

Занятие 9. Морфологическое строение корня

- 1 Корень, его происхождение, типы корневых систем
- 2 Морфологическое разнообразие корней, метаморфозы корня

1 Корень, его происхождение, типы корневых систем

Предполагают, что филогенетически корень возник позднее стебля и произошел от корнеподобных образований первых наземных растений – риниофитов, тело которых состояло из осевых органов, ветвившихся дихотомически. Одни из ответвлений расстилались по земле, образуя корнеподобные веточки – ризомоиды, которые поглощали воду с минеральными солями. В ходе дальнейшей эволюции некоторые ответвления стали углубляться в почву и дали начало корням, приспособленным к более совершенному почвенному питанию. Настоящие корни первоначально появились у плауновидных и папоротниковых. Эволюционное развитие корня привело к появлению специализированных тканей.

Образование корней было крупным эволюционным шагом, благодаря которому растения смогли осваивать более засушливые местообитания и образовывать крупные побеги, поднимающиеся вверх, к свету.

Корень закладывается уже в зародыше семени. Развивающийся из зародышевого корешка корень называют первичным.

По происхождению различают главный, боковые и придаточные корни.

Главный корень развивается из зародышевого корешка; образуется у семенных растений.

Придаточные корни – корни, образующиеся на любой части побега (на стеблях, листьях, клубнях, луковицах).

Боковые корни – корни, образующиеся на корнях любого происхождения (как главных, так и придаточных).

Совокупность всех корней одного растения независимо от их происхождения и структуры называют **корневой системой растения**.

В основе классификации коневых систем лежат происхождение (генетический принцип), форма и характер ветвления (морфологический) и отношение к субстрату (экологический). Чаще всего выделяют три типа корневых систем:

1) *система главного горня* – состоит из главного корня, его боковых корней первого, второго и последующих порядков, а также

придаточных корней, возникающих на перечисленных корнях. Такая корневая система характерна для многих трав (особенно однолетних) и для деревьев, не образующих придаточных корней на стеблях. Систему главного корня часто называют *стержневой*;

2) *система придаточных корней*. Корневая система растения может быть составлена системой главного корня и возникающими затем на стебле системами придаточных корней (например, у подсолнечника, фасоли и др.). Систему главного корня с возникающими затем на стебле придаточными корнями часто называют *смешанной*;

3) *система стеблеродных придаточных корней* – составлена исключительно системами стеблеродных придаточных корней, т.е. образующихся в основном на стебле. При этом различают два случая:

а) у многих семенных растений (злаков – пшеница, ячмень, овес и др., осок, лилейных) главный корень развивается слабо, быстро отмирает и заменяется придаточными корнями с их боковыми ответвлениями;

б) у высших споровых (плаунов, хвощей, папоротников и др.) с самого начала развития особи образуются только придаточные корни, а главный корень у таких растений вообще отсутствует.

В случае системы стеблеродных придаточных корней очень часто используют понятие *мочковатых* систем. Общий признак мочковатых систем – главный корень отсутствует или не заметен среди многочисленных придаточных корней.

2 Морфологическое разнообразие корней, метаморфозы корня

Корни исключительно многообразны по форме. Они могут быть *нитевидными, шнуровидными, конусовидными, веретеновидными, клубневидными* и др.

У многих видов в процессе эволюции корни приспособились к выполнению особых функций, в связи с чем строение их изменилось. Под **метаморфозом** понимают резкое наследственно закрепленное видоизменение органа, вызванное сменой функции.

Вокруг корней высших растений находится прикорневая зона – ризосфера, в которой обитает множество микроорганизмов, привлеченных корневыми выделениями. Многие микроорганизмы и гифы грибов, обитающие в ризосфере, проникают в корень. Эти контакты корней с бактериями и грибами носят *симбиотический характер*.

Корневые окончания многих растений срастаются с гифами грибов, образуя грибокорень, или **микоризу** (греч. *mykes* – гриб и *rhiza* – корень). Грибной компонент облегчает корням получение воды и минеральных веществ из почвы, а также передает им некоторые органические вещества. Гриб получает от высшего растения углеводы и другие питательные вещества.

Различают два типа микоризы: *эктотрофную* и *эндотрофную*. Гифы эктотрофной микоризы охватывают корень только снаружи, иногда проникая в межклетники коровой паренхимы (сосна, береза, дуб, бук, ива, некоторые кустарники, пшеница, просо, лен). При эндотрофной микоризе грибной чехол вокруг корня не образуется, корневые волоски не отмирают, гифы гриба проникают глубоко в корень и внедряются в клетки коровой паренхимы (яблоня, груша, земляника, томат, злаки, орхидные и др.). Растения, питающиеся с помощью микоризных грибов, называют микотрофными.

Симбиоз корня с бактериями хорошо известен у бобовых растений. В коровой паренхиме корней поселяются почвенные бактерии из рода *Rhizobium*. Они проникают в кору корня через корневые волоски, питаются органическими веществами, усиленно размножаются и заполняют полость паренхимных клеток. Появляется *бактероидная ткань*, образующая выросты на поверхности корня – бактериальные клубеньки.

Клубеньковые бактерии способны фиксировать атмосферный азот, недоступный для непосредственного усвоения зеленым растением, и превращать его в азотистые соединения, которые растения усваивают. Этот симбиоз важен для сельского хозяйства, как так способствует обогащению почвы азотом.

Достаточно широко распространены среди растений **запасающие корни**. Видоизменение связано с разрастанием вторичной паренхимы проводящих тканей и накоплением в ней запасных веществ. По происхождению и внешней структуре различают два типа запасающих корней: мясистые корни, или корнеплоды, и корневые шишки.

Корнеплоды образуются за счет разрастания главного корня, но в образовании их могут принимать участие нижние междоузлия стебля и в первую очередь подсемядольное колено (гипокотиль). Гипокотиль образует большую часть корнеплода свеклы, репы, редиса, а собственно корнем является только нижняя часть корнеплода, на котором правильными рядами развиваются боковые корни. Запасные продукты у корнеплодов (крахмал, инулин, различные сахара) могут откладываться в паренхиме вторичной коры (морковь, петрушка) или в паренхиме

древесины (редька, репа, редис). Обычно в корнеплоде бывает хорошо заметный на срезах один слой камбия (монокамбиальность – редис), но в некоторых случаях образуется несколько слоев камбия (поликамбиальность – (свекла).

Корневые шишки, или **корневые клубни**, возникают при разрастании боковых корней разного порядка ветвления и боковых ветвлений придаточных корней. Корневые шишки, запасющие питательные вещества, развиваются у георгина, чистяка, ятрышника, батата. От подземных стеблевых клубней они отличаются отсутствием редуцированных чешуйчатых листьев.

У растений, обитающих чаще всего в экстремальных условиях, встречаются **втягивающие корни (контрактильные)**. Они при сокращении втягивают в почву клубень, луковицу, корневище или гипокотиль и базальную часть побегов с почками возобновления на оптимальную глубину для сохранения в почве в период летней засухи или сильных морозов. Такой тип корней характерен для многих корневищных, луковичных и клубнелуковичных растений, а также для ряда сельскохозяйственных растений (клевер, гречиха, люцерна, морковь, свекла).

Для паразитирующих растений характерны **корни-гаустории** (лат. *haustor* – черпающий, пьющий), или **присоски** – видоизмененные корни, с помощью которых растения-паразиты поглощают питательные вещества из клеток растения-хозяина. Встречаются у омелы, повилики, заразики и др.

Воздушные корни объединяют группу корней, разнообразных по морфологии и часто выполняющих особые функции.

Ходульные корни образуются у растений своеобразных растительных сообществ – мангровых зарослей, обитающих по берегам тропических морей в зоне приливов и отливов. Установлено, что это дыхательные корни, поглощающие кислород во время отливов. Кроме того, образовавшиеся на стволах мангровых деревьев воздушные корни растут вниз и, укрепившись в почве, прочно удерживают растение в мягком иле. Ходульные корни встречаются у некоторых небольших деревьев тропического дождевого леса, у некоторых пальм, панданусов, некоторых трав тропического дождевого леса и даже у кукурузы. Способность этих корней-якорей противостоять нагрузкам как на разрыв, так и на сжатие объясняется наличием механических тканей в пучках, расположенных на периферии и в центре корня.

Досковидные опорные корни наиболее характерны для крупных деревьев тропического дождевого леса, особенно для деревьев самого

высокого яруса. В отличие от ходульных досковидные корни – это боковые корни. Расположенные у самой поверхности почвы или над ней, они развивают более или менее плоские прилегающие к стволу вертикальные надземные выросты.

Вентиляционные (дыхательные) корни, или пневматофоры, развиваются у ряда тропических деревьев, растущих на бедных кислородом почвах. Дыхательные корни образуются из подземных боковых корней и растут вертикально вверх, поднимаясь над почвой или водой, т. е. для них характерен отрицательный геотропизм. Пневматофоры снабжают подземные части корня воздухом, чему способствуют постоянно слущивающаяся тонкая кора, многочисленные чечевички и сильно развитая система воздухоносных межклетников.

Воздушные корни тропических эпифитов образуются у орхидных, ароидных и бромелиевых. Эпифиты (греч. *epi* – на, над и *phyton* – растение) – растения, поселяющиеся на других растениях, главным образом на их стволах и ветвях. Они не паразитируют на деревьях, а используют их в качестве субстрата – опоры для подъема в условия лучшего освещения. Воздушные корни эпифитных растений свободно висят в воздухе и приспособлены к поглощению капелек дождя или росы. У них образуется особая многослойная всасывающая ткань – веламен (по происхождению соответствует ризодермису).

Материалы и оборудование. Гербарий растений с различными типами корневых систем, корнеплоды моркови посевной, свеклы обыкновенной, редьки посевной; корневые системы растений из семейства бобовых; постоянный микропрепарат «Корни любки двулистной»; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Цель: изучить морфологическое строение корня, особенности развития главного, боковых и придаточных корней; ознакомиться с основными метаморфозами корня.

Работа 1 Типы корневых систем

Ход работы

1 Рассмотреть на гербарных образцах типы корневых систем. Найти главный, боковые и придаточные корни (рисунок 1).

2 Отметить на рисунке различные типы корней, привести примеры растений с корневыми системами различных типов.

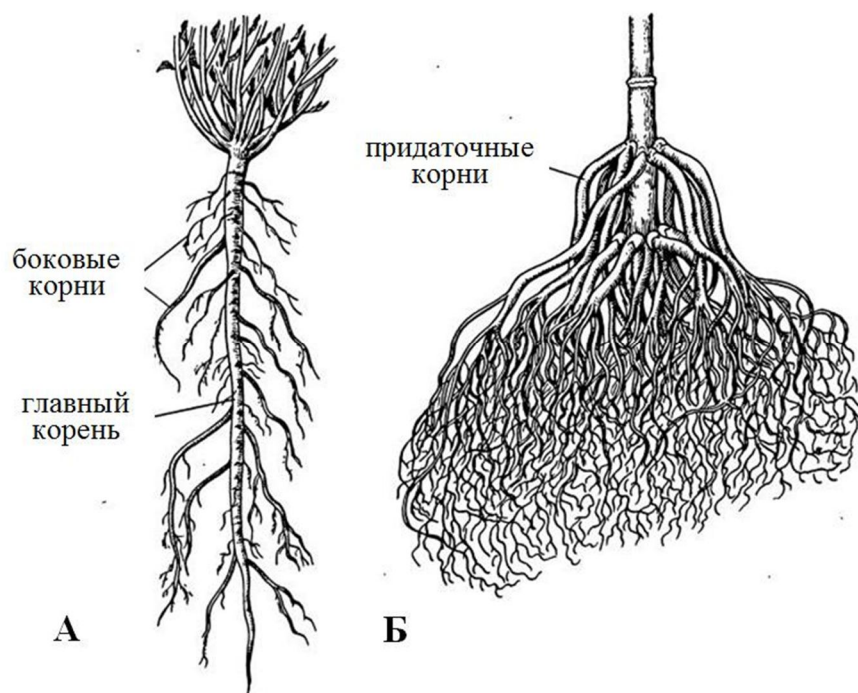


Рисунок 1 – Стержневая (А) и мочковатая (Б) корневые системы [1]

Работа 2 Строение корнеплодов моркови посевной (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roechl.), редьки посевной (*Raphanus sativus* L.) и свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть внешнее строение корнеплодов моркови, редьки и свеклы. Зарисовать корнеплоды, отметив границу стебля и корня.

2 Сделать поперечные срезы корнеплодов в корневой части. Зарисовать схемы поперечных срезов, отметив на них соотношение ширины зон вторичных ксилемы и флоэмы (рисунок 2).

Работа 3 Бактериальные клубеньки на корнях бобовых

Ход работы

1 Изучить структуру корня, несущего корневой клубенек на примере растений – представителей семейства бобовых (рисунок 3), обратить внимание на форму клубеньков, размер, окраску.

2 Рассмотреть структуру клубенька на постоянном препарате под микроскопом при малом и большом увеличениях. Отметить на схематическом рисунке первичную кору, ксилему и бактериоидную ткань.

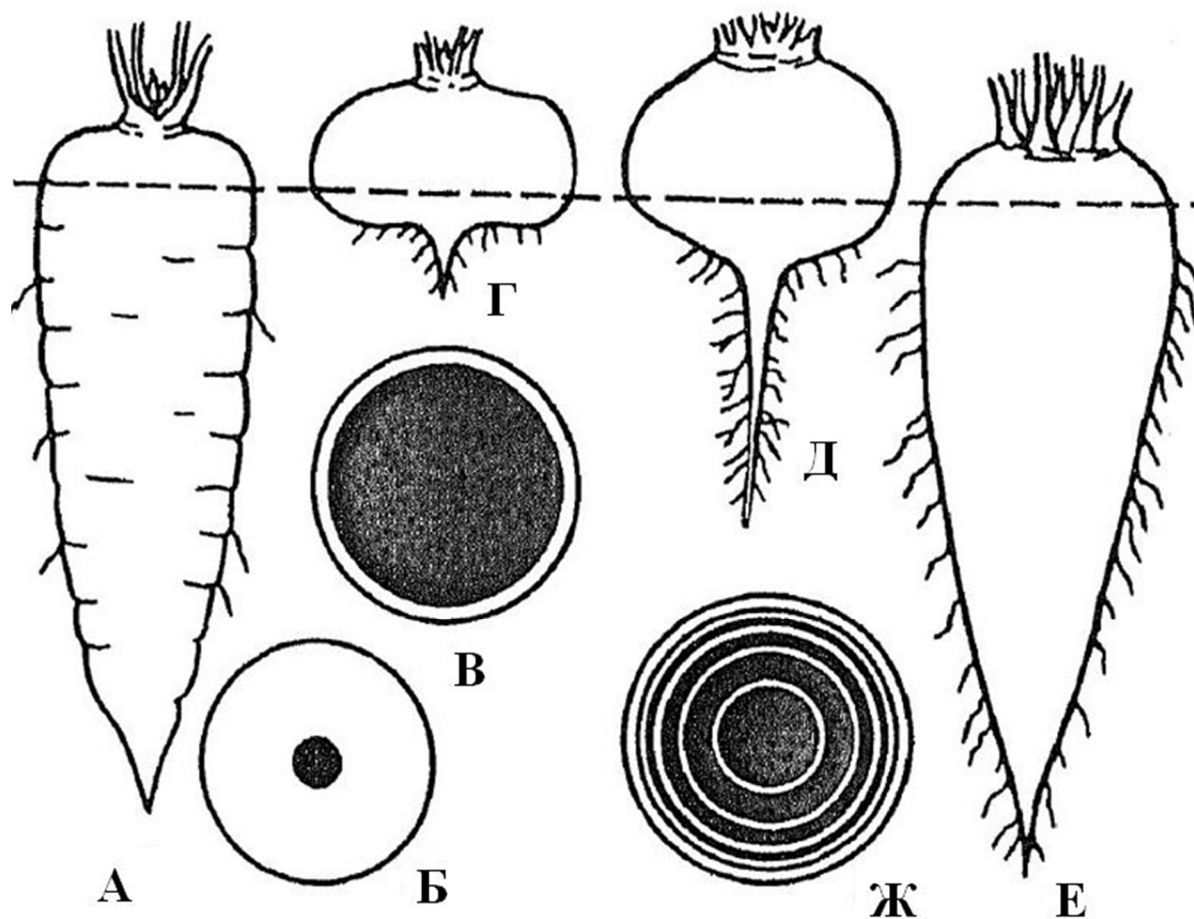


Рисунок 2 – Корнеплоды моркови (А, Б), редьки (В, Г) и свеклы (Д, Е, Ж) (на поперечных срезах ксилема показана черным, пунктирной линией обозначена граница стебля и корня) [2]

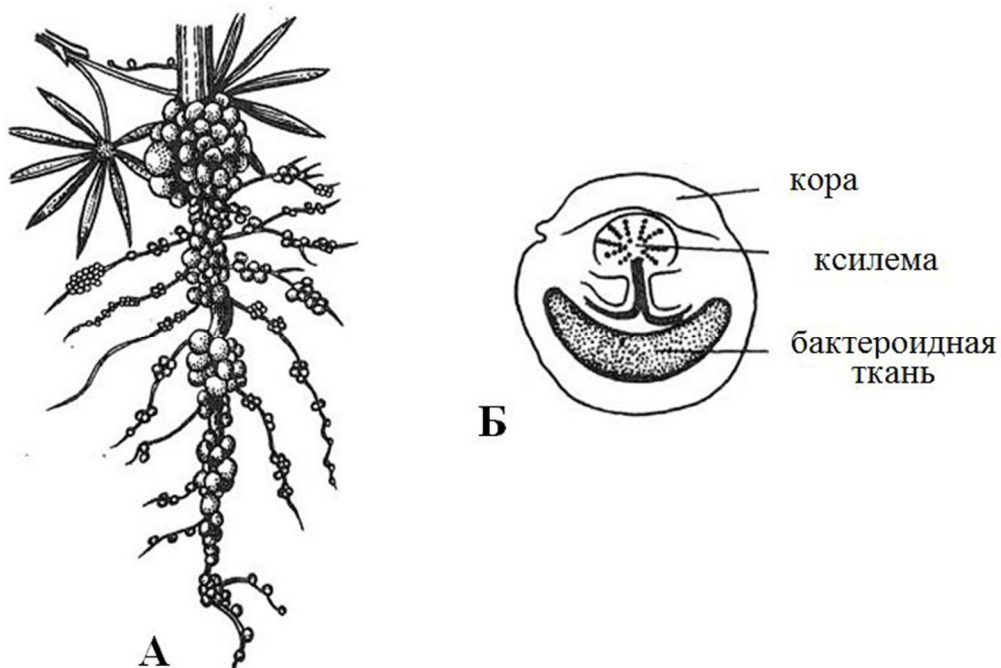


Рисунок 3 – Клубеньки на корнях люпина [3]

Работа 4 Микоризные корни

Ход работы

1 Изучить эндотрофную микоризу корня любки двулистной на постоянном препарате. У любки двулистной корни двоякого рода. Одни из них представляют собой корневые шишки (клубни), запасаящие питательные вещества (рисунок 4 А). Другие корни белые тонкие, в клетках их коровой паренхимы развиваются грибные гифы в виде плотно сплетенных клубков (рисунок 4 Б).

2 На готовом микропрепарате рассмотреть поперечный срез через молодой корень любки и найти элементы структуры корня, клетки, содержащие гифы гриба. Зарисовать микоризные корни, отобразив на рисунке корневые клубни. Отметить на рисунке-схеме участка поперечного среза покровную ткань, коровую паренхиму, клетки с грибными гифами, флоэму, ксилему.

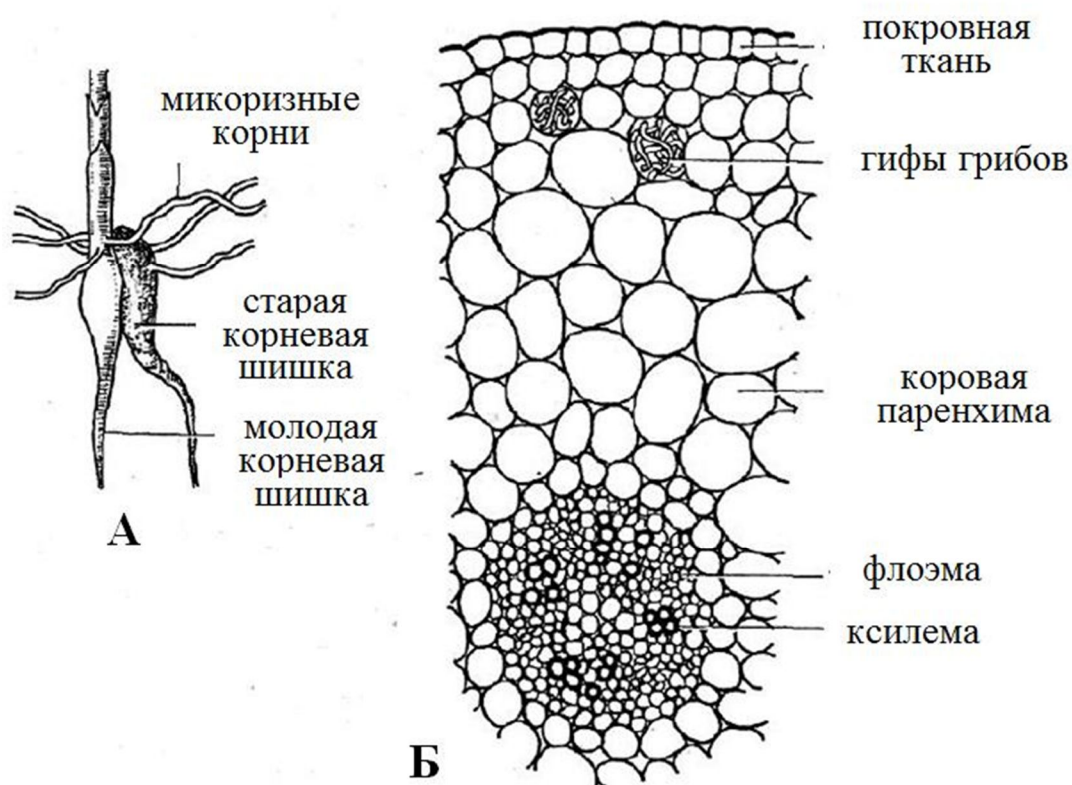


Рисунок 4 – Эндотрофная микориза любки двулистной: А – корневая система, Б – поперечный срез через корень [4]

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие органы растений относят к вегетативным?
- 2 На какие группы можно разделить корни по происхождению?
- 3 Перечислите типы корневых систем.
- 4 Каково морфологическое разнообразие корней?
- 5 Что представляют собой корнеплоды, какие типы корнеплодов вы знаете?
- 6 Каково значение бактериальных клубеньков?
- 7 Что такое микориза?

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. Андреева, И. И. Ботаника: учеб. пособие / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: КолосС, 2002. – 488 с.
3. Хржановский, В. Г. Ботаника / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Колос, 1988. – 383 с.
4. Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.
5. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие / Л. И. Лотова, под ред. А. П. Меликяна. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
6. Власова, Н. П. Практикум по лесным травам: учеб. пособие / Н. П. Власова. М.: Агропромиздат, 1986. – 108 с.
7. Коровкин, О. А. Анатомия и морфология высших растений: словарь терминов / О. А. Коровкин. – М: Дрофа, 2007. – 156 с.
8. Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, М. В. Ерёмин. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – 375 с.
9. Лісаў, М. Дз. Батаніка з асновамі экалогіі: вучэб. дапаможнік / М. Дз. Лісаў. – Мінск: Вышэйшая школа, 1998. – 338 с.
10. Сауткина Т. А., Морфология растений: учеб. пособие / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск: БГУ, 2012. – 311 с.
11. Марфалогія вегетатыўных органаў раслін: метадычны дапаможнік па дысцыпліне “Батаніка” / склад. Л. С. Пашкевіч, Т. М. Бургунская, Л. У. Рыгаль. – Мінск: БДТУ, 1999.
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.

Ботаника. Морфология вегетативных органов растений: практ. рук-во
Ю. М. Бачура, Н. М. Дайнеко