

УДК 57.081. 58

Ю.Ф. Рой¹, Е. А. Санелина²¹*канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина*²*аспирант каф. ботаники и экологии**Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ**

*Работа посвящена изучению анатомического строения корневой системы малины ремонтантной. Недостаточная изученность и отсутствие единого мнения о строении и названии подземных органов малины ремонтантной делает это направление исследования актуальным. Авторами изучено анатомическое строение и морфологические признаки корневой системы малины ремонтантной (*Raspberries remontante*, семейство Розоцветные – *Rosaceae Juss*). В качестве отличительных признаков корневища и придаточных корней малины ремонтантной выявлены наличие сердцевины в корневище и отсутствие в придаточных корнях, степень развития и дилатации сердцевинных лучей, выраженность годичных слоев древесины, количество сосудов на единицу площади, развитие и разорванность кольца первичных механических элементов.*

Введение

У большинства видов высших растений до сих пор не выявлены проявления внутривидовой изменчивости структурных признаков подземных органов, не проведена инвентаризация разнообразия анатомических структур корневищ, корней и иных подземных органов.

До настоящего времени вследствие недооценки и крайне незначительных знаний о структурных особенностях корней и других подземных органов высших растений приобретает особую актуальность исследование микроструктурных признаков [1].

И.В. Казаковым в 1968 г. на Кокинском опорном пункте садоводства ВСТИСП созданы ремонтантные сорта межвидового типа, включены в гибридизацию малина чёрная, душистая, замечательная боярышниковлистная и другие.

Новый ремонтантный сорт малины отличается хорошим плодоношением летом и осенью, зимостойкостью и засухоустойчивостью, относительной устойчивостью к грибным и вирусным болезням, хорошей общей жизнеспособностью [2].

По литературным данным подземная часть многолетника, состоит из корневища и многочисленных питающих придаточных корней. Это основной орган, обеспечивающий многолетнее существование куста и его размножение. Располагается на глубине 10–30 см (отдельные до 60 см и ниже), горизонтально до 2–3 м от куста [3].

Корневища разных растений отличаются не только по способу своего образования, степени паренхимизации стебля и присутствию в нем эндодермы, продолжительности жизни, которая может колебаться от нескольких лет до 20–25 лет, но и по целому ряду других признаков [4].

В настоящее время вопросы закономерностей роста, взаимосвязи структуры и функциональной активности подземных побегов – корневищ в процессе морфогенеза в зависимости от жизненной стратегии вида – слабо разработаны [5].

Корневище – один из наиболее распространенных в природе органов побегового происхождения. Это подземный или ползущий по поверхности почвы побег, выполняющий функции запаса, возобновления и вегетативного размножения [6].

Типичные боковые корни закладываются в перицикле при первичном строении главного корня. Эти корни могут закладываться в камбиальной зоне, в месте ее пересечения лубодре-весинными лучами, как у яблони, тополя, в феллогене, как у щавельки,

Иван-чая. Часто они развиваются около придаточных почек или в других местах, где имеются живые ткани. Корни, которые нельзя называть боковыми, т.е. закладывающиеся не в перицикле, Н.С. Воронин относит к категории придаточных [7; 8].

Стеблевые придаточные корни могут закладываться и эндогенно, и экзогенно. Начало этим корням дают клетки сердцевинных лучей, камбиальной зоны, флоэмы, феллогена, феллодермы и других живых тканей. Места их заложения нередко варьируют даже у одного и того же растения [1; 8].

В проанализированной нами литературе отсутствуют сведения об анатомическом строении корневища и придаточных корней малины ремонтантной.

Целью нашей работы было уточнение некоторых особенностей морфологии и анатомии корневой системы малины ремонтантного типа.

Материалы и методы

Материалом исследования была подземная часть малины ремонтантной 3-го года, собранная на территории Брестской области (СООО «ГермесЭкоГрупп», Каменецкий р-н, 2015 г.).

Фиксацию материала производили в смеси спирта и глицерина. Поперечные, продольные и косые срезы делали на санном микротоме с замораживающим столиком. Постоянные и временные препараты готовили по общепринятой в анатомии растений методике [9].

Исследования срезов корней данного растения осуществляли с помощью микроскопа «Альтами БИО 1Т» (Россия) и цифровой окулярной USB-камеры USMOS03100KPA.

Результаты и их обсуждение

В составе корневой системы, как правило, корневище морфологически легко отлито. У малины ремонтантной оно плавно переходит в систему придаточных корней. Из почек на корневище развиваются побеги замещения, а из почек, развивающихся на придаточных корнях, – отпрыски, которые формируют собственное корневище (рисунки 1 а, б; рисунок 2).

Таким образом, весной следующего года на всех стеблях образуются плодовые веточки, на корневищах материнского растения и отпрысков – побеги замещения, на придаточных корнях – отпрыски.

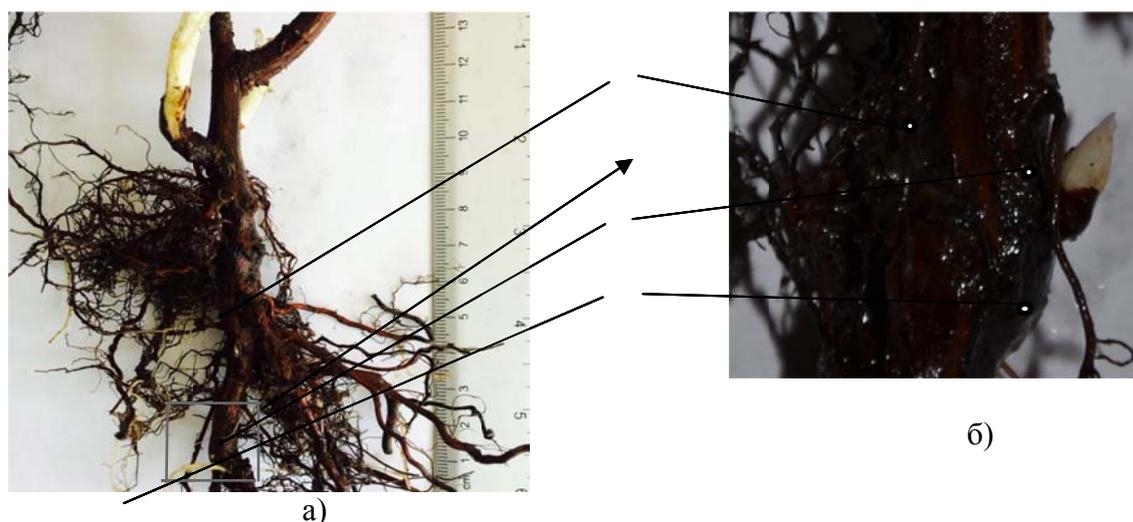
Их объединяет единая корневая система. Но приходит время, когда материнское корневище полностью отмирает. В результате этого происходит частичное разобщение куста, и группы растений, выросшие на разных корнях материнского растения, оказываются самостоятельными [3; 10; 11].

Анализ постоянных и временных препаратов показал, что анатомическое строение корневища и корня имеет существенное отличие.

В корневище отчетливо просматривается сердцевина, перимедуллярная зона, а в корне в центре располагается первичная ксилема (рисунок 3 а, б).

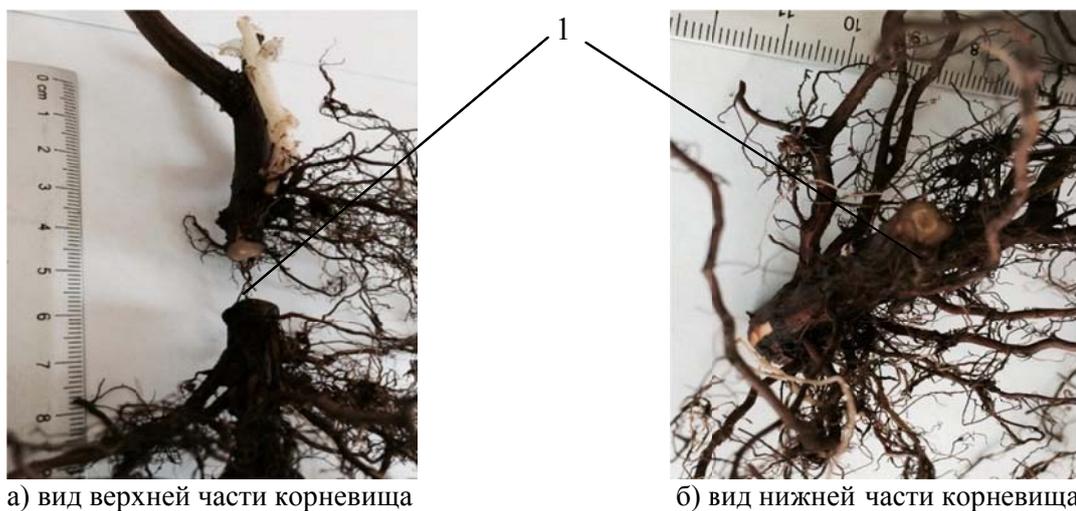
Ксилема в корне малины в отличие от корневища содержит большее количество сосудов на единицу площади (на поперечном срезе) и более развитую лучевую паренхиму. В древесине корня слабо выражены годовичные кольца.

Отличия рассмотренных признаков согласуются с таковыми у корня и стебля древесных растений [12; 13].



Обозначения: 1 – корневище; 2 – почка; 3 – придаточные корни

**Рисунок 1. – Корневая система малины ремонтантной:
а) общий вид; б) фрагмент корневища с почкой**



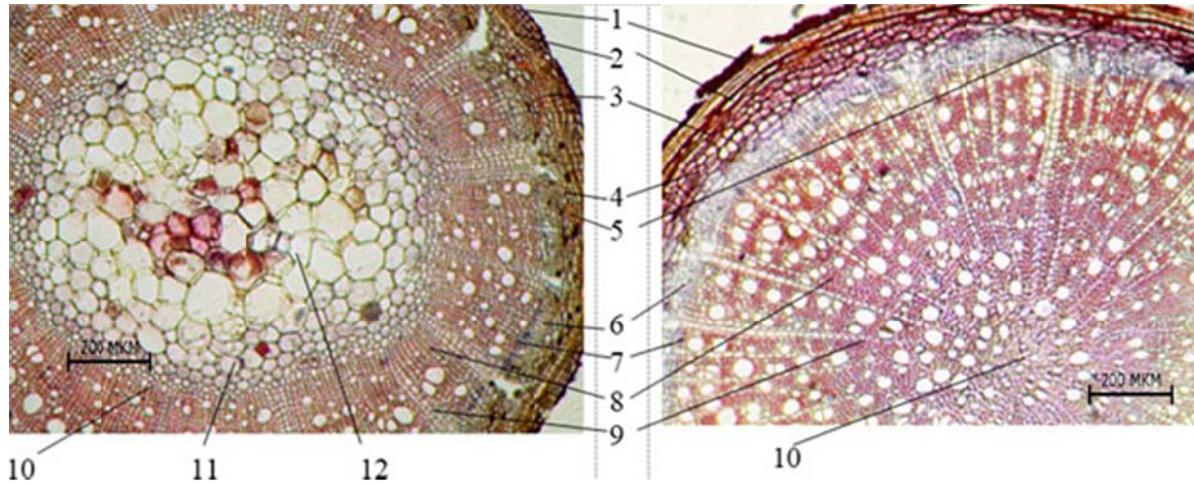
Обозначения: 1 – сердцевинная паренхима

**Рисунок 2. – Поперечный срез корневища малины ремонтантной,
на котором просматривается сердцевинная паренхима**

И в корне, и в корневище лучевая паренхима, лучи при переходе во флоэму сильно дилатируют. На поперечном срезе корневища флоэму окружает прерывистое кольцо первичных механических элементов, в корне элементы кольца слабо различимы. В литературе нет единого мнения о происхождении этих волокон, указывается, что они могут возникать из прокамбия, из основной меристемы, элементов протофлоэмы после облитерации ситовидных трубок [14; 15].

Паренхима первичной коры в обоих органах развита слабо, ее образуют 2–3 слоя паренхимных клеток разного диаметра изодиаметрической формы. В некоторых местах паренхима первичной коры соединяется с лучевой паренхимой, создавая иллюзию продолжения лучей вплоть до феллодермы, но клетки этих структур имеют некоторые отличия. Клетки лучевой паренхимы можно охарактеризовать как прямоугольные, а клетки паренхимы первичной коры овальной уплощенной, иногда округлой формы и имеющие более рыхлое сложение.

Снаружи и корень, и корневище покрывает перидерма. Феллема образована ровными рядами уплощенных мертвых клеток, число слев которых в трехлетнем летнем корневище достигают 6–7 клеток, а в корне – 4–5 клеток. Феллоген отделяет феллему от 2–3-х слоев феллодермы.



а) б)

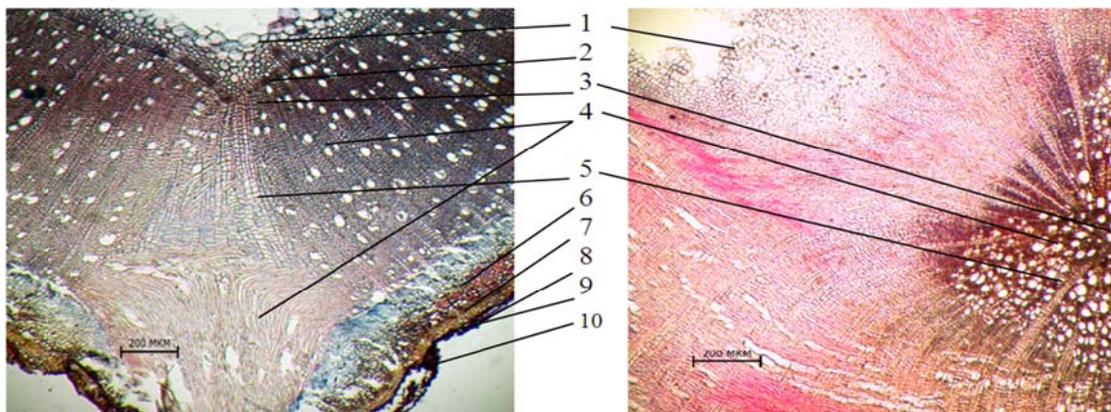
Обозначения: 1 – феллема; 2 – феллоген; 3 – феллодерма; 4 – первичная кора; 5 – механические элементы; 6 – флоэма; 7 – камбий; 8 – вторичная ксилема; 9 – сердцевинный луч; 10 – первичная ксилема; 11 – перимедулярное кольцо; 12 – сердцевинная паренхима

Рисунок 3. – Поперечный срез

а) корневища малины ремонтантной; б) придаточного корня малины ремонтантной

Особый интерес представляет анатомия места перехода корневища в корень (рисунок 4 а, б).

Сходные по топографии и по строению ткани начинают образовывать переплетения перпендикулярно осевой ориентации элементов ксилемы корня, накладываются в месте перехода на элементы ксилемы корневища. Аналогичным образом происходит соединение флоэмы.



а) б)

Обозначения: 1 – сердцевинная паренхима; 2 – перимедулярное кольцо; 3 – первичная ксилема; 4 – вторичная ксилема; 5 – сердцевинный луч; 6 – флоэма; 7 – механические элементы; 8 – феллодерма; 9 – феллоген; 10 – феллема

Рисунок 4. – Переход корневища в корень малины ремонтантной

Хорошо развитая сердцевина корневища крупноклетчатая, с клетками округлой формы, часто многоугольными, в месте контакта с корнем они уменьшаются в размерах от 70–80 мкм до 10–15 мкм в диаметре. При этом клетки более плотно сложены, оболочки также утолщаются. В целом, они напоминают клетки перимедулярной зоны. Крупные лучи, отходящие от первичной ксилемы придаточного корня до сердцевины корневища, имеют на поперечном срезе до 10 рядов клеток. Элементы ксилемы корневища опоясывают место перехода, при этом они узкопросветные – 6–10 мкм в диаметре, их вторичные оболочки имеют спиралевидные утолщения. Тяжи ксилемы, образованные 3–4 сосудами, чередуются с группами паренхимных клеток. Ксилема корневища плавно переходит в ксилему корня (рисунок 4), которая имеет сосуды диаметром от 20 до 70 мкм. Ксилема корневища в местах перехода имеет такой же диаметр.

Членики сосудов до 150 мкм в длину, их поперечные стенки скошены незначительно. Членики соединены простыми перфорациями. На стенках сосудов просматривается очередная поровость. В местах соединения ксилемы корня и корневища сосуды корня входят с боковой стороны в сосуды корневища, образуя в месте контакта простую перфорацию округлой формы, диаметр которой достигает 2/3 диаметра сосудов.

Следует отметить, что в местах перехода в ксилеме очень хорошо развита лучевая и околососудистая паренхима. Все лучи многорядные, многослойные, их клетки 8–10 мкм в диаметре, на поперечном срезе чаще всего прямоугольной формы. На продольном срезе клетки имеют форму от вытянутой до округлой, а их диаметр варьирует от 8 до 13 мкм. В паренхимных клетках часто встречается кристаллический песок, а в первичной коре чаще встречаются друзы, а также кубические, ромбические и призматические кристаллы.

В представленной работе мы излагаем лишь часть описания анатомической структуры подземной части малины ремонтантного сорта. Представленные материалы, на наш взгляд, должны дать более полное представление об особенностях строения этого органа. Полученные сведения могут быть полезны при разработке и уточнении методов размножения и выращивания.

Заключение

1. Подземная часть малины является корневищем, плавно переходящим в систему придаточных корней. Из почек на корневище развиваются побеги замещения, а из почек, развивающихся на придаточных корнях, – отпрыски, которые формируют собственное корневище.

2. Сравнительно-анатомическое исследование подземной части малины ремонтантной позволило показать неоднородность слагающих ее органов. В качестве отличительных признаков корневища и придаточных корней малины ремонтантной можно считать наличие сердцевинки в корневище и отсутствие в придаточных корнях, степень развития и дилатации лучевой паренхимы, выраженность годичных слоев древесины, количество сосудов на единицу площади, развитие и разорванность кольца первичных механических элементов.

3. Анатомическое строение места соединения корневища и корня имеет ряд специфических особенностей. В местах перехода в ксилеме очень хорошо развита лучевая и околососудистая паренхима, элементы ксилемы и флоэмы в местах соединения образуют специфический комплекс, элементы которого имеют ряд отличий: наличие и тип друз, форма и размеры, характер их соединения и сложения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таршис, Л. Г. Анатомия подземных органов высших сосудистых растений / Л. Г. Таршис. – Екатеринбург : УрО РАН, 2007. – 219 с.
2. Продан, А. Н. Ремонтантная малина и ежевика / А. Н. Продан. – Воронеж : Социум, 2012. – 15 с.
3. Ярославцев, Е. И. Малина / Е. И. Ярославцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – 207 с.
4. Маслова, С. П. Структурно-функциональная организация подземного метамерного комплекса многолетних травянистых растений [Текст] / С. П. Маслова, А. М. Макаров, Т. К. Головки // Успехи соврем. биол. – 2006. – Т. 126. – № 6. – С. 559–569.
5. Серебряков, И. Г. О двух типах формирования корневищ у травянистых многолетников / И. Г. Серебряков, Т. И. Серебрякова // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1965. – Т. 70. – Вып. 2. – С. 67–81.
6. Паутов, А. А. Морфология и анатомия вегетативных органов растений / А. А. Паутов. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2012. – 336 с.
7. Воронин, С. Н. Эволюция первичных структур в корнях растений [Текст] / С. Н. Воронин // Ученые записки Калуж. гос. пед. ин-та. – 1964. – Вып. 13. – С. 3–179.
8. Лотова, Л. И. Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 520 с.
9. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
10. Казаков, И. В. Малина. Ежевика / И. В. Казаков. – М. : АСТ, 2001. – 256 с.
11. Александрова, Г. Д. Малина в саду / Г. Д. Александрова. – Л. : Лениздат, 1989. – 93 с.
12. Еремин, В. М. Атлас микрофотографий по анатомии вегетативных органов растений / В. М. Еремин. – Брест, 1993.
13. Эзау, К. Анатомия растений / К. Эзау. – М. : Мир, 1980. – 400 с.
14. Эзау, К. Анатомия растений / К. Эзау. – М. : Мир, 1969. – 564 с.
15. Рой, Ю. Ф. Анатомическая структура однолетних стеблей взрослых деревьев и ее сезонная динамика : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 / Ю. Ф. Рой ; Брест. гос. ун-т. – Воронеж, 1997. – 226 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 21.06.2016

Roy Yu. F., Sanelina E.A. Anatomical and orphological Study o te Root System o Raspberries Remontant

The work is devoted to the study of the anatomical structure of the root system of raspberries remontant. Insufficient knowledge and confusion in the structure of the authors and the title of the underground organs remontant raspberries makes this line of research relevant. The method of digital microscopy studied anatomy and morphological characteristics of root system of raspberries remontant (Raspberries remontante, Rosaceae family - Rosaceae Juss). As the diagnostic signs of adventitious roots and remontant raspberries roots are revealed: the presence of the core in the rhizome and the lack thereof in the adventitious roots, development and dilatation of medullary rays, the severity of the annual rings of wood, the number of vessels per unit area development and fragmentation of primary ring of mechanical elements.

Исследования проводились в рамках НИР «Влияние режимов капельного орошения, минерального питания на продуктивность малины ремонтантной на легких супесчаных почвах юго-западной части Беларуси», 2015 г. № госрегистрации 20150348.