheria litorea

- ✓ Распространены повсеместно; обитают преимущественно в пресных водах, на почве, реже – в морях; некоторые являются внутриклеточными симбионтами (зооксантеллы)
- ✓ Продуценты органического вещества; входят в состав пищевой цепи
- ✓ Используются при определении состояния загрязнения вод

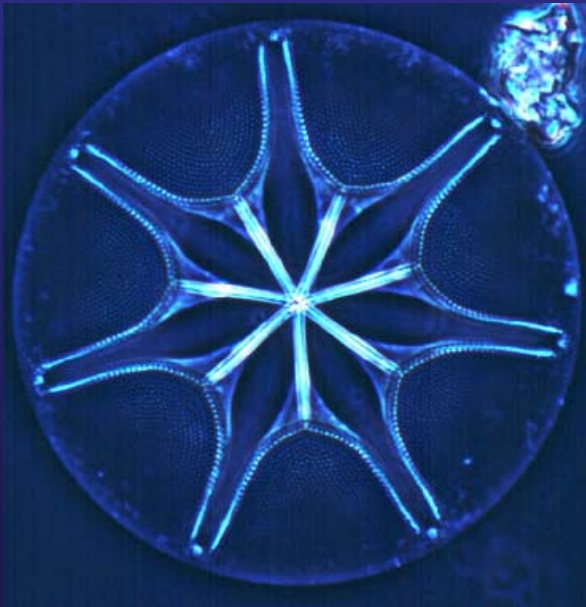
Империя Chromalveolates

Надцарство Chromista

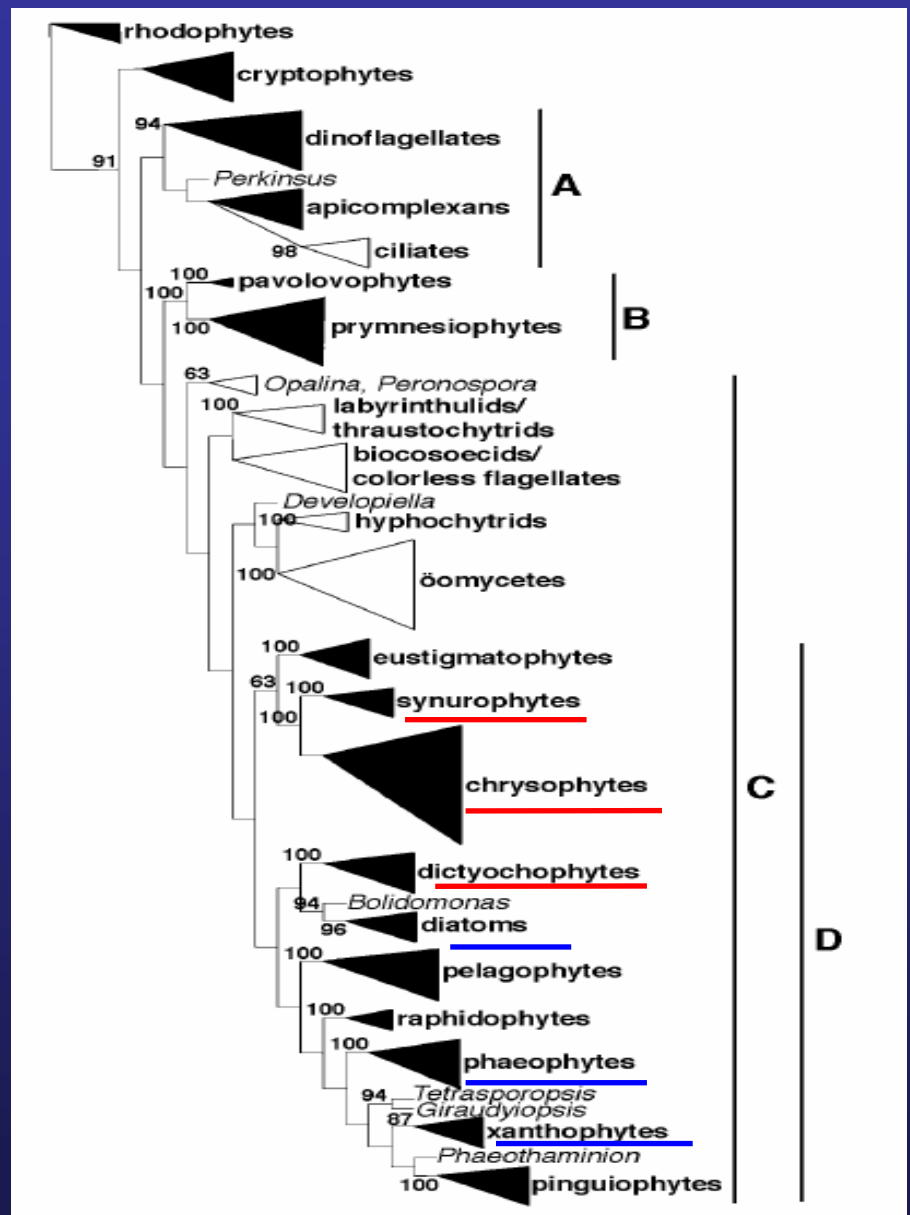
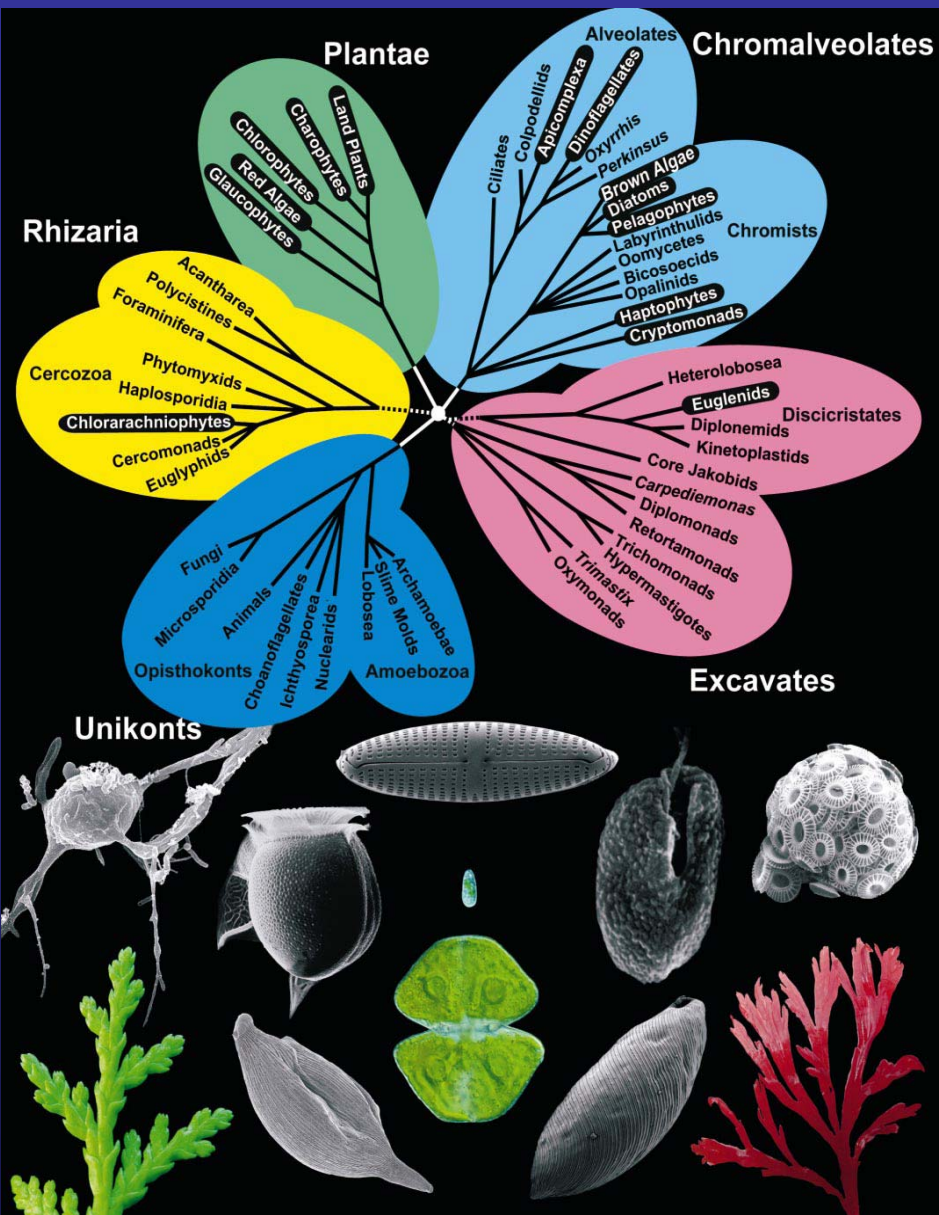
Царство Straminopila

Отдел OCHROPHYTA

(ОХРОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ или ОХРОФИТЫ)



Название отдела происходит от греч. *ochro* – охряный, желтый



(из: P.J. Keeling, 2004)

группа D – отдел Ochromphyta (по: R.A. Andersen, 2004)

класс РНАЕОРНУСЕАЕ (= FUCOPHYCEAE)

✓ Типы дифференциации талломов только многоклеточные: трихальный, гетеротрихальный, псевдопаренхиматозный, паренхиматозный. Талломы обычно макроскопические



класс RHAEORHUCEAE (= FUCORHUCEAE)

- ✓ Хлорофиллы *a* и *c* (c_1 , c_2); дополнительные пигменты - фукоксантин
- ✓ Хлоропласт имеет типичное для охрофит строение
- ✓ Запасные продукты - хризоламинарин, маннит, липиды

хлоропласт бурых водорослей:

CE- оболочка хлоропласта

CER- хлоропластный ЭТР

GL- опоясывающая ламелла

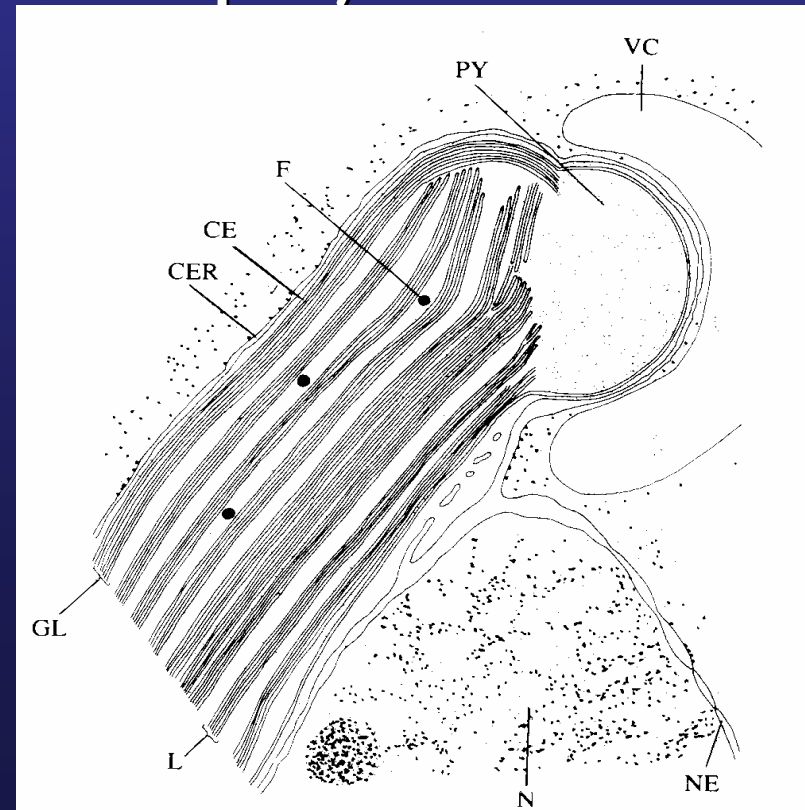
L- 3-х тилакоидная ламелла

PY- пиреноид

VC- хризоламинарин

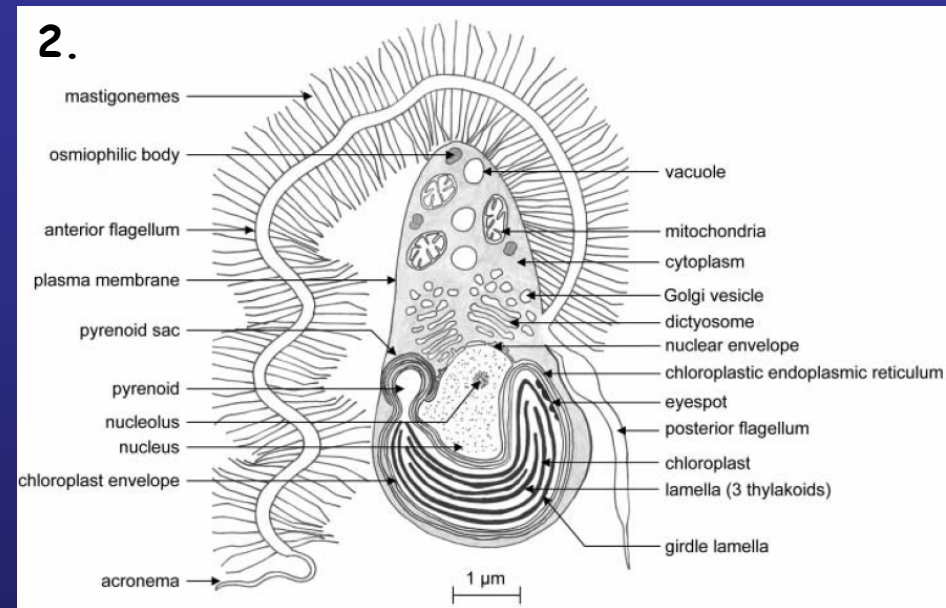
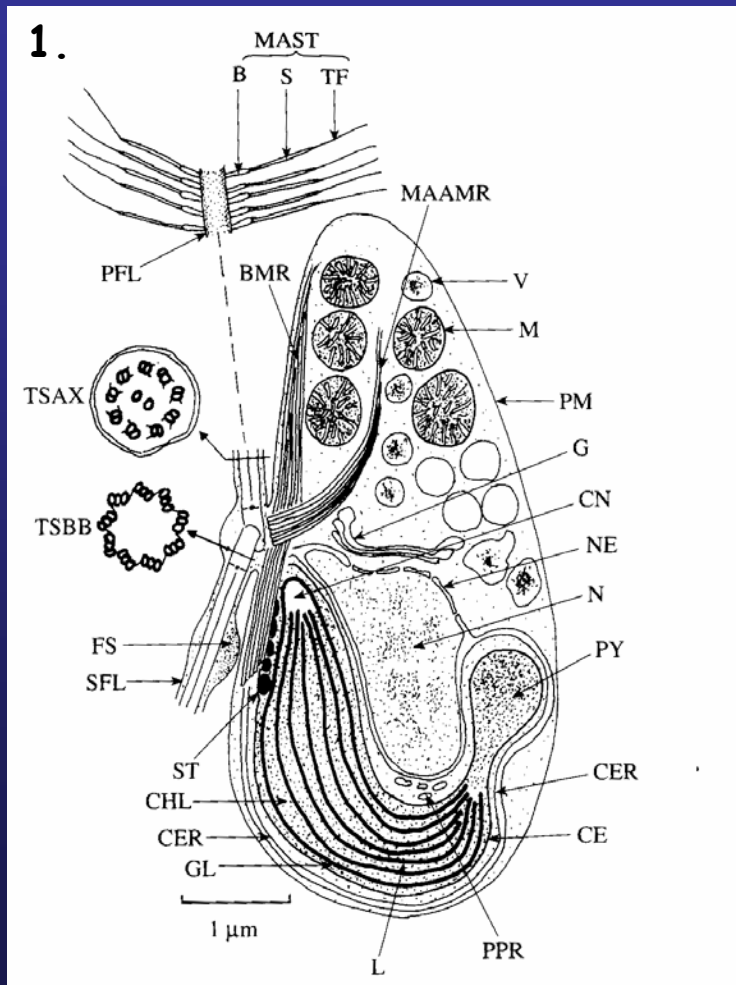
N- ядро

NE- оболочка ядра



класс РНАЕОРНУСЕАЕ (= FUCOPHYCEAE)

✓ Жгутиковые стадии представлены зооспорами и гаметами



1 - тонкое строение зооспоры

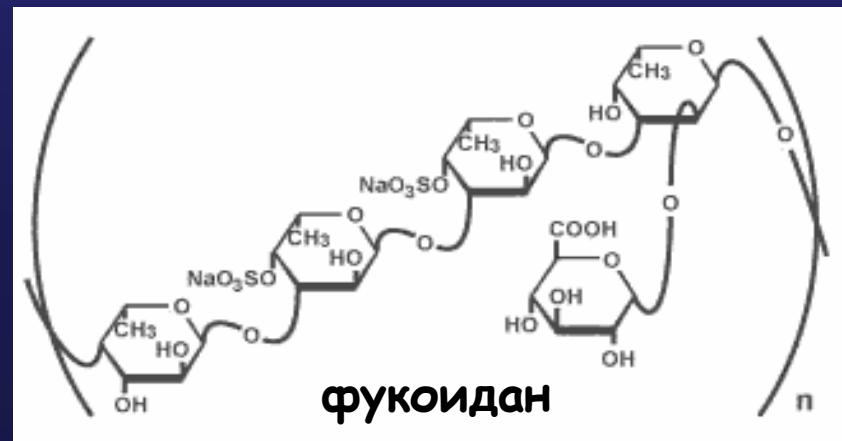
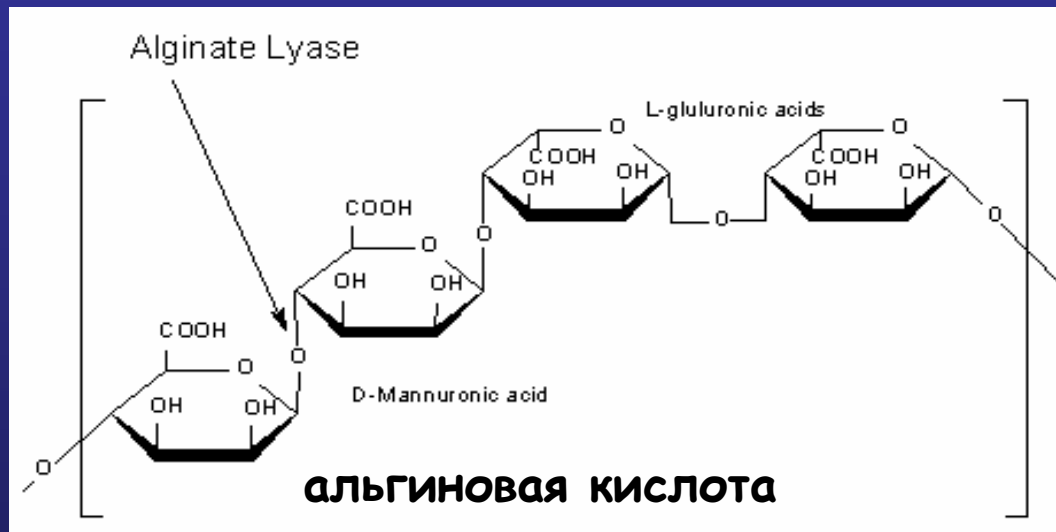
Scytosiphon

2- общий вид зооспоры

Ectocarpus

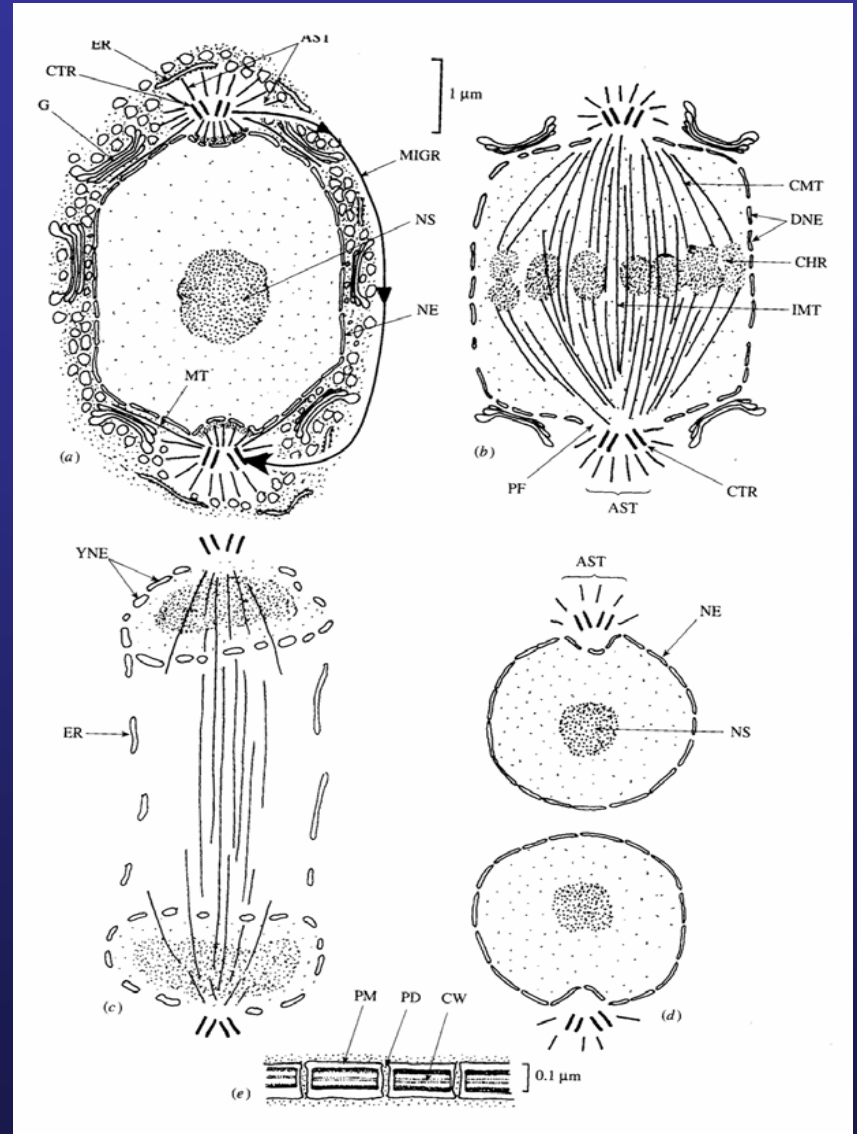
класс РНАЕОРНУСЕАЕ (= FUCOPHYCEAE)

✓ Клеточный покров представлен клеточной стенкой.
Скелетный компонент: целлюлоза и альгинаты
кальция; матрикс: растворимые альгинаты и
фукоиданы



класс РНАОРНУСЕАЕ (= FUCOPHYCEAE)

- ✓ Митоз полузакрытый
- ✓ Цитокинез происходит бороздой

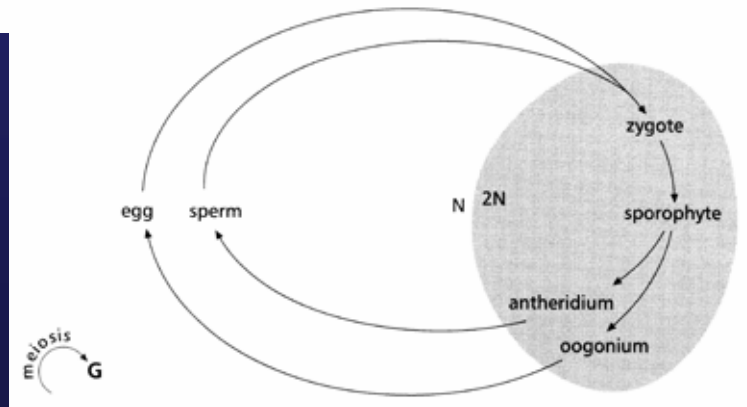
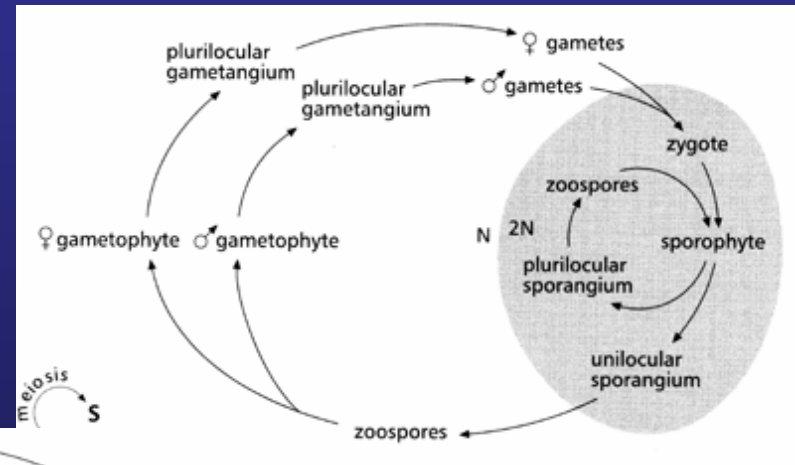
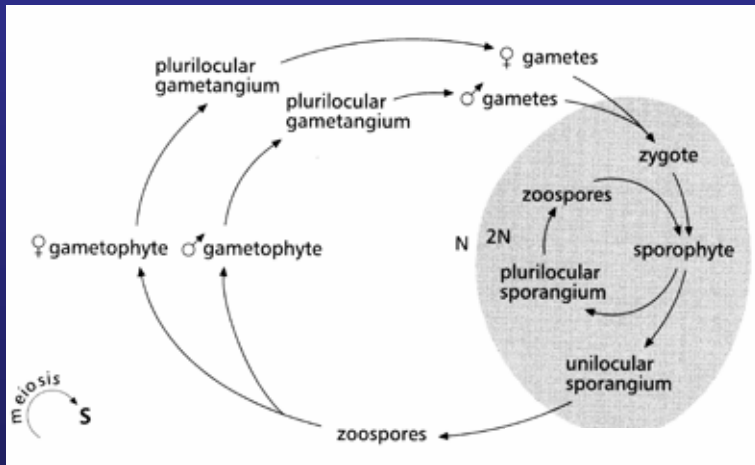


митоз у бурых водорослей

класс РНАЕОРНУСЕАЕ (= FUCOPHYCEAE)

✓ Размножение: вегетативное, бесполое, половое

✓ Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической R! (изо- или гетероморфный) или диплобионтный с гаметической R!

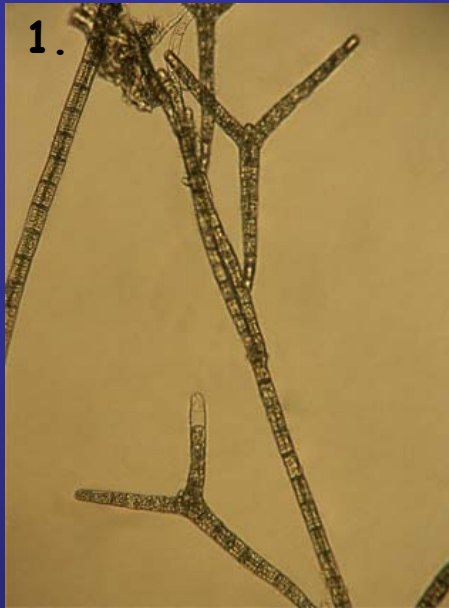


жизненные циклы бурых водорослей

класс PHAEOPHYCEAE (= FUCOPHYCEAE)

- ✓ Число видов: около 2 тысяч, около 260 родов
- ✓ Подавляющее большинство – морские виды
- ✓ В классе выделяют более 10 порядков:
 - порядок Sphacelariales
 - порядок Dictyotales
 - порядок Cutleriales
 - порядок Ectocarpales
 - порядок Fucales
 - порядок Laminariales и другие
- ✓ Признаки, по которым характеризуют порядки:
 1. Тип жизненного цикла и тип полового процесса
 2. Тип дифференциации таллома и способ его роста

порядок SPHACELARIALES

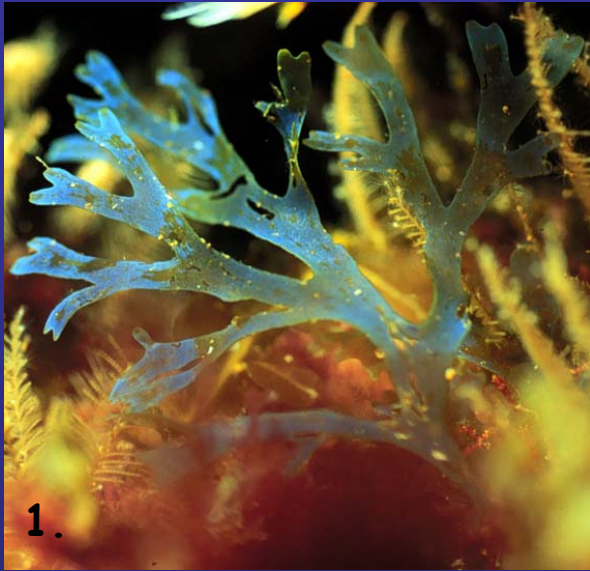


1-2- *Sphacelaria*, 3- *Cladostephus*

1. Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической R! и изоморфной сменой поколений; половой процесс – гетерогамия

2. Талломы гетеротрихальные, с апикальным ростом

порядок DICTYOTALES



1- *Dictyota*, 2- *Padina*

1. Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической R! и изоморфной сменой поколений; половой процесс – оогамия
2. Талломы паренхиматозные, с апикальным ростом

порядок CUTLERIALES



1, 2- *Cutleria* (гаметофит), 3- *Cutleria* (спорофит, стадия *Aglazonia*)

1. Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической R! и гетеро- (*Cutleria*) или изоморфной (*Zanardinia*) сменой поколений; половой процесс - гетерогамия

2. Талломы паренхиматозные; гаметофит имеет трихоталлический рост, спорофит - апикальный (у *Zanardinia* оба таллома с трихоталлическим ростом)

порядок CUTLERIALES

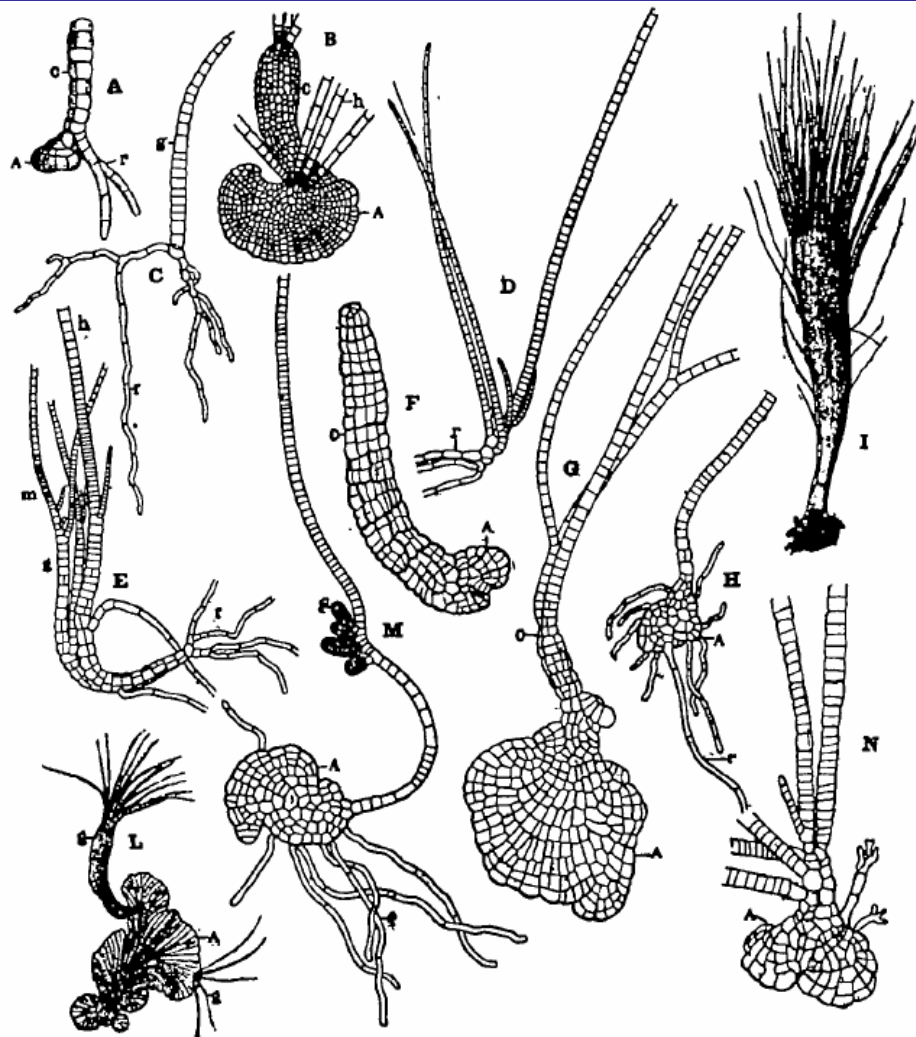
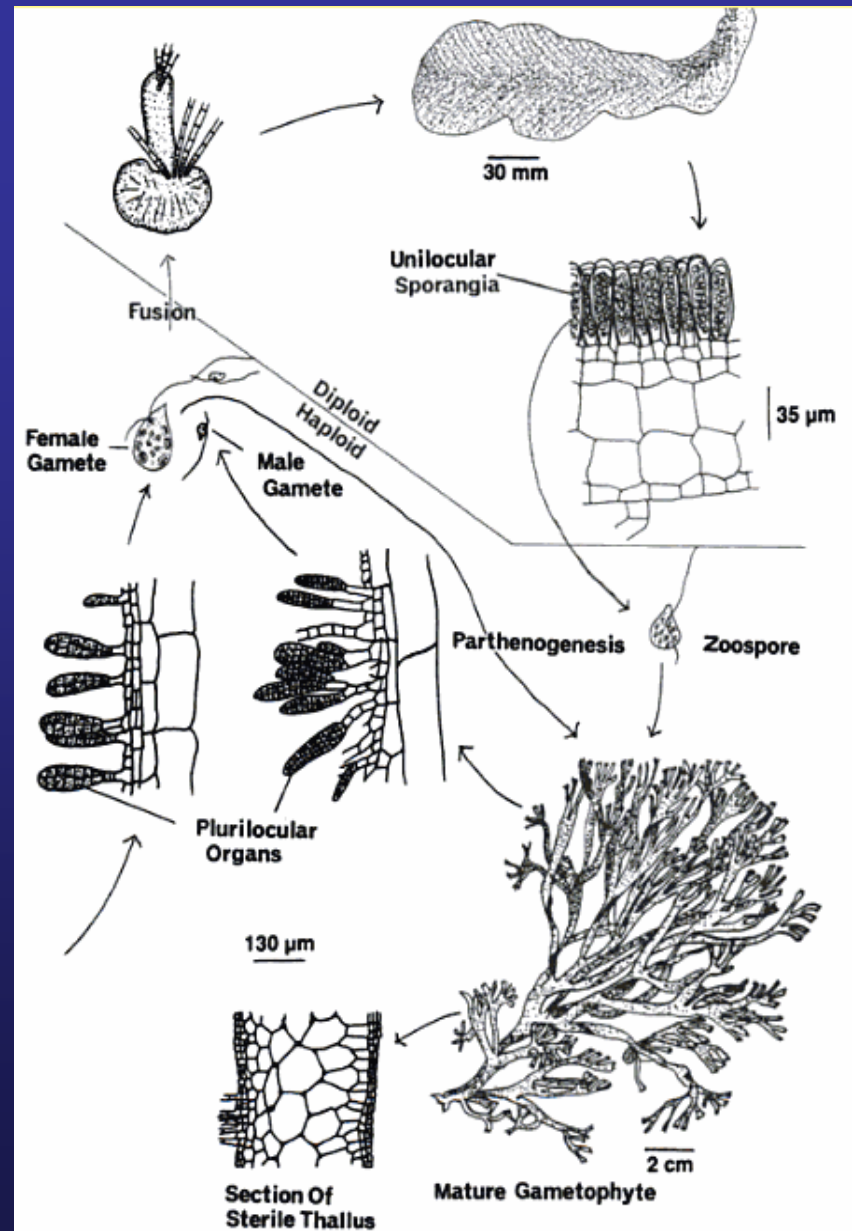
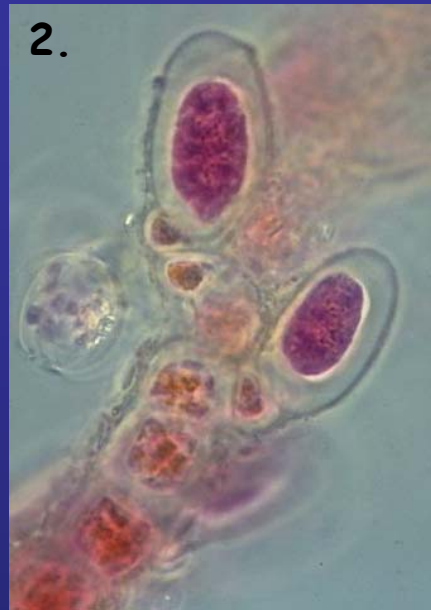


FIG. 4. Cutleria: B, N, *C. adspersa* (Roth) De Not.; L, *C. monoica* Oliv.; the rest *C. multifida* (Engl. Bot.) Grev. A, germling derived from zygote; B, F, older germlings derived from apogamous female cells; C-E, I, germlings of successive ages, derived from zoospores, in D only small part of rhizoid-system shown; G, H, N, forma Church; L, development of gametophytic thallus from Aglaozonia-stage by vegetative proliferation. A, Aglaozonia-crust; C, column; f, oogonia; g, gametophyte or gametophytic threads; h, hair; r, rhizoid. (A after Falkenberg; B, L, N after Sauvageau; F after Church; the rest after Kuckuck.)



(из: Fritsch, 1942)

порядок ECTOCARPALES

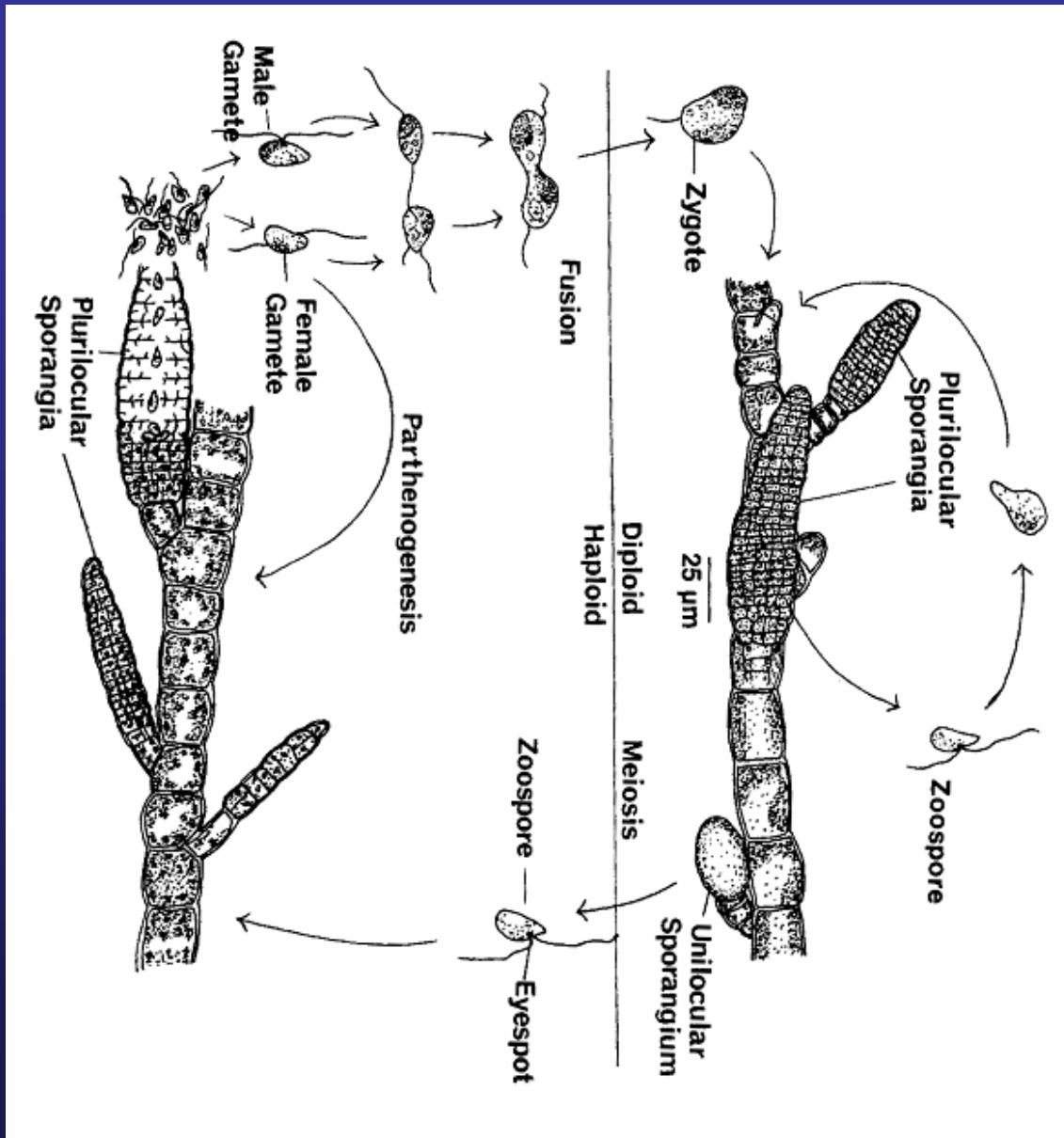


1-3- *Ectocarpus*, 2- таллом с одногнездными зооспорангиями,
3- таллом с многогнездными гаметангиями

1. Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической R! и изоморфной сменой поколений; половой процесс – изогамия

2. Талломы гетеротрихальные, горизонтальная система нитей имеет апикальный рост, вертикальная – диффузный

порядок ECTOCARPALES



жизненный цикл *Ectocarpus*

порядок LAMINARIALES



1-2- *Laminaria*

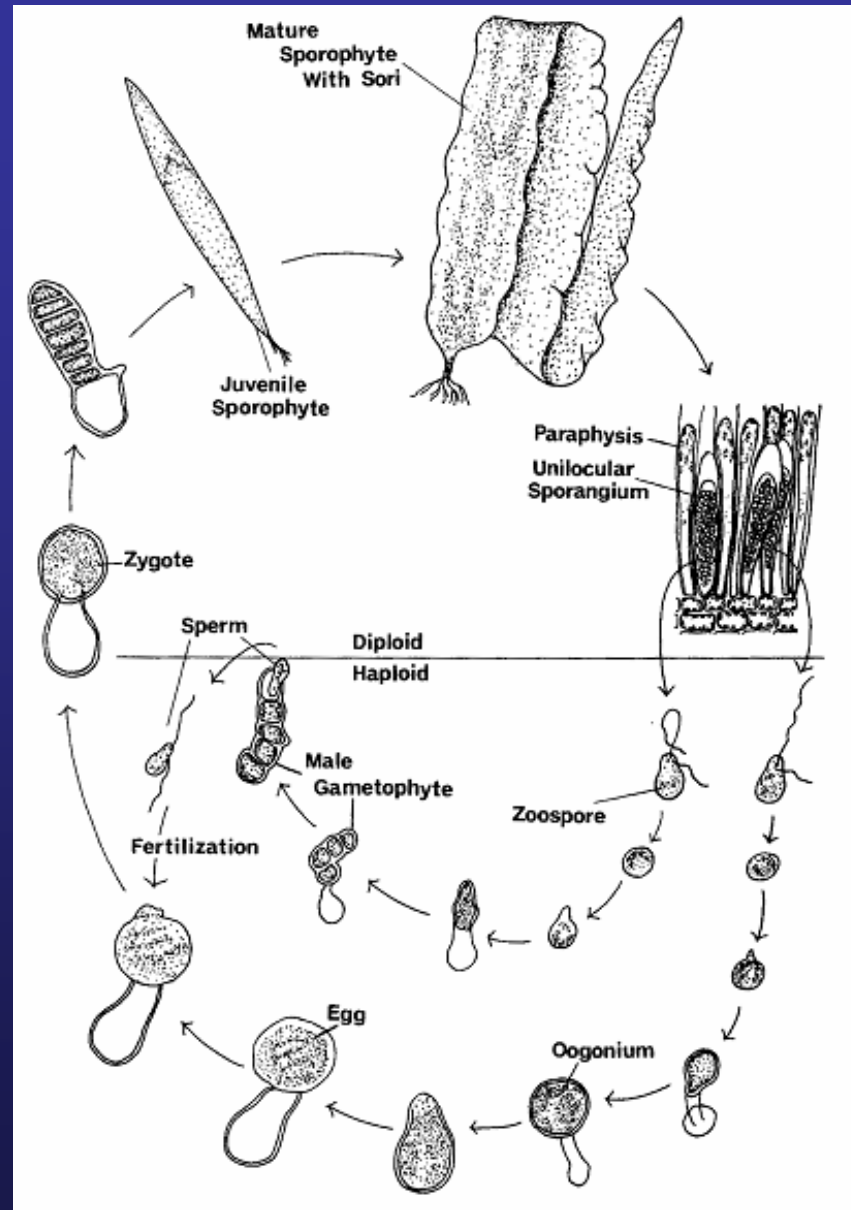
1. Жизненный цикл гапло-диплобионтный со спорической $R!$ и гетероморфной сменой поколений; половой процесс - оогамия
2. Гаметофиты - гетеротрихальные, микроскопические, с апикальным ростом; спорофиты - паренхиматозные, макроскопические, рост интеркалярный, меристематический

порядок LAMINARIALES



1- *Laminaria*, 2- *Macrocystis*, 3- *Alaria*, 4-5- *Nereocystis*

порядок LAMINARIALES



жизненный цикл *Laminaria*

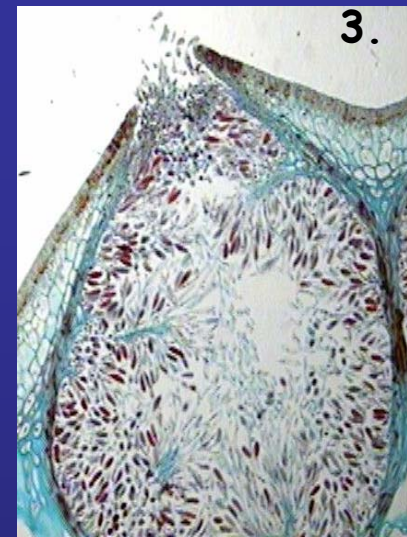
порядок FUCALES



1- *Fucus*, 2- *Sargassum*, 3- *Ascophyllum*

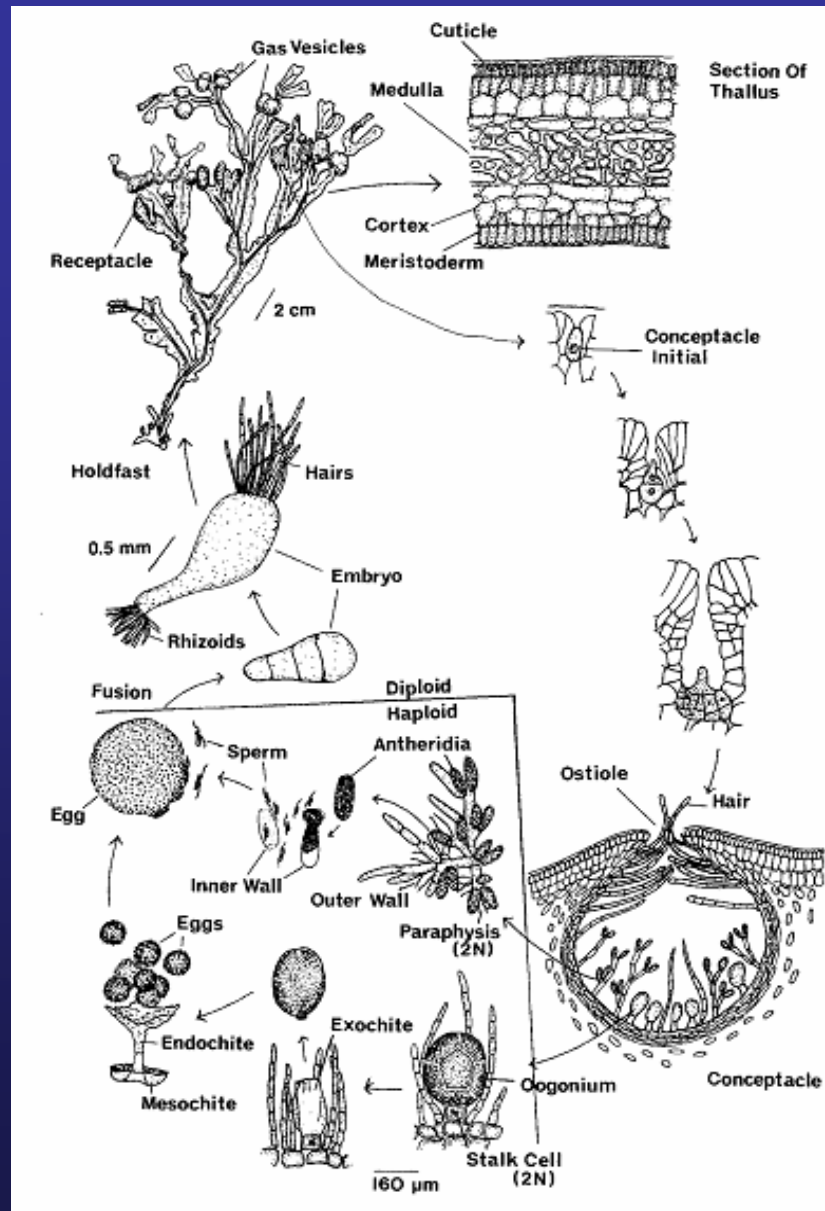
1. Жизненный цикл диплобионтный с гаметической R!; половой процесс – оогамия
2. Талломы паренхиматозные, с апикальным ростом

порядок FUCALES



1-3- *Fucus*, 2- ♀ скафидий, 3- ♂ скафидий,
4- *Sargassum*, 5- пояс *Sargassum* в Саргассовом море

порядок *FUCALES*



жизненный цикл *Fucus*

РАСТПРОСТРАНЕНИЕ и ЗНАЧЕНИЕ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ



- ✓ Широко распространены в морях умеренных и приполярных широт
- ✓ Наиболее густые заросли формируют в литоральной и сублиторальной зонах морей
- ✓ Служат источником органического вещества в прибрежной зоне
- ✓ Прибежище, место питания и размножения многих организмов

ЗНАЧЕНИЕ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ



альгинат кальция



E401 - альгинат натрия

STANGE ZA BUNNEN