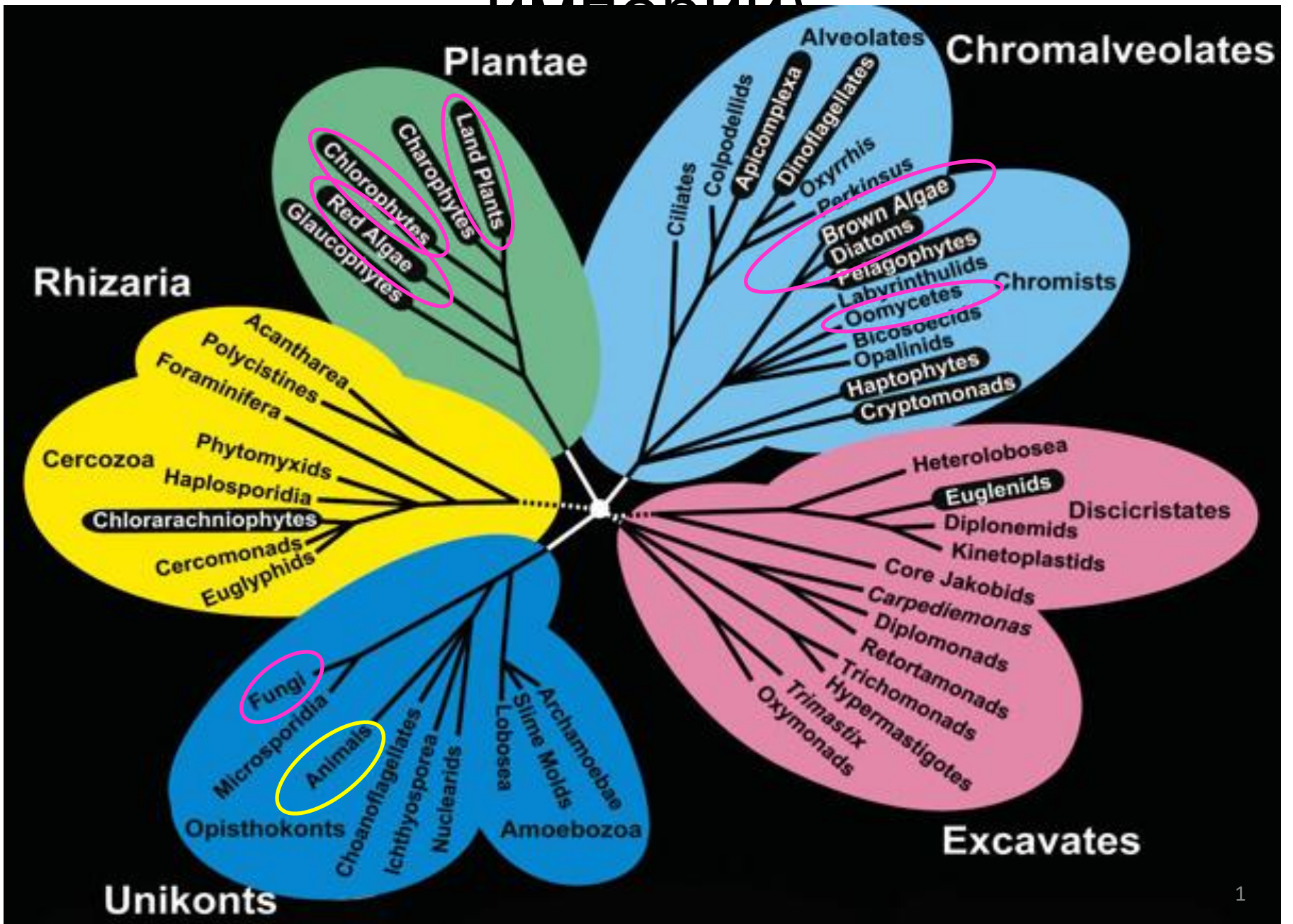


Схема филогенетии эукариот (5 царств)



		Т и п п и т а н и я				Р а з м е р н ы е г р у п п ы
		фототрофный	осмотрофный	голозойный		
Т и п с т р о е н и я	тканевые; эукариоты	Plante растения	—	Animalia животные	макро-	
	одноклеточ- ные и много- клеточные; эукариоты	водоросли	Mycota грибы	простейшие	мезо- микро-	
	преимущественно одно- клеточные; прокариоты	Procaryotae циано- бактерии		бактерии, актиномицеты	—	микро- ультра- микро-
		продуценты	редуценты	консументы		
Э к о л о г и ч е с к и е г р у п п ы						

Рис. 1. Царства биоты (И.П. Бабьева, Г.М. Зенова, 1983)
Пунктирными линиями выделены отдельные царства.

- Номенклатура – правила наименования таксонов

(Международный кодекс ботанической номенклатуры)

Таксономический ранг (русское название)	Таксономический ранг (латинское название)	Окончание в латинском названии	Пример
Отдел	Regnum	- ophyta	Magnoliophyta
Класс	Classis	- opsida ophyceae (водоросли)	Magnoliopsida
Порядок	Ordo	- ales	Magnoliales
Семейство	Familia	- aceae	Magnoliaceae
Род	Genus	-//-	<i>Magnolia</i>
Вид	Species	-//-	<i>M.</i>

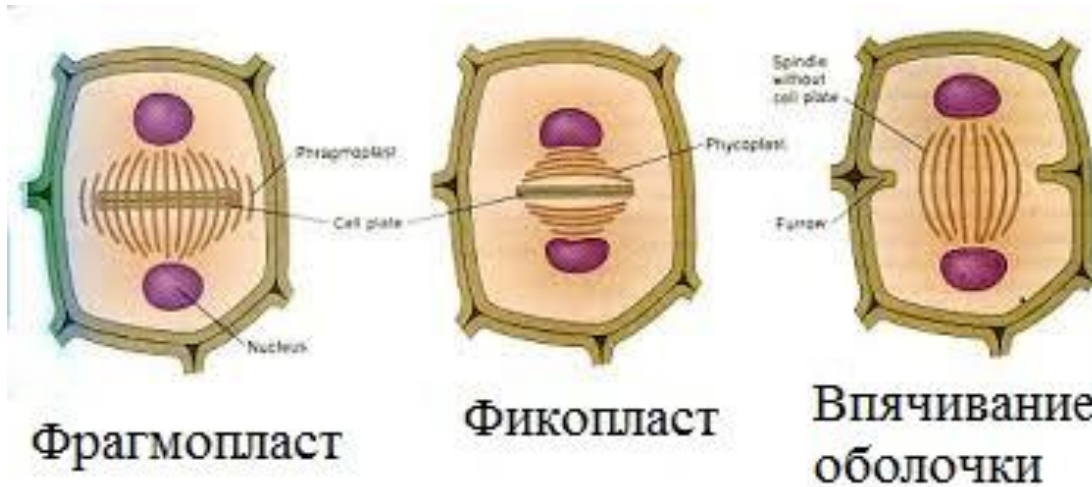
Festuca ovina L. subs. *sulcata* Hack. var. *pseudoovina* Hack. subvar. *angustifolia* Hack.

- Водоросли – группа талломных, фотосинтезирующих, продуцирующих кислород споровых бессосудистых организмов, репродуктивные органы которых лишены покровов (за исключением харовых) и обитающие преимущественно в воде.
- Под это определение подходят как прокариотные, так и эукариотные формы.
- Наука, которая занимается изучением водорослей, называется альгологией.

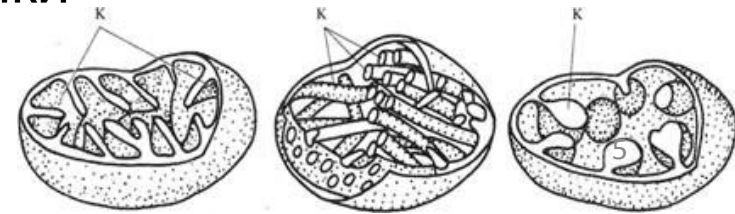


Критерии для классификации низших эукариот и прокариот

- Строение жгутиков и жгутиковых корней
- Характер митоза (закрытый с сохранением ядерной оболочки и открытый)
- Тип цитокинеза (впячивание оболочки, образование фикопласта или фрагмопласта)

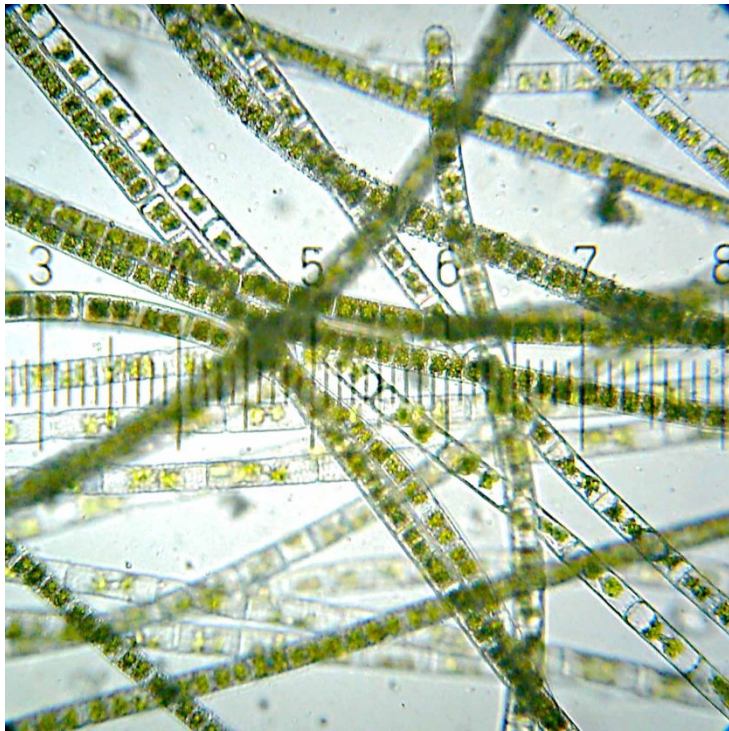


- Строение септы (отверстие в перегородке между клетками)
- Строение митохондрий и их крист
- Химический состав клеточной оболочки
- Пигменты
- Данные генетического анализа

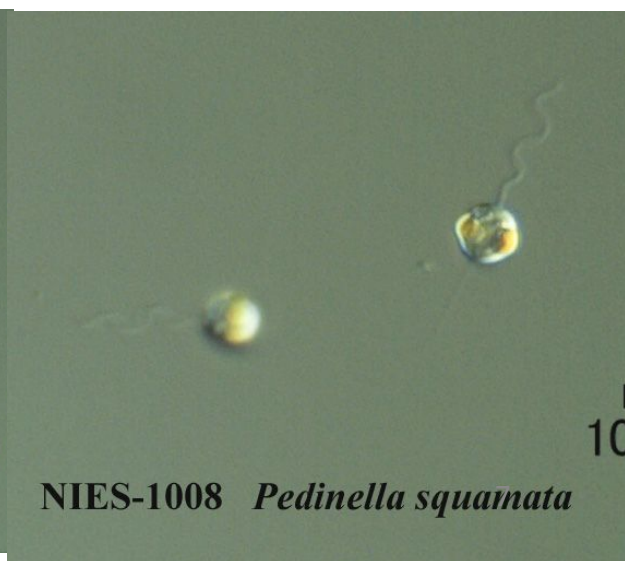
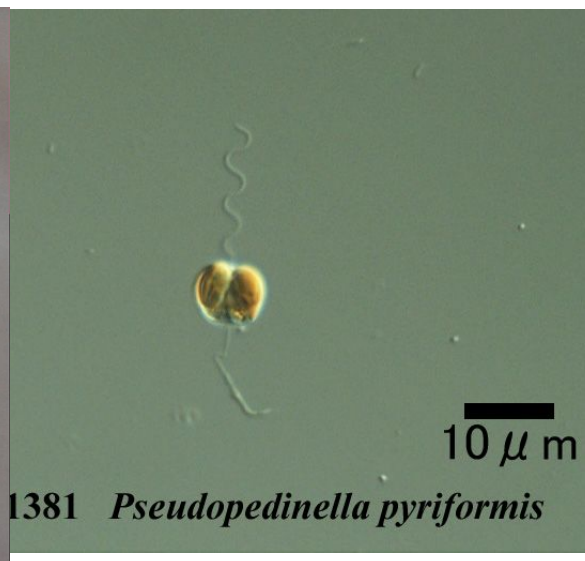


Клеточные покровы водорослей проницаемы для воды и растворенных в ней низкомолекулярных веществ и легко пропускают солнечный свет, отличаются значительным разнообразием как по строению, так и по химическому составу.

В их состав входят полисахариды, белки, гликопротеиды, минеральные соли, пигменты, липиды, вода. В отличие от высших растений в оболочках водорослей отсутствует лигнин.



- У многих жгутиковых и амебоидных представителей клетки снаружи покрыты лишь плазмалеммой, которая не способна обеспечить постоянную форму тела. Такие клетки могут образовывать **псевдоподии: ризоподии** (*Chrysamoeba*, *Rhizochrysis*), представляющие собой нитевидные длинные, тонкие, разветвленные цитоплазматические выросты. **Лобоподии** — широкие закругленные выпячивания цитоплазмы. Они встречаются у водорослей как с амебоидным типом дифференциации таллома (*Brehmiella*), так и с монадным (например, *Ochromonas*). Реже наблюдаются **филоподии** (например, *Erythroopsis*) и **аксоподии** (например, *Pedinella*, *Pseudopedinella*) — тонкие подвижные образования, напоминающие щупальца, способные быстро втягиваться в клетку. Аксоподии — постоянные щупальцевидные образования с внутренним каркасом из микротрубочек.



- У многих флагеллят тело покрыто чешуйками, расположенными на поверхности клетки. Чешуйки могут быть одиночными или смыкаться в сплошной покров — теку (например, *Synura*, *Tetraselmis*). Они могут быть органическими или неорганическими.
- Органические чешуйки встречаются на поверхности зеленых, золотистых, примнезиофитовых и криптофитовых водорослей.
- В состав неорганических чешуек может входить или карбонат кальция, или кремнезем.
- Органические и известковые чешуйки формируются и транспортируются к поверхности клетки в особых пузырьках — производных аппарата Гольджи, в то время как кремниевые чешуйки обычно формируются в пузырьках, связанных с каналами



Нередко клетки жгутиковых и амебоидных водорослей располагаются в домиках, которые имеют в основном органическое происхождение. Их стенки могут быть тонкими и прозрачными (например, *Dinobryon*) или более прочными и окрашенными за счет отложения в них солей железа и марганца (например, *Trachelomonas*). В домиках имеется обычно одно отверстие для выхода жгутиков (например, *Strombomonas*, *Trachelomonas*), иногда отверстий может быть больше (например, *Chrysococcus*). Форма и структура поверхности домиков разнообразны и используются в качестве систематических признаков. Монады могут располагаться в домиках свободно или прикрепляться к его стенке. При размножении домик не разрушается, чаще всего одна из образовавшихся дочерних особей покидает его и строит новый до

Dinobryon sp.



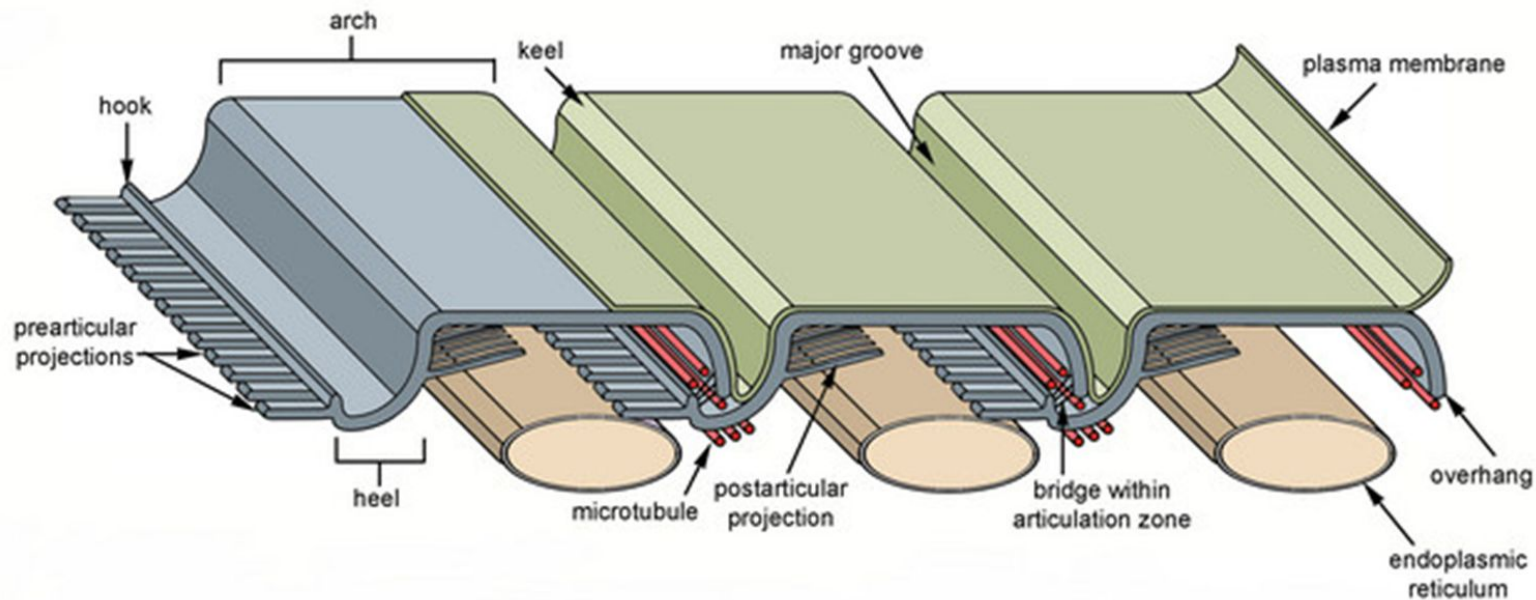
Trachelomonas



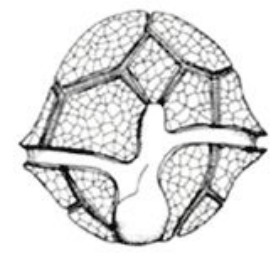
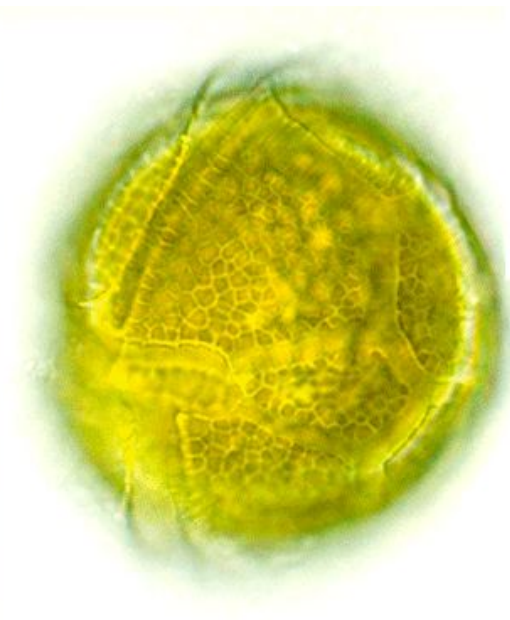
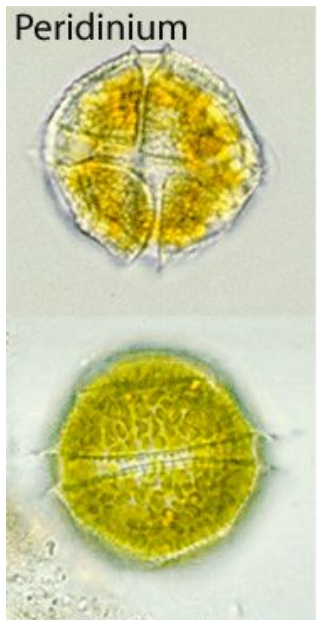
Клеточный покров, например, эвгленовых водорослей — пелликула и представляет собой совокупность цитоплазматической мембраны и расположенных под ней белковых полос, микротрубочек и трубчатых цистерн эндоплазматической сети.



Euglena viridis



- У динофитовых водорослей клеточные покровы представлены амфиесмой, которая состоит из плазмалеммы и расположенной под ней совокупности уплощенных везикул — альвеол, в которых могут содержаться целлюлозные пластинки, и такая амфиесма называется текой, или панцирем (например, Ceratium, Peridinium).

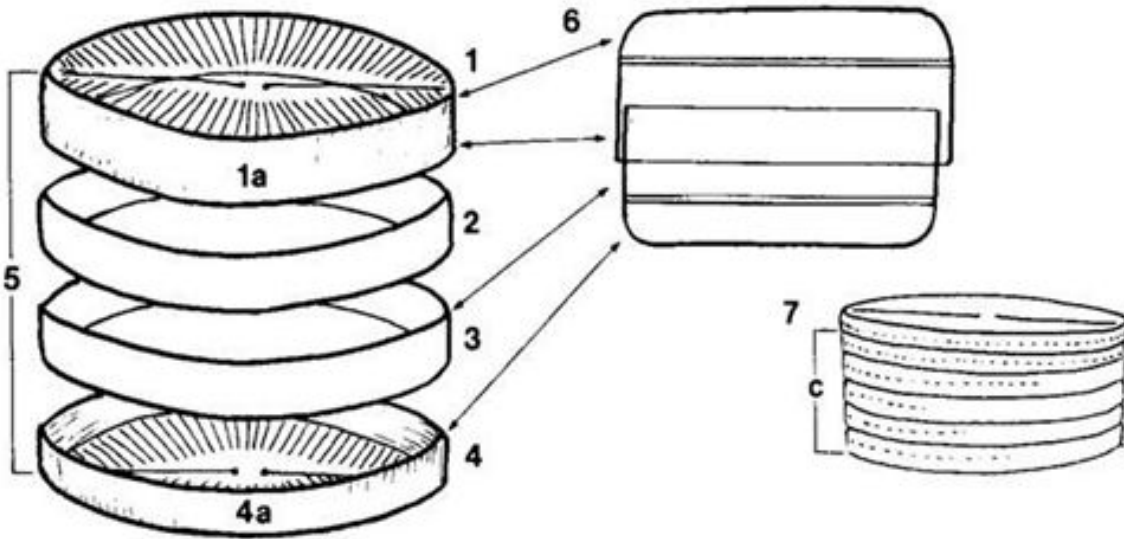


All after Entwisle et al. (1997)
* © Y. Tsukii, see http://protist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html

- Особый тип клеточного покрова — перипласт — характерен для криптофитовых (Cryptomonas). Он представляет собой совокупность плазмалеммы и расположенного над и под ней белкового компонента. Эти слои часто состоят из белковых шестиугольных пластинок.

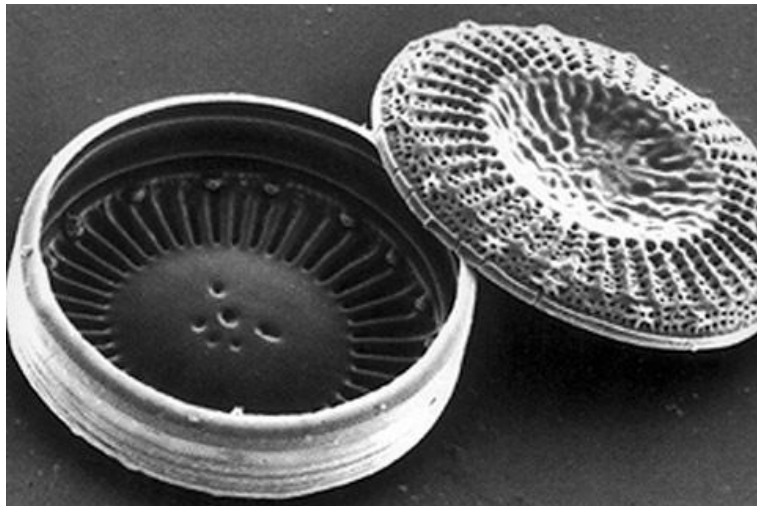


СТРОЕНИЕ ПАНЦИРЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ:



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.

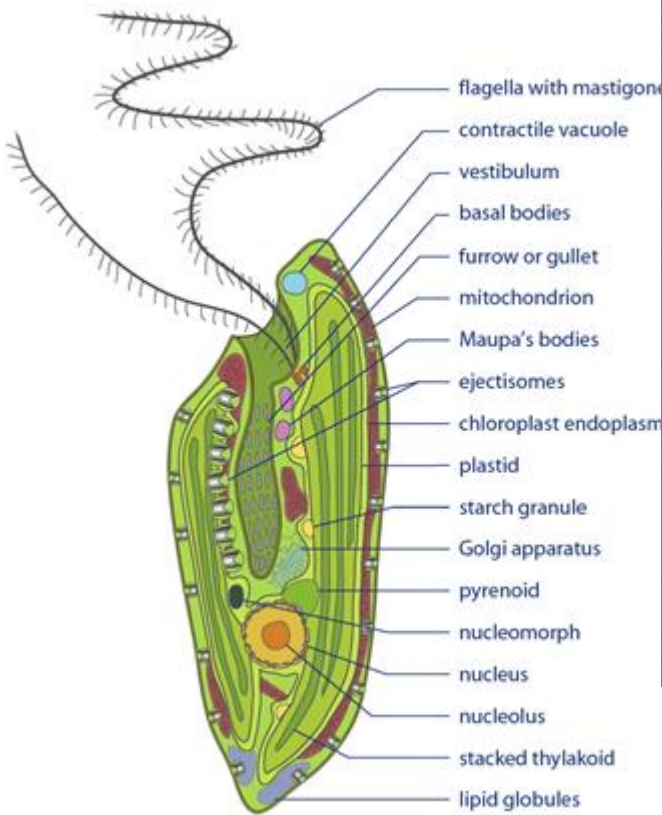
У диатомей поверх плазмалеммы формируется особый клеточный покров — панцирь, в химическом отношении состоящий из аморфного кремнезема (оксид кремния). Помимо кремнезема в состав панциря входит примесь органических соединений и некоторых металлов (железо, алюминий, магний). Панцирь изнутри и снаружи покрыт тонким органическим слоем, состоящим из пектиновых веществ.



У хламидомонадовых и вольвоксовых клеточная стенка не содержит целлюлозу и состоит из гликопротеинов (белков, соединенных с углеводами). Углеводы представлены галактозой, арабинозой, маннозой и глюкозой.



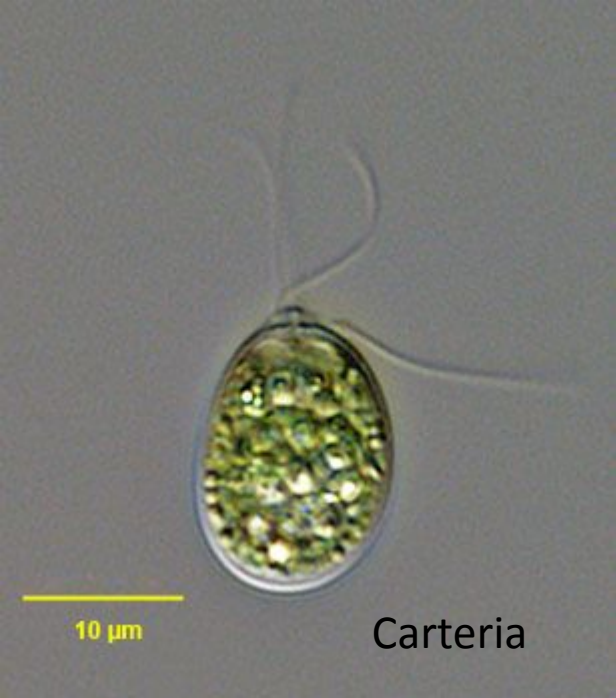
В истинных клеточных стенках содержится – целлюлоза (каркас), гемицеллюлоза и пектиновые вещества, альгиновая кислота, фуканы, агар, каррагинан (матрикс). У некоторых в стенке – химически стойкие вещества (фенолсодержащие полимеры, альгинаны).



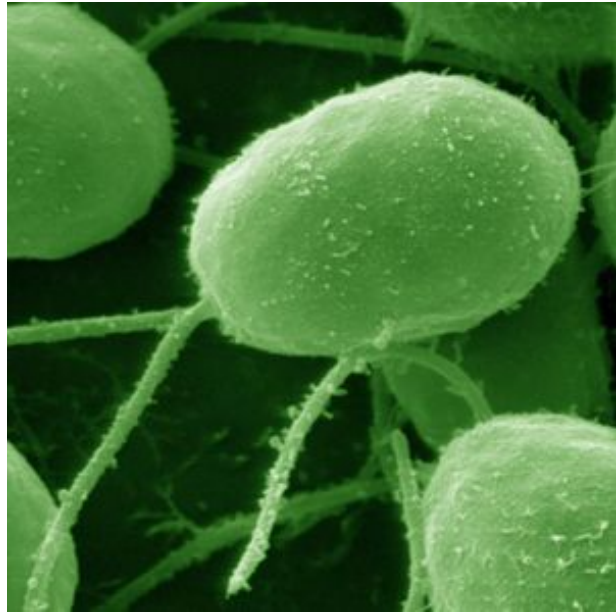
Cryptomonas



Peridinium



Carteria



Chlamydomonas



Cryptomonas



Ceratium

Жгутиковый аппарат: прикрепляются апикально, субапикально, латерально или вентрально; изоморфные и гетероморфные, изоконтные или гетероконтные, состоят из микротрубочек.

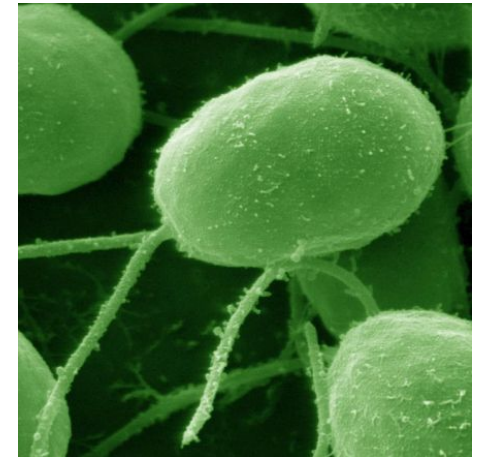
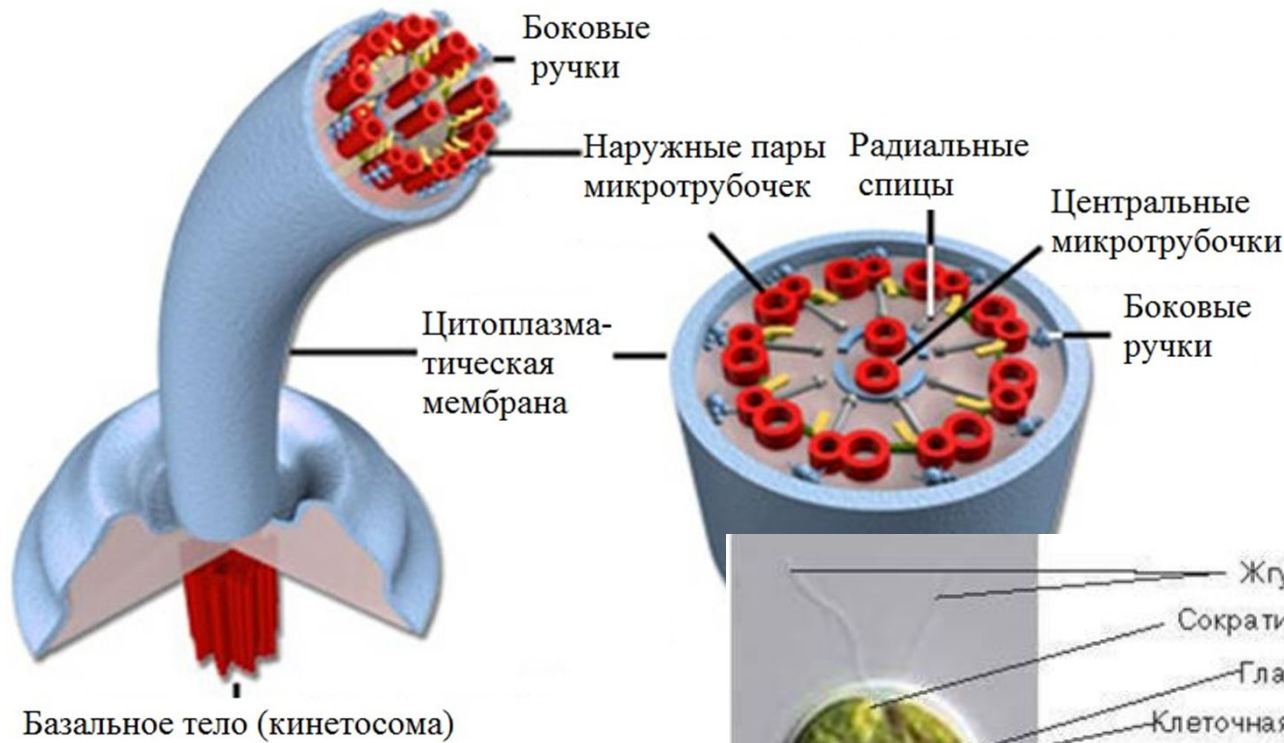
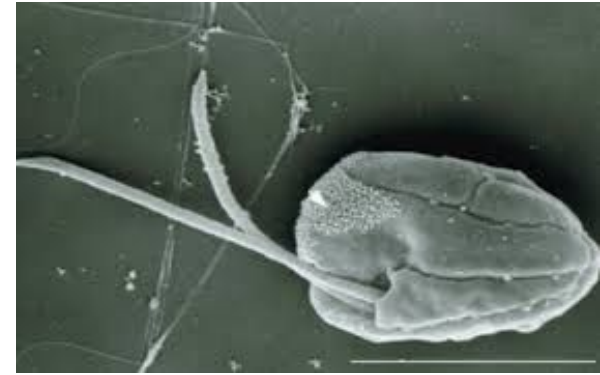


Рис. 47. Строение клетки хламидомонады под оптическим микроскопом

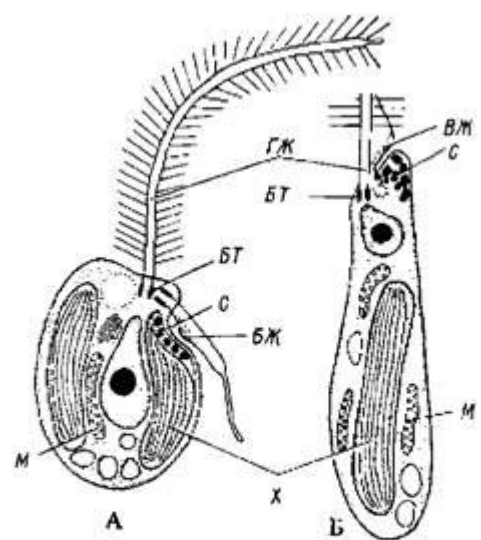
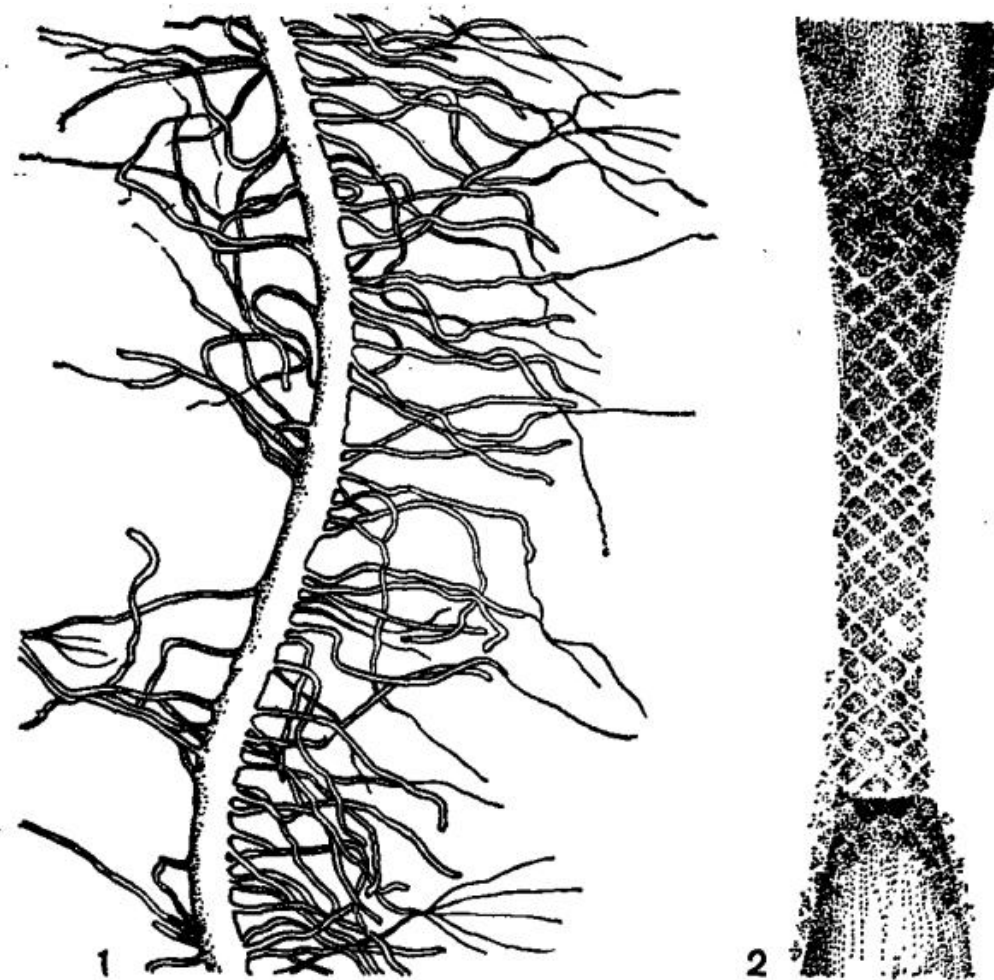
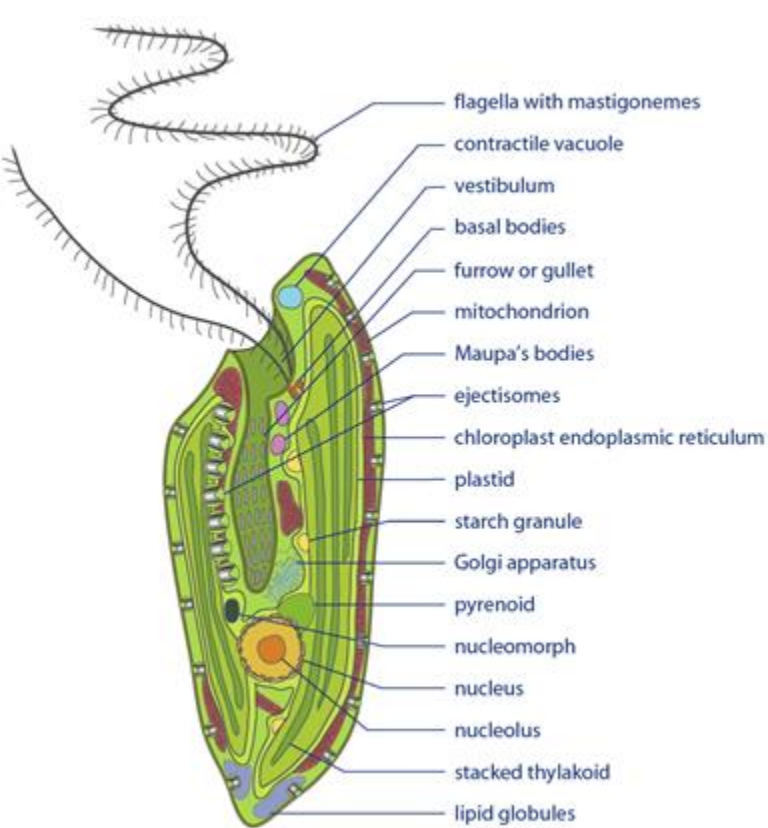
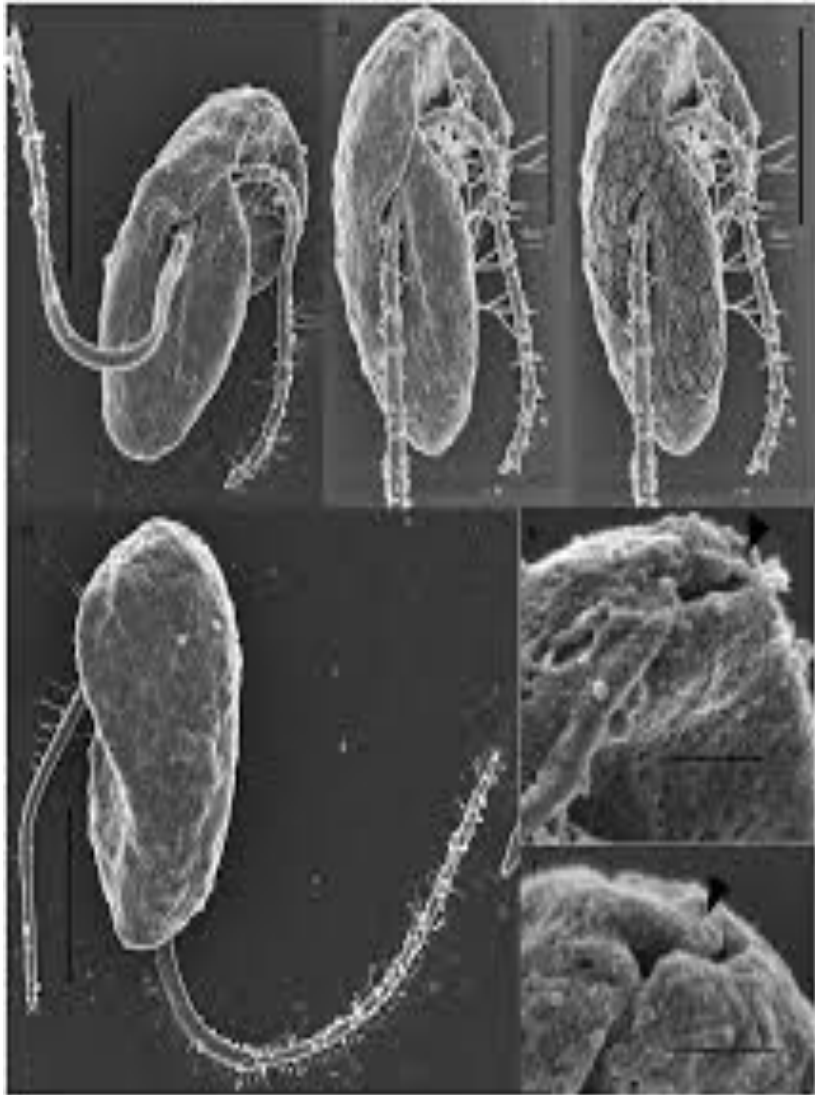


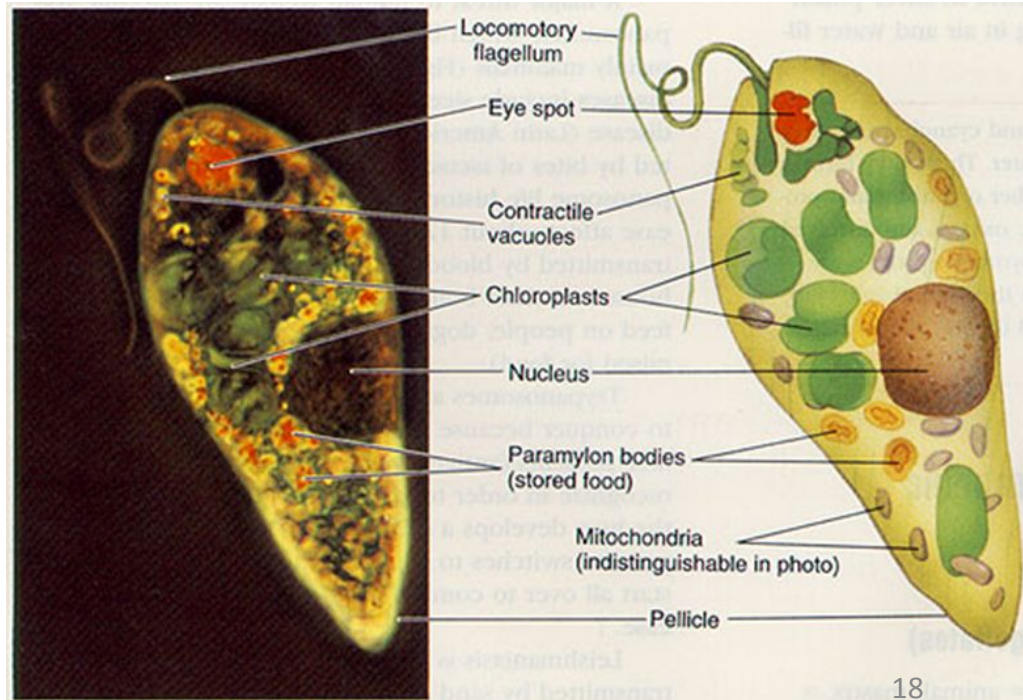
Рис. 13. Поверхностные структуры жгутиков:

1 — мастигонемы на жгутике сперматозоидов бурой водоросли *Himanthalia lorea*; **2** — чешуйки на жгутиках сперматозоида харовой водоросли *Chara corallina*.

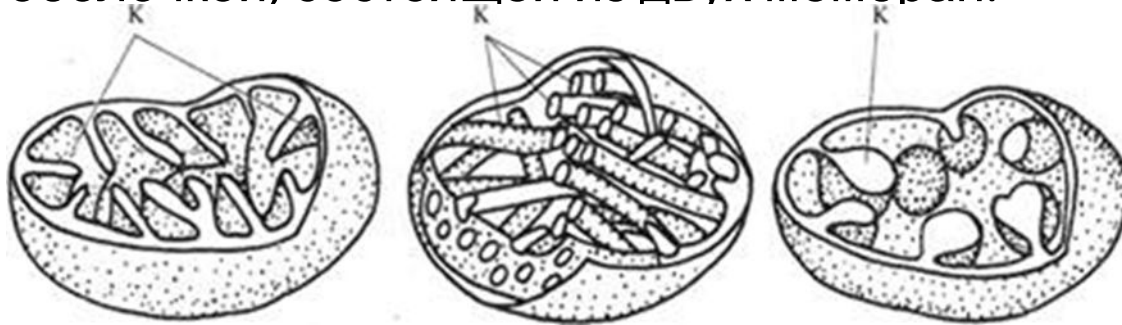


Cryptophyceae

Euglena viridis



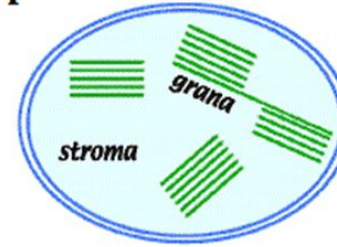
- **Митохондрии** встречаются в клетках эукариотных водорослей, причем их число в клетке и размеры варьирует. Митохондрии могут по-разному располагаться в клетке — в центре, по ее периферии, у монадных представителей они расположены у основания жгутиков. Они могут быть округлые, нитевидные, в виде сети или неправильных очертаний с округлыми (эвгленовые), трубчатыми, пластинчатыми (зеленые, красные) кристами.
- Их форма может варьировать в одной и той же клетке на разных стадиях жизненного цикла. Как и у других эукариот, митохондрии покрыты оболочкой, состоящей из двух мембран.



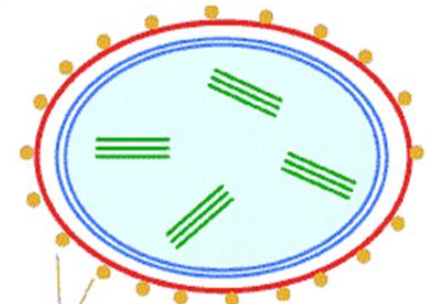
- **Пероксисомы** - тельца округлой формы, величиной менее 1 мкм встречаются в цитоплазме и ограничены одинарной мембраной.
- В них содержится большое количество ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции (оксидазы D-аминокислот, уратоксидазы и каталазы). В них нет ДНК и отсутствует собственный синтез белка, но они способны к саморепликации.

- Пластиды: хлоропласты (хроматофоры) и лейкопласты (амилопласты)
- Хлоропласты окружены двумя (зеленые и красные водоросли), тремя (эвгленовые), четырьмя (диатомовые и бурые) мембранами
- В хлоропластах – тилакоиды с пигментами: одиночные (красные) или в ламеллах (зеленые, бурые и др.)
- В строме хлоропластов **пиреноид** - уплотненное образование, вокруг которого откладываются запас. в-ва, фиксирует CO_2

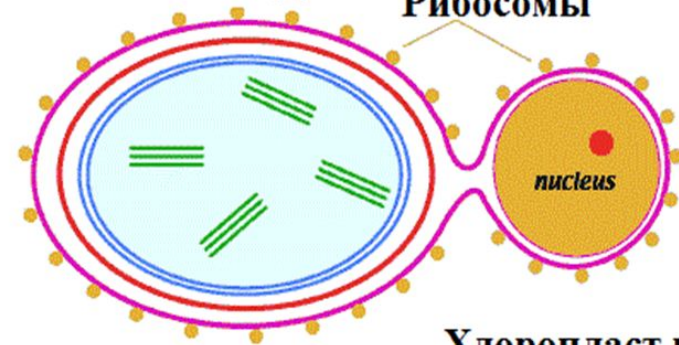
Хлоропласт зеленых водорослей



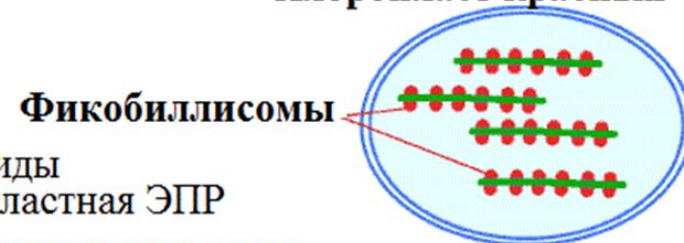
Хлоропласт эвгленовых



Хлоропласт диатомовых и бурых



Хлоропласт красных



- Тилакоиды
- Хлоропластная ЭПР
- 2 мембраны хлоропласта
- Наружная хлоропластная ЭПР

Пигменты

- хлорофиллы (Mg-порфиринопализопреноиды), поглощающие свет в синей и красной области видимого спектра в интервале длин волн 350 — 450, 650-750 нм;
- каротиноиды (полиизопреноиды и оксиполиизопреноиды), поглощающие свет в сине-зеленой части видимого спектра при 350 — 500 нм;
- билины (тетрапирролы с открытой цепью), максимально поглощающие свет в диапазоне длин волн 500 — 650 нм.

У хлорофиллов a, b и d имеется длинная фитольная цепочка, отсутствующая у хлорофиллов c. Пластиды водорослей из разных отделов отличаются по составу хлорофиллов. Так, глаукоцистофитовые, красные и эветигматофициевые водоросли содержат только хлорофилл a, зеленые, эвгленовые и хлорарахниофитовые содержат хлорофиллы a и b. Только у прازیнофициевых могут присутствовать три формы хлорофилла: a, b и c. Остальные отделы эукариотных водорослей содержат хлорофиллы a и c. У всех фотосинтезирующих прокариотических водорослей присутствует хлорофилл a, хлорофиллы b и c встречаются у прохлорофитов, хлорофилл d обнаружен только у *Acaryochloris marina*.

Главным хлорофиллом у всех фотосинтезирующих водорослей является хлорофилл a. В состав антенных систем входят хлорофиллы b и c. Хлорофилл c участвует в передаче энергии от каротиноидов к хлорофиллу a в антенных комплексах.

Каротиноиды выполняют роль светособирающих пигментов, фотозащитную функцию, стабилизируют липидную фракцию мембран. Различают две основные группы каротиноидов — каротины и ксантофиллы. У водорослей встречаются а- и б каротины. Ксантофиллы представляют собой кислородсодержащие производные каротинов. Большинство охрофитовых содержат фукоксантин, линкситин, перидинин, миксобактерий — эхиноценон и миксосистефилл

Отдел	Хлорофиллы				Каротиноиды					Фикобилипротеины		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	β -каротин	зеаксантин	фукоксантин	диатоксантин	перилин	фикоэри- трины	фикоциани- ны	аллофикоци- анины
Синезеленые (включая прохлорофитовые)	+	\pm^1	\pm^2	\pm^3	+	+				+	+	+
Глаукоцистофиты	+				+	+					+	+
Красные	+				+	+				+	+	+
Криптофиты	+		+		\pm	+				+	+	
Динофиты	+	\pm^4	+		+		\pm^5	+	+			
Примнезиофиты	+		+		+		+					
Охрофиты	+		$+$ ⁶		+	+	$+$ ⁷	+				
Эвгленовые	+	+			+	\pm		\pm				
Хлорарахниофиты ⁸	+	+			+							
Зеленые	+	+	\pm^9		+	+						

Запасные полисахариды водорослей

можно разделить на две группы по типу связывания сахаров в полимерных цепях.

Это α -1,4-глюканы (крахмал, багрянковый крахмал, цианофициновый крахмал) и (β -1,3-глюканы (хризоламинарин и парамилон). Например, парамилон образуют эвгленовые водоросли. Ламинариин встречается у охрофитовых и гаптофитовых.

Альфа-глюканы обнаружены у глаукоцистофитовых, динофитовых, криптомонад, зеленых, красных и синезеленых водорослей.

Липиды встречаются в клетках многих водорослей в виде капель разного размера. Их количество связано с возрастом и функциональным состоянием клетки.

У многих водорослей в цитоплазме имеются сферические плотные структуры, которые содержат полифосфаты.

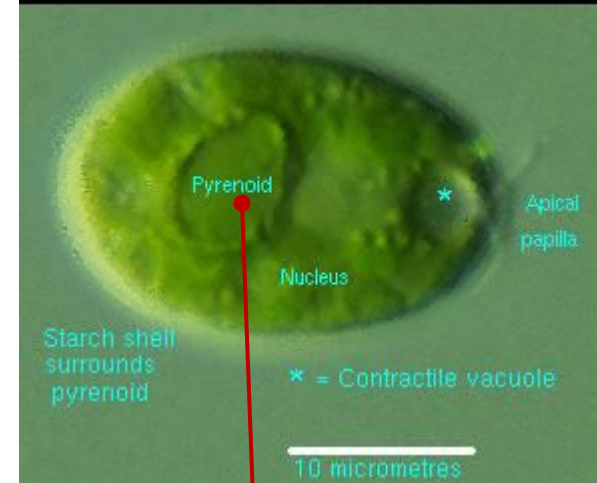
Соединения азота у цианобактерий запасаются в виде цианофициновых гранул, состоящих из аминокислот аргинина и аспарагина.

Пиреноид (от греч. pyrén — косточка плода, зерно и éidos — вид, форма) клеточная органелла многих водорослей, а также печёночных мхов из порядка антоцеротовых. П. имеют округлые или угловатые очертания, расположены внутри хлоропласта или на нём, всегда тесно с ним связаны и служат местом образования крахмала. Размеры и число П. с возрастом клетки могут меняться. П. состоит из центрального тела белковой природы — матрикса, или стромы, и

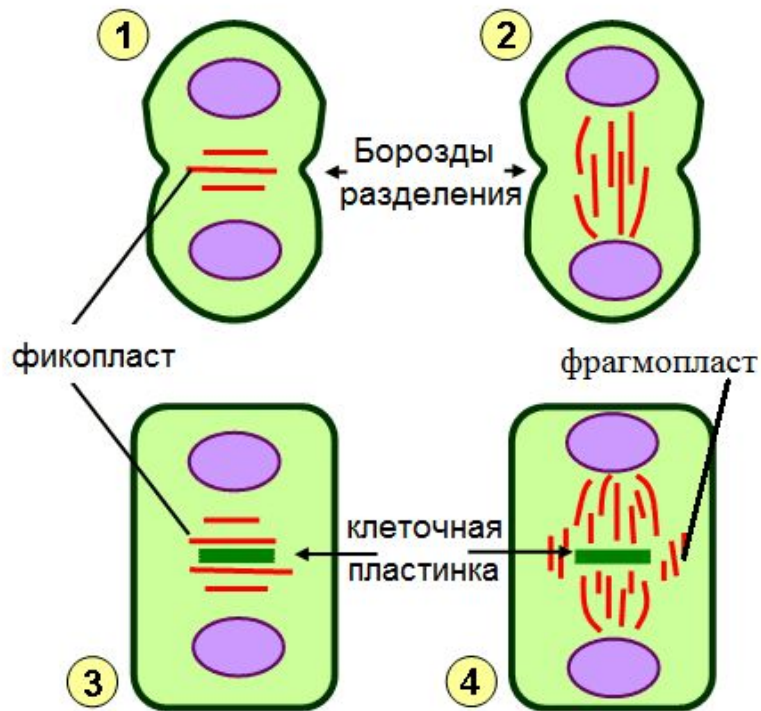


Chlamydomonas moewusii

Gerloff



- Ядро в клетках: 1 или множество (сифональный и сифонокладальный талломы), хроматин (ДНК в комплексе с гистонами)
- Митоз: открытый (харовые, золотистые, диатомовые); полузакрытый (зеленые, красные, бурые); закрытый (эвгленовые)
- Цитокинез путем образования



		Плевромитоз	Ортомитоз
Закрытый	вне-ядерный		—
	внутри-ядерный		
Полу-закрытый			
Открытый		—	

Митоз, или не прямое деление водорослей, может протекать по-разному. В зависимости от поведения ядерной оболочки различают закрытый, полузакрытый и открытый МИТОЗЫ

Типы морфологической дифференциации таллома у водорослей:

- А — монадный у *Chlamydomonas*,
 Б — амебоидный у *Rhizochrysis*,
 В — гемимонадный у *Hydrurus*,
 Г — коккоидный у *Pediastrum*,
 Д — сарциноидный у *Chlorosarcina*,
 Е — нитчатый у *Ulothrix*;
 Ж — разнонитчатый у *Frielschiella*;
 З — ложнотканевый у *Furcellaria*;
 И — тканевый у *Laminaria*,
 К — сифональный у *Caulerpa*,
 Л — сифонокладальный у *Cladophora*

