

Микрофлора водоемов

Лекция № 3

ОТДЕЛ ЗОЛОТИСТЫЕ ВОДОРОСЛИ

- микроскопические водоросли золотисто-желтого цвета
- в пресных водах и морях всех климатических зон
- Некоторые из них характерны для пресных чистых водоемов
- встречаются в массовых количествах в планктоне обычно в холодное время

Систематика

- класс Хризоподовые - амебоидные формы
- класс Хризосферовые – коккоидные
- класс Хризокапсовые – пальмеллоидные
- класс Хризомонадовые - монадные
- класс Хризотриховые - нитчатые, разнонитчатые и пластинчатые
- Известно около 800 видов.

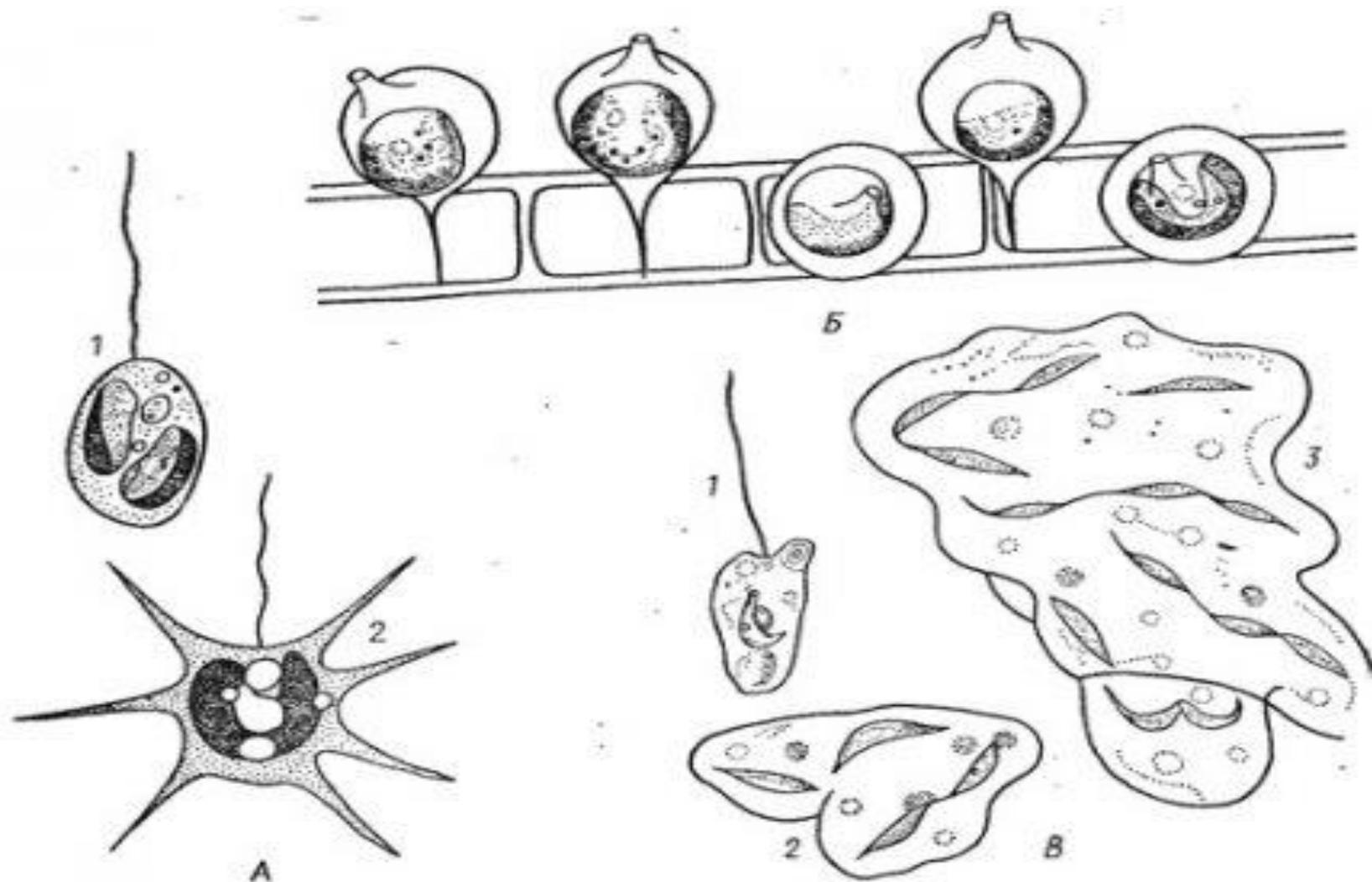


Рис. 139. Хризоподовые. А — *Chrysamoeba*:
 1 — гладкая стадия, 2 — амeboобразная стадия;
 Б — *Chrysoruxis*. Пять экземпляров на нитчатой водоросли; В — *Myxochrysis*:
 1 — зооспора с псевдоподией, 2 — амeba, 3 — молодой плазмодий

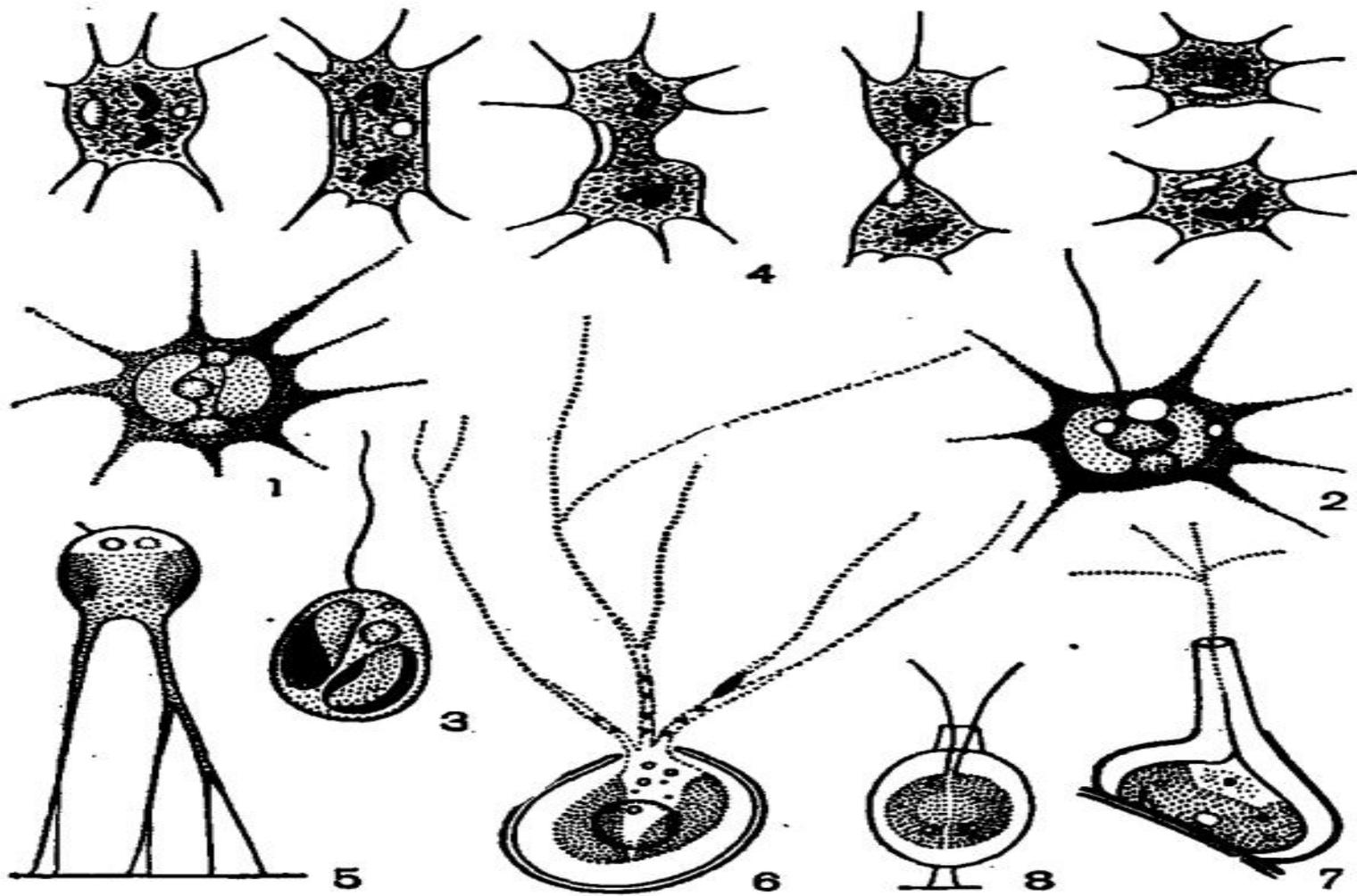


Рис. 66. Одноклеточные хризоподовые:

1—4 — *Chrysamoeba radians* (1 — ризоподиальное состояние, 2 — клетка с зачаточным жгутиком, 3 — монадная стадия, 4 — стадии деления клетки); 5 — *Stipitochrysis monorhiza*; 6 — *Eleutherorhynchus arachne*; 7 — *Lagynion cystodinii*; 8 — *Dererhynchus anomala*.

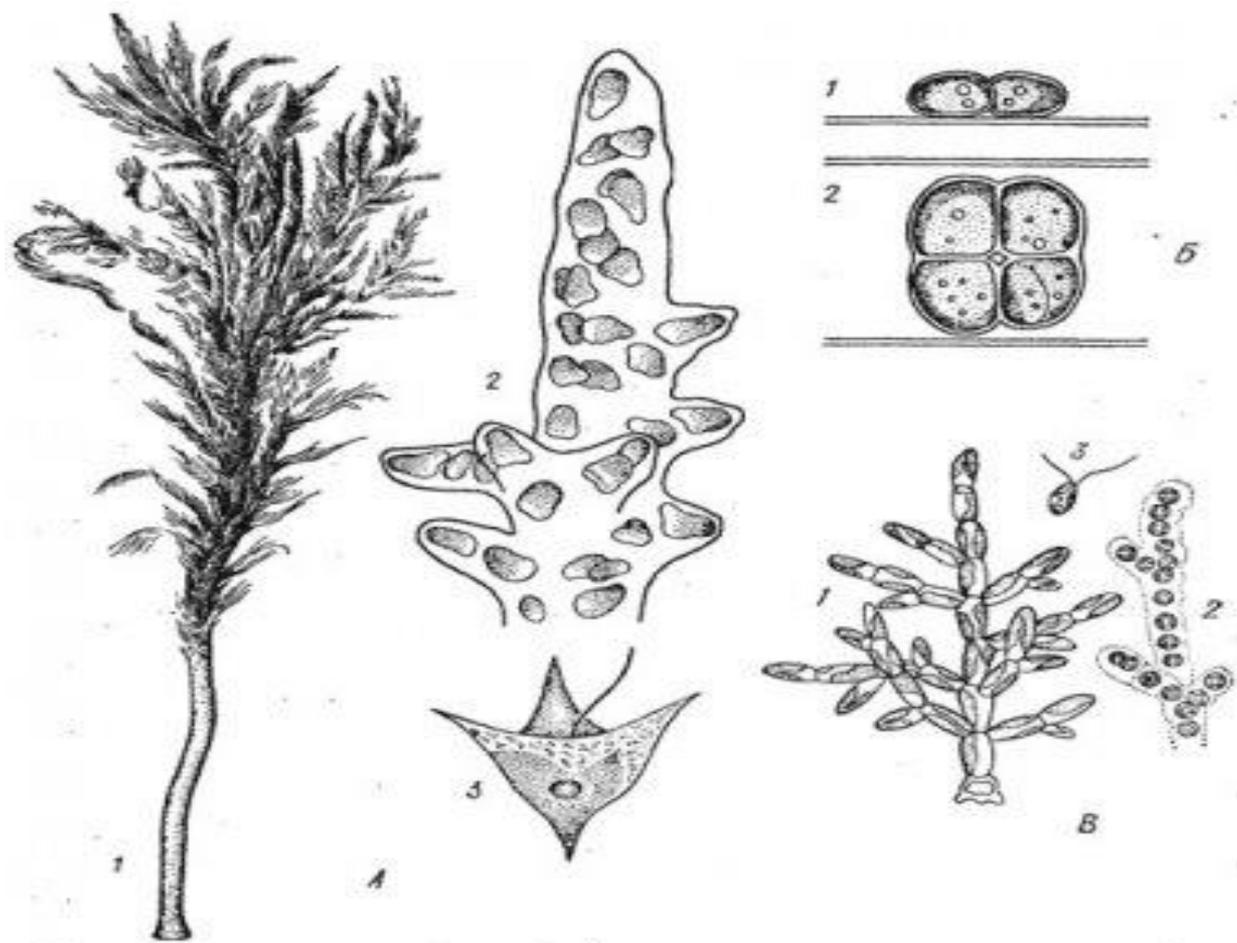
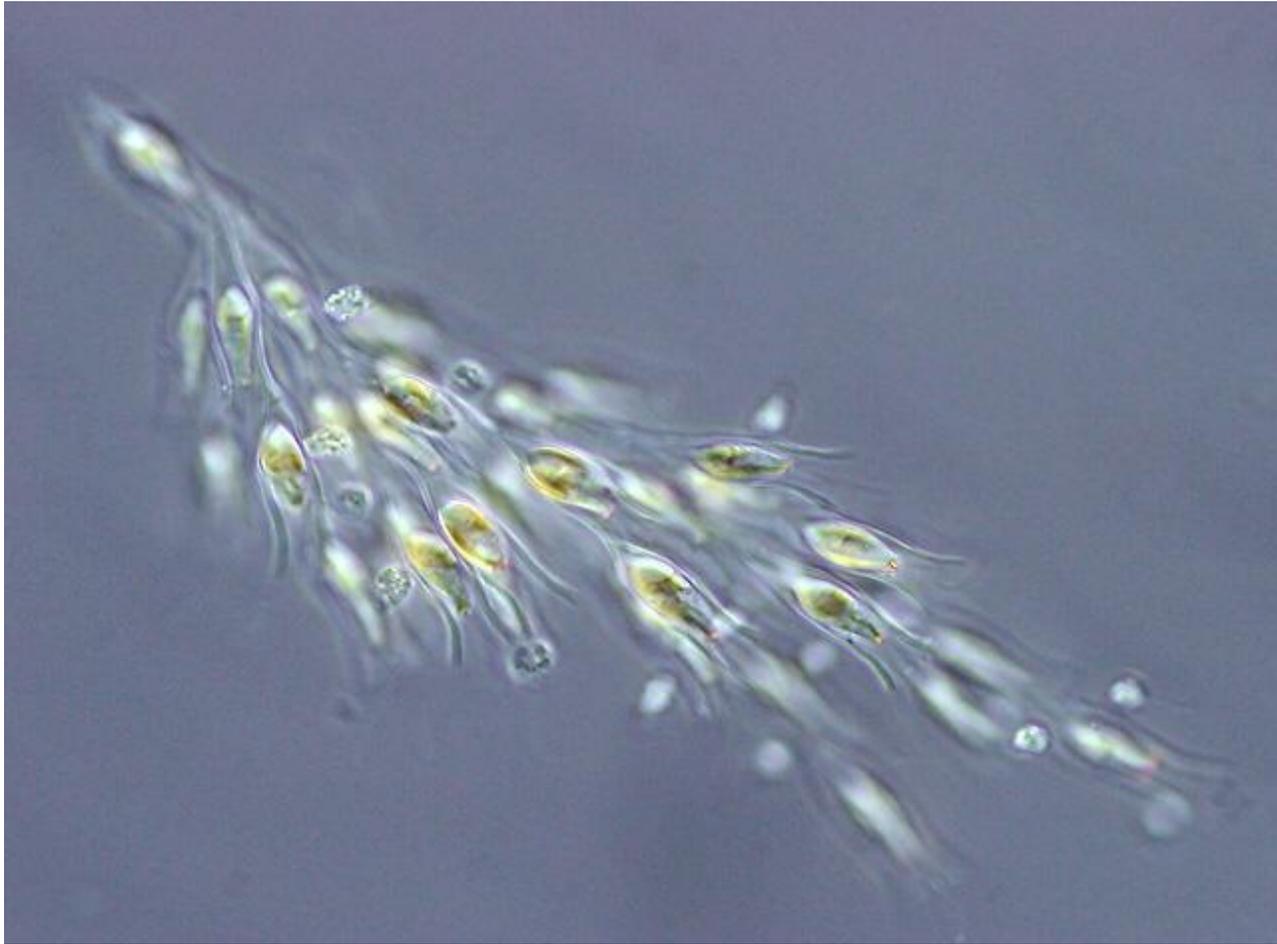


Рис. 140. А — *Hydrurus foetidus*:
 1 — общий вид колонии, 2 — колечки ветви, 3 — зооспора;
 Б — *Chrysozooecia* на нитчатой водоросли:
 1 — сбоку, 2 — сверху;
 В — *Phaeothamnion*:
 1 — нитчатая колония, 2 — одиночная колония, 3 — зооспора



- Золотистые водоросли –
 - одноклеточные
 - колониальные
 - многоклеточные
- снаружи от ЦПМ находится твердая целлюлозная стенка, иногда сильно ослизняющаяся
- на поверхности известковые образования

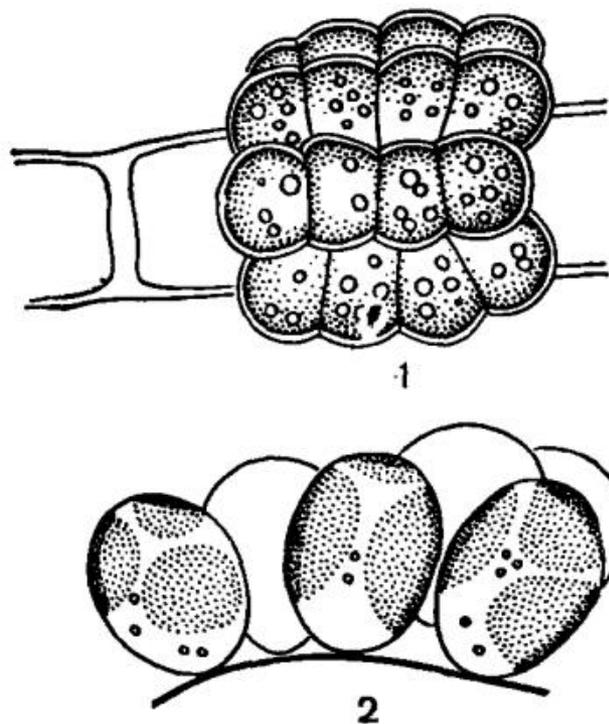


Рис. 74. Хризосферовые:

1 — агрегат клеток *Epichrysis paludosa* на нитчатой зеленой водоросли (с в е р х у); 2 — агрегат клеток *E. nitellae* на харовой водоросли нителла (с б о к у).

- у силикофлагеллят - внутренний кремневый скелет.
- У более высоко организованных -панцирь, из кремневых чешуек, несущих шипы
- домики, через отверстия - жгутики или псевдоподии.

- Подвижные клетки - два неравных жгутика
- Длинный (передний) жгутик — двигательный
- Второй жгутик — короткий, гладкий,
 - направлен назад
 - может частично или полностью редуцироваться

Содержимое клетки

- цитоплазма
- одно ядро
- хроматофоры (один или несколько)
- продукты ассимиляции (хризоламинарин, масла , жиры)
- пульсирующие вакуоли (одна или две)
- глазок, или стигма, не у всех.
- У некоторых представителей есть стрекательные структуры

хлоропласты

различной формы:

- дисковидные
- пластинчатые
- звёздчатые
- покрыты четырьмя мембранами
- тилакоиды собраны по три
- опоясывающая ламелла
- встречаются пиреноиды.
- *У бесцветных представителей, таких, как Spumella, Paraphysomonas, Anthophysa, хлоропласты отсутствуют, но имеются лейкопласты.*

Пигменты

- хлорофиллы (*a* и *c*)

маскируются

- каротиноидами — фукоксантином, антераксантином, зеаксантином, неоксантином, виолаксантином, лютеином.



Питание

- Миксотрофы
- тип питания (автотрофный, миксотрофный или гетеротрофный) зависит от условий окружающей среды или клеточного состояния.
- *Виды Dinobryon в олиготрофных озёрах способны поглощать 3 бактерии за 5 мин, виды Ochromonas — 180—190 бактерий за час на одну клетку водоросли.*
- все типичные двужгутиковые золотистые водоросли способны к фагоцитозу
- *длина короткого жгутика, который не должен быть короче 1—2 мкм, так как используется для ловли добычи. Жгутики удерживают пищу, находящуюся между ними, и переносят её в корзинообразную структуру, которая образуется на поверхности клетки при участии микротрубочковых корешков короткого жгутика. После того как пища попадает в эту корзину, она опускается в клетку в виде пищевой вакуоли. Фаготрофия встречается также у представителей с одним видимым жгутиком и у амёбодных золотистых водорослей, где механизм поглощения пищевых частичек другой.*

размножение

- Вегетативное размножение происходит путём продольного деления клетки пополам или фрагментами колонии слоевища.
- Бесполое размножение осуществляется с помощью одно- или двужгутиковых зооспор, или, реже, апланоспор и амёбоидов.
- Половое размножение лучше всего описано у представителей с домиками благодаря хорошо наблюдаемому образованию зигот.
- Клетки прикрепляются друг к другу в зоне отверстия домика, и их протопласты сливаются, образуя зиготу.

СТОМАТОЦИСТЫ

- (статоспоры, кремнезёмные цисты). — наличие отверстия.
- Цисты формируются в конце весны или поздней осенью.
- Оболочка цист - гладкая или различные скульптурные образования (шипы, бородавки, кольца, морщины).
- Цисты имеют пору, замыкается полисахаридной пробочкой. При прорастании - растворяются,
- протопласт цисты - в виде амёбы.
- *Стоматоцисты встречаются в ископаемых отложениях, возраст которых насчитывает около 80 млн лет, что подтверждает факт существования золотистых водорослей в меловом периоде.*

- Другие подвижные колонии тех же местообитаний с чистой водой образуют виды рода динобрион. Клетки этой колонии прикреплены внутри бокаловидных прозрачных целлюлозных домиков при помощи сократительных стебельков.
- Из широкого устья домика выставляются два жгутика неравной длины. При размножении дочерние клетки выползают из домика (одна или обе), прикрепляются к его поверхности и вырабатывают новый домик. Так образуются нежные древовидные колонии,. Половой процесс — хологамия.

Диатомовые водоросли

Bacillariophyta

- **диатомеи** —
- «панцирь» из кремнезёма.
- Всегда одноклеточны, есть колониальные формы
- планктонные морские и пресноводные
- на почве, на орошаемых скалах
- *диатомовые создают до четверти всего органического вещества планеты*
- *горная порода диатомит находит применение в хозяйстве человека — для тепловой и звуковой изоляции, при шлифовке металлов, в качестве фильтрующего вещества в пищевой промышленности и т. п.*

Поверхностные структуры

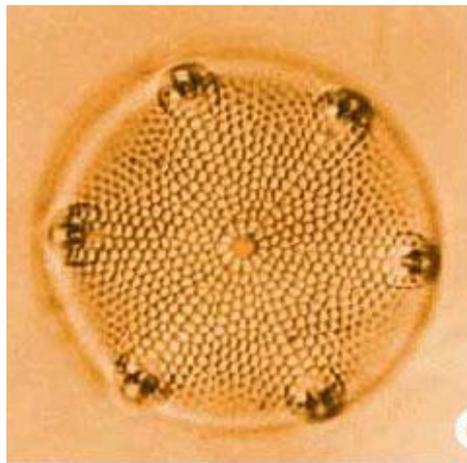
- сложное строение клеточной оболочки (панциря)
 - пектиновый матрикс
 - в качестве скелетного вещества отлагается кремневая кислота
- оболочка пористая
- чаще всего представлена или одной пластинкой (лямеллой), пронизанной отверстиями (открытыми или затянутыми перфорированными, в свою очередь мембранами)
- или камерное строение - из двух пластин — наружной и внутренней, пространство разделено вертикальными стенками на камеры (лакуны)
- Камеры имеют наружную и внутреннюю поры, одна из которых открытая, а другая затянута "ситовидной" мембраной. Вертикальные стенки камер - поры с боков.

Панцирь

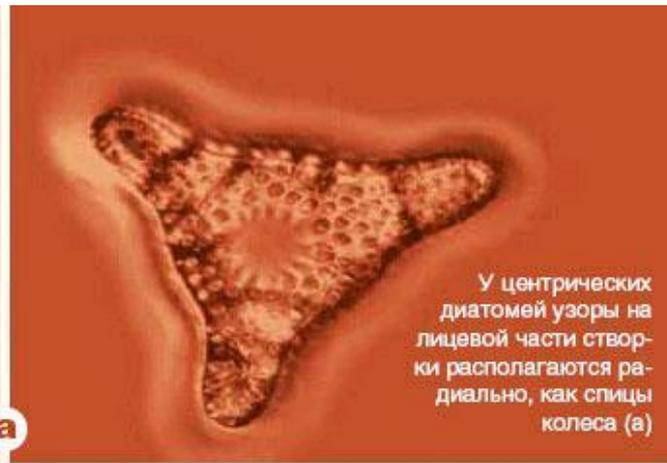
- из двух половинок,
- Большая - эпитека
- перекрывает меньшую — гипотеку, (коробочка и крышечка)
- каждая половинка состоит из двух частей: створки и пояскового ободка.
- Эпитека свободным краем своего пояскового ободка надвинута на поясковый ободок гипотеки, плотно его охватывая.

класс центрические (Centricae)

- структурные отметины, образованные отверстиями и камерами в толще оболочки располагаются на створках вокруг одной центральной точки
- у родов с округлыми створками они обычно обнаруживают радиальное расположение



a



У центрических диатомей узоры на лицевой части створки располагаются радиально, как спицы колеса (а)



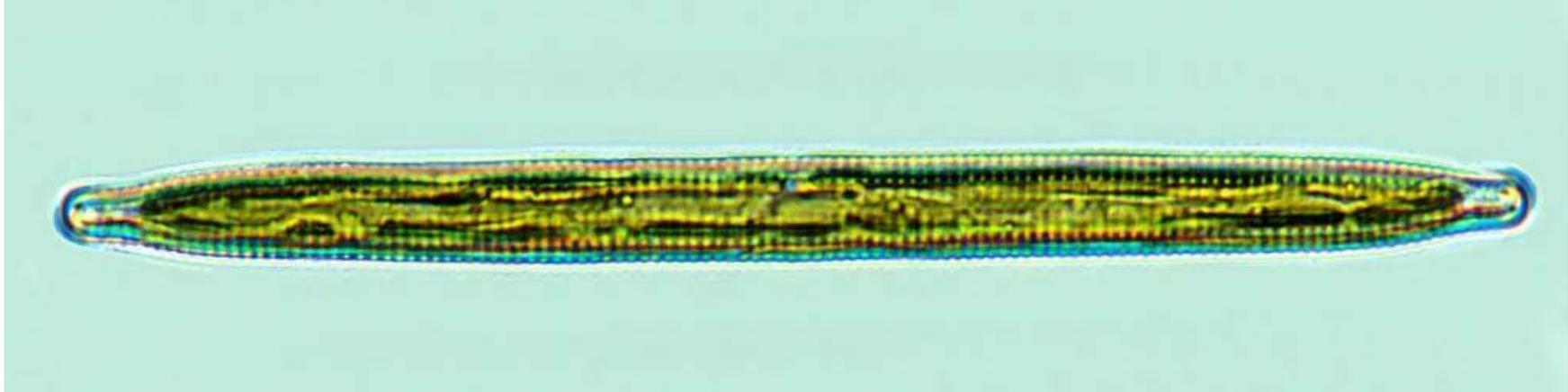
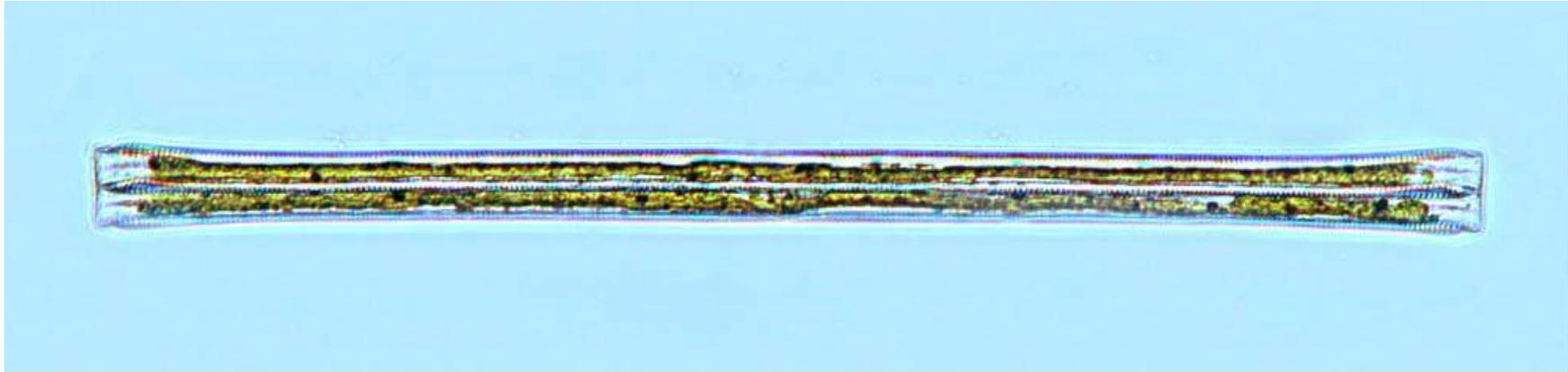
б



У пеннатных видов через середину створок проходят длинные ребра, от которых идут ряды ареол, подобно перу птицы (б)

Класс перистые (Pennatae)

- створки чаще всего эллиптические или продолговатые (напр. роды пиннулярия (*Pinnularia*), навикула (*Navicula*), иногда длина их во много раз превышает ширину — род синедра (*Synedra*)
- Ряды точек (перфораций) или камеры в створках перистых диатомей расположены по бокам от медианной линии створки.
- Вид с пояска у громадного большинства диатомовых, как центричных, так и перистых, представлен прямоугольником с закругленными углами.



Класс перистые (Pennatae)

- У некоторых - осевая область створки гладкая
- у многих — шов, представлен двумя щелями в панцире, расположены между узелками — центральным и двумя полярными.
- Узелки - местные округлые утолщения панциря, пронизанные каналами.
- Циркулирующая в этих щелях цитоплазма приходит в контакт с наружной средой, и трение ее о субстрат считается причиной скользящего движения клеток, которое обнаружено только у перистых диатомей, имеющих шов.
- У центричных диатомей шва нет, они все неподвижные.

Строение клетки

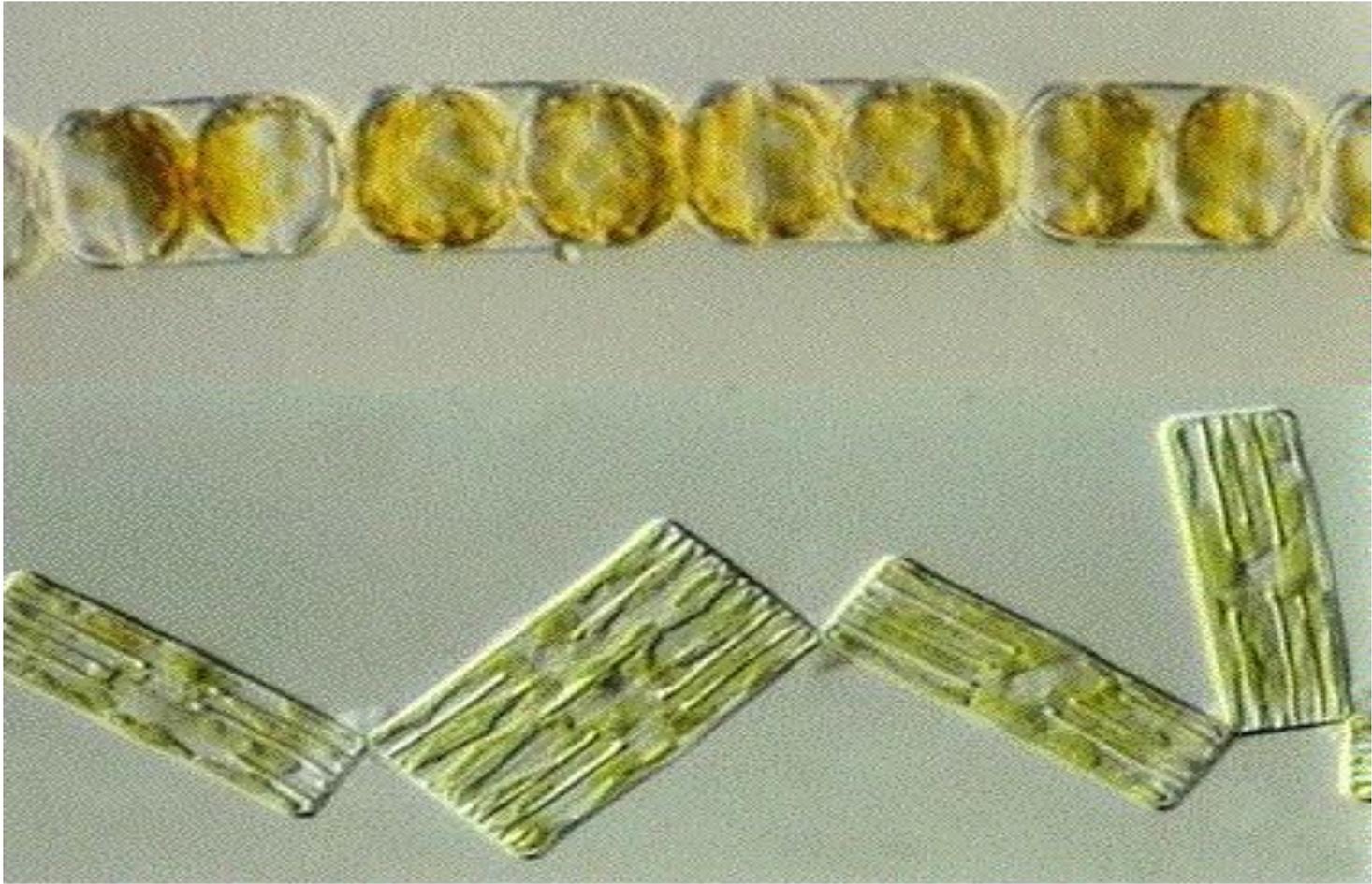
- Под панцирем – цитоплазма
- заходит во все полости оболочки и в шов
- Крупная вакуоль с клеточным соком пересекается цитоплазматическим мостиком
- Мостик в центре створок и содержит ядро.
- В постенной цитоплазме - хроматофоры,
- У перистых 1—2 крупных пластинчатых хроматофора, прилегающих или к створкам (у неподвижных, лишенных шва форм), или к поясам, лишь слегка заходя на створки (у подвижных форм),
- У центричных хроматофоры варьируют от лопастных дисков у рода мелозира (*Melosira*) до мелких зернистых хроматофоров многих морских родов.

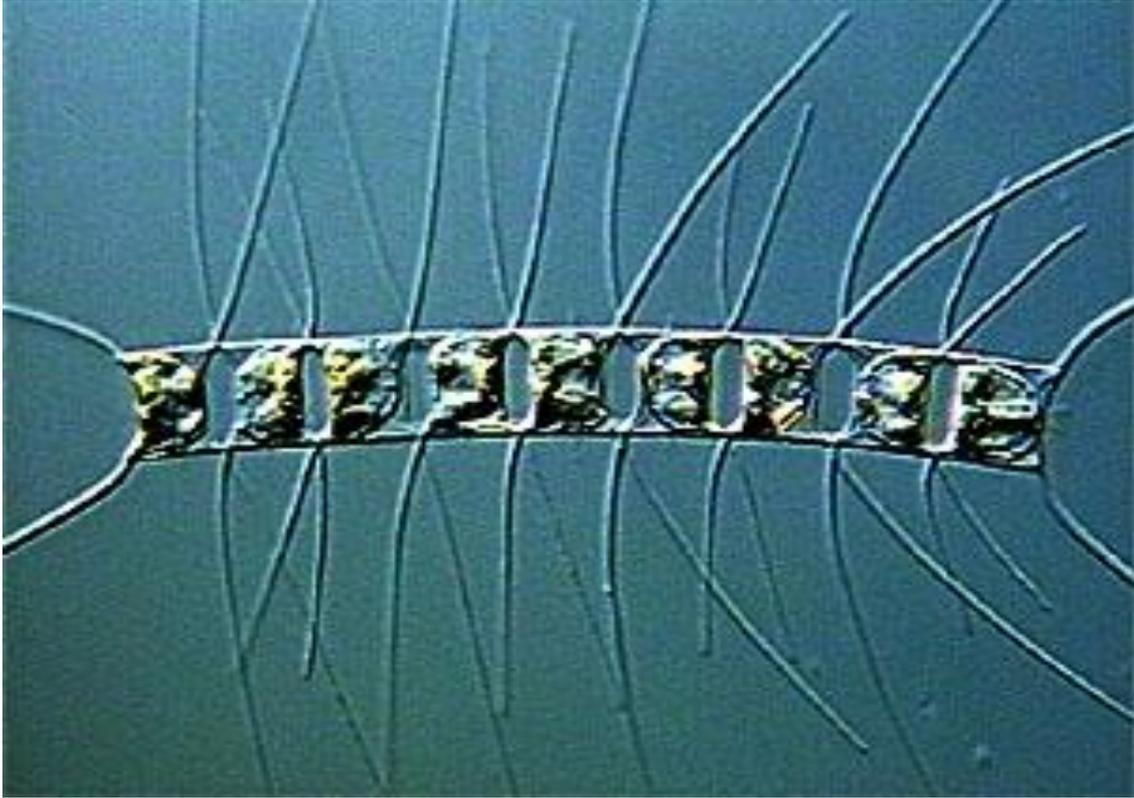
Пигменты и запасные в-ва

- Окраска хроматофоров - желтая или бурая
- помимо хлорофиллов и каротина - ряд ксантофиллов (особенно важен фукоксантин), маскируют зеленый цвет хлорофилла.
- В качестве запасного вещества в клетке откладывается жир, волютин, лейкозин
- никогда крахмал

Размножение

- В основном вегетативно — делением клетки.
- Бесполое размножение с помощью специальных спор отсутствует.
- колониальные формы - клетки после деления не расходятся
- колонии свойственны видам, лишенным шва, — неподвижным.
- Соединение клеток происходит только створками.
- нитевидные колонии - род мелозира (*Melosira*).
- лентовидные колонии - у рода фрагилярия (*Fragilaria*).
- зигзагообразные цепочки (род табеллярия — *Tabellaria*);
- у планктонных центричных диатомей клетки соединяются различными выростами створок — рогами, щетинками — с образованием рыхлых цепочек, например у родов хетоцерос (*Chaetoceros*), скелетонема (*Skeletonema*).





ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

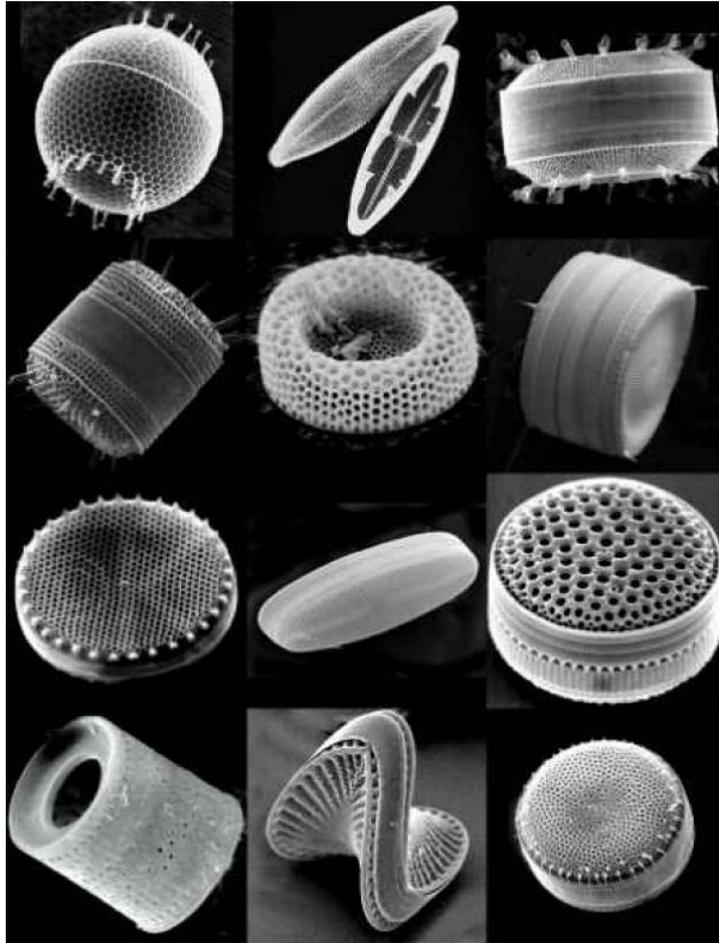
- две половинки панциря расходятся
- делится ядро
- затем происходит разделение протопласта всегда в плоскости, параллельной створкам.
- Каждый из дочерних протопластов получает одну половинку панциря от родительской клетки, а другую образует заново.
- На заново образовавшихся свободных поверхностях обоих дочерних протопластов выделяются новые створки
- гипотека родительской клетки становится эпитекой одного из дочерних индивидов
- В результате такого деления один из дочерних индивидов точно тех же размеров, что и материнская клетка, другой же несколько мельче — на двойную толщину пояскового ободка.
- *Благодаря неподатливости кремневой оболочки клетки не могут расти, и в ряде следующих друг за другом делений средние размеры индивидов в популяции постепенно уменьшаются. Этому измельчанию клеток рано или поздно кладется предел образованием спор роста — ауксоспор, — которые, как правило, возникают в результате полового процесса. Последний протекает по-разному у перистых и центрических диатомей.*

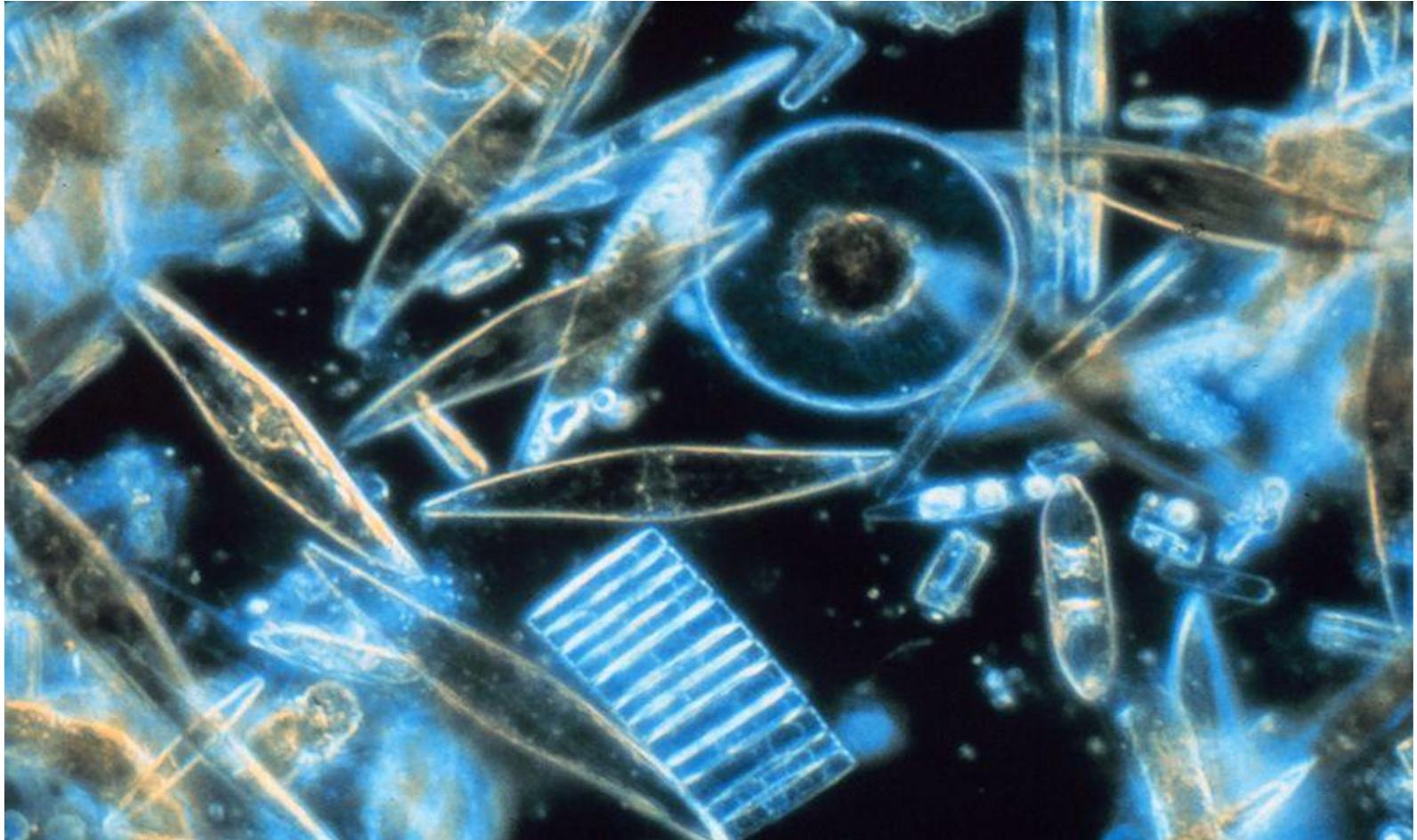
половой процесс

- У перистых диатомей напоминает конъюгацию
- Две клетки сближаются, окружаются общей слизью и створки их расходятся
- В каждой - редукционное деление ядра, четыре гаплоидных ядра.
- деление цитоплазмы пополам.
- в каждой из конъюгирующих клеток - две гаметы, содержащие по два ядра – одно отмирает
- Гаметы из разных родительских клеток попарно - зиготы
- Зиготы выделяют сначала только тонкую пектиновую оболочку, способную к растяжению, и превращаются в ауксопоры - разрастающиеся зиготы.
- Достигнув максимального для данного вида размера, ауксоспоры образуют панцири, и опять начинается ряд вегетативных делений.
- клетки диатомовых диплоидны. Редукционное деление - перед образованием гамет.

У центрических диатомей

- половой процесс оогамный
- Одни клетки - оогонии: - редукционное деление - формируется одна (реже две) яйцеклетка
- В антеридиальных клетках - четыре двужгутиковых сперматозоида
- Створки антеридиальных клеток расходятся, сперматозоиды выходят и проникают в оогонии
- Оплодотворенные яйцеклетки разрастаются в ауксоспоры.















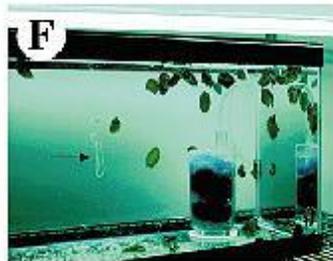
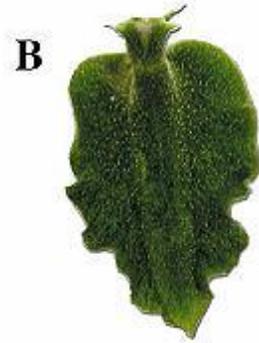
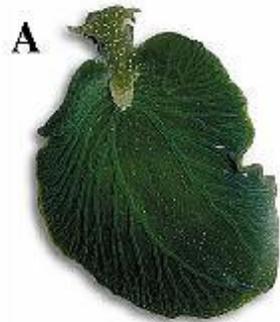
Жёлто-зелёные водоросли

Xanthophyceae, или *Xanthophyta*

- хлоропласты окрашены в жёлто-зелёный или жёлтый цвет.
- одноклеточные, колониальные и многоклеточные
- преимущественно пресноводные
- в основу систематики - разнообразие морфологической организации таллома.

- встречаются на всех континентах
- Обычны в почве - «цветение» поверхности
- в наземных, солоноватоводных и морских местообитаниях.
- чистые и загрязнённые воды, с различным значением рН
- Аэрофитные представители встречаются на стволах деревьев, скалах, стенах домов, иногда вызывая их позеленение.
- Часто - в скоплениях нитчатых водорослей и водных высших растений по берегам рек, прудов, озёр и водохранилищ.

- встречаются и внутриклеточные симбионты — зооксантеллы в клетках простейших.
- Интересный внутриклеточный симбиоз образуют хлоропласты морской водоросли *V. litorea* с моллюском Интересный внутриклеточный симбиоз образуют хлоропласты морской водоросли *V. litorea* с моллюском *Elysia chlorotica* Интересный внутриклеточный симбиоз образуют хлоропласты морской водоросли *V. litorea* с моллюском *Elysia chlorotica*. На протяжении 9 месяцев этот моллюск способен в культуре к фотоавтотрофной фиксации углекислого газа Интересный внутриклеточный симбиоз образуют хлоропласты морской водоросли *V. litorea* с моллюском *Elysia chlorotica*. На протяжении 9 месяцев этот моллюск способен в культуре к фотоавтотрофной фиксации углекислого газа. Это самый длительный по времени симбиоз такого типа, когда симбиотическая пластиды находится в непосредственном контакте с цитоплазмой Интересный внутриклеточный симбиоз образуют хлоропласты морской водоросли *V. litorea* с моллюском *Elysia chlorotica*. На протяжении 9 месяцев этот моллюск способен в культуре к фотоавтотрофной фиксации углекислого газа. Это самый длительный по времени симбиоз такого типа, когда симбиотическая пластиды находится в



У монадных

- (также зооспор и гамет) имеются два неравных по длине и морфологии жгутика
- на главном жгутике расположены перистые мерцательные волоски, боковой жгутик — бичевидный
- *Исключением являются синзооспоры Vaucheria, у которых по поверхности расположены многочисленные пары немного различающихся по длине гладких жгутиков.*



Хлоропласт

- зелёные или жёлто-зелёные пластиды.
- α - и β -каротины (преобладают),
 - вошериаксантин,
 - диатоксантин,
 - диадиноксантин,
 - гетероксантин,
 - лютеин,
- Хлорофиллы — *a* и *c*.
- Пластиды : пластинчатые, корытовидные, лентовидные, чашевидные, звёздчатые и др.
- пиреноиды полупоргужённого типа.
- Глазок ориентирован на базальное вздутие жгутика.

размножение

- Вегетативное размножение осуществляется делением клеток пополам, распадом колоний и многоклеточных слоевищ на части.
- При бесполом размножении могут формироваться амебоиды, зооспоры, автоспоры, апланоспоры. Зооспоры имеют грушевидную форму, два жгутика.
- Половой процесс (изо-, гетеро- и оогамный) описан у немногих представителей.
- При наступлении неблагоприятных условий наблюдается образование цист. Цисты (статоспоры) эндогенные, одноядерные, реже многоядерные. Их стенка часто содержит кремнезём и состоит из двух неравных частей.

Вошерия

- состоит из длинных и тонких трубчатых нитей, простых или ветвистых, наполненных ко времени зрелости зелёным (хлорофиллоносным) содержимым и составляющим во всей совокупности только одну клетку со многими ядрами.
- Размножается половым способом при посредстве неподвижной (женской) яйцеклетки или «оогония» и неподвижной же мужской клетки «спермогония», выпускающего много подвижных живчиков, оплодотворяющих оогонии.

