



**Выход растений на сушу.  
Высшие растения**

# Происхождение высших растений



Рис. 1. *Chara*

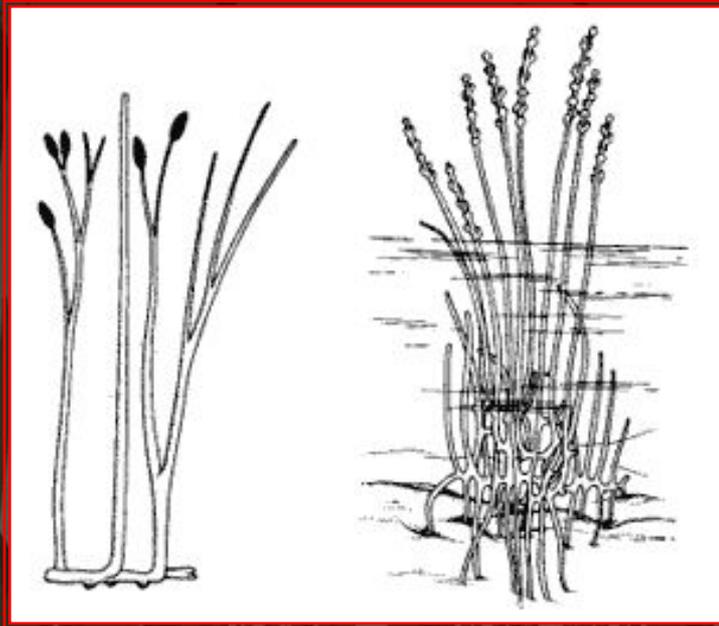


Рис. 2.  
Псилофиты



Рис. 3. Камыш

# Цикл развития высших растений





# Происхождение высших растений

## Гипотезы происхождения высших растений

Конец 19 века (Ф. Боуэр, Ф. Фрич, Р. Веттштейн и др.) – первые гипотезы.

Т.к. у многих высших растений гаметофиты на ранних стадиях имеют нитчатое строение, возможными предками считали нитчатые зеленые водоросли, обитавшие на мелководье или в зоне прилива, дальнейшая их эволюция шла на суше и сопровождалась не только морфологическими изменениями, но и появлением гетероморфного цикла развития.



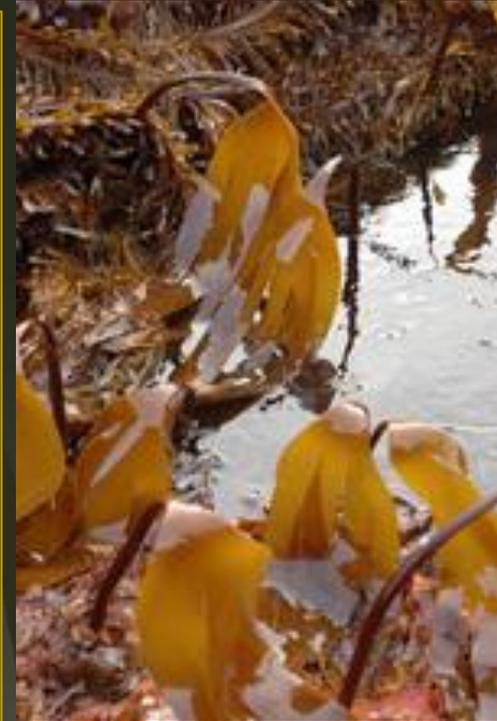
**Ulotrix**

# Происхождение высших растений

## Гипотезы происхождения высших растений

Г. Шенк, Г. Понотье – происхождение от бурых водорослей.

Наличие у некоторых бурых водорослей (например, у ламинарии) четко выраженной смены поколений и гетероморфного цикла развития, сложное расчленение тела, паренхиматозное строение, многоклеточные спорангии и гаметангии.



**Laminaria**

Но! У бурых водорослей пигменты – хлорофиллы а и с, фукоксантин; продукты запаса – ламинарин и маннит.  
Бурые – исключительно морские организмы.

# Происхождение высших растений

## Гипотезы происхождения высших растений

Происхождение от красных водорослей.

Сложное расчленение тела многих красных водорослей, цикл развития с чередованием поколений.



**Fucus**

Но! У красных водорослей пигменты – хлорофилл а, фикобилины (фикоэритрины, фикоцианины, аллофикоцианин); в цикл развития нет жгутиковых стадий; очень своеобразный цикл развития; продукт запаса – «багрянковый крахмал».

# Происхождение высших растений

## Гипотезы происхождения высших растений

Вторая половина 20 в. Л. Стеббинс, М. Шадефо и др. - происхождение от зеленых водорослей.

Хлорофиллы а и b; двумембранные пластиды с выраженной системой внутренних мембран; основное запасное вещество – крахмал; всевозможные циклы развития, все типы полового процесса, имеются как зооспоры, так и апланоспоры; обитают преимущественно в пресной воде, встречаются на суше.

# Происхождение высших растений

## Гипотезы происхождения высших растений

**От древних харовых.**

Кроме перечисленных общих черт зеленых водорослей и высших растений, у харовых, в отличие от других водорослей, как и у высших растений межклеточная пластинка образуется на последних этапах митоза и развивается центробежно (что также характерно для некоторых представителей класса улориксовых).

Сложное морфологическое строение, многоклеточные оогонии. Видимо, эволюция шла в наземных условиях, при этом важную роль играл симбиоз с грибами, который обеспечивал лучшее использование мин. веществ и поглощение воды.

# Происхождение высших растений

Наземные условия существенно отличаются от условий жизни в водоеме:  
дефицит воды, питательных веществ,  
влияние солнечных лучей, низкая плотность  
среды, газообмен в воздушной среде,  
сильные колебания температуры и др.



# Древнейшие на суше

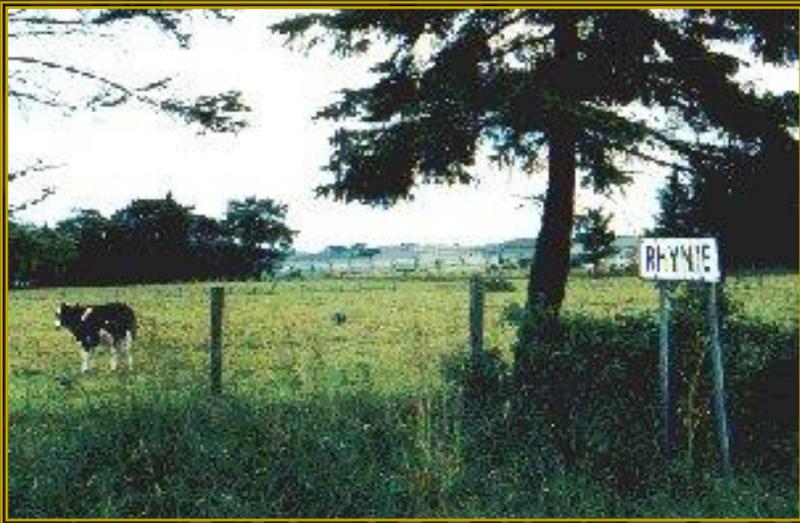
Псилофиты – первые сосудистые растения. Наиболее древняя находка – **куксония** (произрастала 415 млн. л.н.). Обнаружена в силурийских песчаниках Шотландии в 1937 г. У. Лангом. Впервые псилофиты обнаружены в 1859 г. Дж. Досоном в девонских отложения Канады – **голорос первичный**, или *Psilophyton princeps*. В 1912 г. в раннедевонских отложениях Шотландии обнаружена **риния (Rhynia)**.



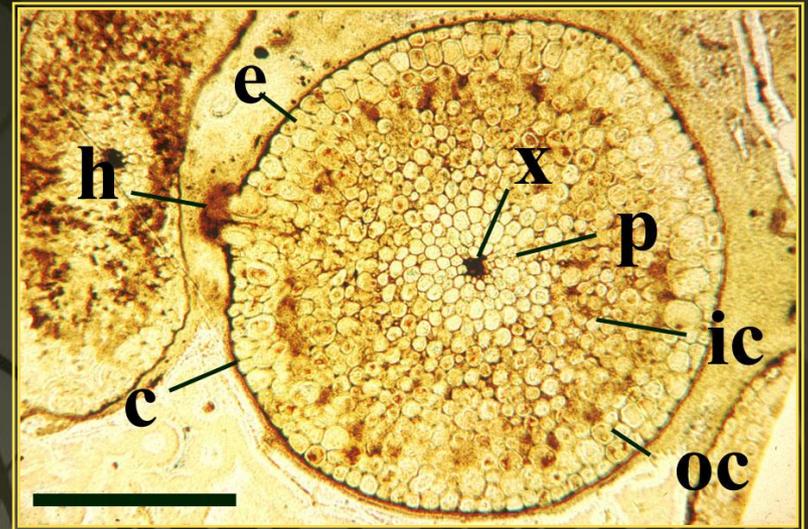
***Cooksonia*. Отпечаток и реконструкция растения**

# Древнейшие на суше

У псилофитов имелась проводящая ткань: ксилема и флоэма; они не имели настоящих корней, а прикреплялись к почве ризоидами. Вильчато-ветвящиеся стебли достигали в высоту 25 см и были покрыты чешуйчатыми «листьями» - выростами стебля. От высыхания растение предохраняла кутикула. Имелся симбиоз с грибами.



*Окрестности деревни  
Райни (Rhynie)*



*Поперечный срез через  
веточку ринии*

# Происхождение высших растений

Силур наиболее вероятное время для появления высших растений по ряду причин:

- изменения климата, способствовавшие обмелению океана и опреснению воды. Поэтому представители высших растений должны были приспособливаться к жизни в солоноватой воде, затем в пресной, в эстуариях, на мелководье или на влажных берегах водоемов;
- уменьшение интенсивности ультрафиолетового излучения и увеличение кислорода (формирование озонового слоя);
- развитие метаболизма фенольных соединений, в том числе дубильных веществ, флавоноидов, антоцианов и др., которые регулируют ростовые процессы, участвуют в защитных реакциях, в том числе от мутагенных факторов (УФ, ионизирующая радиация, некоторые химические вещества).

# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Усложнение внешнего строения

**Ветвление:** увеличение поверхности спорофита

**Образование листьев:** увеличение поверхности спорофита

**Активизация процессов ассимиляции, газообмена и транспирации**

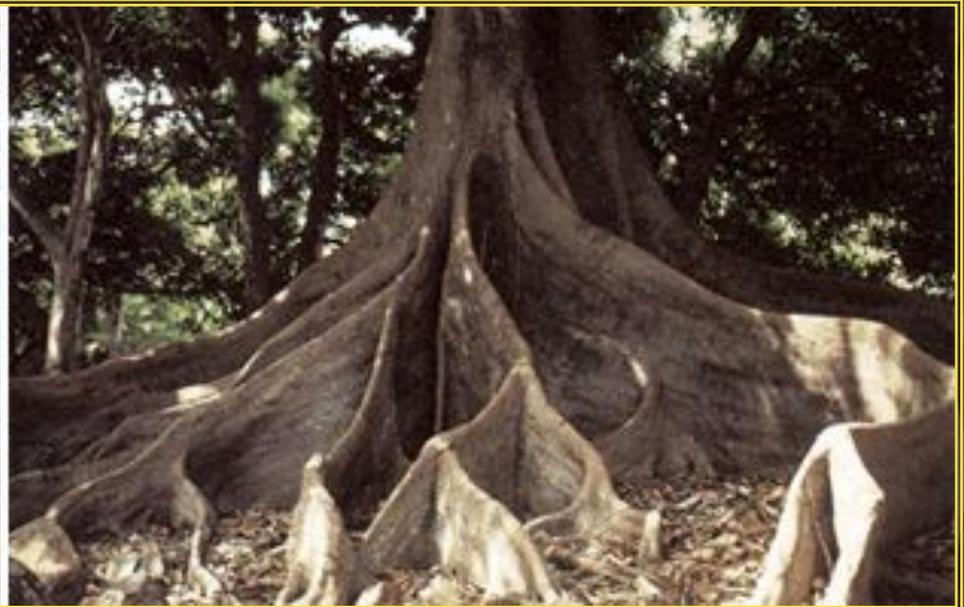
**Появление почек:** защита зон роста, молодых зачатков.

**Образование органов (корень и побег):** разделение функций

# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Усложнение внешнего строения

**Образование корней:** решение проблемы дефицита воды и минеральных веществ; симбиоз с грибами; удержание в почве

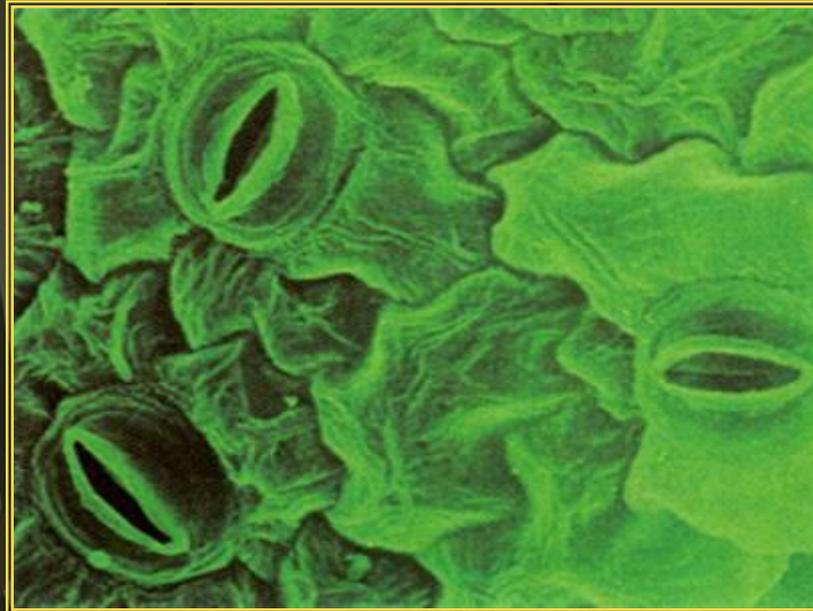


# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Внутренняя дифференциация

**Защита от высыхания:** образование эпидермы, покрытой кутикулой

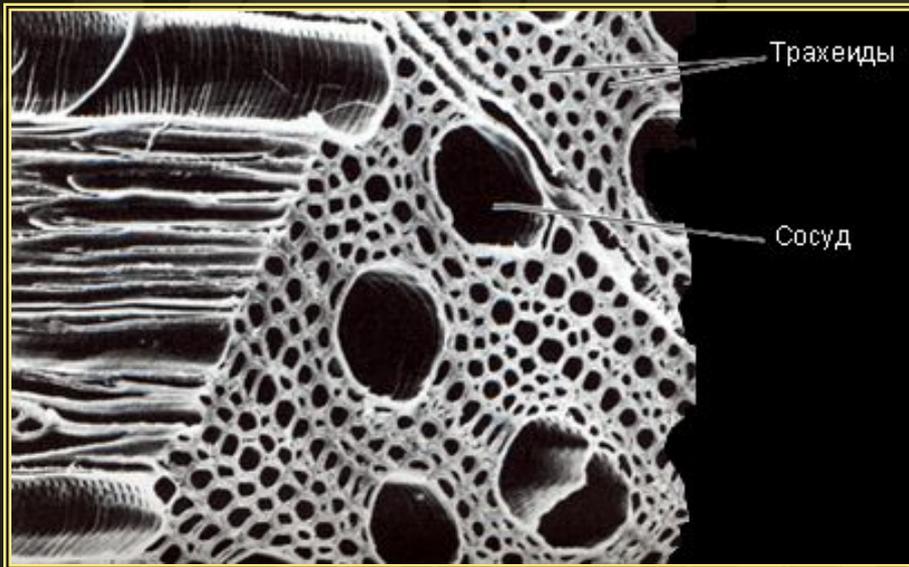
**Образование устьиц (газообмен, регуляция транспирации)**



# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Внутренняя дифференциация

Разделение функций → пути транспорта веществ: образование ксилемы (транспорт воды от корней к другим органам) и флоэмы (транспорт продуктов фотосинтеза от листьев к другим органам)



Участок ксилем клена



Участок флоэмы тыквы

# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Внутренняя дифференциация

Хлоренхима: фотосинтезирующая ткань

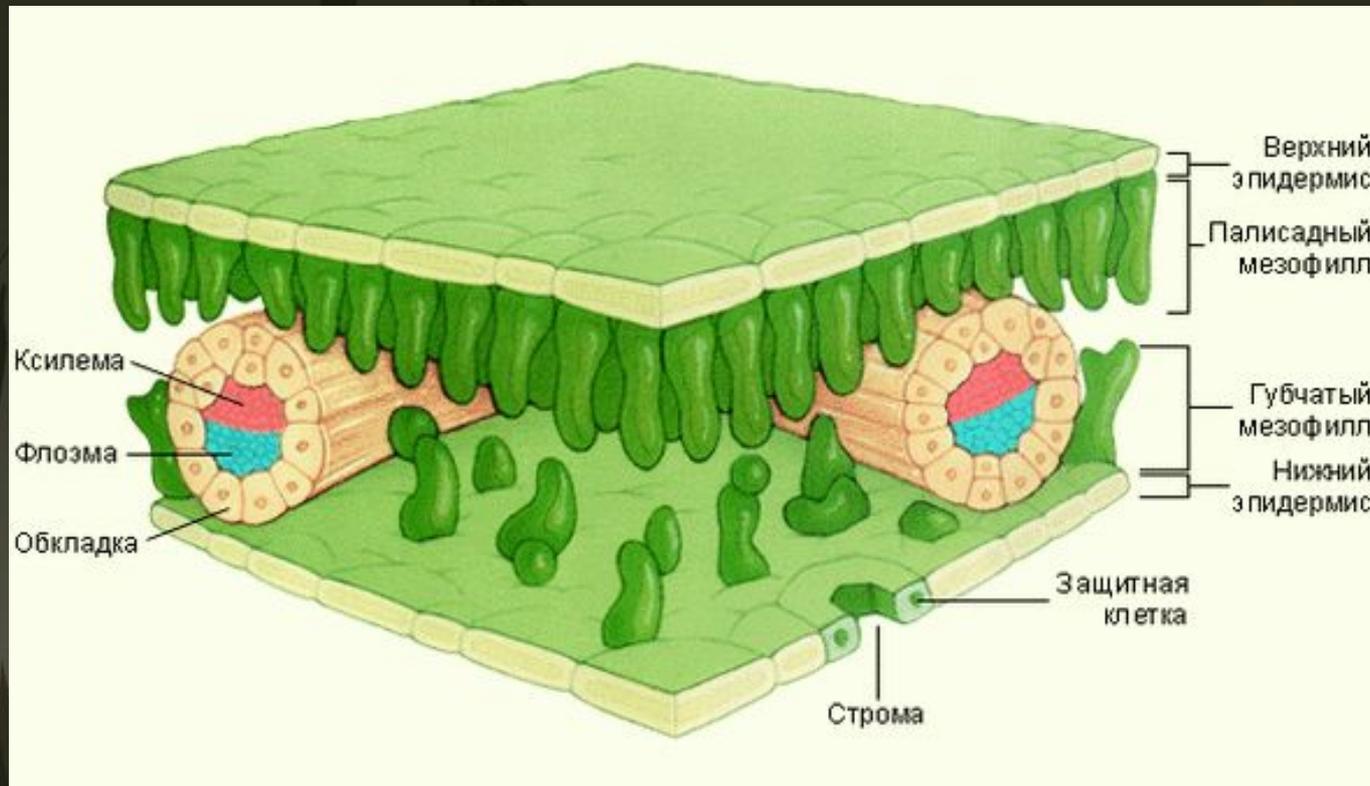
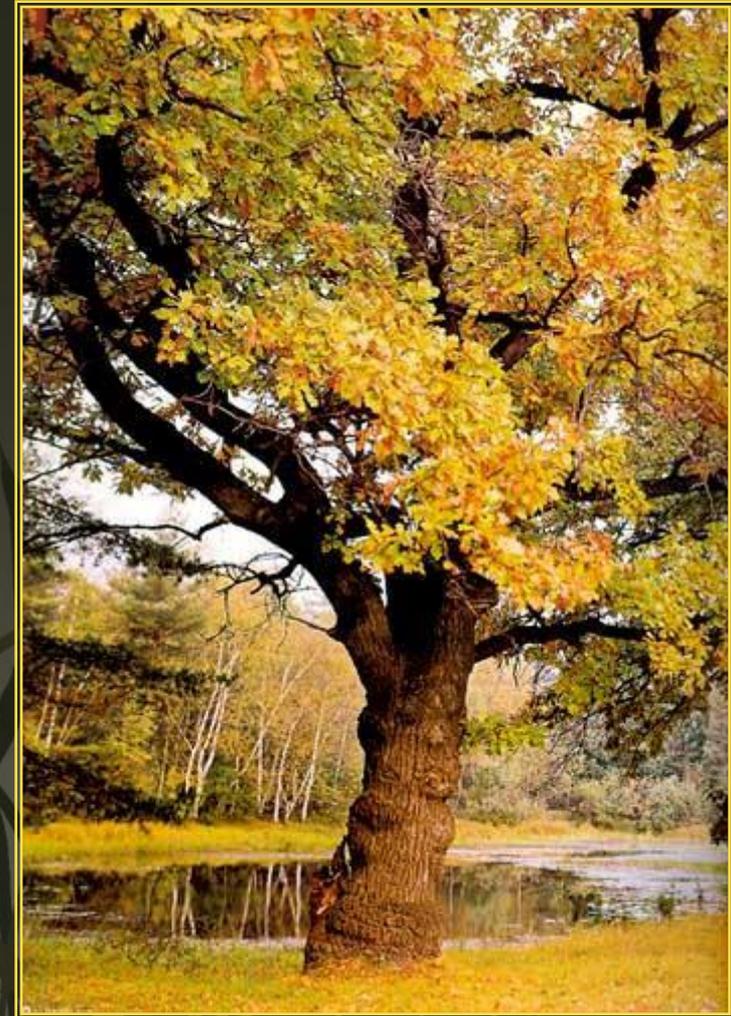


Схема строения листа

# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Внутренняя дифференциация

Приспособления для сохранения положения тела растения в пространстве: у небольших наземных растений – за счет тургора, у крупных – система механических волокон и тканей.



# Морфолого-анатомическая дифференциация высших растений в связи с выходом на сушу

## Приспособления для оплодотворения в условиях дефицита воды



Richard Armstrong 2002

# Спасибо за внимание!



*Псилотум*



*Тмесиптерис*