Е.В. Жудрик, В.Н. Кавцевич

Методические рекомендации для выполнения лабораторных занятий по ботанике (раздел анатомия вегетативных органов)

Минск 2014

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Тема 4. Микроскопическое строение стеблей споровых растений

Материалы и оборудование. Временные препараты стеблей хвоща полевого и селягинеллы обыкновенной, постоянные микропрепараты стебля плауна булавовидного и корневища орляка обыкновенного; биологические микроскопы, предметные и покровные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лезвия, дистиллированная вода, таблицы.

Общие пояснения

Анатомическая структура стеблей растений разных систематических групп разнообразна и зависит от условий обитания. У споровых первичная структура стебля сохраняется в течение всей жизни. В стебле этих растений различают эпидерму с устьицами, центральный цилиндр (стелу) и первичную кору. Наиболее сложное строение имеет стела. Для растений разных систематических групп характерны разные стелярные типы и их эволюционная преемственность.

Наиболее древний и примитивный тип стелы – *гаплостела* (*протостела*) состоит из сплошного тяжа ксилемы, покрытого слоем флоэмы (Рисунок 4.1.1). Встречается в стеблях некоторых плаунов и папоротников, а также в корнях большинства растений. Из гаплостелы развилась *актиностела*, ксилема которой на поперечном срезе имеет вид звезды, окруженной флоэмой (Рисунок 4.1.2).

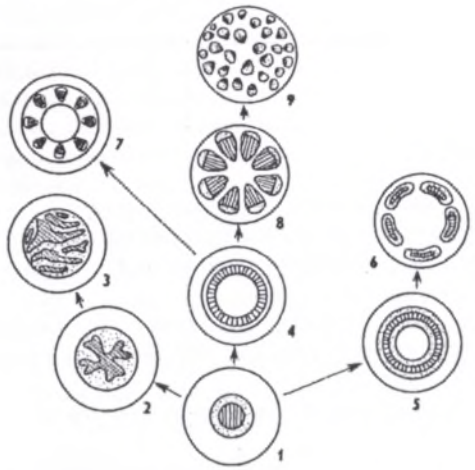

Рисунок 4.1. Схема эволюции стелы (*ксилема заштрихована продольными штрихами, а флоэма - точками*).
1 – протостела, или гаплостела;
2 – актиностела;
3 – плектостела;
4 – эктофлойная сифоностела;
5 – амфифлойная сифоностела;
6 – диктиостела;
7 – артростела;
8 – эвстела;
9 – атактостела.

Результатом дальнейшей специализации актиностелы является *плектостела* (Рисунок 4.1.3), характерная для стеблей большинства видов плаунов. В плектостеле ксилема разбита на отдельные пластинки, расположенные параллельно или радиально друг к другу.

Следующим этапом эволюции стал переход к *сифоностеле*, в которой появляется сердцевина. Различные типы сифоностелы очень характерны для многих папоротников: *эктофлойная сифоностела* (Рисунок 4.1.4) – ксилема

снаружи обрамлена флоэмой, перициклом и эндодермой и *амфифлойная сифоностела* (Рисунок 4.1.5) - ксилема обрамлена флоэмой внутри и снаружи, а за ними следуют перицикл и эндодерма.

Дальнейшее эволюционное усложнение стелы связано с развитием паренхимных полос, идущих от сердцевины к коре в радиальном направлении, рассекая сифоностелу на отдельные пучки, сохраняющие кольцевое расположение. Из рассеченной амфифлойной сифоностелы формируется *диктиостела* (Рисунок 4.1.6), характерная для многих папоротников, лишенных камбия. У хвощей и родственных форм из эктофлойной сифоностелы возникает особый тип стелы – *артростела* (Рисунок 4.1.7), имеющая членистое строение и характеризующаяся наличием центральной полости. В результате рассечения эктофлойной сифоностелы возникает также *эвстела* (Рисунок 4.1.8), характерная для большинства семенных растений, представленная коллатеральными открытыми пучками, расположенными по кругу.

У ряда травянистых двудольных и большинства однодольных, проводящие пучки эвстелы разбросаны по сердцевине и коре так, что сходство с единой сетью или кольцом теряется. Такой тип стелы называется *атактостелой* (Рисунок 4.1.9). Атактостела развилась в результате крайнего рассечения эвстелы и представляет собой в эволюционном отношении крайне специализированную форму центрального цилиндра с отсутствием камбия.

В целом эволюция структуры центрального цилиндра шла по пути увеличения поверхности соприкосновения проводящих тканей с живыми тканями, что в свою очередь способствует лучшему проведению веществ.

Работа 2.1 Анатомическое строение стебля плауновидных

Задания:

1. Приготовить временный препарат поперечного среза стебля селагинеллы обыкновенной (*Selaginella selaginelloides*) и изучить структурное расположение тканей.

2. Изучить топографические зоны стебля плауна булавовидного (*Licopodium clavatum*) и составляющие их ткани на постоянном микропрепарате.

3. Зарисовать участок поперечного среза стебля селягинеллы, обозначить эпидермис, кору, воздушную полость, трабекулы, перицикл и гаплостелу с флоэмой и ксилемой.

4. Зарисовать участок поперечного среза стебля плауна булавовидного, обозначить эпидермис, 3-слойную кору (внешнюю из механических элементов, среднюю – паренхимную и внутреннюю с эндодермой), листовые следы, плектостелу с ксилемой и флоэмой и перицикл.

Ход работы:

А) Приготовить временный препарат стебля селягинеллы. Для этого сделать поперечный срез, перенести его на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

▪ При малом увеличении микроскопа изучить препарат и зарисовать общий план топографического размещения тканей стебля на поперечном срезе (Рисунок 4.2).

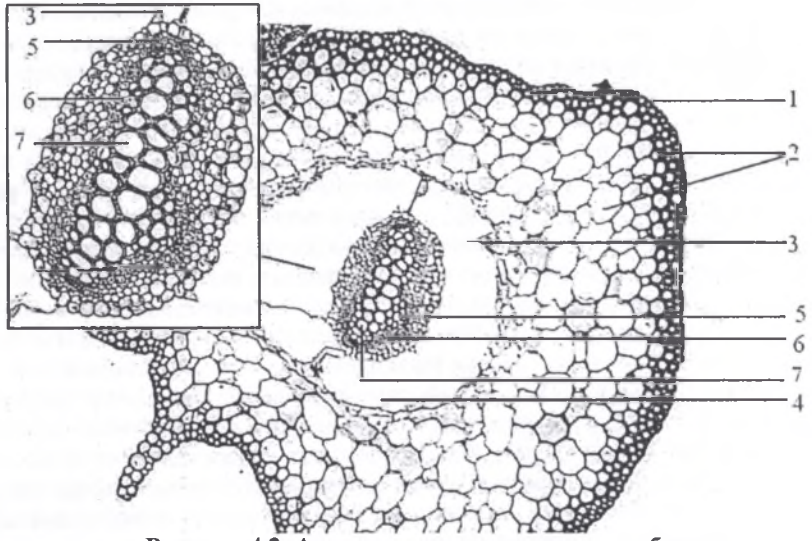

Рисунок 4.2. Анатомическая структура стебля селягинеллы обыкновенной:
1 – эпидермис; 2 – паренхима внешней коры; 3 – трабекулярные нити эндодермы; 4 – аэренхима внутренней коры; 5 – перицикл; 6 – флоэма протостелы; 7 – ксилема протостелы.

▪ Изучить структуру стебля селягинеллы на большом увеличении микроскопа, на рисунок нанести детали строения и особенностей клеток.

▪ Снаружи стебель селягинеллы покрыт слабо кутинизированным однослойным эпидермисом без устьиц.

▪ Первичная кора подразделяется на внешнюю паренхиматозную и внутреннюю трабекулярную ткань, которая представляет собой узкие полоски паренхимы внутренней коры (трабекулярные нити эндодермы), разделенные между собой радиальными участками аэренхимы.

▪ Стела размещается в воздушной полости, занимающей центральную часть стебля, и подвешена к клеткам внутреннего слоя коры на трабекулярных нитях, представляющих собой эндодерму и состоящих из одного ряда зеленых клеток.

▪ В центре стелы расположена ксилема, окруженная флоэмой. Ксилема состоит из длинных трахеид, флоэма – из ситовидных клеток и лубяной паренхимы. За флоэмой расположен перицикл.

Б) Изучить постоянный препарат стебля плауна булавовидного.

▪ На малом увеличении отметить радиальное расположение тканей стебля. Выделить три основные тканевые зоны – покровную (эпидермис), кору и стелу (Рисунок 4.3).

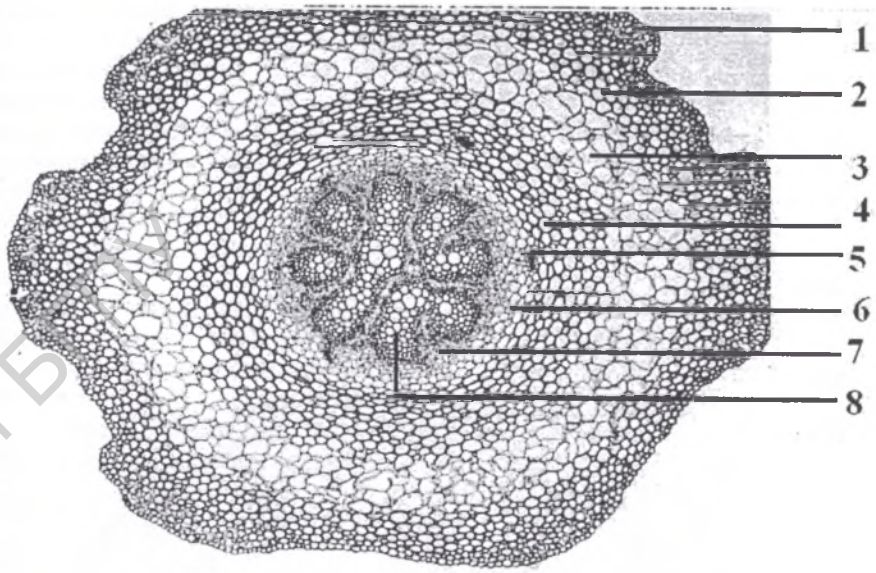

Рисунок 4.3. Анатомическая структура стебля плауна булавовидного:
1 – эпидермис; 2 –внешняя кора; 3 – средняя кора; 4 –внутренняя кора; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – флоэма плектостелы; 8 – ксилема плектостелы.

▪ Изучить структуру стебля плауна булавовидного на большом увеличении микроскопа, на рисунок нанести детали строения и особенностей клеток.

▪ Поверхность стебля покрыта однослойным эпидермисом.

▪ Под эпидермисом располагается широкая 3-слойная кора. Внешняя и внутренняя кора представлены несколькими слоями механической ткани, оболочки клеток которой сильно утолщены. Между ними лежит тонкостенная коровая паренхима.

▪ Центральная часть стебля занята плектостелой, окруженной перициклом, граничащим с эндодермой коры.

▪ Ксилема расположена по центру стелы, расчленена на отдельные тяжи или лентовидные участки и состоит из лестничных трахеид, между которыми находятся мелкие клетки древесинной паренхимы. Между тяжами ксилемы и вокруг нее располагается флоэма, состоящая из ситовидных клеток с ситовидными полями и клеток лубяной паренхимы.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Работа 2.2 Анатомическое строение стебля хвоща полевого

Задания:

1. Приготовить временный препарат поперечного среза стебля хвоща полевого (*Equisetum arvense*) и изучить топографию тканей.

2. Зарисовать участок поперечного среза стебля хвоща, обозначить ребра и ложбинки, эпидермис, устьица, механическую ткань, ассимиляционную и коровую паренхиму, валекулярные каналы, эндодерму, перицикл, закрытые коллатеральные пучки стелы, разрушившуюся сердцевину.

Ход работы:

Приготовить временный препарат стебля хвоща. Для этого сделать поперечный срез, перенести его на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом.

- При малом увеличении микроскопа изучить препарат, обратить внимание на ребристость строения стебля и зарисовать общий план топографического размещения тканей на поперечном срезе (Рисунок 4.4).

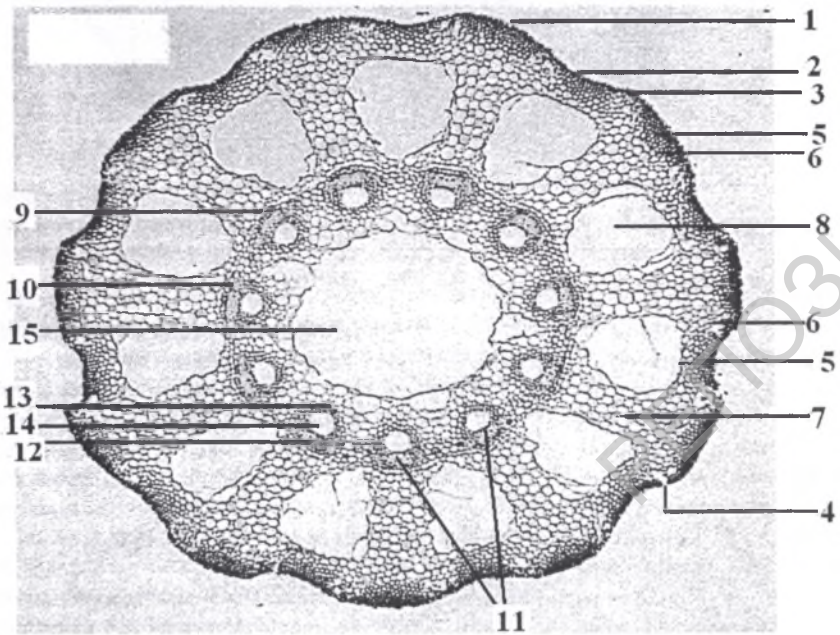

Рисунок 4.4. Анатомическая структура стебля хвоща полевого:
1 – ребра; 2 – ложбинки; 3 – эпидермис; 4 – устьица; 5 – склеренхима внешней коры; 6 – хлоренхима; 7 – паренхима коры; 8 – валекулярные каналы; 9 – эндодерма; 10 – перицикл; 11 – закрытые коллатеральные пучки; 12 – флоэма; 13 – ксилема; 14 – каринальная полость; 15 – воздухоносная полость (разрушившаяся сердцевина).

- Изучить структуру стебля хвоща на большом увеличении микроскопа, на рисунок нанести детали строения и особенностей клеток.
- Снаружи стебель хвоща покрыт эпидермисом, клетки которого сильно вытянуты и утолщаются кремнеземом.
- Под эпидермисом в области ребер лежит склеренхима внешней коры, а под ней ассимиляционная ткань. По склонам ребер, находятся устьица с двумя парами замыкающих клеток, под эпидермисом здесь располагается хлоренхима, а в ложбинках – механическая ткань. Глубже находится коровая паренхима с крупными воздухоносными полостями (валекулярными каналами), расположенными под ложбинками. Самый внутренний слой клеток коры является эндодермой, которая граничит с перициклом, окружающим центральный цилиндр.
- В паренхиме центрального цилиндра располагаются закрытые коллатеральные пучки. В ксилеме пучка, на месте разрушенной протоксилемы, формируется пучковая (каринальная) полость, по которой передвигается вода. Флоэма пучка, лежащая над полостью, состоит из ситовидных клеток и лубяной паренхимы. По бокам флоэмы и под каринальной полостью сохраняются группы лестничных трахеид метаксилемы.
- В центре стебля сердцевина разрушается и замещается воздухоносной полостью. Тип стелы хвоща полевого – артростела.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Работа 2.3 Анатомическое строение стебля орляка обыкновенного

Задания:

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза корневища орляка обыкновенного (*Pteridium aquilinum*).

2. Зарисовать участок поперечного среза корневища орляка обыкновенного, обозначить эпидермис, 3-слойную кору (внешнюю из механических элементов, среднюю – паренхимную и внутреннюю), проводящие пучки внешнего и внутреннего круга диктиостелы, отдельный концентрический амфикрибральный пучок с ксилемой и флоэмой и перициклом.

Ход работы:

Изучить постоянный микропрепарат корневища орляка обыкновенного.

- При малом увеличении микроскопа изучить препарат и зарисовать общий план топографического размещения тканей корневища орляка на поперечном срезе (Рисунок 4.5).
- Изучить структуру корневища орляка на большом увеличении микроскопа, на рисунок нанести детали строения и особенностей клеток.
- Снаружи корневище орляка покрыто эпидермисом.
- Под эпидермисом располагается трехслойная кора: наружная и внутренняя, представленные склеренхимными волокнами, и средняя паренхимная. Слой механической ткани внутренней коры отделяет два круга прово-

дящих пучков, лежащих в паренхиме. По центру корневища размещаются два – три более крупных синтетических концентрических амфикрибральных пучка, образованных в результате слияния двух пучков листа. Кнаружи от подковообразных тяжей склеренхимы внутренней коры располагаются индивидуальные проводящие пучки внешнего круга, 5-6 округлых и один овальный.

- Каждый проводящий пучок концентрического типа. По центру располагается ксилема, состоящая из лестничных трахеид, а в середине имеются кольчатые и спиральные трахеиды. Кроме проводящих элементов в ксилеме есть клетки древесинной паренхимы. Ксилема окружена несколькими слоями флоэмы, состоящей из ситовидных клеток и лубяной паренхимы. Флоэму окружает перицикл, клетки которого содержат крахмальные зерна, а весь пучок одет толстостенной эндодермой.

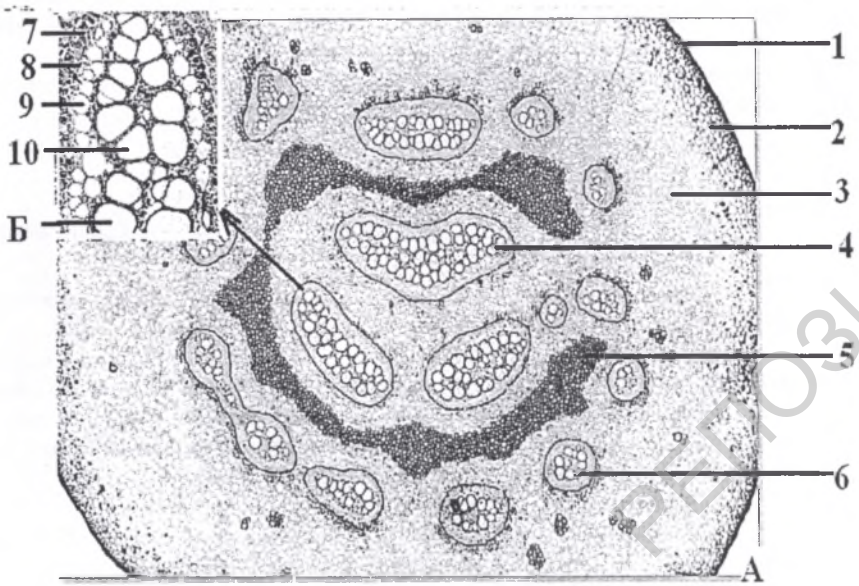

Рисунок 4.5 Анатомическая структура корневища (А) и концентрического амфикрибрального пучка (Б) орляка обыкновенного:
1 – эпидермис; 2 – внешняя кора (склеренхима); 3 – коровая паренхима; 4 – синтетические концентрические амфикрибральные проводящие пучки диктиостелы; 5 – внутренняя кора (склеренхима); 6 – индивидуальные концентрические амфикрибральные проводящие пучки диктиостелы; 7 –эндодерма; 8 – перицикл; 9 – флоэма; 10 – ксилема.

Задания для самоконтроля:

По результатам работ заполните таблицу:

Таблица – 1. Сравнительная характеристика анатомического строения стебля споровых растений.

Отдел	Топографические зоны	Ткани	Тип стелы	Приспособления анатомической структуры к условиям обитания
Плауновидные				
Хвощевидные				
Папоротниковидные				

Задания для подготовки к защите лабораторного занятия:

1. Назовите отличительные особенности анатомической структуры стебля плауновидных.
2. Какие особенности анатомической структуры стебля селягинеллы развиваются в связи с ее адаптацией к месту обитания?
3. Опишите анатомическое строение стебля хвоща полевого. В чем его наиболее существенное отличие от стебля плауна?
4. Укажите элементы структуры стебля орляка обыкновенного. Какие прогрессивные черты появились в анатомической структуре этого растения по сравнению с плауновидными и хвощевидными?
5. Рассмотрите строение стел основных отделов споровых растений. Каковы общие черты их стелярной структуры и в чем особенности (типы стел) у представителей каждого отдела?

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ