

Занятие 8. Анатомическое строение листа

- 1 Возникновение и формирование листа
- 2 Анатомическая структура листа
- 3 Особенности структуры игольчатого листа голосеменного растения
- 4 Влияние экологических факторов на изменение структуры тканей листа

1 Возникновение и формирование листа

У большинства высших растений лист образовался в результате уплощения и срастания систем конечных боковых осей вегетативного тела первичных наземных растений.

Внутрипочечная фаза развития листа начинается с заложения листа в виде бокового выступа побега – *листового бугорка*, из которого в дальнейшем развивается *зачаток (примордий) листа*. Первое время зачаток листа увеличивается в длину за счет роста верхушки и в ширину за счет краевого роста. При этом вследствие более активного роста со спинной стороны он изгибается по направлению к апексу побега. Однако у семенных растений апикальный рост быстро прекращается.

С момента разворачивания почки начинается **внепочечная фаза** развития листа, которая сопровождается у двудольных поверхностным ростом за счет многократного деления всех клеток зачатка листа и увеличения их размеров.

После прекращения роста всей поверхности происходит дифференциация клеток меристемы в постоянные ткани. Остается лишь интеркалярная меристема в основании листа. Она обеспечивает рост листа основанием еще некоторое время.

2 Анатомическая структура листа

Микроскопическая структура листа определяется его важнейшей функцией – фотосинтезом. Поэтому основной тканью листа является паренхимный комплекс клеток, несущий хлоропласты – мезофилл. Механические ткани совместно с живыми тургесцентными клетками мезофилла и эпидермиса образуют опорную систему листа.

Эпидермис покрывает лист с обеих сторон. Защитную функцию эпидермиса заметно усиливают кутикулярный слой и трихомы. Кутикула, восковой налет лучше развиваются на верхней стороне листа, которая больше освещается и сильнее нагревается.

У большинства листьев эпидермис однослойный, реже – многослойный. В нижнем эпидермисе больше устьиц, в верхнем их меньше или нет совсем. Устьица могут встречаться на обеих сторонах листа или только на одной его стороне.

В клетках эпидермиса хлоропласты обычно отсутствуют. Исключение составляют некоторые суккуленты, эфемеры с тонкой листовой пластинкой.

У некоторых растений под эпидермисом образуется слой клеток, усиливающих прочность листа, защищают от излишнего испарения. Этот слой называется гиподермой или подкожицей.

Мезофилл (хлоренхима) листа состоит из клеток основной паренхимы, расположенными между верхним и нижним эпидермисом (исключая механические ткани и проводящие пучки). Клетки мезофилла живые, с тонкими оболочками, округлой или слегка вытянутой формы, реже с небольшими выростами; содержит многочисленные хлоропласты.

У типичных листьев мезофилл неоднороден и дифференцирован на *столбчатую (палисадную)* и *губчатую* паренхиму.

Клетки столбчатой паренхимы плотно сомкнуты, имеют продолговатую форму и располагаются перпендикулярно к верхней стороне листа. Столбчатый мезофилл может быть одно- или двуслойным, редко (у светолюбивых растений) многослойный. Его клетки содержат примерно 75% хлоропластов листа, которые размещаются вдоль оболочек и увеличивают активную поверхность поглощения света.

Губчатую паренхиму составляют относительно округлые клетки с большими межклетниками, которые занимают больший объем, чем сами клетки. Рыхлая структура мезофилла обуславливает большую общую площадь поверхности клеток, обращенной к межклетникам. Благодаря устьицам через крупные межклетники губчатого мезофилла идет газообмен.

Клетки губчатого мезофилла, граничащие с палисадной тканью, часто имеют обратноконусовидную форму и прилегают к столбчатой паренхиме широкой стороной. Это собирающие клетки, через которые вещества передаются в палисадную ткань и обратно.

Листья, у которых двусторонность нарушена, обладают однородным мезофиллом (ирисовые, осоковые, лилейные, некоторые злаки).

Мезофилл листа густо пронизан многочисленными **проводящими пучками**, или **жилками**, непосредственно связанными с проводящей системой стебля.

Проводящие пучки листьев закрытые, коллатеральные; ксилема повернута к морфологически верхней, а флоэма – к нижней стороне.

Проводящие ткани жилок не соприкасаются непосредственно с межклетниками мезофилла, они окружены паренхимой, содержащей мало хлоропластов.

Главной арматурой листа являются **склеренхимные волокна**, отдельные **склереиды** и тяжи **колленхимы**. Механические ткани противостоят растяжению, а клетки мезофилла (заполнитель конструкции) – раздавливанию.

Волокна чаще входят в состав крупных проводящих пучков, располагаясь или сверху и снизу, или вокруг пучка. Колленхима часто присутствует в крупных жилках или по краю листа под эпидермисом, предохраняя его от разрыва. Иногда она формируется напротив жилок первого и второго порядков. В листьях с сочным многослойным мезофиллом, как у кувшинки, кубышки, чая, камелии, встречаются одиночные ветвистые склереиды – опорные клетки.

3 Особенности структуры игольчатого листа голосеменного растения

Своеобразное строение имеют листья хвойных растений (хвоя). У хвой сосны защитный покров состоит из двух слоев: эпидермы и гиподермы. *Эпидерма* покрыта толстым слоем кутикулы. Клетки ее в сечении почти квадратной формы, с толстыми стенками. В углублениях на уровне гиподермы на обеих сторонах листа расположены *устьичные аппараты*, под которыми имеется большая воздушная полость. У старых листьев стенки клеток эпидермы одревесневают. *Гиподерма* состоит из одного, а в углах – из двух-трех рядов клеток с менее утолщенными одревесневающими стенками. Она выполняет также водозапасающую и механическую функции. Под гиподермой находится *мезофилл*, состоящий из клеток, стенки которых образуют складки, заходящие в полость клетки (складчатая паренхима). Это значительно увеличивает площадь прилегающего к стенке слоя цитоплазмы с

хлоропластами, а, следовательно, и фотосинтезирующую поверхность. Складчатую паренхиму пронизывают *смоляные ходы*.

В центральной части, отделенной от складчатой паренхимы *эндодермой*, расположены *два проводящих пучка коллатерального типа*. Ксилемная часть обращена к плоской стороне хвои, флоэмная – к выпуклой.

Между проводящими пучками расположена *склеренхима*. Остальное пространство центральной части занято *трансфузионной тканью*, которая обеспечивает связь пучков с мезофиллом.

4 Влияние экологических факторов на изменение структуры тканей листа

Главные факторы внешней среды, на которые растение отзывается структурными изменениями, – это свет и вода. В зависимости от условий освещения и водоснабжения в разной степени развиваются эпидермис, кутикула, палисадная ткань, варьирует количество механической ткани, степень одревеснения клеточных оболочек, плотность сетки проводящих пучков, количество устьиц и другие признаки.

У многих видов листья, выросшие при высокой освещенности – *световые листья*, мельче и толще *теневого*, сформировавшихся при меньшем количестве света. Увеличение толщины световых листьев связано главным образом с усиленным развитием столбчатой паренхимы. Проводящая система в них более протяженная, стенки клеток эпидермиса толще. Теневые листья не приспособлены к яркому свету и фотосинтезируют в таких условиях гораздо слабее световых.

Своеобразная среда обитания накладывает заметный отпечаток на строение *листьев водных растений*. Эти листья очень тонкие, что связано с недостатком света в водной среде. Иногда подводные листья состоят всего из 2-3 слоев клеток, как, например, листья элодеи, рдеста и др. В подводных листьях не развивается палисадная ткань, что также связано с недостатком света. Хлоропласты имеются в поверхностном слое листа. Эпидермис не развит или развит слабо – покровные ткани в условиях водоема теряют биологическое значение. Механические ткани отсутствуют. Проводящие пучки очень примитивны и немногочисленны. Иногда проводящий пучок есть только в центре листа.

Плавающие листья водных растений имеют хорошо развитый эпидермис с кутикулой и большим количеством устьиц на верхней стороне листа. Под верхним эпидермисом находится многослойная палисадная ткань. У листьев некоторых растений, например кувшинки, большое количество каменных клеток.

Материалы и оборудование: постоянные микропрепараты листа камелии, сосны обыкновенной, кувшинки чистобелой, сирени обыкновенной; фиксированные листья кукурузы; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Цель: изучить анатомическую структуру типичного листа растения, произрастающего в нормальных условиях, а также особенности структуры листьев растений, произрастающих в разных условиях.

Работа 1 Строение листа двудольных растений (на примере камелии (*Camellia japonica* L.))

Ход работы

1 На готовом препарате при малом увеличении микроскопа определить характер расположения тканей листа, при большом – изучить особенности их строения (рисунок 11).

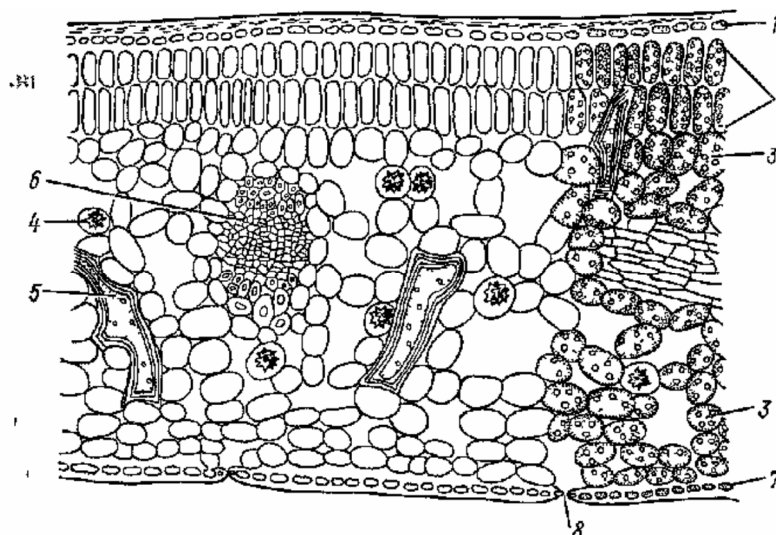


Рисунок 11 – Поперечный разрез листа камелии: 1 – верхний эпидермис; 2 – столбчатый мезофилл; 3 – губчатый мезофилл; 4 – клетка с друзой; 5 – склереида; 6 – проводящий пучок; 7 – нижний эпидермис; 8 – устьичный аппарат [3]

2 Зарисовать схематично лист, детально – по несколько клеток каждой ткани. Обратить внимание на расположение устьиц, склеренхимных волокон, тканей в сосудисто-волокнистом пучке, на смыкание клеток и величину межклетников в слоях мезофилла. Сделать соответствующие обозначения.

Работа 2 Строение листа злаков (на примере кукурузы)

Ход работы

1 Рассмотреть препарат поперечного среза листа при малом и большом увеличении микроскопа (рисунок 12).

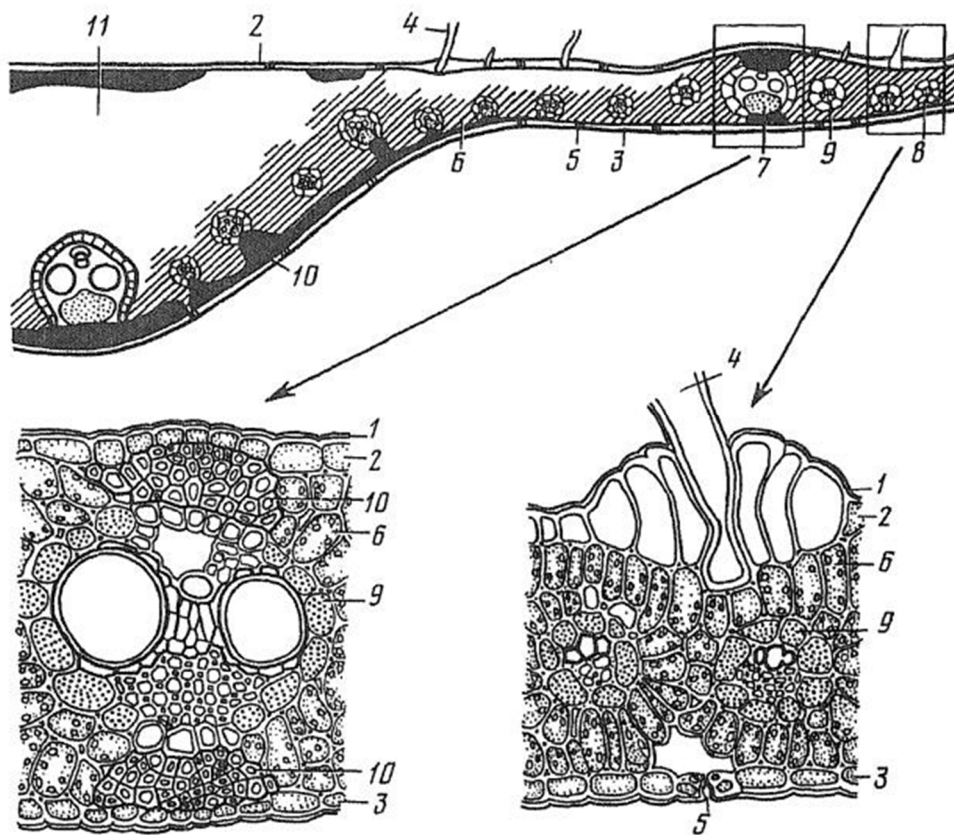


Рисунок 12 – Поперечный разрез листа кукурузы: 1 – кутикула, 2 – верхний эпидермис, 3 – нижний эпидермис, 4 – волоски, 5 – устьице, 6 – мезофилл, 7, 8 – проводящие пучки, 9 – обкладка, 10 – склеренхима, 11 – бесцветная паренхима [3]

2 Зарисовать участок поперечного среза листа, обратив внимание на форму клеток эпидермиса, строение мезофилла, расположение устьиц и степень развития проводящих элементов. Сделать соответствующие обозначения на рисунке.

Работа 3 Лист кувшинки чистобелой (*Nymphaea candida* Presl.)

Ход работы

1 Рассмотреть препарат поперечного среза листа при малом и большом увеличении микроскопа (рисунок 13).

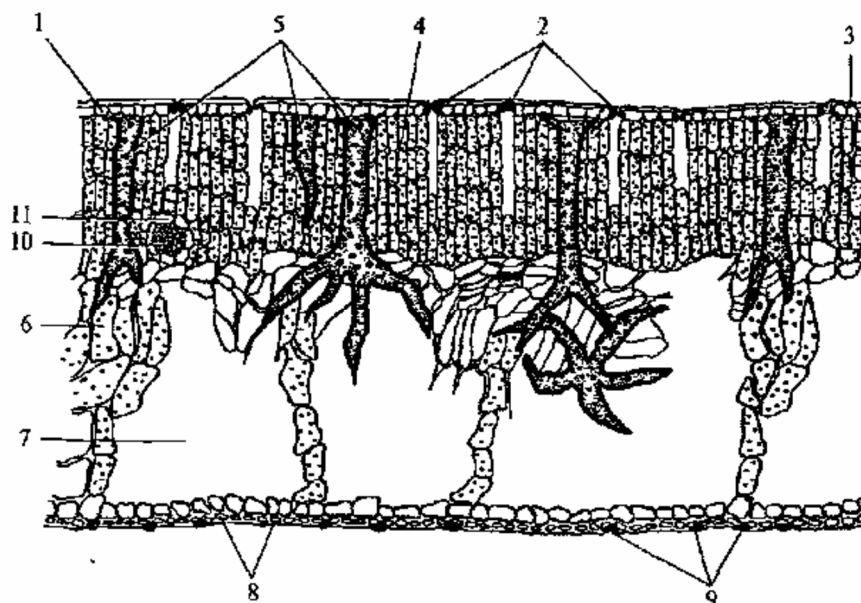


Рисунок 13 – Поперечный срез листа кувшинки: 1 – верхний эпидермис; 2 – устьица; 3 – кутикула; 4 – столбчатый мезофилл; 5– идиобласты; 6 – губчатый мезофилл; 7 – воздухоносная полость; 8 – нижний эпидермис; 9 – пробковые клетки; 10 – проводящий пучок; 11 – обкладка проводящего пучка [2]

2 Обратить внимание на форму клеток эпидермиса, столбчатого и губчатого мезофилла, большие воздухоносные полости, идиобласты, на расположение устьиц и степень развития проводящих элементов. Сделать соответствующие обозначения на рисунке.

Работа 4 Листья хвойных растений (на примере хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.))

Ход работы

1 Для листьев хвойных характерна ксероморфная структура, что обусловлено прежде всего резкими колебаниями температур в течение года и недостаточным поступлением в растение воды в зимнее время.

Лист у хвойных отличается особой формой – игловидной, благодаря чему у них уменьшается площадь испаряющей поверхности. Рассмотреть срез хвоинки (постоянный препарат) при малом и большом увеличении микроскопа (рисунок 14).

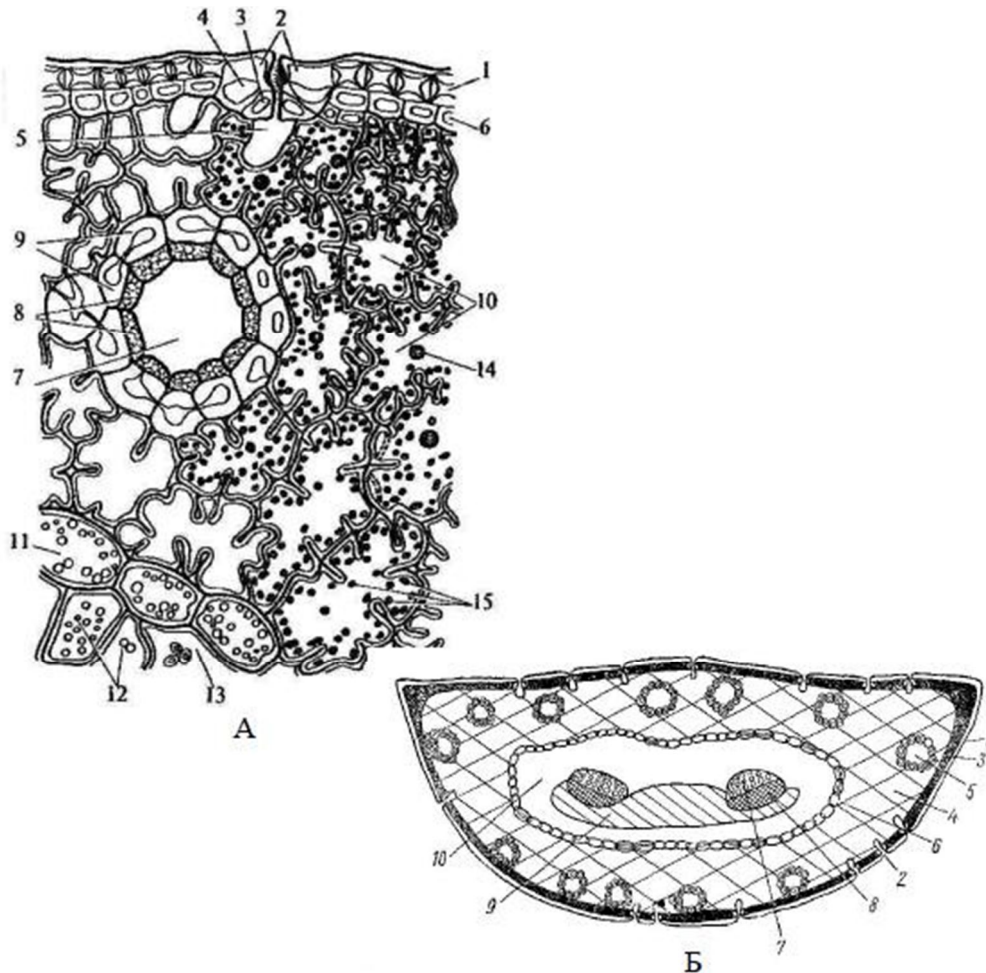


Рисунок 14 – Лист сосны в поперечном разрезе: А – детальное строение: 1 – эпидермис; 2 – устьица; 3 – замыкающая клетка; 4 – околоустьищная клетка; 5 – подустьищная полость; 6 – гиподерма; 7 – смоляной ход; 8 – клетки эпителия; 9 – склеренхима; 10 – складчатый мезофилл; 11 – эндодерма; 12 – клетки трансфузионной паренхимы; 13 – трахеиды; 14 – ядро; 15 – хлоропласты; Б – схематичное: 1 – эпидермис; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 9 – склеренхима; 10 – трансфузионная паренхима [2]

2 При малом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать схематично строение листа, обратив внимание на форму хвои в

поперечном сечении, на расположение устьиц, смоляных ходов, проводящих пучков, на степень развития и взаиморасположения гиподермы, складчатого мезофилла, трансфузионной ткани.

Работа 5* Световые и теневые листья

Ход работы

От степени освещенности листа зависят его внутреннее строение и интенсивность функций. В связи с этим и различают листья световые и теневые.

1 Рассмотреть рисунок 15 и сравнить строение теневого и светового листьев. Выполнить соответствующие обозначения на рисунке.

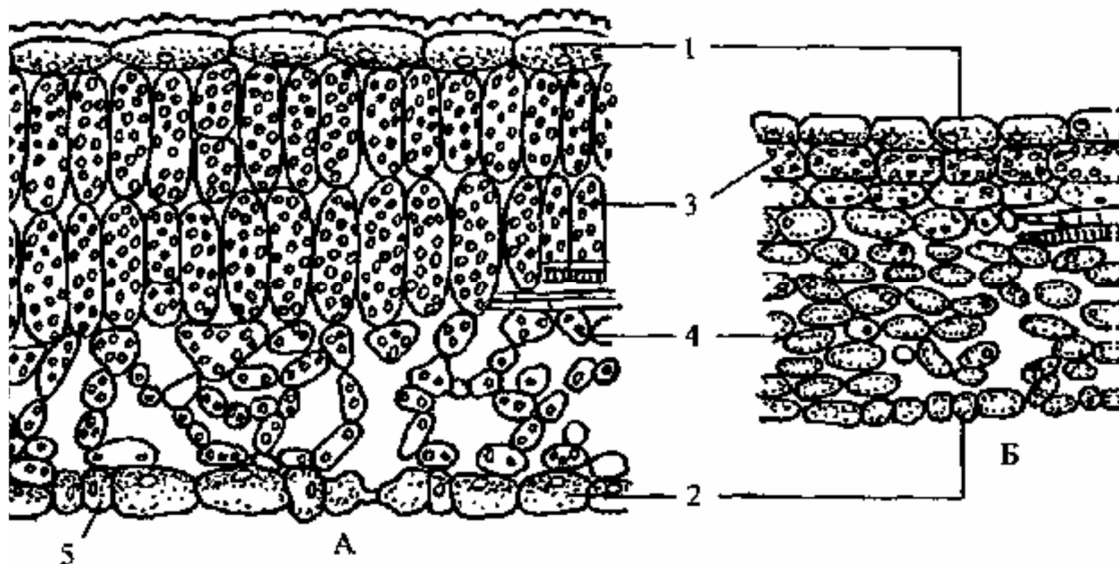


Рисунок 15 – Световой (А) и теневой (Б) листья сирени: 1, 2 – верхний и нижний эпидермис; 3, 4 – столбчатый и губчатый мезофилл; 5 – устьица [2]

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как происходит формирование листа?
- 2 Охарактеризуйте структуру листа, связав его строение с выполняемыми функциями.
- 3 Как по анатомической структуре определить нижнюю сторону листа?

- 4 Каковы отличия в строении листьев одно- и двудольных растений?
- 5 Назовите особенности строения листа хвойных растений.
- 6 Как экологические условия влияют на строение листа?

Литература

1. Яковлев, Г. П. Ботаника: учеб. для фармац. институтов и фармац. фак мед. вузов./ Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитко; под ред. И. В. Грушвицкого. – М.: Высш. шк., 1990. – 367 с.
2. Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.
3. Хржановский, В. Г. Ботаника / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Колос, 1988. – 383 с.
4. Власова, Н. П. Практикум по лесным травам: учеб. пособие / Н. П. Власова. М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.
5. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, М. В. Ерёмин. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.
6. Андреева, И. И. Ботаника: учеб. пособие / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2002. – 488 с.
7. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие / Л. И. Лотова, под ред. А. П. Меликяна. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
8. Лісаў, М. Дз. Батаніка з асновамі экалогіі: вучэб. дапаможнік / М. Дз. Лісаў. – Мінск: Вышэйшая школа, 1998. – 338 с.
9. Сауткина Т. А., Морфология растений: учеб. пособие / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2012. – 311 с.
10. Батаніка: вучэбна-метадычны дапаможнік для студэнтаў спец. 1-75 01 01 «Лясная гаспадарка» і 1-75 01 02 «Садовапаркавае будаўніцтва» / склад. Л. С. Пашкевіч, Дз. В. Шыман. – Мінск: БДТУ, 2006. – 132 с.
11. Анатаічная будова органаў раслін: метадычныя ўказанні да лабараторных заняткаў па дысцыпліне “Батаніка” / склад. Л. С. Пашкевіч, Г. Я. Клімчык. – Мінск: БДТУ, 1994.
12. Анатомия и морфология растений: практ. пособие для студентов спец. 1 – 31 01 01-02 «Биология (научн.-пед. деят.)» / Н. М. Дайнеко [и др.]. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. – 143 с.