

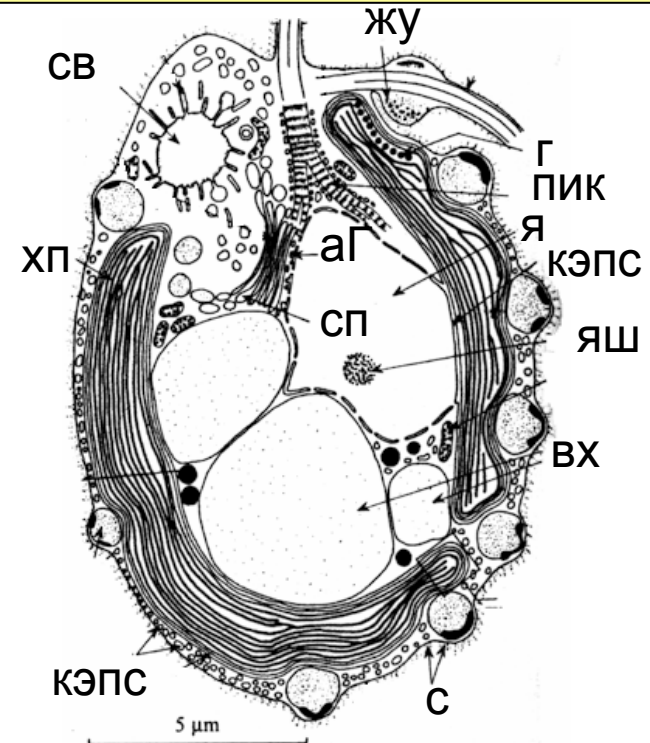
Хризифиты – золотистые водоросли наиболее полно воплощают организацию хромофитов

Признаки класса

- фукоксантин имеется
- переходная спираль имеется
- типичный глазок – фоторецептивное утолщение на заднем жгутике + липидные гранулы внутри хроматофора – тоже есть
- ДНК хроматофоров образует кольцеобразную структуру
- всё остальное по диагнозу хромофитов

Изучение организации хромофитов следует начинать с *Ochromonas*

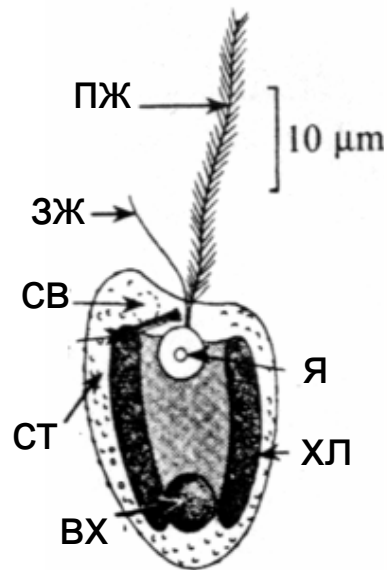
Среди хризифитов сравнительно мало монадных форм. *Ochromonas* – наименее специализированные монады.



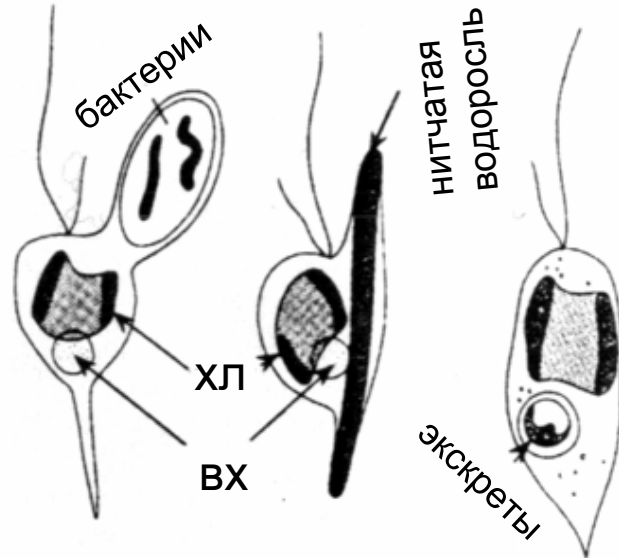
Ochromonas tuberculatus:

аг – аппарат Гольджи, **вх** – вакуоли, содержащие хризоламинин, **г** – глазок (стигма), **жу** – жгутиковое утолщение (фоторецептор), **кэпс** – карман эндоплазматической сети, **пик** – поперечноисчерченный корешок, **с** – слизь, **св** – сократительная вакуоль, **сп** – секреторные пузырьки, отделившиеся от **аг**, **хп** – хлоропласт, **я** – ядро, **яш** – ядрышко

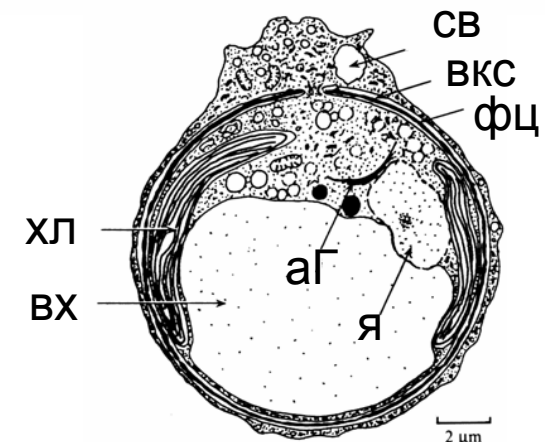
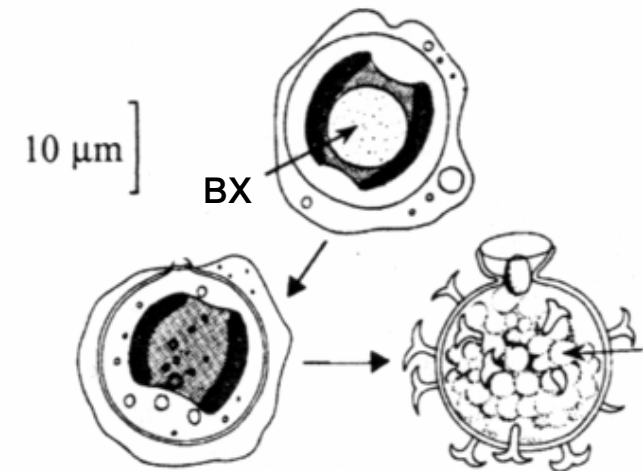
Изучение организации хромофитов следует начинать с *Ochromonas*



Внешний вид
под световым
микроскопом



Питание: псевдоподия захватывает пищевые частицы, формирует пищеварительную вакуоль и выбрасывает непереваренные остатки

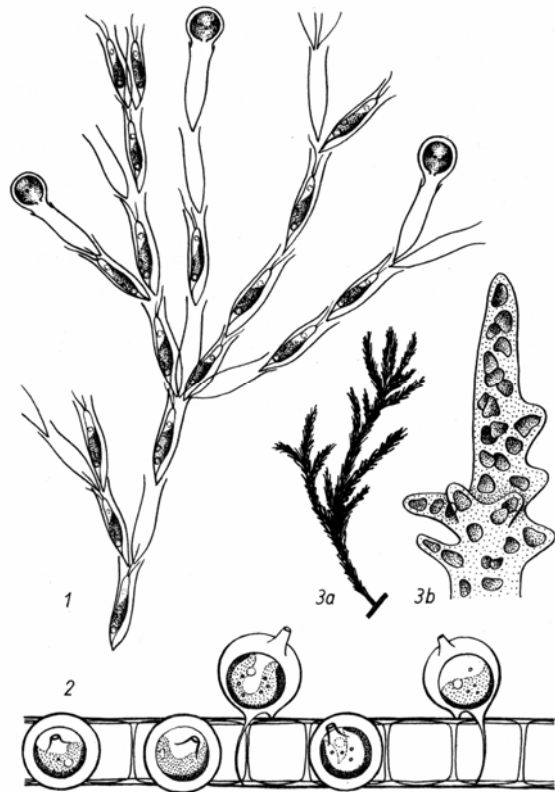


Эндогенное формирование
кремнеземной цисты

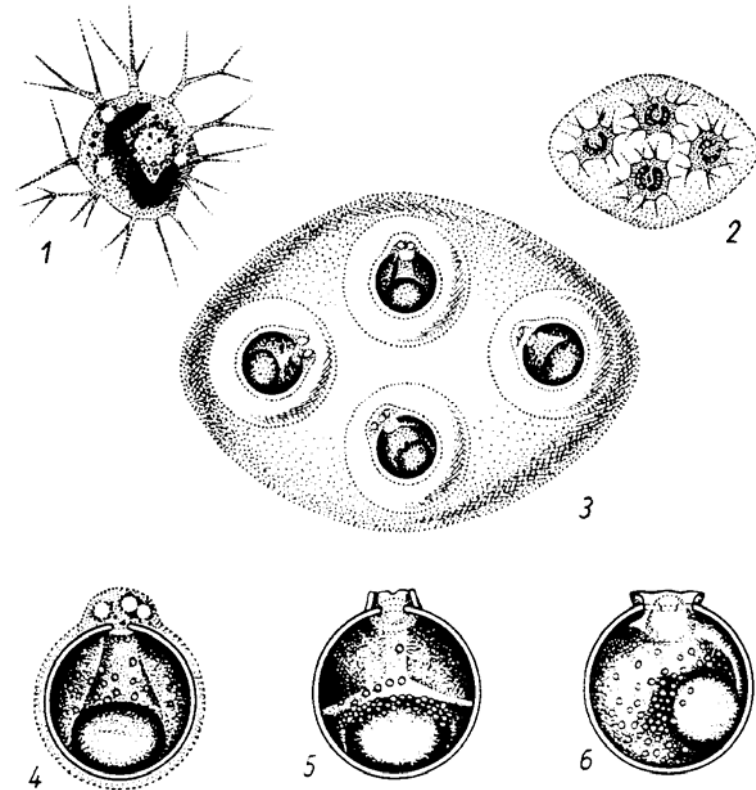
аГ – аппарат Гольджи, **вкс** – вакуоль с кремнезёмным содержимым, **вх** – вакуоли, содержащие хризоламинарин, **зж** – задний жгут, **пж** – передний жгут, **св** – сократительная вакуоль, **ст** – слизистые тельца, **фц** – формирующаяся циста, **хл** – хлоропласт, **я** – ядро,

Другие хризифиты

могут быть коккоидные, амeboидные, нитчатые, талломные, сифональные



Разнообразие хризифитов: 1 - *Dynobryon divergens*, 2 - *Chrysopyxis inaequatus*, 3 - *Hydrurus foeticus*, 3a - общий вид, 3b - кончик "веточки".

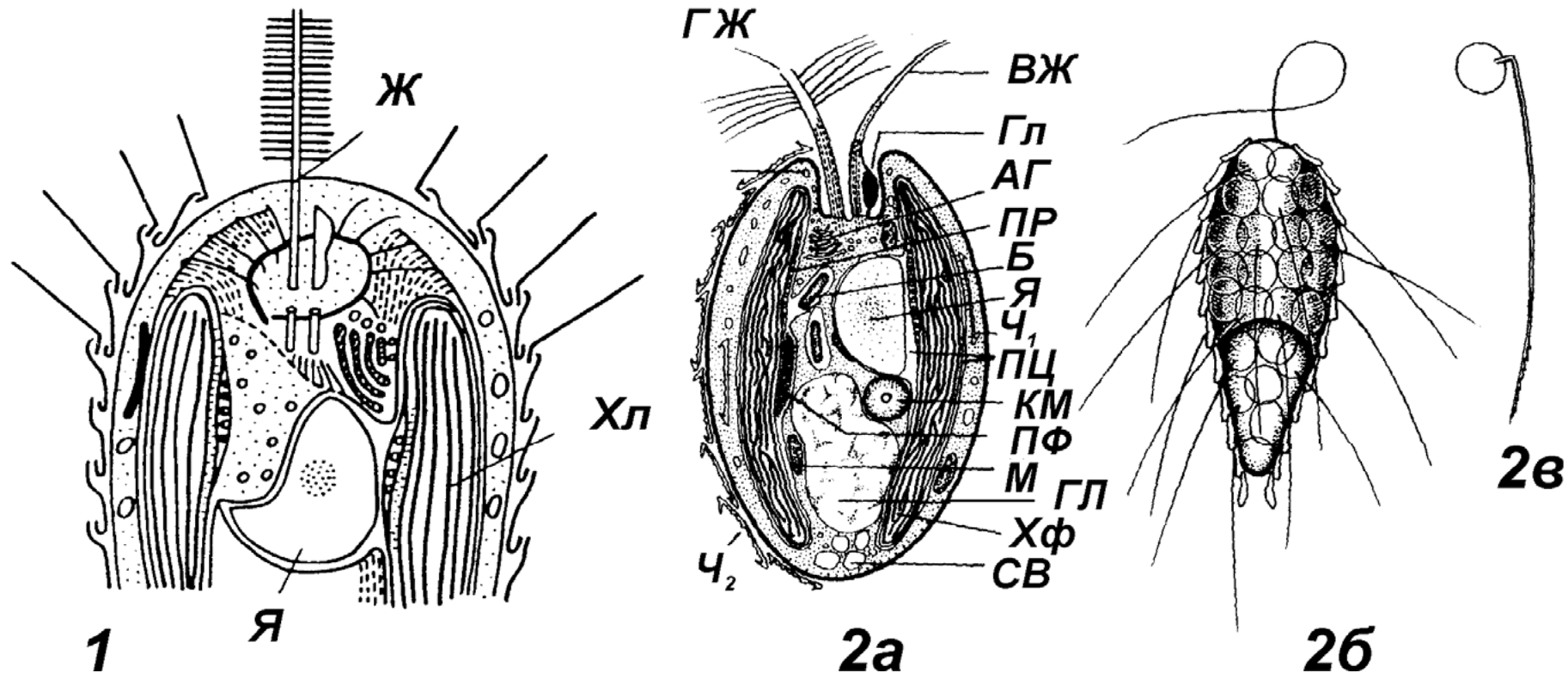


Rhizochrysis tetragena

1 - амёбная стадия, 2 - цитогенез в слизистой капсуле, 3 - образование цист, 4 - завершение формирования цисты, 5 и 6 - зрелые цисты.

Характерная циста хризифитов - кувшинчик с пробкой - хорошо сохраняется, представлена в мезозойских осадках

Синуровые часто рассматриваются как самостоятельный класс внутри отдела хризифитов



Особенности:

- клетка покрыта кремнезёмными чешуйками, сцементированными в цельный футляр;
- основания жгутиков параллельны;
- пигментного «глазка» нет, хотя есть фоторецептивное утолщение жгутика

1 - *Mallomonas tonsurata*: схема строения переднего конца

2 - *Mallomonas spp.*:

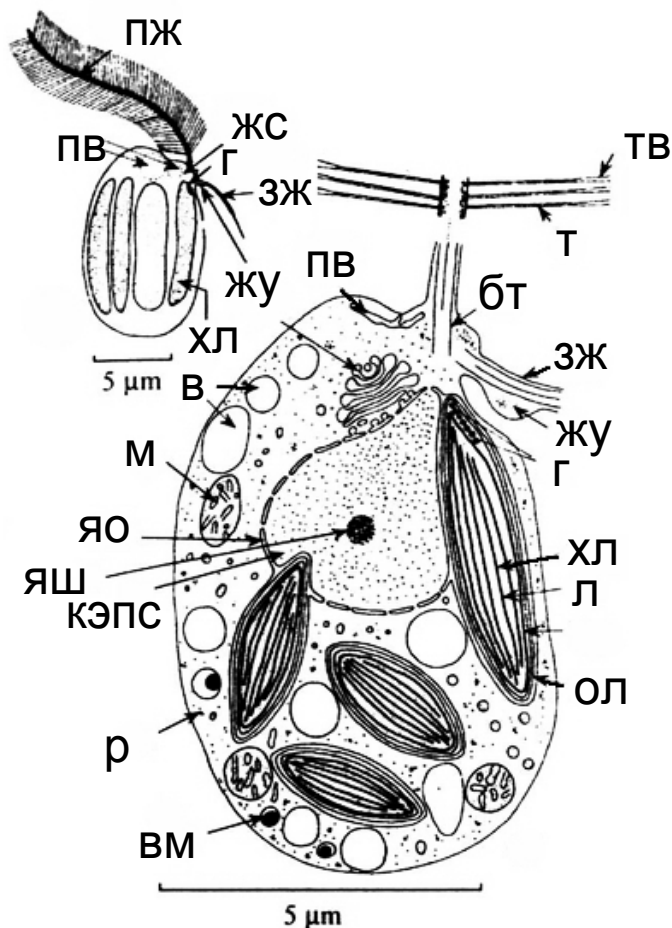
а - продольное сечение клетки

б - внешний вид

в - кремнезёмная чешуйка со щетинкой

Ксантофиты – жёлто-зелёные водоросли

хризофиты без фукоксантина



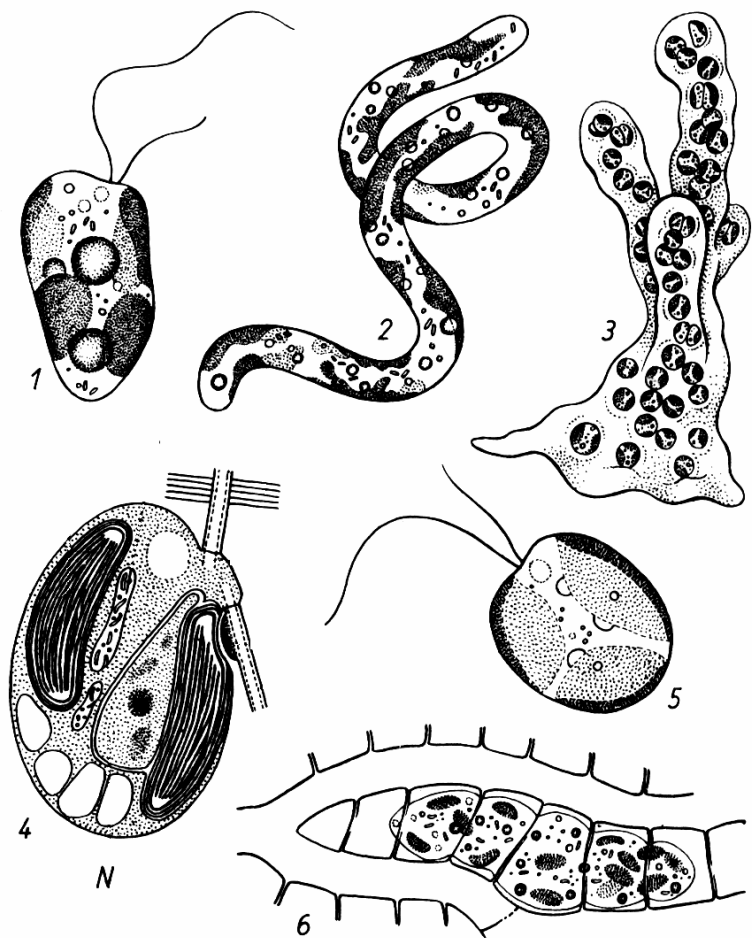
Зооспора нитчатой водоросли *Tribonema sp.*

бт – базальное тельце, **в** – вакуоль, **вл** – вакуоль с капелькой масла, **г** – глазок, **жс** – жгутиковый сосочек, **жу** – жгутиковое утолщение (фото-рецептор), **зж** – задний жгут, **кэпс** – карман эндоплазматической сети, **л** – ламелла, **м** – митохондрия, **ол** – опоясывающая ламелла, **пв** – пульсирующая вакуоль, **пж** – передний жгут, **р** – рибосома, **т** – трубочка мастигонемы, **тв** – терминальный волосок мастигонемы, **хл** – хлоропласт, **яо** – ядерная оболочка, **яш** – ядрышко.

пропустить
классы

Помимо отсутствия фукоксантина ксантофиты имеют несколько мелких отличий от хризофитов, в частности – другую форму цист. Это группы рано разошедшиеся на монадном уровне, параллельно развившие сходные жизненные формы – амебоидные, нитчатые, талломные, сифональные

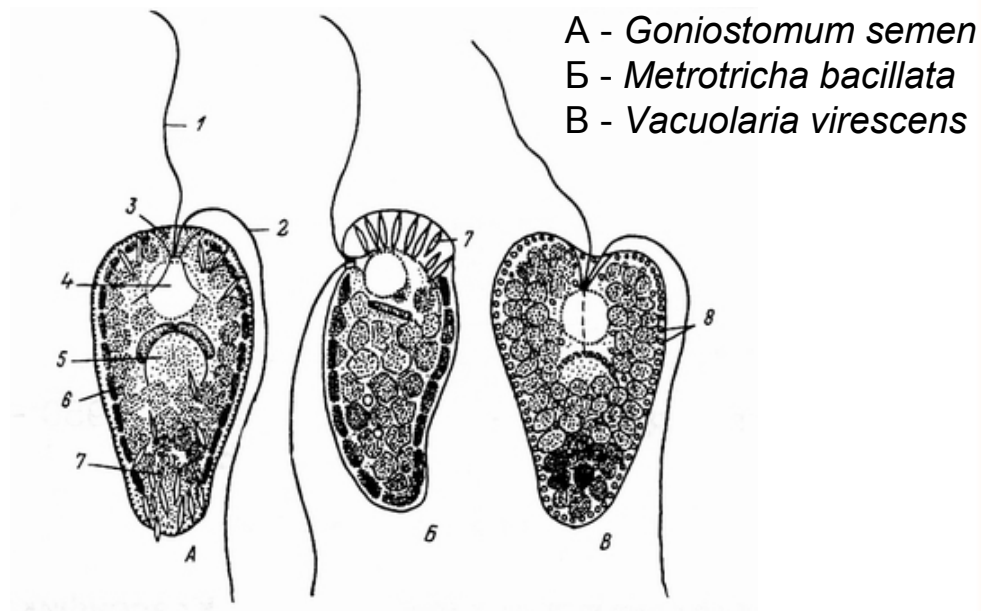
Ксантофиты класса ксантофициа – собственно жёлто-зелёные водоросли



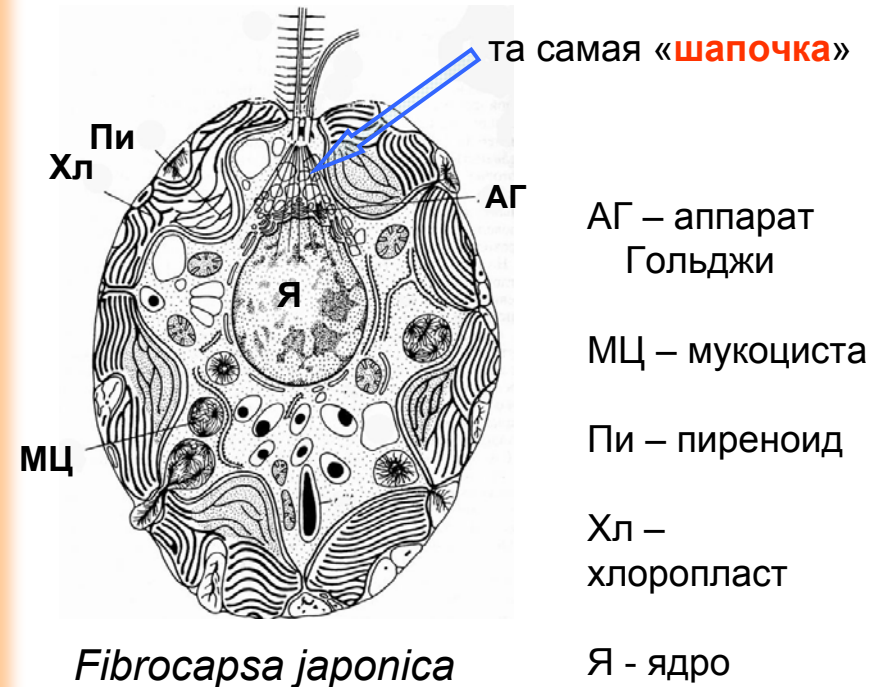
- 1 - зооспоры *Tribonema*
- 2 – *Ophiocytium parvulum*
- 3 – *Helminthogloea ramosa*, молодая
слизистая колония
- 4 – схема строения зооспоры
ксантофиций
- 5 – монада *Clorocardion pleurochloron*
- 6 – *Muxochloris sphagnicola*, крупный
плазмодий с многочисленными
хроматофорами, ядрами и
пульсирующими вакуолями

Амебоидные, монадные, пальмеллоидные, коккоидные или нитчатые формы с **клеточной структурой**. Клеточная стенка обычно имеется, пектиновая или целлюлозная, иногда с включением кремния, часто двустворчатая. Переходная спираль имеется.

Рафидофиты – отдельный отдел?



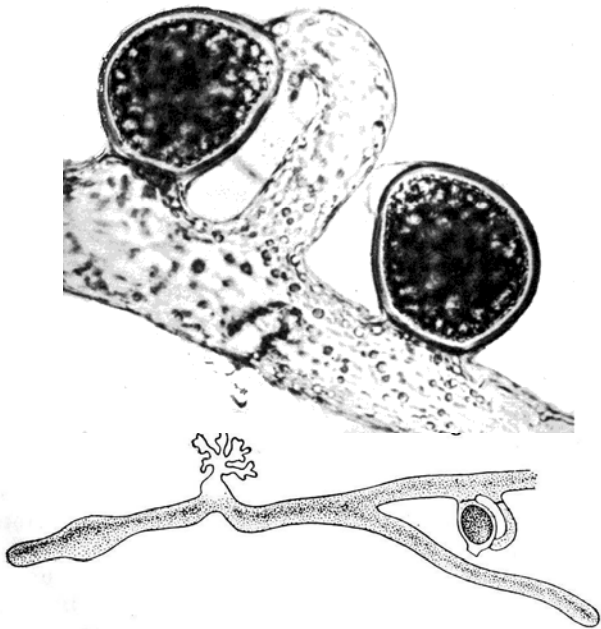
1, 2 – передний и задний жгутики, 3 - жгутиковый резервуар, 4 – ократительная вакуоль, 5 – ядро, 6 – хлоропласт, 7 – трихоцисты, 8 - мукоцисты



- не имеют переходной спирали
- запасают масло, а не углеводы
- не имеют клеточной стенки
- многочисленные трихоцисты двух разных типов
- морские виды содержат фукоксантин?
- Мощный поперечно-исчерченный фибриллярный корешок и своеобразный аппарат Гольджи образуют «**шапочку**» поверх ядра
- свой полужакрытый митоз – дочерние ядра формируются под материнской ядерной оболочкой

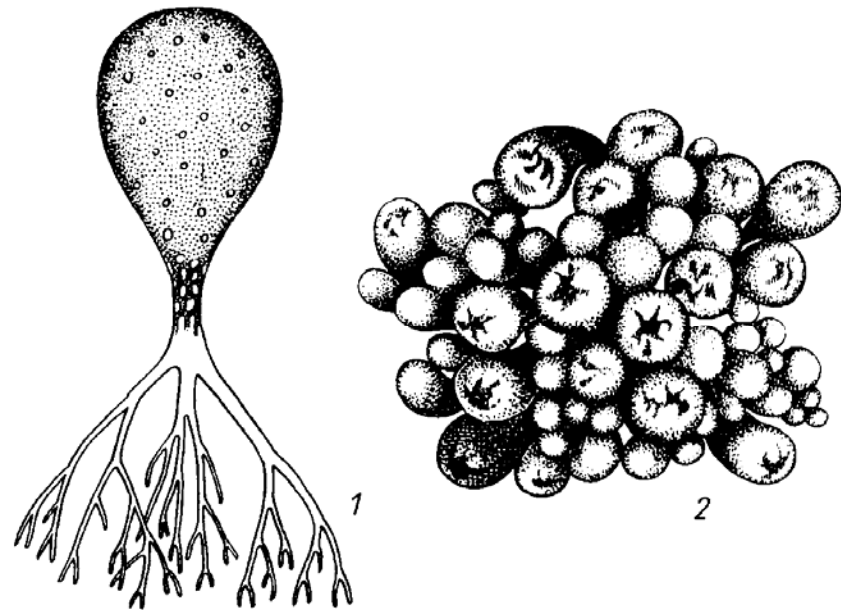
Вошеровые и ботридиофиты – странные многоклеточные из пресной лужи

Vaucheria sessilis



Ветвящийся нитчатый сифон с пристенным расположением мелких ядер и хроматофоров и с крупной вакуолью в центре. Зооспоры многоядерные многожгутиковые, каждому ядру соответствует пара жгутиков. Жгутики пары равные, гладкие. Половое размножение оогамное. Двужгутиковые мужские половые клетки гетероконтного типа, с хоботком в передней части, хоботок укреплен микротрубочками

Botrydiophyceae – схема строения



Плазмодиальные организмы с плотной наружной оболочкой из пектина и целлюлозы. Мешковидный многоядерный протопласт укоренен в грунте посредством бесцветных ризоидов. При делении ядер не происходит синхронного умножения цитоплазматических структур, протопласт и оболочка «общие», не разделенные на агрегаты органелл. Размножение только зооспорами.

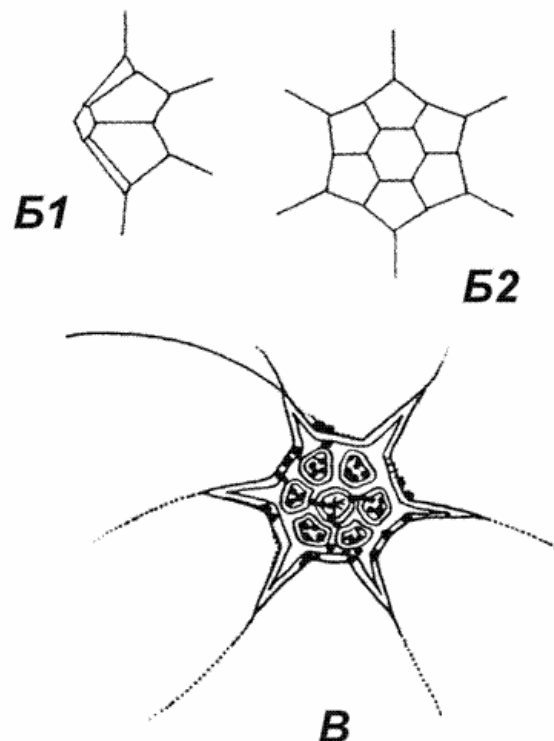
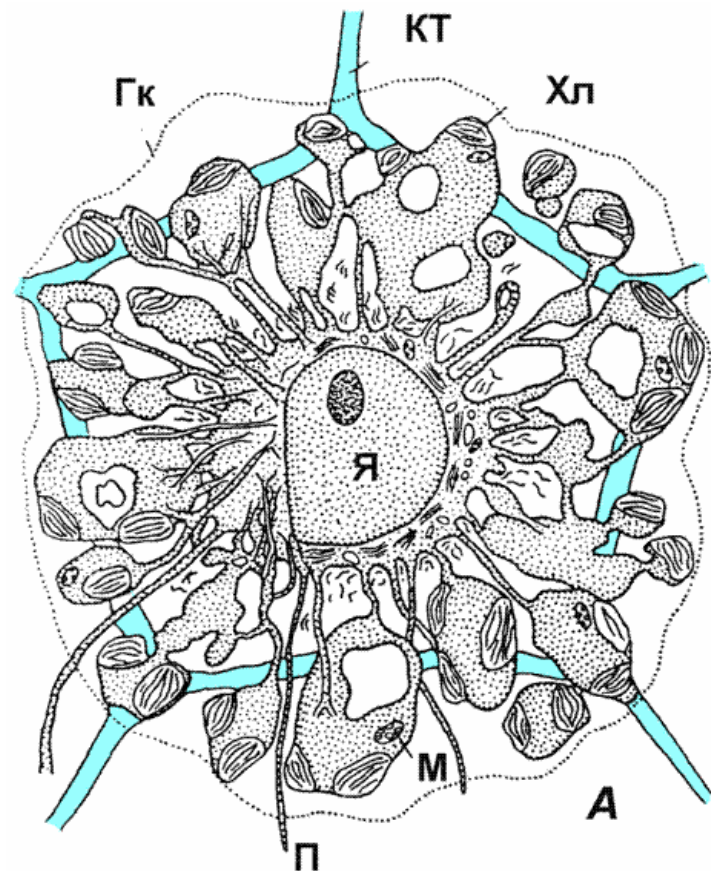
Отдел Диктиохи

растения с тенденцией вторичного перехода к голозойному питанию

- Радиальносимметричная клетка с центральным ядром.
- Миксотрофы или гетеротрофы, улавливающие добычу *аксоподиями*.
- Участки ядерной мембраны служат центрами организации аксоном – микротрубочек, поддерживающих аксоподии.
- Жгутик единственный или отсутствует, с двурядными или однорядными трубчатыми трехчленными мастигонемами и спиральной структурой в основании, второй обычно редуцирован до базального тельца.
- Хроматофоры не у всех классов, с характеристиками хромофитов, состав каротиноидов неизвестен.
- Свободноживущие или сидячие, морские и пресноводные.

Возможно, что входящие сюда классы следует считать самостоятельными типами.

Отдел Диктиохи: Силикофлагелляты – хромофиты с радиальным скелетом из кремнезёмных трубок

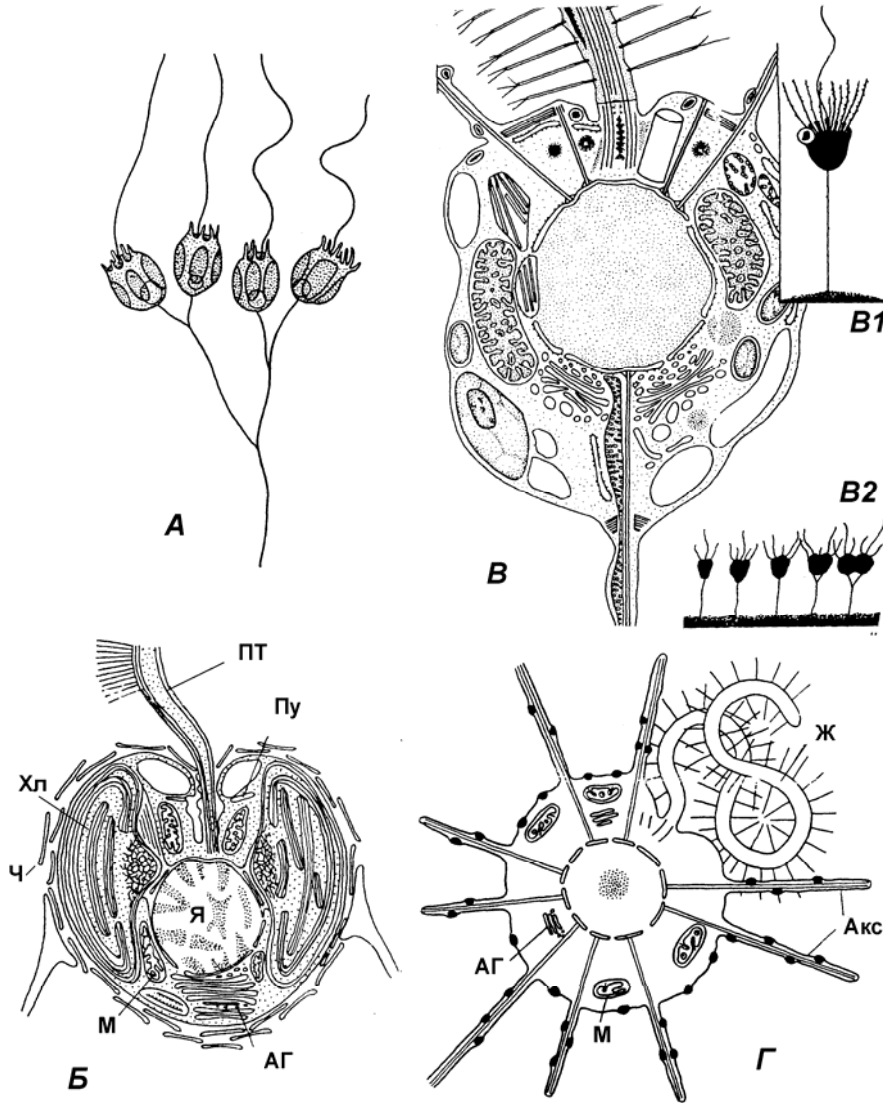


Силикофлагеллата
Dictyocha fileura:
А – строение клетки,
Гк – гликокаликс
(слизистый слой),
КТ – кремнезёмная
трубка скелета,
М – митохондрия,
П – пальпа (щупальце),
Хл – хлоропласт,
Я - ядро;
Б – схема скелета, Б1
– сбоку,
Б2 – спереди,
В – внешний вид.

Имеется передний перистый жгутик и базальное тельце заднего. Переходной спирали нет. Цитоплазма поделена на три части – внутреннюю, содержащую ядро и диктиосомы, промежуточную, сильно вакуолизированную, и наружную, содержащую хромофоры. Аксоподии («щупальца») содержат неупорядоченные микротрубочки, мягкие. Хромофоры многочисленны, не связаны с ядром каналами эндоплазматической сети, типичной гетероконтной структуры, фукоксантин присутствует. Размножаются продольным делением

Отдел Диктиохи: Пединнелеи

Пединнелалес – хромофиты на пути к воротничковым жгутиконосцам,
Цилиофридные солнечники уже без хроматофоров



Разнообразие пединнелей (А-В – Pedinellales, Г - Ciliophryformes).

А – колония зеленых *Pedinella hexacostata* на ветвящемся стебельке;

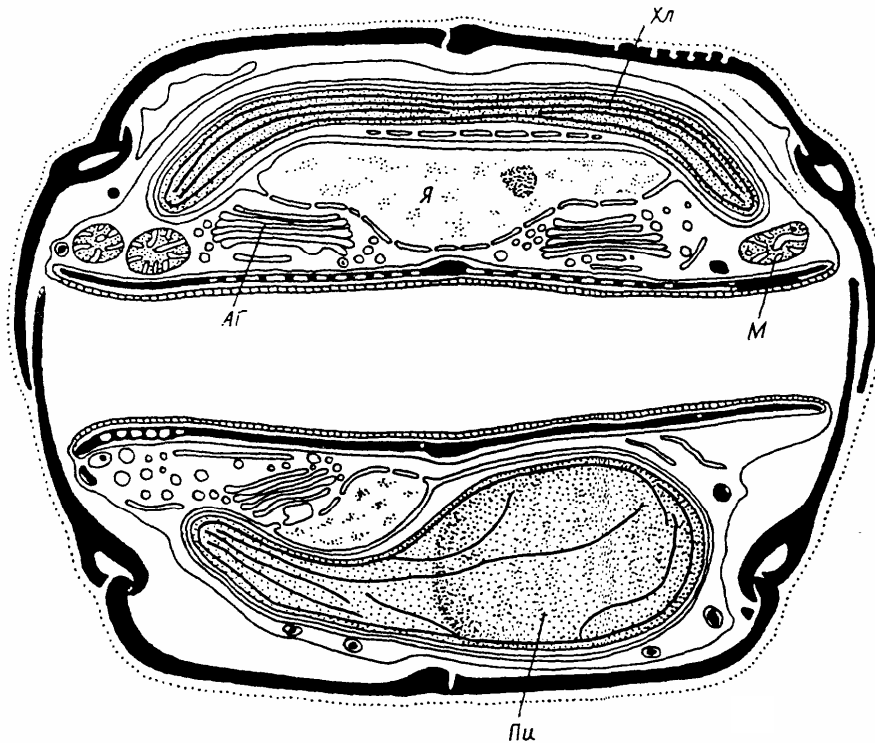
Б – покрытая чешуйками бесстебельковая и бесщупальцевая зеленая *Apedinella spiniphera* на поперечном срезе: АГ – аппарат Гольджи, М – митохондрия, Пт – параксиальный тяж, Пу – пузула, Хл – хлоропласт, Ч – целлюлозная чешуйка;

В – поперечный срез бесцветной стебельковой *Pteridomonas danica*. На внешней поверхности ядерной мембраны видны ЦОМТы микротрубочек аксоном, поддерживающих “щупальца” (аксоподии) с черными точками экструсом;

Г - поперечный срез *Ciliophrys marina*, бесцветного бесстебелькового солнечника с той же организацией аксонем и жгутика: АГ – аппарат Гольджи, Акс – аксонемы, Ж – жгутик, М – митохондрия

Отдел Диатомовые (=Бацилляриофиты)

все с кремнезёмным двустворчатым панцирем



Поперечное сечение клетки

АГ – аппарат Гольджи

М – митохондрия

Пи – пиреноид

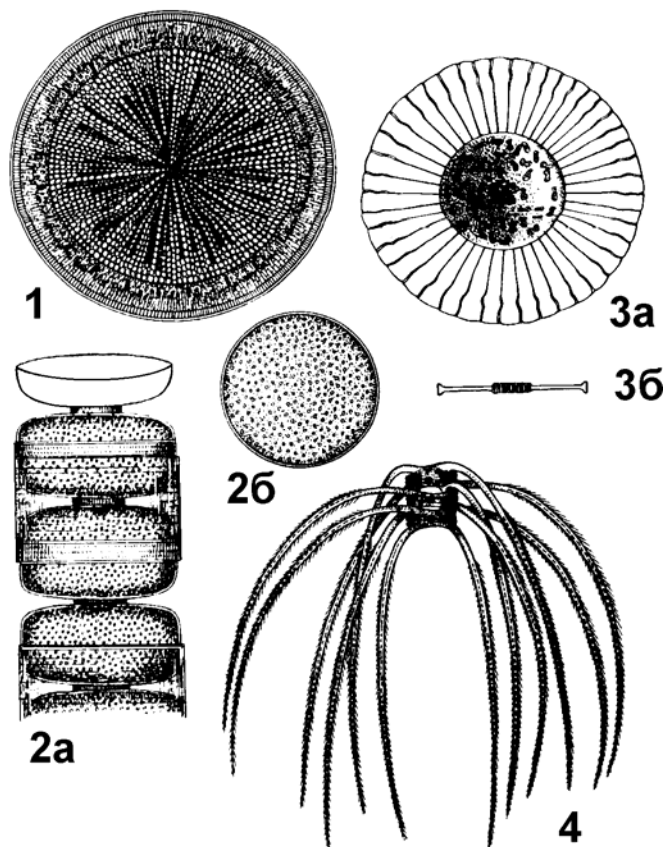
Хл – хлоропласт,

Я - ядро

У немногих гаметы с одним жгутиком, несущим трубчатые волоски и с переходной спиралью, базальное тельце второго сохранено, большинство имеет оригинальный половой процесс без жгутиковых гамет и с образованием *ауксоспор*. Диплоидные, с гаметической редукцией. Хлоропласт типичного гетероконтного строения, фукоксантин имеется.

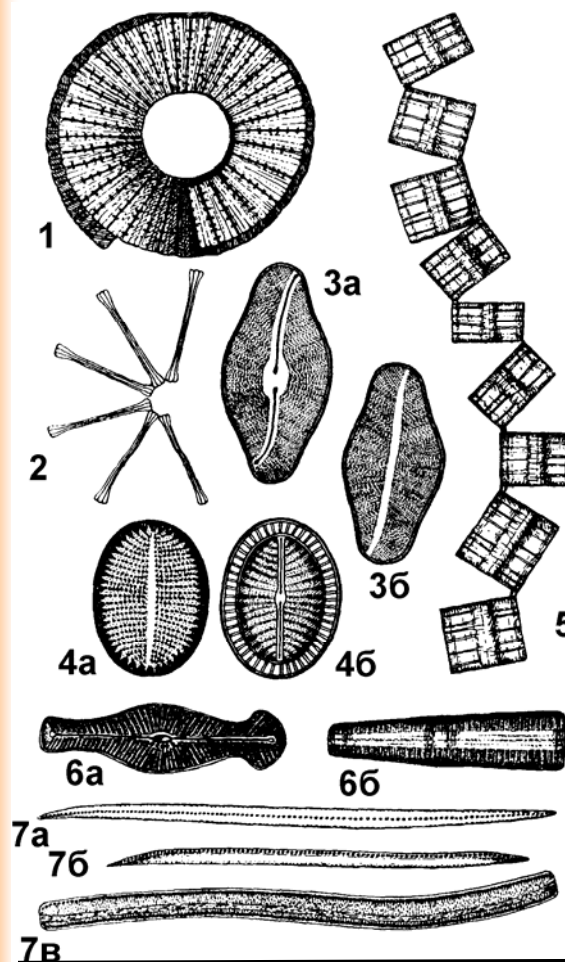
Два класса диатомовей

различия не только в симметрии



Класс Центрические диатомеи

- 1 – *Coscinodiscus convexus*,
 2 – *Melosira borreri*, 2a - середина цепочки,
 2б – вид сверху;
 3 – *Planctoniella sol*, 3a – вид сверху,
 3б – вид сбоку.
 4 – *Caetoceras indicum*,

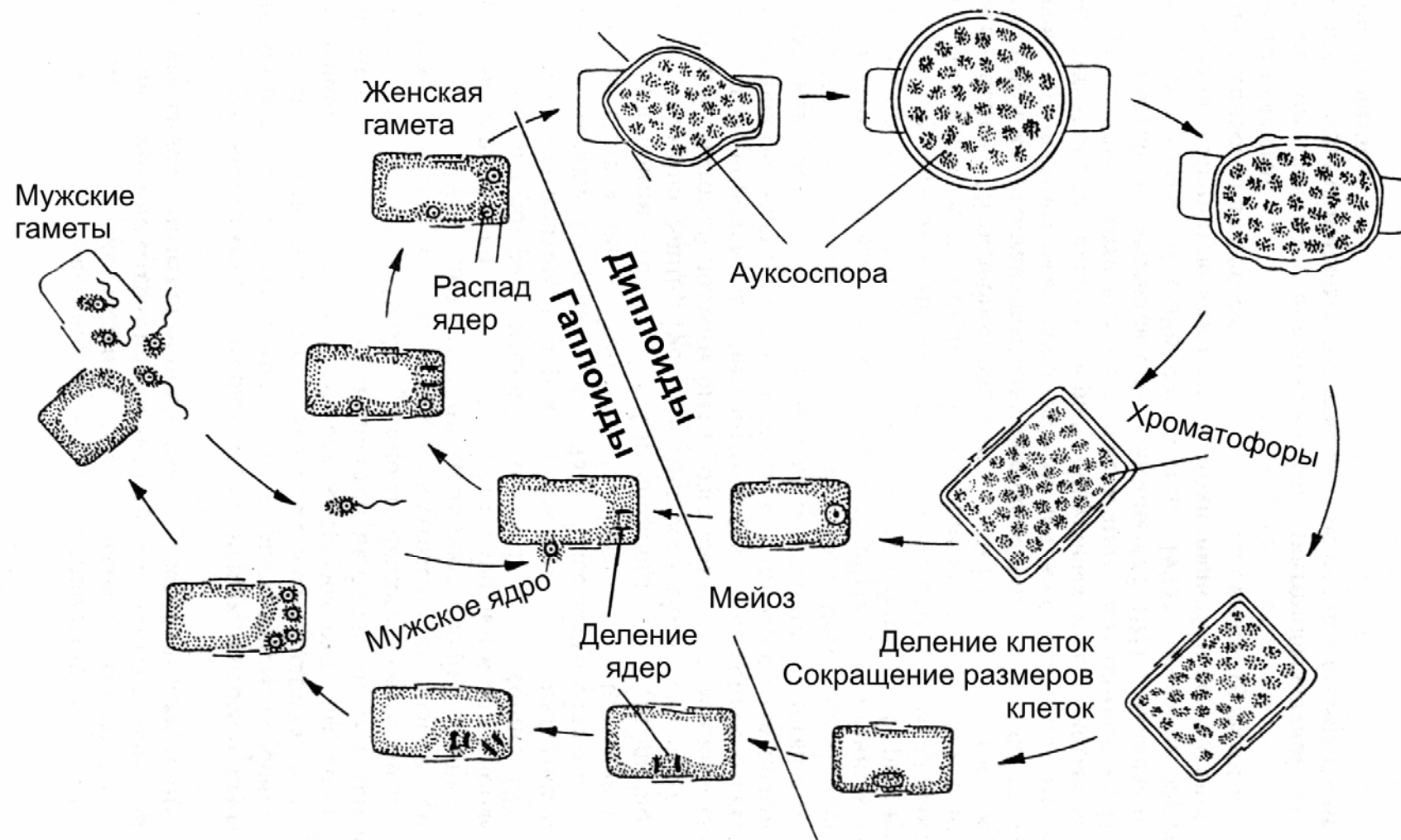


Класс

Пеннатные диатомеи.

- 1 – колония *Meridion circulare*;
 2 – колония *Asterionella formosa*;
 3 – *Achnanthes flexa*,
 3a – нижняя створка со швом,
 3б – верхняя без шва;
 4 – *Cocconeis scutellum*,
 4a – верхняя створка,
 4б – нижняя створка;
 5 – колония *Tabellaria flocculosa* с поясковой стороны,
 6 – *Gomphonema geminatum*,
 6a – створка,
 6б – с поясковой стороны,
 7 – *Nitzschia sigmaidea*,
 7a,б – створки, 7в – с поясковой стороны.

Жизненный цикл центрической диатомеи *Melosira varians*



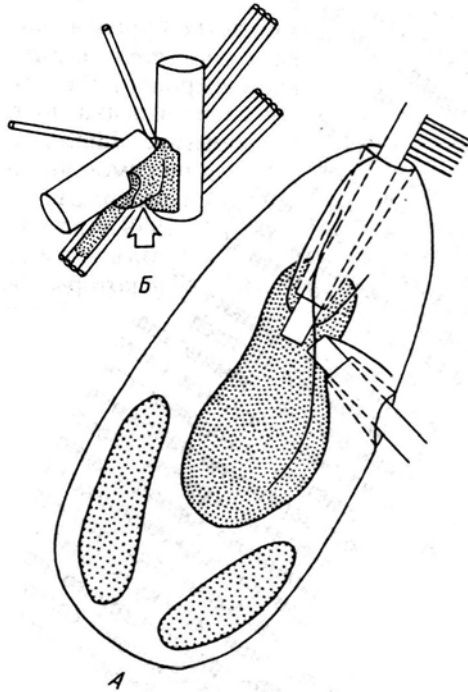
При каждом митотическом делении размеры некоторых дочерних клеток сокращаются. Периодически происходит уникальный акт полового размножения с образованием *ауксоспор*, позволяющий восстановить исходный размер.

Отдел Бурые водоросли, Феофиты — ближайшие родственники диатомей

- многоклеточная организация бурых водорослей варьирует от нитчатой до талломной с хорошо развитой дифференцировкой клеток, у высших представителей превращается истинную тканевую
- при размножении образуются подвижные клетки (зооспоры или гаметы), грушевидные или почковидные, несущие на боковой стороне два жгутика
- переходная спираль в основании жгутика отсутствует
- к пигментному составу хризофитов добавляется ε -каротин; запасные углеводы - β -1,3 полигликан ламинарин и сахароспирт маннитол.
- клеточная стенка всегда двухслойная, внутри целлюлозная, а снаружи пектиновая с включением сильно ослизняющих ее веществ – фукоидана, альгиновой кислоты и её солей
- Жизненный цикл включает гаплоидную и диплоидную фазы, чередующиеся правильно или неправильно, одинаковые или морфологически различные

Бурые водоросли – ближайшие родственники диатомей

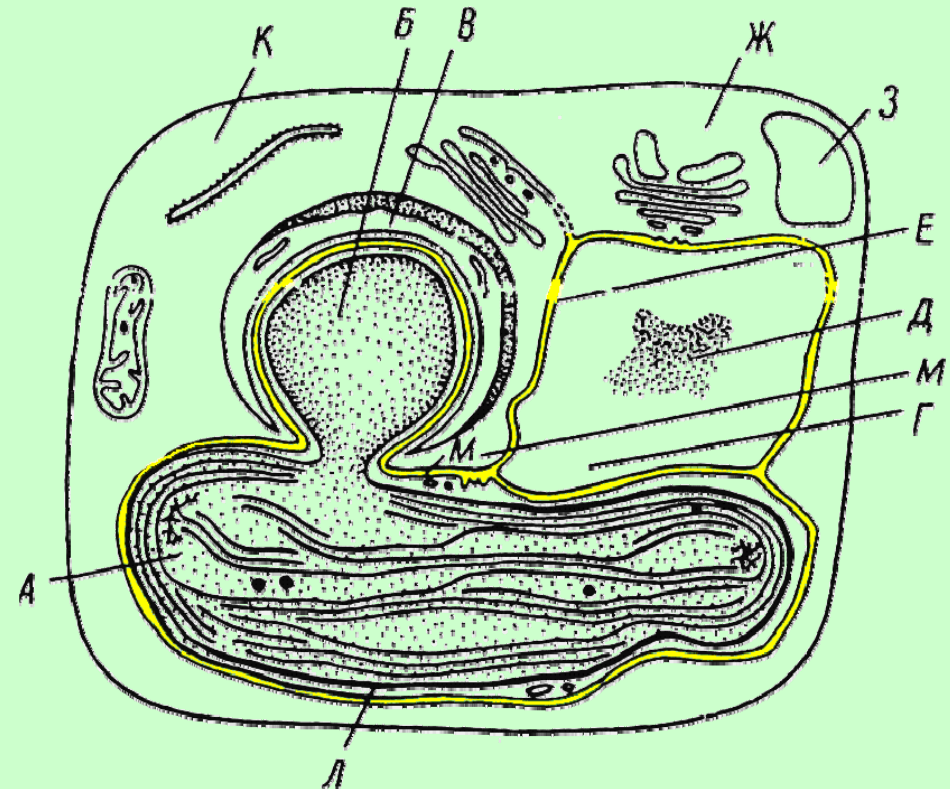
Спермий *Laminaria angustata*



А – вид с
вентральной
стороны

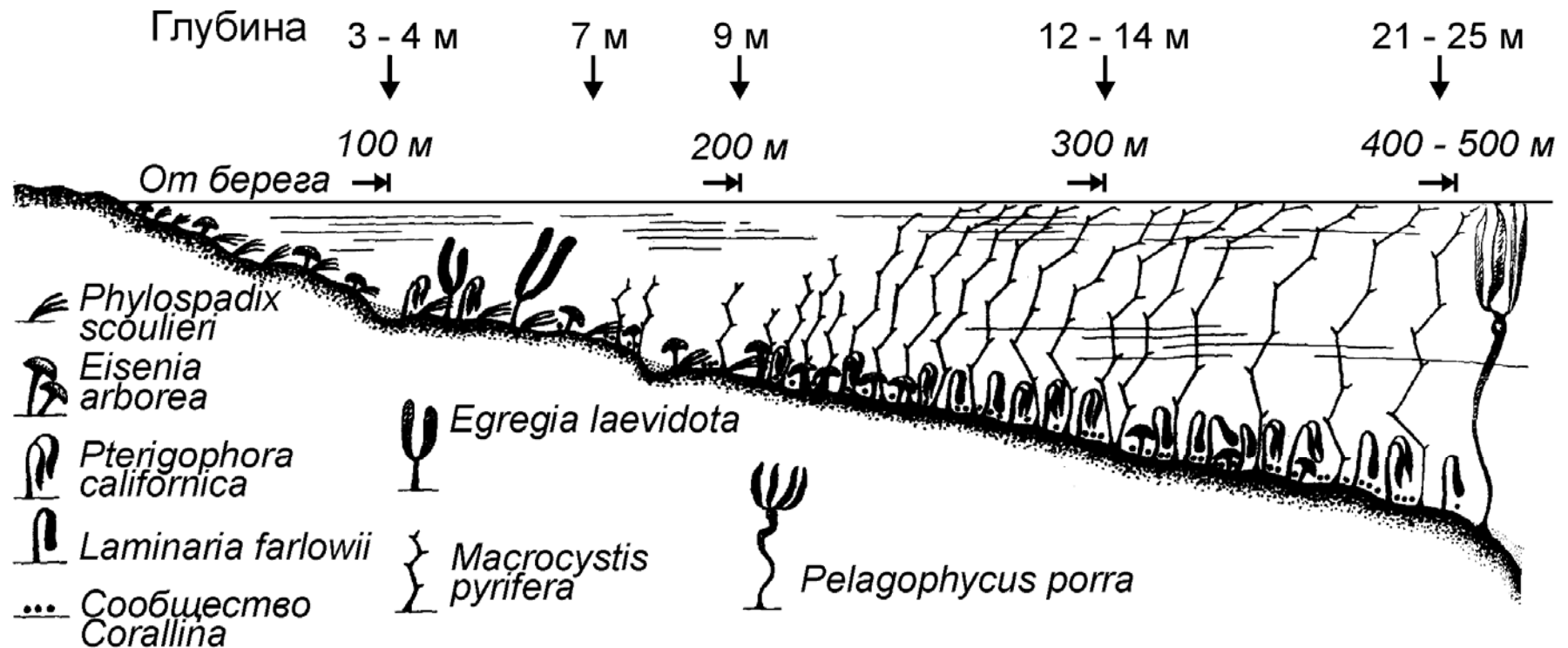
Б – базальные
тела жгутиков и
основания
жгутиковых
корешков

Клетка с хроматофором



А – хлоропласт, **Б** – пиреноид, **В** – обкладка пиреноида, **Г** – ядро, **Д** – ядрышко, **Е** – ядерная оболочка, состоящая из двух мембран и окружающая хлоропласт, **Ж** – диктиосома, **З** – вакуоль, **М** – митохондрия, **К** – фрагмент канала ЭПС, **Л** – оболочка хлоропласта (две внутренние мембраны).

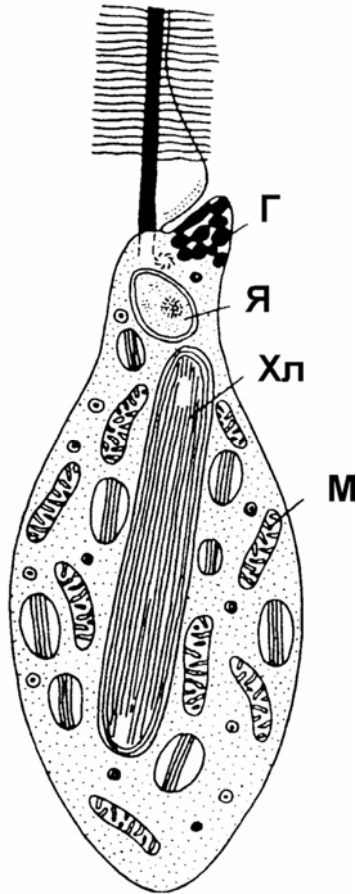
Подавляющее число бурых водорослей – прикреплённые макрофиты



Средообразующая роль бурых водорослей на литорали (побережье Калифорнии). За исключением *Corallina* основные макрофиты – бурые водоросли. По Woods Lytgoe из Casper, 1974.

Эвстигматифиты –

максимальные отличия от прочих хромофитов



ОТЛИЧИЯ:

фукоксантина нет, хлорофилла С нет; хлорофилл С замещён виолоксантином – единственным пигментом, способным передавать квант света непосредственно на хлорофилл а

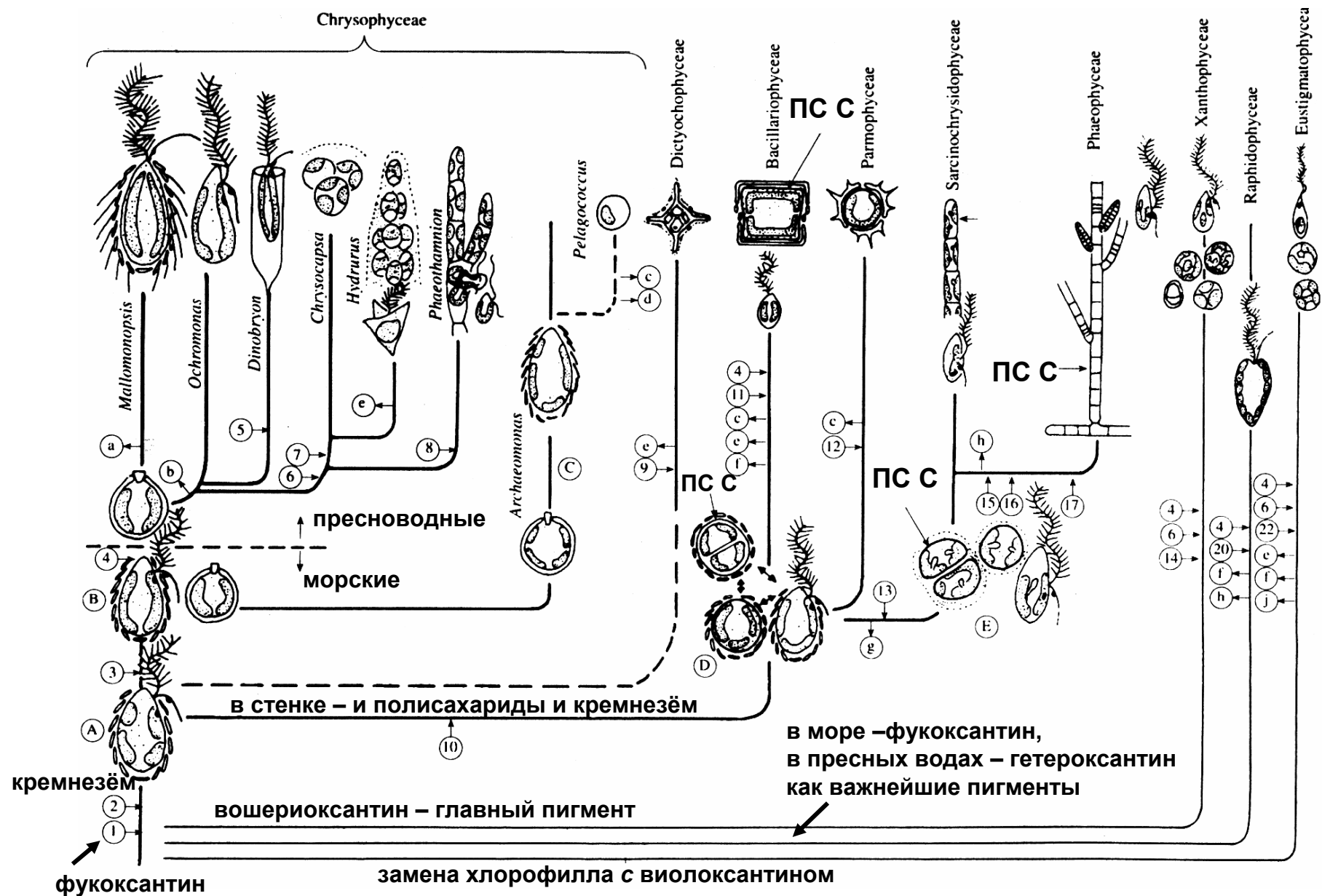
- опоясывающей ламеллы нет
- глазок расположен вне хроматофора, фоторецептивное утолщение имеет не задний, а передний жгутик
- клеточная стенка полисахаридная

СХОДСТВО:

- переходная спираль имеется
- тилакоиды собраны в ламеллы по три, внутри пиреноида тилакоидов нет
- хлоропласт и ядро находятся в общем кармане эндоплазматической сети

Эвстигматифиты – очень немногочисленная, примитивная, преимущественно пресноводная группа монад и кокков. Половое размножение отсутствует, споры, когда имеются, морфологически сходны с родительской клеткой.

Филогенетические связи хромофитов



Гетероконты – это больше, чем хромофиты

Неравные жгутики той же организации – передний с трубчатыми трёхраздельными волосками, задний иной организации, переходная спираль имеется - встречаются ещё у многих первичнобесцветных групп простейших, реализующих две жизненные стратегии:

- псевдогрибы с сетевидным плазмодием и плодовыми телами
- бактериофаги

Вместе с хромофитами они образуют царство Гетероконта.

**Гетероконты – узловая группа
для объяснения логики новой системы**

Естественный таксон, единство которого подтверждается как морфологическими, так и генетико-биохимическими признаками, включает в себя множество таксонов ранга типа (отдела) и несколько – ранга надтипа (те же хромофиты, например).

Ну как же его числить, если не царством?

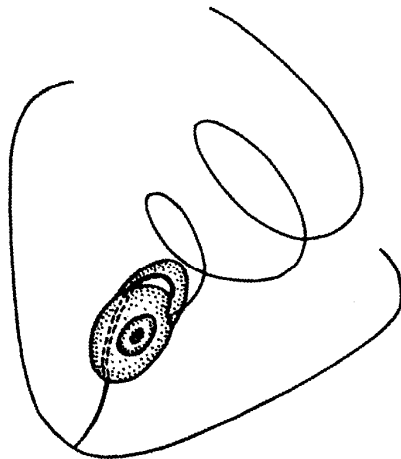
И тогда понятно, почему криптофиты – царство, родофиты – царство, хлорофиты - царство

[Вернуться к
линии
«хлорофилл с»](#)

Другие гетероконты: Бикозоеки

вроде хризофиты, но бесцветные

Bicosoeca planctonica



Внешний вид

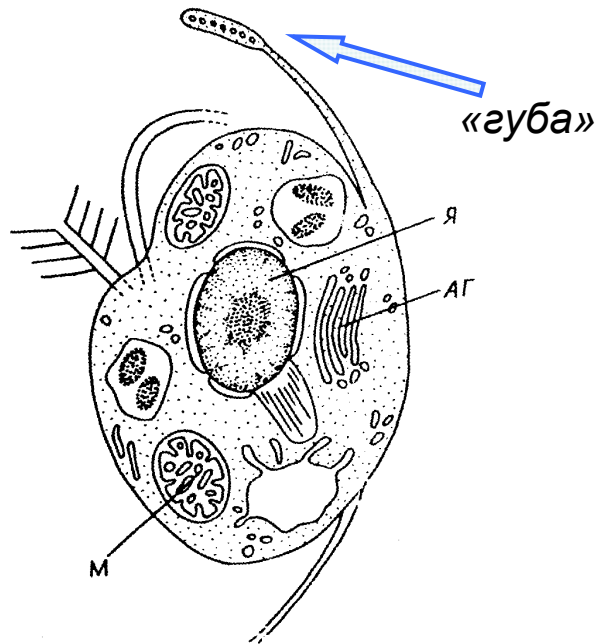


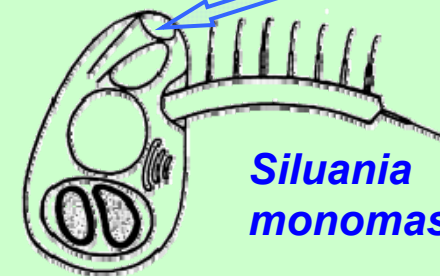
Схема строения

Собственно бикозоеки – «обитатели горшка» строят широкий «горшок», в котором живут, прикрепляясь к днущу сократимым задним жгутиком. Передний с трубчатыми трёхраздельными мастигонемами. Пищу захватывают «губой», укреплённой микротрубочками. Запасают гликоген.

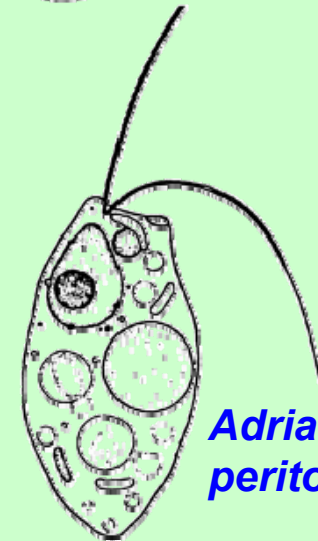
Главный аргумент сближения с хризофитами – идентичное строение жгутиковых корешков.

В отряд входят жгутиконосцы других родов – без домика, но с более-менее развитой губой и прикрепительным задним жгутиком.

цитостом



Siluania monomastiga



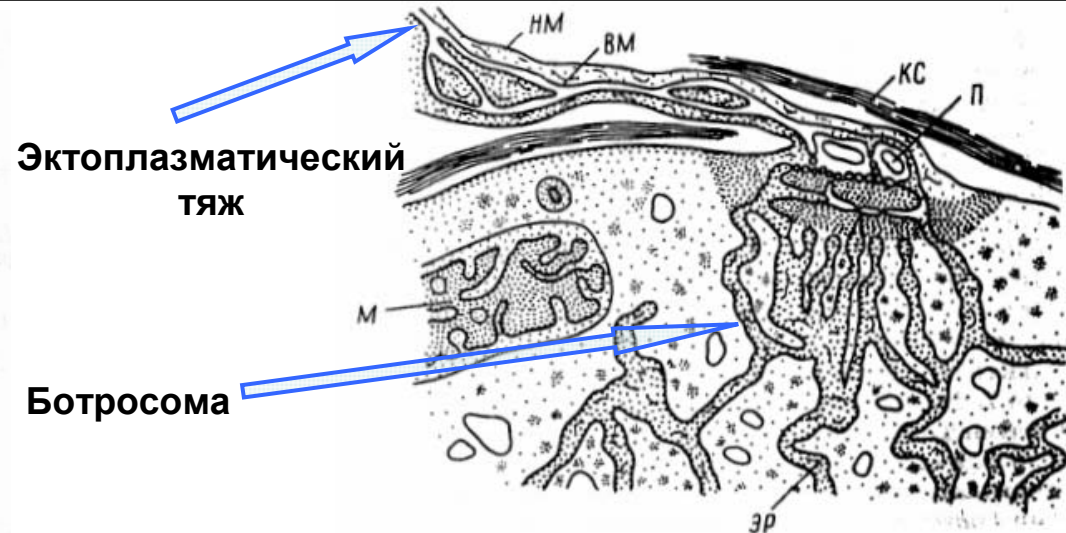
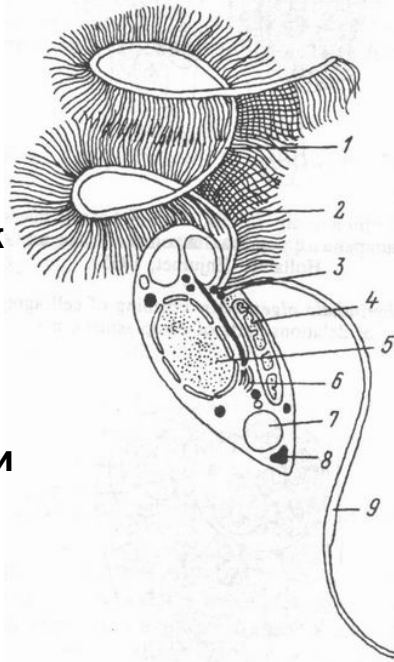
Adriamonas peritocrescens

Возможно их объединение с формами без губы но с развитым цитостомом, с трубчатыми мастигонемами и без оных – **по строению жгутиковых корешков**

Другие гетероконты: Лабиринтулиды – сетчатые слизевики с **эктоплазматической сетью**

Строение зооспоры

- 1 – передний жгутик
- 2 – мастигонемы
- 3 – кинетосомы
- 4 – митохондрия
- 5 – ядро
- 6 – аппарат Гольджи
- 7 – вакуоль
- 8 – капля липида
- 9 – задний жгутик



Участок клетки с ботросомой

Амебоидные организмы, имеющие уникальные органеллы – **ботросомы** (сагеногенетосомы), связанные с образованием тяжей цитоплазмы, лишенных органелл и клеточных стенок – **эктоплазматической сети**, играющей, по-видимому, основную роль во всасывании растворенных питательных веществ из окружающей среды.

Поверхность собственно клеток покрыта мелкими органическими чешуйками. Зооспоры с типично гетероконтным жгутиковым аппаратом, имеют глазок и фоторецептивное вздутие в основании заднего жгутика. Сапрофиты и паразиты водорослей. Половой процесс отмечен у единственного вида, изогамный, гаметы со жгутиками.

Другие гетероконты: Лабиринтулиды

класс *Лабиринтулеи* – обитатели эктоплазматических туннелей

Внешний вид

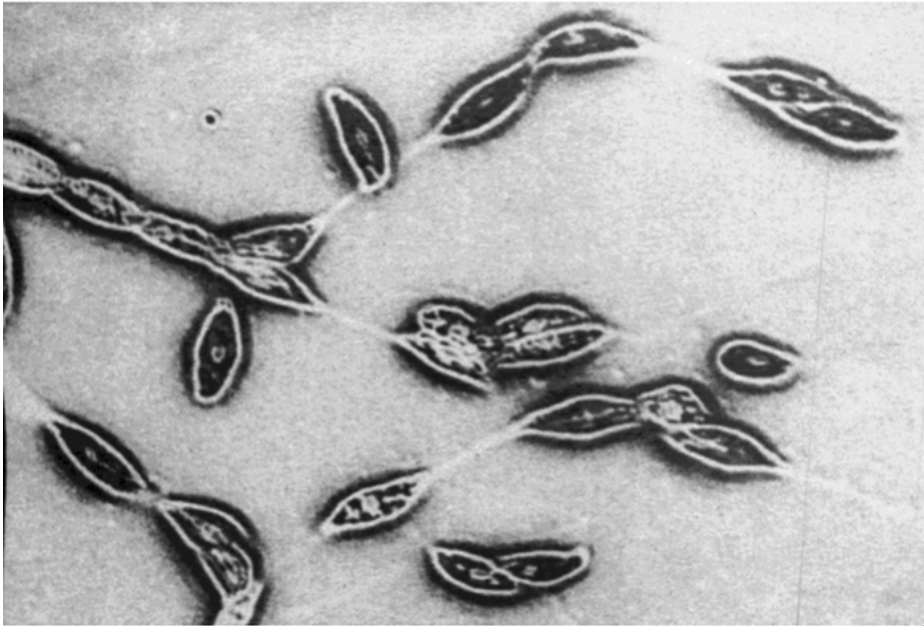
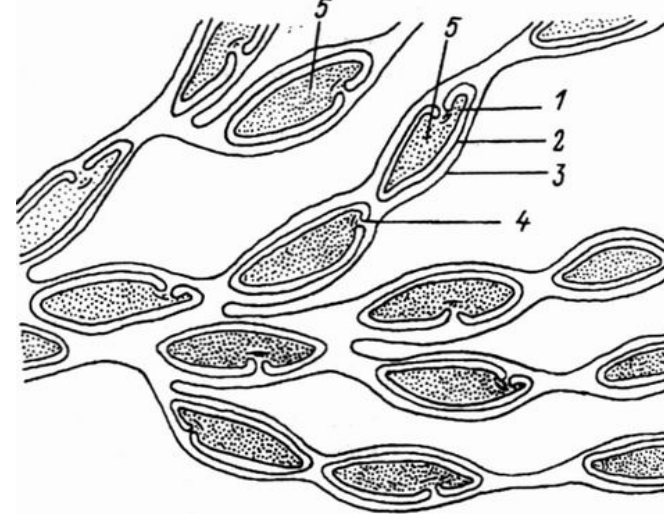


Схема строения колонии

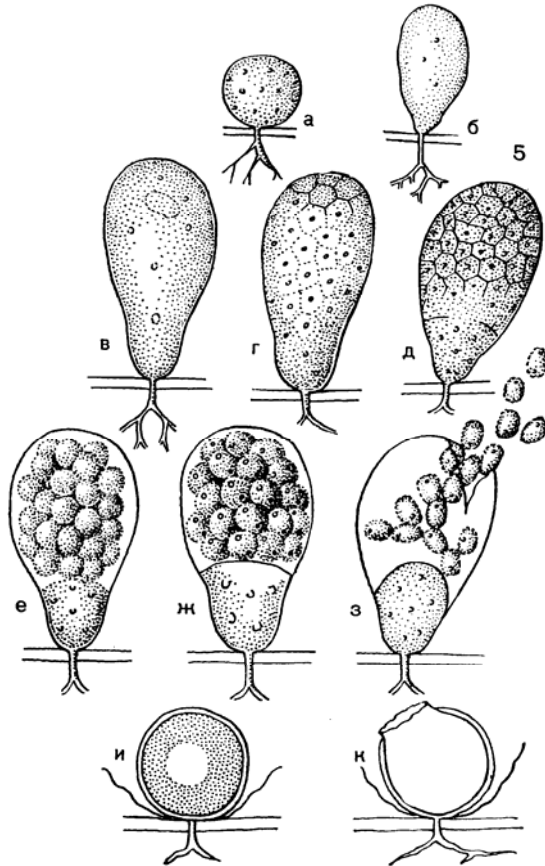


- 1 – мембрана клетки, 2 внутренняя мембрана.
3 – внешняя мембрана трубки,
4 – сагнетосома, 5 – веретеновидная клетка

Веретеновидные клетки находятся внутри каналов, образованных эктоплазматической сетью. Эктоплазматические трубки разных клеток сливаются, и образуется колония, где снабженные клеточной стенкой трофозоиты способны к скользящему движению в слизистых каналах, окруженных общей для колонии мембраной.

Эктоплазма стенок трубки выделяется ботросомами через отверстия в клеточной стенке, тесно связана с мембранами эндоплазматической сети. Запасной полисахарид – гликоген. Размеры колонии достигают нескольких сантиметров. Обычны на поверхности морских трав и водорослей, 1 вид в пресных водах паразитирует на вошерии.

Класс Траустохитридиевые – сетчатые слизевики с *эктоплазматическими ризоидами*



Жизненный цикл

Thraustochytrium proliferum –

сапрофита на морских сифоновых водорослях

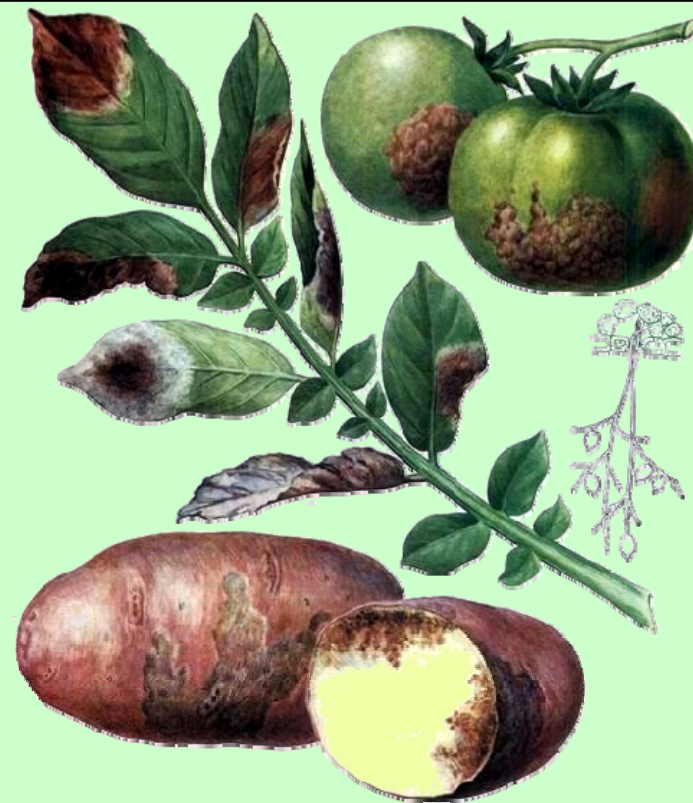
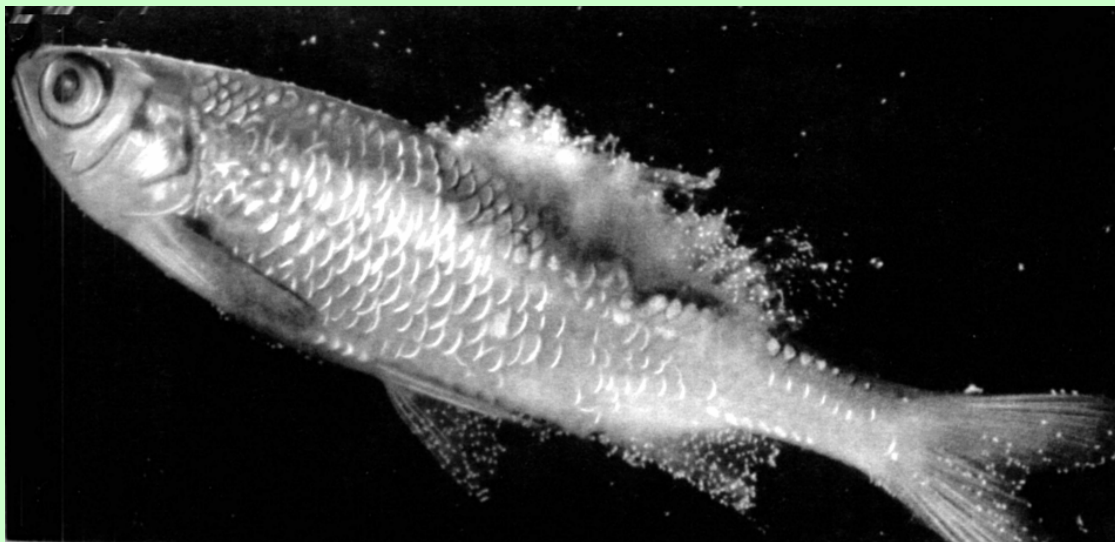
а-б – развитие таллома

в-з – образование зооспорангия и
выход зооспор

и-к – покоящиеся зооспоры
(правая проросшая и пустая)

Выходящие из отверстий клеточной стенки эктоплазматические тяжи образуют не трубки, а ризоиды, прикрепляющие клетки к субстрату и проникающие внутрь него. Подобно каналам лабиринтулей, ризоиды, образованные разными клетками, сливаются с образованием общей эктоплазматической сети. Сапрофиты и эктопаразиты водных растений и моллюсков.

Другие гетероконты: тип *Псевдогрибы* (*Pseudofungi*)

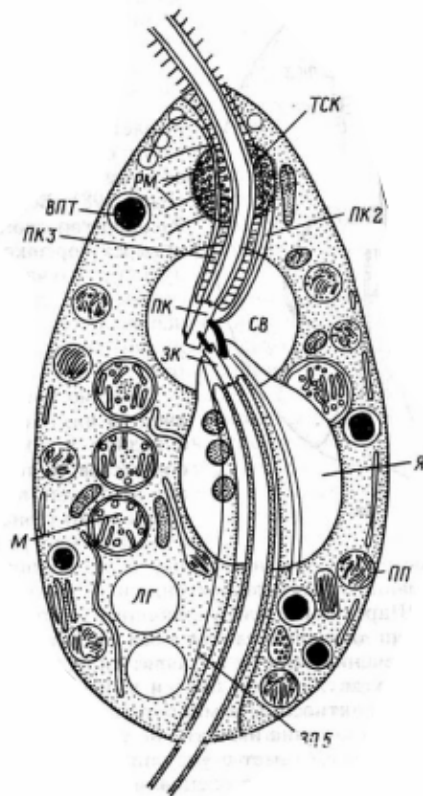


Бесцветные, обычно разветвленные, плазмодии без ботросом и эктоплазматической сети. Размножаются с помощью зооспор, имеющих типичную гетероконтную организацию жгутикового аппарата. Переходная зона жгутиков с двойной спиралью. Половое размножение не у всех видов, реализуется посредством безжгутиковых гамет. Клеточная стенка содержит целлюлозу. Основной запасной полисахарид – крахмал.

Диплоидны, редукция гаметическая. Сапрофиты и паразиты растений и животных.

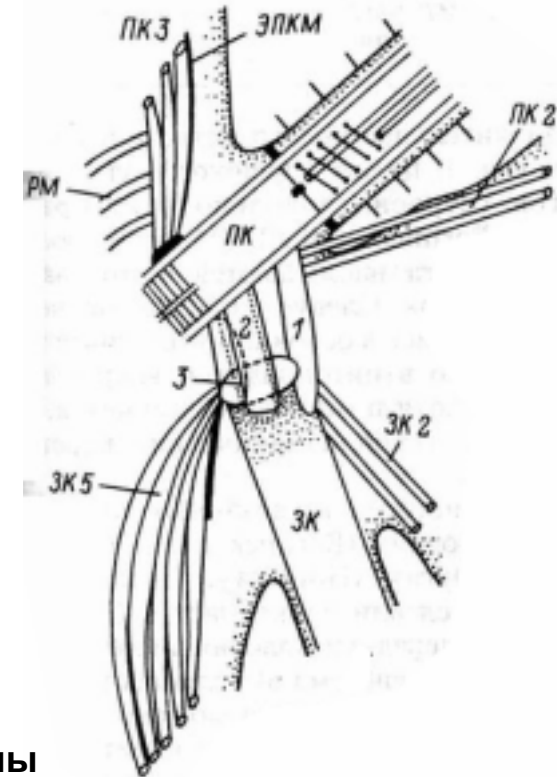
Псевдогрибы: класс *Оомицеты (=Сапролегниевые)* - стенка целлюлозная, споры двужгутиковые

Зооспора *Olpidiopsis saprolegniae*



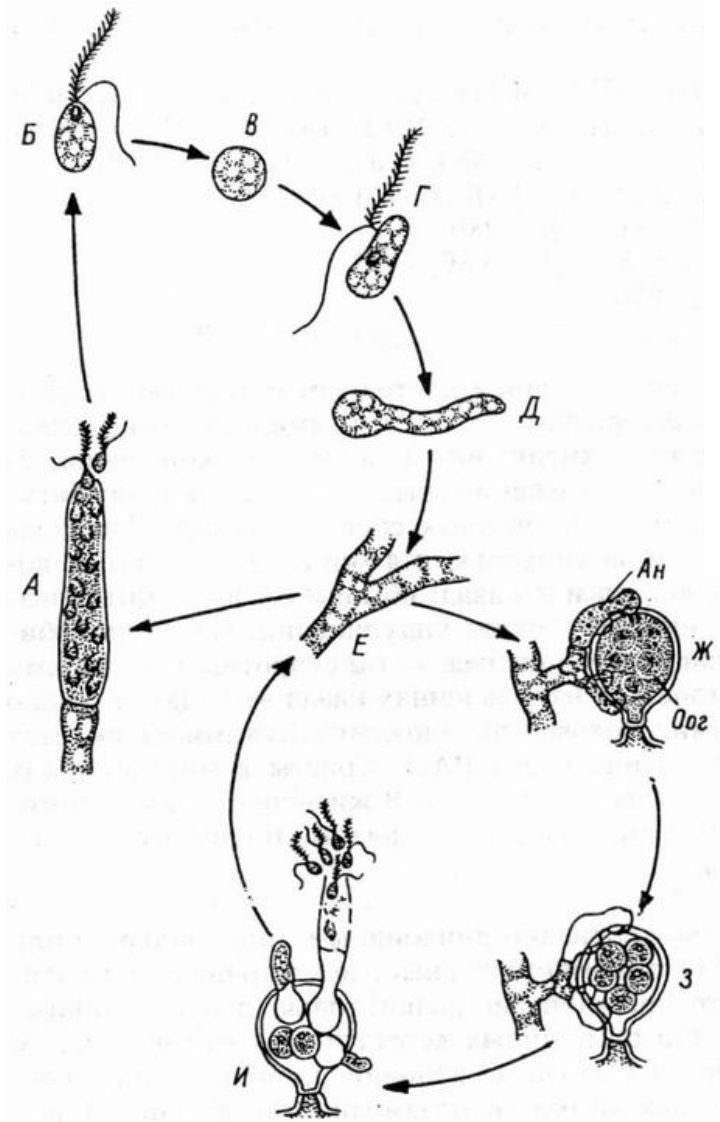
ВПТ – вакуоли с плотными тельцами
 ЗК – задняя кинетосома
 ЗК2 – задний корешок из 2 микротрубочек
 ЗК5 – задний корешок из 5 микротрубочек
 ЛГ – липидная гранула
 М – митохондрия
 ПК – передняя кинетосома
 ПК2 - передний корешок из 2 микротрубочек
 ПК3 - передний корешок из 3 микротрубочек
 ПК5 - передний корешок из 5 микротрубочек
 ПП – периферические пузырьки
 РМ – рёберные микротрубочки
 СВ – сократительная вакуоль
 ЭПКМ – электронноплотный корешковый материал
 Я - ядро
 1,2,3,4 – фибриллы, связывающие кинетосомы

Жгутики зооспоры



Зооспоры двужгутиковые, клеточная стенка целлюлозная, не содержит хитина (кроме одного семейства), половой процесс анизогамный, осуществляется выростами гиф – архегонием и антеридием. Зигота превращается в зоопору. Зооспора, вышедшая из плодового тела, имеет овальную или грушевидную форму, жгутики прикреплены к переднему полюсу клетки. Поплавав, она инцистируется, иногда надолго, после чего из цисты выходит почковидная или грушевидная спора со жгутиками, заметно смещенными кзади. Это – *дипланетизм*.

**Псевдогрибы: класс *Оомицеты* (=Сапролегниевые)
размножаются сначала как грибы, потом - дипланетизм**



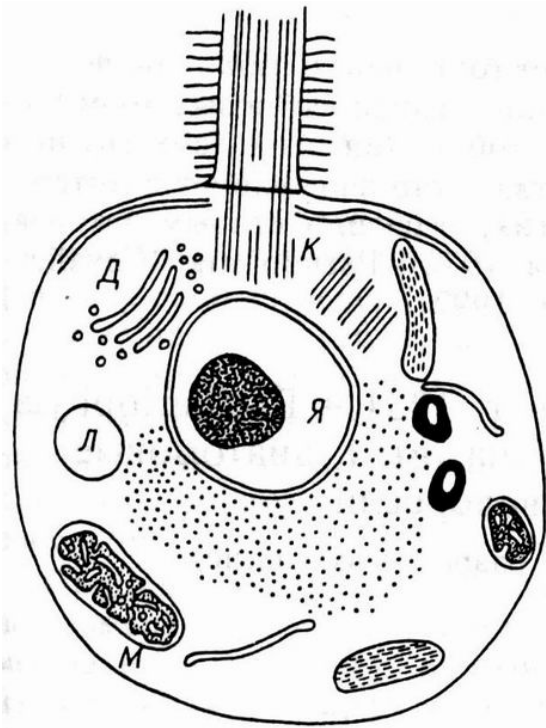
Жизненный цикл сапролегнии

- А** – спорангий,
- Б** – первичная зооспора
- В** – первичная циста
- Г** – вторичная зооспора
- Д** – прорастание вторичной цисты
- Е** – соматические гифы
- Ж** – оплодотворение
- И** – прорастание зиготы

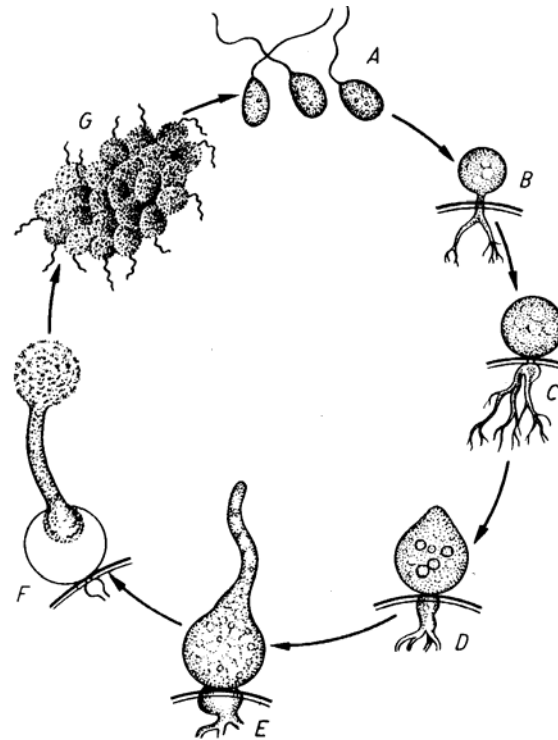
Ан – антеридий, **Оог** – оогоний, **З** – зигота,

Псевдогрибы: *Гифохитридиевые* – то ли класс, то ли тип

Зооспора *Rhizidiomicetes*



Жизненный цикл *Rhizidiomicetes*



- A - зооспоры
- B, C – прорастание и заражение
- D – молодой спорангий
- E – спорангий с наружной трубкой
- F – поздняя стадия развития наружной папиллы
- G – появление протоплазмы с зооспорами
- H – масса зооспор
- I – тройная инфекция

Зооспоры с единственным жгутиком - передним, базальное тельце заднего сохраняется. Стенка клетки двуслойная, наружный слой целлюлозный, внутренний – хитиновый. Половой процесс редок, изогамный, гаметы жгутиконосные. Зигота превращается в спору, из которой выходят зооспоры. Сапрофиты и паразиты оомицетов, водорослей, членистоногих в морских, пресных водах и в почве.

[Вернуться к
линии
«хлорофилл С»](#)