



# **Бурые и зеленые водоросли**

Империя Хромальвеолы – *Chromalveolata*  
Царство Страминопилы - *Straminopila*  
Отдел Охрофитовые водоросли –  
*Ochrophyta*

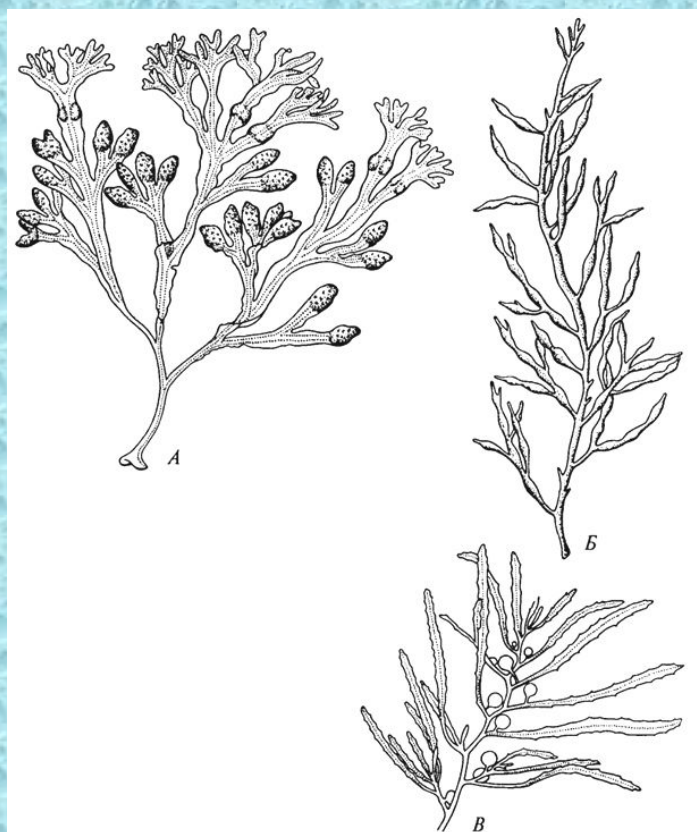
# Класс *Fucophyceae* - Фукофициевые

- Многоклеточные макрофиты. У просто устроенных представителей таллом разнонитчатый (гетеротрихальный). У более прогрессивных форм встречаются ложные и истинные ткани.
- Монадные формы несут по 2 гетероконтных гетероморфных жгутика.
- Пигменты: хлорофиллы  $a$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  + фукоксантин → окраска бурая.
- Митохондрии с трубчатыми кристами.
- Запасной продукт: углевод ламинарин, спирт маннит и липиды.
- Клеточная стенка содержит целлюлозу, соли альгиновой кислоты.
- Митоз полузакрытый, с центриолями.
- Размножение вегетативное, бесполое и половое.
- Фототрофы.



# Порядок *Fucales* - Фукусовые

- Водоросли с апикальным ростом, тканевым талломом.
- Половой процесс: оогамия.
- Жизненный цикл: диплобионтный с гаметической



- Внешний вид фукусовых: А - фукус (*Fucus*); Б - цистозира (*Cystoseira*); В - саргассум (*Sargassum*).



# Род *Fucus* - Фукус

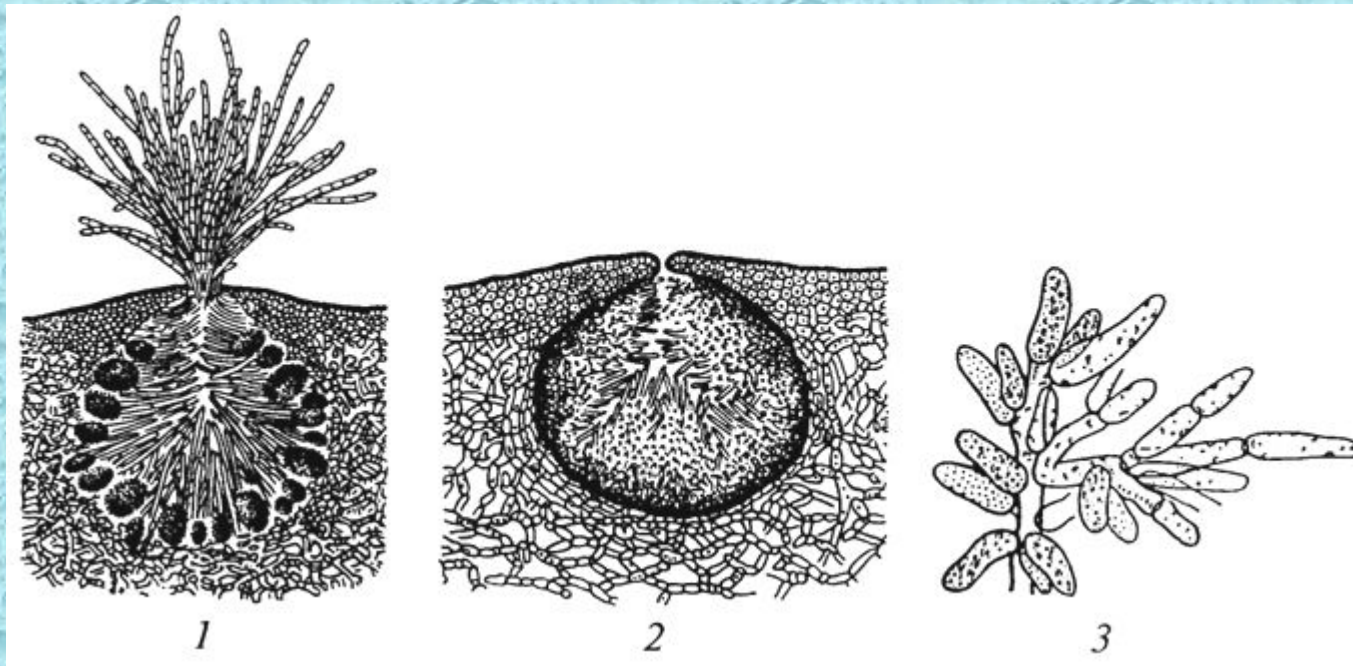
- Имеет многолетнее слоевище до 2 м длиной.
- Прикрепляется к субстрату при помощи подошвы.
- Ветви плоские, с выступающим продольным ребром, ветвление дихотомическое.
- На талломе расположены воздушные пузыри (пневматофоры), заполненные газом.





# Род *Fucus* - Фукус

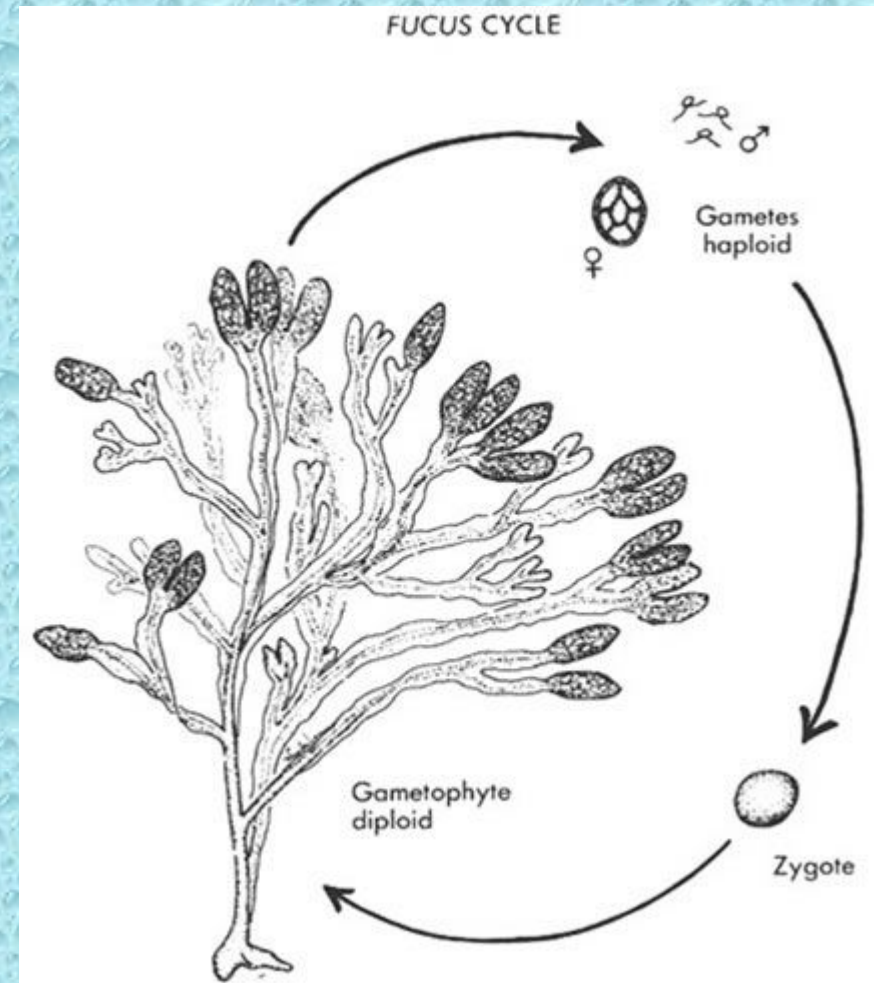
- Половые органы (гаметангии) формируются внутри камер – концептакулов (скафидий).
- Концептакулы находятся во вздутых кончиках ветвей таллома – рецептакулах и открываются на поверхность с помощью поры. При размножении концы таллома вздуваются, окрашиваются в желтый цвет.



1 - разрез женского скафидия; 2 - разрез мужского скафидия,  
3 - веточка с антеридиями

# Род *Fucus* - Фукус

- Встречаются одно- и двудомные представители. У однодомных форм оогонии и антеридии могут образовываться в одном или разных концептакулах.
- Оогонии располагаются на ножках, в каждом из них образуется по 8 яйцеклеток. **Образованию гамет предшествует мейоз.**
- Антеридии формируются на ветвящихся парафизах. В каждой антеридии образуется по 64 сперматозоида.
- Зрелые гаметы выходят в окружающую воду. Сперматозоиды привлекает феромон фукосерратен, выделяемый яйцеклеткой.
- Образующаяся зигота сразу прорастает в новое растение.



# Порядок *Laminariales* - Ламинариевые

- Паренхиматозный тип дифференциации таллома у спорофита.
- Рост вставочный.
- Половой процесс: оогамия.
- Жизненный цикл: гаплодиплобионтный со спорической редукцией и гетероморфной сменой поколений  
(с крупным спорофитом и микроскопическим гаметофитом).



# Род *Laminaria* - Ламинария

- Обитает в прохладных морях в основном Северного полушария.
- Встречается до глубины 200 м.
- Размеры таллома **спорофита** могут достигать 20 м.



Ламинария  
пальчатая



# Ламинария сахарная





# Род *Laminaria* - Ламинария

- Таллом спорофита состоит из листовой пластинки, черешка (стволика) и ризоидов, при помощи которых водоросль крепится к субстрату.
- Стволик и ризоиды – многолетние, а листовая пластинка ежегодно отмирает и отрастает вновь.
- В месте перехода пластинки в стволик находится интеркалярная (вставочная) меристема.

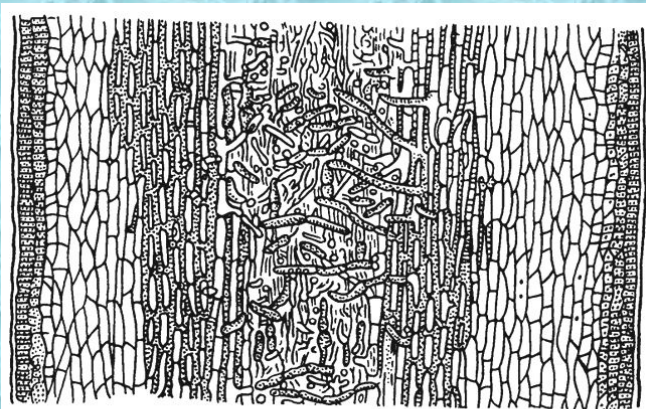


Ламинария  
сахарная

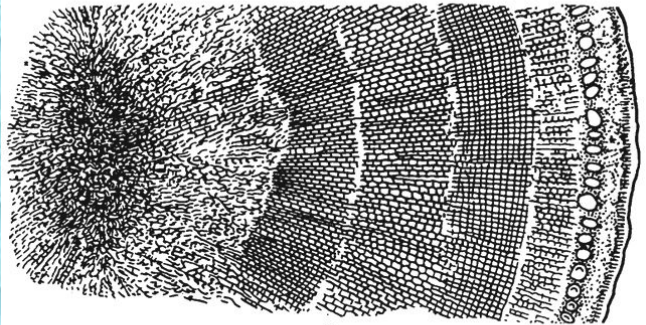


Ризоиды

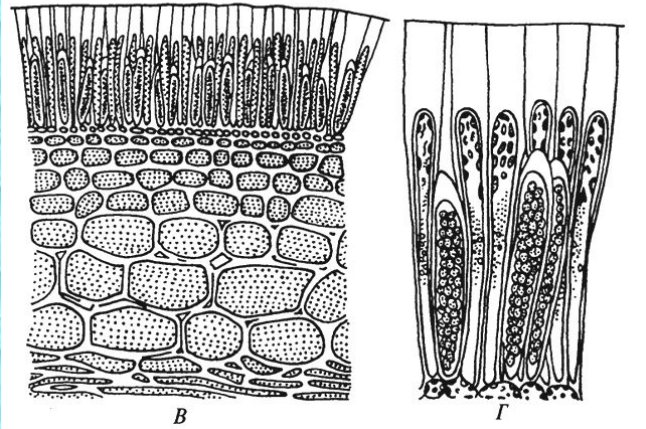




А



Б



В

Г

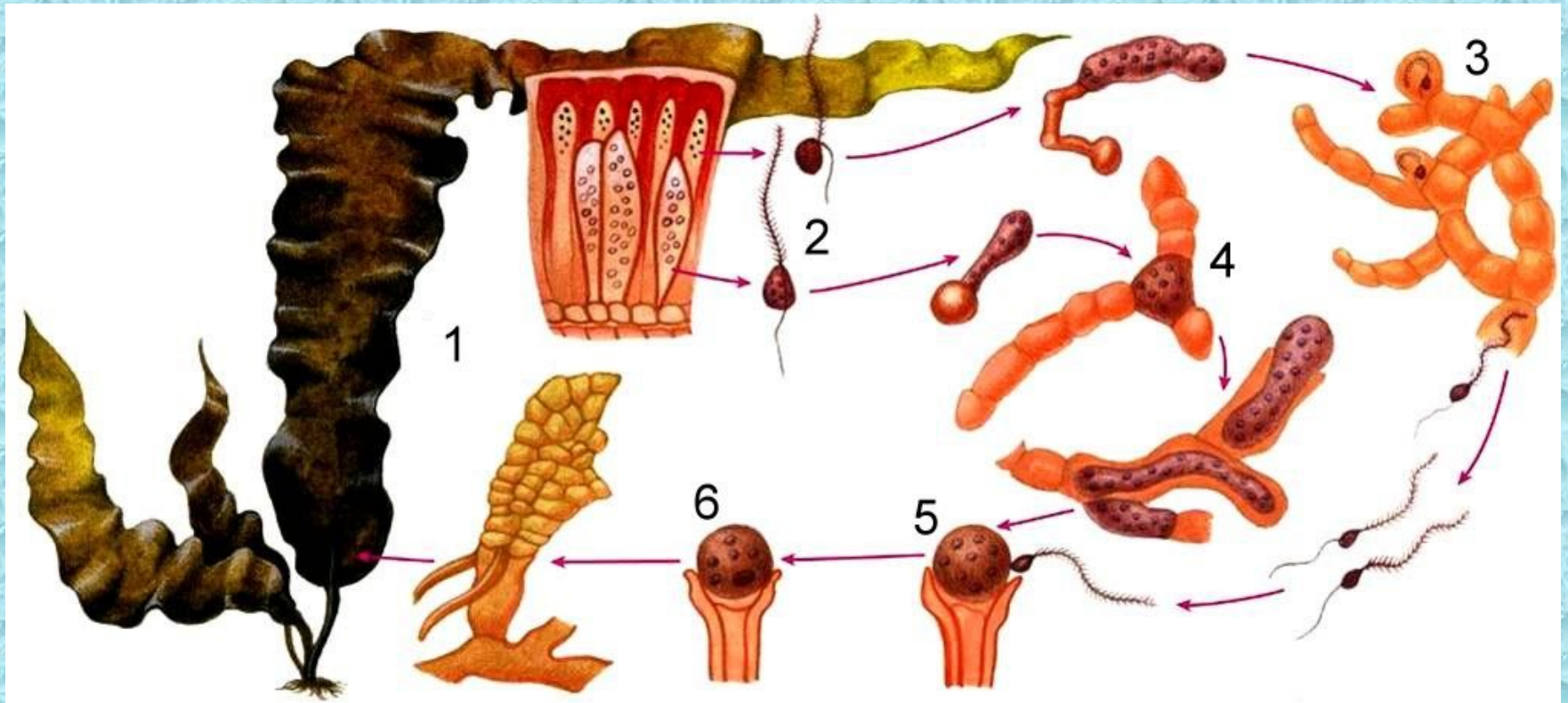
- Ламинариевые имеют сложное анатомическое строение.
- На поперечном срезе через ствол можно различить мелкоклеточную наружную кору, крупноклеточную внутреннюю кору и сердцевину.
- В сердцевине черешка встречаются ситовидные трубки!
- *Проводящие элементы сердцевины обеспечивают транспорт органических веществ от верхней части пластины, где идет интенсивный фотосинтез, в нижерасположенные части растения.*
- Ламинария (*Laminaria*): А - продольный разрез черешка; **Б - поперечный разрез черешка**; В, Г - разрез листовой пластинки с сорусом спорангиев



# Жизненный цикл Ламинарии

- При бесполом размножении на спорофите ( $2n$ ) на поверхности листообразной пластинки из коровых клеток группами (сорусами) формируются одногнездные спорангии, из которых развиваются зооспоры. **Развитию зооспор предшествует мейоз.**
- Зооспоры прорастают в микроскопические заростки (гаметофиты). На мужских гаметофитах образуются антеридии, в которых формируются сперматозоиды.
- На женских гаметофитах образуются оогонии, в которых развивается по одной крупной яйцеклетке. Яйцеклетка выходит из оогония, но остается прикрепленной к его краям. Сперматозоид привлекается к яйцеклетке феромоном (ламоксереном).
- После оплодотворения образуется зигота, которая сразу прорастает в спорофит.

# Жизненный цикл Ламинарии



1 - спорофит; 2 - зооспоры; 3- мужской гаметофит с антеридиями; 4- женский гаметофит с оогониями; 5 – оплодотворение; 6 – зигота.



# Значение бурых водорослей

- Используются в пищу, на корм скоту, как удобрение, для производства альгинатов и маннита.
- Альгинаты и фукоиданы активно используются в фармацевтической промышленности.



# Империя Растения - *Plantae*

- Фотосинтезирующие организмы, хлоропласты которых возникли в результате первичного симбиоза.
- Оболочка хлоропласта состоит из двух мембран.
- Хлорофилл «с» отсутствует.

## • Царство Зеленые растения – *Viridiplantae*

- Сюда относят все зеленые водоросли и высшие растения.
- Хлорофилл «а» и «b».



# Зеленые водоросли (в широком смысле)

- Насчитывают около 8 тысяч видов.
- Встречаются в пресных и морских водах, в почве, наземных местообитаниях.
- Одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы. Встречаются все типы морфологической организации таллома, кроме амебоидной.
- Жгутиков обычно 2, равной длины одинакового строения.
- Хлоропласты покрыты двойной мембраной.
- Окраска: зеленая.
- Пигменты: хлорофилл «а» и «b».

# Зеленые водоросли

- Запасной продукт: крахмал.
- Клеточная стенка: целлюлозная.
- В клетках встречаются пиреноиды – плотные структуры белковой природы, окруженные обкладкой из крахмала.
- Размножение: вегетативное, бесполое, половое.
- Основной тип жизненного цикла: гаплобионтный с зиготической редукцией.
- **Зеленые водоросли отнесены к двум отделам: *Chlorophyta* и *Charophyta*.**



# Отдел *Зеленые водоросли* ( в узком смысле) – *Chlorophyta*

- Симметричное расположение микротрубочковых корней.
- Митоз закрытый, полузакрытый, метацентрический.
- Цитокинез идет за счет формирования борозды деления и клеточной пластинки с фикопластом.
- Гликолат разрушается ферментом гликолатдегидрогеназой.
- Морские, пресноводные и наземные организмы.

# Класс Ульвофициевые - *Ulvophyceae*

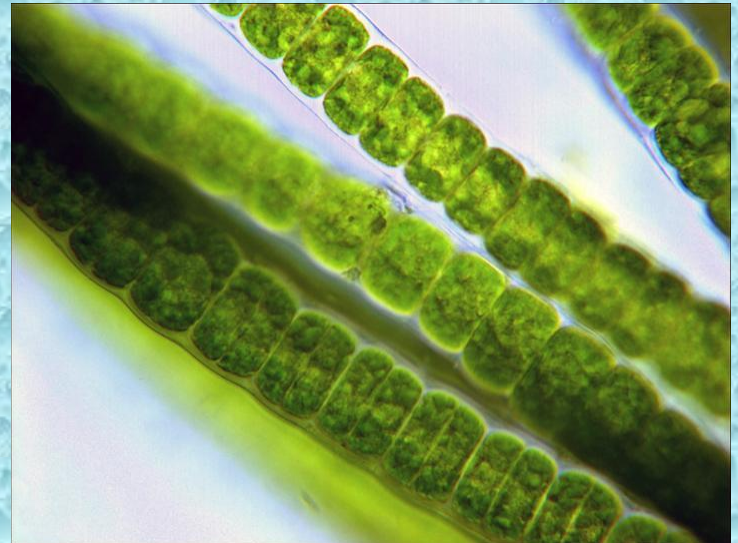
- Различные типы дифференциации таллома.
- Монадные стадии с апикальными жгутиками.
- Митоз закрытый, центрический, телофазное веретено остается.
- Цитокинез происходит путем впячивания цитоплазматической мембраны.
- Используют гликолатдегидрогеназу.
- Жизненные циклы: гаплобионтный с зиготической редукцией, диплобионтный с гаметической редукцией, гаплодиплобионтный со спорической редукцией.
- Преимущественно морские обитатели.



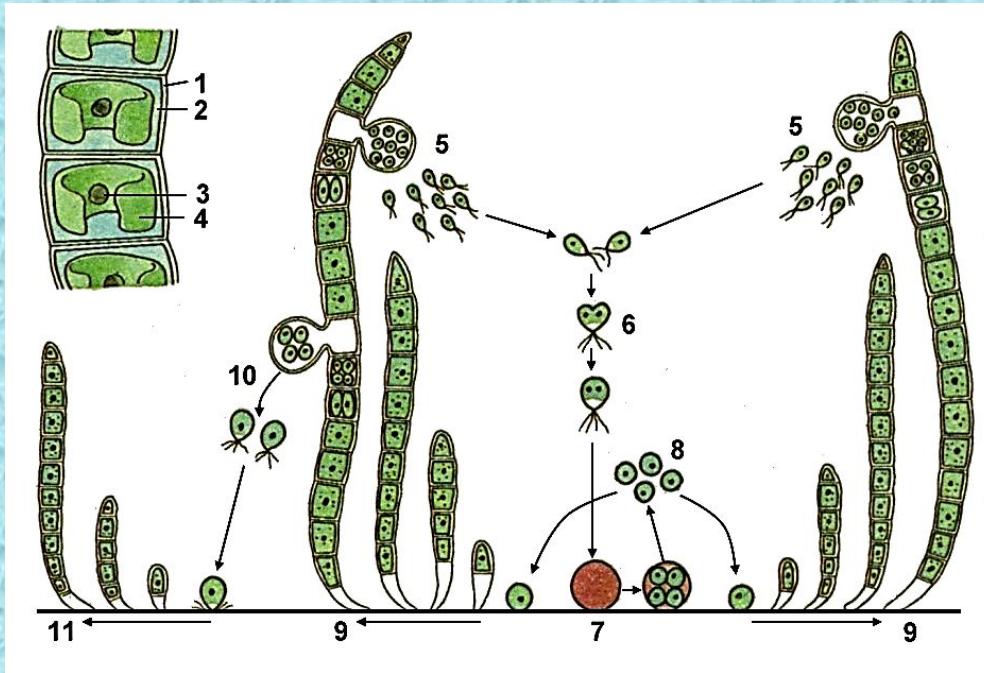
# Порядок Улотриксовые - *Ulotrichales*

## • Род Улотрикс – *Ulothrix*

- Имеет вид неветвящихся нитей, прикрепленных к субстрату базальной клеткой.
- Все клетки (кроме базальной) способны к делению и образованию зооспор и гамет.
- Большая часть клетки занята вакуолью, в цитоплазме расположено 1 ядро и париеальный хлоропласт.
- Обитает в морской или пресной воде.



# Бесполое размножение улотрикса

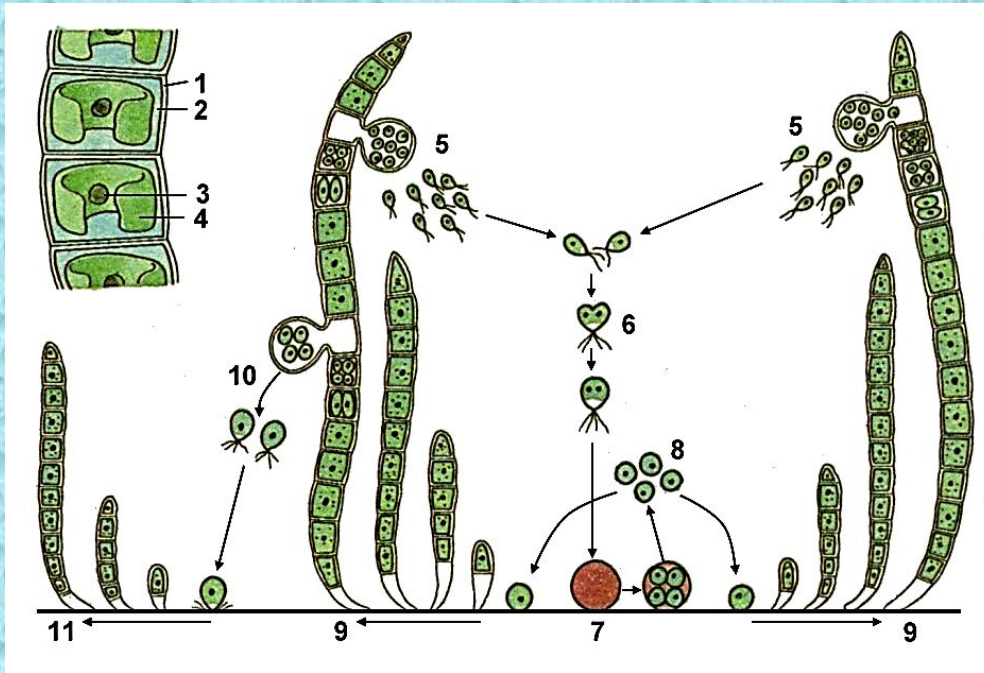


1 – клеточная стенка,  
2 – цитоплазма, 3 – ядро,  
4 – хлоропласт,  
10 – образование зооспор,  
11 – развитие новой особи из зооспоры.

- При бесполом размножении в клетках формируются 1-32 четырехжгутиковых зооспор, которые выходят в воду через пору в родительской клеточной стенке.
- Различают микро- и макрозооспоры, различающиеся размерами, положением глазка и временем плавания.



# Половое размножение улотрикса



5 – образование гамет,  
6 – копуляция гамет,  
7 – зигота, 8 – апланоспоры,  
9 – развитие новой особи из апланоспоры.

- При половом размножении формируются двужгутиковые изогаметы. Выйдя из материнской клетки, гаметы из разных нитей сливаются в воде, образуя 4-жгутиковую зиготу. После периода плавания зигота оседает на субстрат, одевается оболочкой. После периода покоя зигота прорастает (R!!!) 4-16 гаплоидными зооспорами или апланоспорами, которые после выхода в воду прикрепляются к субстрату и прорастают в новые нити.

# Порядок *Ulvales* – Ульвовые

- Морские макрофиты с талломами, состоящими из одноядерных клеток.
- Таллом пластинчатый, в онтогенезе образующийся из нитчатого.
- Клетки имеют по 1 париетальному хлоропласту.
- Жизненный цикл: гаплодиплобионтный с изоморфной сменой поколений.



# Род *Ulva* - Ульва

- В ходе онтогенеза из прикрепленной к субстрату нити в результате поперечных и продольных делений образуется двухслойная пластинка.
- Оба слоя клеток остаются плотно сомкнутыми.
- Таллом имеет гофрированные края, прикреплен к субстрату суженным основанием.





# Род *Enteromorpha* – Энтероморфа (кишечница)

- У энтероморфы 2 слоя клеток пластинки расходятся, образуя рукав или кишку.
- Ульва и энтероморфа – морские обитатели, однако могут выдерживать сильное опреснение.
- Ульва может употребляться в пищу.



Зелёные водоросли. Энтероморфа (*Enteromorpha*).

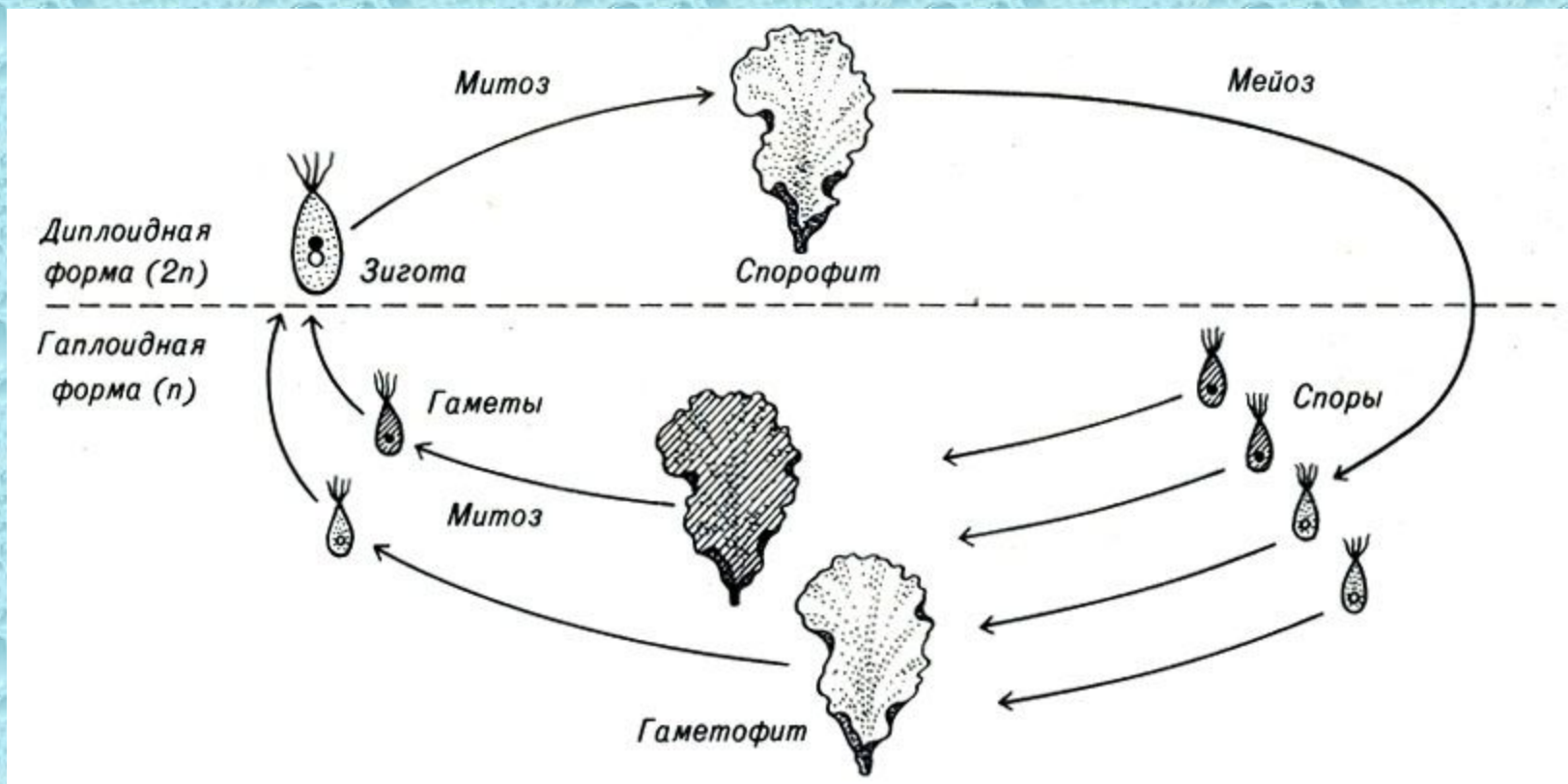




# Размножение

- Вегетативное: участками таллома.
- Бесполое размножение: четырехжгутиковыми зооспорами.
- Половой процесс: изо- или гетерогамия, осуществляется двухжгутиковыми гаметами.
- В жизненном цикле присутствует смена диплоидного спорофита и гаплоидного гаметофита. Оба поколения внешне одинаковы.
- Редукционное деление предшествует образованию зооспор.
- Жизненный цикл: гаплодиплобионтный со спорической редукцией и изоморфной сменой поколений.
- Характерна гетероталличность видов.

# Жизненный цикл ульвы





# Задание:

- 1) **Фукус:** строение таллома, продольный разрез через мужской и женский скафидий (концептакул),
- 2) **Ламинария:** строение таллома и гаплодиплобионтный жизненный цикл со спорической редукцией и гетероморфной сменой поколений,
- 3) **Улотрикс:** бесполое и половое размножение,
- 4) **Ульва:** гаплодиплобионтный жизненный цикл со спорической редукцией и изоморфной сменой поколений,
- 5) **Энтероморфа:** строение таллома.