

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ

DOI: 10.30901/2227-8834-2016-3-31-37

УДК 634.7: 581.1 (470.621)

АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЛОДОНОЖЕК ЕЖЕВИКИ И МАЛИНЫ В СВЯЗИ С КАЧЕСТВОМ ЯГОД

Е. А. Добренков,
Л. Г. Семенова,
Е. Л. Добренкова

Филиал Майкопская
опытная станция
Федерального
исследовательского центра
Всероссийского института
генетических ресурсов
растений
имени Н. И. Вавилова,
385746,
Россия, Республика Адыгея,
Майкоп, п/о Шунтук,
п. Подгорный,
ул. Научная, д. 12,
e-mail: dobrenkov72@mail.ru

Ключевые слова:

ежевика, малина, плодоноски, анатомическая структура, качество ягод

Актуальность. В южных регионах России, у некоторых образцов ежевики и малины наблюдается образование недоразвитых и фасцированных ягод. Интерес представляет анатомическое строение плодоножки, которая является транспортным звеном, ответственным за передвижение воды и питательных веществ к генеративным органам. **Материал и методы.** В изучение вошли 3 сорта ежевики и 13 сортов малины. В fazu созревания с различнокачественных ягод отделяли плодоножки, которые фиксировали в 70% спирте и глицерине. С помощью микротома получены поперечные срезы средней части плодоножек. Срезы окрашивали водным раствором сафранина. Повторность 10–15-кратная. Постоянные препараты готовили на глицерин-желатине. Просмотр срезов и измерения проведены с помощью микроскопа МЛ-2 при увеличении 10 × 15. Измеряли толщину каждого слоя тканей, описывали их особенности. В проводящих пучках в поле зрения микроскопа подсчитывали число ситовидных трубок флоэмы и сосудов ксилемы, замеряли их диаметр. За контроль были приняты плодоножки хорошо развитых ягод. **Результаты и выводы.** При анализе анатомической структуры плодоножек недоразвитых ягод по сравнению с контролем обнаружено уменьшение толщины механических тканей (колленхимы и склеренхимы), отмечено сужение диаметра сердцевины за счет измельчения паренхимных клеток, выявлено меньшая толщина флоэмы и ксилемы, сужение и уменьшение числа ситовидных трубок и сосудов. У плодоножек фасцированных ягод ежевики 'Thornfree' ткани менее развиты, чем у контрольных, за исключением утолщенного слоя склеренхимы и большего числа открытых ситовидных трубок. Образцы малины проявляли сортовые особенности. Представленные различия в анатомической структуре плодоножек у различнокачественных ягод являются одной из причин снижения товарного качества продукции.

IDENTIFICATION OF THE DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES FOR SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS

DOI: 10.30901/2227-8834-2016-3-31-37

ANATOMICAL STRUCTURE OF BLACKBERRY AND RASPBERRY FRUITSTALKS IN CONNECTION WITH THE QUALITY OF THE BERRIES

E. A. Dobrenkov,
L. G. Semenova,
E. L. Dobrenkova

Maikop Experiment Station,
branch of Federal
State Budgetary
Scientific Institution
“Federal Research Center
the N.I. Vavilov
All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources”,
Nauchnaya Street, 12,
p/o Shuntuk,
Podgorny Settlement,
Republic of Adygea,
Maikop, Russia 385746,
e-mail: dobrenkov72@mail.ru

Key words:

*blackberry, raspberry,
fruitstalk, anatomical structure,
fruit quality*

Background. In the southern regions of Russia, some accessions of blackberry and raspberry are observed to form underdeveloped and fasciated berries. Of interest is the anatomy of the fruitstalk which is the main transport link responsible for the transfer of water and nutrients to generative organs. **Materials and methods.** The study encompassed 3 varieties of blackberry and 13 varieties of raspberry. During the maturation phase, berries of different quality were separated from fruitstalks which were fixed in 70%-alcohol and glycerin. With the help of a microtome, transverse sections of the middle part of the stalks were made. The sections were stained with aqueous solution of safranin. There were 10-15 replications. Permanent slides were prepared with glycerol-gelatin. Scans of the cuts and measurements were performed with a microscope ML-2 at magnification 10×15. The thickness of each layer of tissues was measured, and their features were described. In conducting bundles within the microscope's span, the number of sieve tubes of the phloem and xylem vessels was counted, and their diameter was measured. Fruitstalks of well-developed berries were taken as the reference. **Results and conclusion.** Analyzing the anatomical structure of fruitstalks of underdeveloped berries against the reference showed a decrease in the thickness of mechanical tissues (collenchyma and sclerenchyma). All varieties included in the experiment demonstrated narrowing of the diameter of the core at the expense of diminished parenchyma cells. Phloem and xylem thickness appeared to be less, while sieve tubes and vessels were narrower and fewer in number. The fruitstalk tissues of fasciated berries of the blackberry var. Thornfree were developed less than in the reference, except for the thickened layer of sclerenchyma and greater number of open sieve tubes. Raspberry accessions expressed their varietal characteristics. The presented differences in the anatomical structure of fruitstalks taken from berries of various quality are one of the causes of a decreased commercial quality of the products.

Введение

В южных районах садоводства под влиянием засухи и высоких температур воздуха в период вегетации плодовых культур наблюдается измельчение плодов, изменение их окраски, фасцирование, «запекание», преждевременное созревание, образование недоразвитых плодов, что определяет снижение продуктивности и товарного качества продукции. Морфологические и анатомические признаки растений являются отражением взаимодействия организма со средой обитания. Интерес представляет анатомическое строение плодоножки, которая является транспортным звеном, ответственным за передвижение воды и питательных веществ к генеративным органам. Характер изменений в плодоножках под влиянием погодных стрессоров был исследован ранее на сливе, алыче, землянике, смородине черной и красной (Goncharova, Dobrenkova, 1981; Dobrenkova, 1989; Semyanova, Bzheceva, 2003; Eremin et al., 2008).

Целью наших исследований был анализ особенностей структуры плодоножек у разнокачественных ягод ежевики и малины.

Материалы и методы

В исследование (2008–2010 гг.) были включены 3 сорта ежевики и 13 сортов малины (табл. 1, 2). Полевое изучение образцов приводили по общепринятым методикам (The program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops, 1999). Плод (ягода) малины и ежевики – сборная костянка. Каждая из многочисленных костянок покрыта кожицеей (экзокарпий), под которой находится мякоть (сочный мезокарпий) и маленькая косточка (каменистый эндокарпий) с семенем. Недоразвитые ягоды формируют всего 2–5 сочных костянок, остальные засыхают (Semyanova, Dobrenkova, 2001). В некоторые годы образуется значительное количество некачественных ягод в виде двух сросшихся (фасцированные), и особенно часто это встречается у сортов малины. В конце фазы созревания у нормально развитых, недоразвитых и фасцированных ягод (отбор проводили с 3–5-ти растений в один день) отделяли плодоножки, которые фиксировали в 70% спирте

и глицерине (фиксатор Корнха; 6:1). С помощью микротома получали по 2–3 поперечных среза средней части 10–15-ти плодоножек каждого варианта опыта. Срезы окрашивали водным раствором сафранина. Постоянные препараты готовили по методике М. Н. Прозиной, используя глицерин-желатин (Prozina, 1960). Просмотр срезов и измерения проведены с помощью микроскопа МЛ-2 при увеличении 10 × 15. Измеряли толщину каждого слоя тканей, описывали их особенности, в проводящих пучках подсчитывали число ситовидных трубок флоэмы и сосудов ксилемы, замеряли их диаметр (Zhestyanikova, Moskaleva, 1981). За контроль были приняты плодоножки хорошо развитых ягод.

Результаты и обсуждение

Плодоножки ежевики и малины на поперечном срезе имеют округлую форму и состоят из таких тканей как эпидерма, колленхима, паренхима коры и сердцевина. Слагающими элементами проводящего пучка (от периферии среза плодоножки к центру) являются вторичная флоэма, камбий, вторичная и первичная ксилема. Над флоэмой располагается склеренхима. Полученные результаты изучения особенностей анатомической структуры плодоножек у разнокачественных плодов ежевики и малины представлены в таблицах 1 и 2. У хорошо развитых ягод ежевики толщина эпидермального слоя плодоножки составляла около 10 мкм, а у малин – колебалась от 7,1 ('Гусар') до 9,2 мкм ('Magnific Delbard').

Колленхима у сорта ежевики 'Black Satin' была развита слабее (69,2 мкм) по сравнению с сортами 'Oregon Thornless' (81,2) и 'Thornfree' (83,2 мкм). У сортов малины этот показатель был ниже и изменялся от 27,3 ('Lloyd George') до 50–59 мкм ('Ремонтантная', 'Magnific Delbard', 'Malling Promise', 'Спутница', 30-178-1). Самый узкий слой коровой паренхимы был обнаружен у сорта малины 'Беглянка' (64 мкм), относительно широкий – у сортов 'Гусар', 'Рубиновое ожерелье' (191 мкм), 'Оранжевое чудо' (193 мкм). У изучаемых сортов ежевики паренхима коры имела толщину 101–132 мкм. Диаметр сердцевины у плодоножки

жек хорошо развитых ягод ежевики в зависимости от сорта составлял от 413 ('Oregon Thornless') до 501 мкм ('Thornfree'), малины – от 242 ('Ремонтантная') до 499 мкм ('Рубиновое ожерелье').

Над первичной флоэмой располагался слой механической ткани – склеренхима, толщина которого варьировала в пределах 38 (малина 'Olaphe') – 66 мкм (ежевика 'Thornfree').

При анализе структуры плодоножек недоразвитых ягод обнаружено уменьшение толщины механических тканей (колленхимы и склеренхимы). А у ежевики 'Oregon Thornless', малин 'Гусар', 'Magnific Delbard' образуется и более тонкий эпидермальный слой. У всех сортов, вошедших в опыт, отмечено сужение диаметра сердцевины за счет измельчения паренхимных клеток (см. табл. 1).

В фазе созревания плодов в проводящих пучках ежевики и малины ксилема развита сильнее флоэмы (см. табл. 1 и 2). Аналогичные результаты получены ранее на сливе, алыче (Eremin et al., 2008), смородине черной и красной (Semyanova, Bzheceva, 2003). Погодные стрессоры (засуха, жара) вызывают сдвиги обмена веществ в клетках. Это приводит к изменениям в развитии тканей и органов, в том числе и плодоножки, отрицательно отражаясь на поступлении необходимых питательных веществ в ягоды и семена. В нашем опыте особый интерес представляли различия в структуре проводящих пучков плодоножек у разнокачественных ягод в фазу созревания. Следует заметить, что часть ситовидных трубок флоэмы были закупорены или утолщены. Это может быть связано с завершением фазы созревания ягод. Подобное было обнаружено ранее у смородины (Semyanova, Bzheceva, 2003). Результаты исследований показали (см. табл.1), что в плодоножках недоразвитых ягод толщина флоэмы и ксилемы заметно уменьшается. В этих тканях обнаружено пониженное число ситовидных трубок и сосуды с более узким средним диаметром. Кроме того, у ежевики 'Black Satin', сортов малины 'Гусар', 'Magnific Delbard', 'Ремонтантная', 'Спутница' был менее развит и камбимальный слой, по сравнению с контролем.

Выявленные отклонения, как мы считаем, являются одной из причин недоразвитости ягод изучаемых культур.

Результаты изучения структуры плодоножек фасцированных ягод представлены в таблице 2. У плодоножек фасцированных ягод ежевики 'Thornfree' в основном все ткани были развиты слабее, чем у контрольных. Исключение составляли утолщенный слой склеренхимы (контроль – 57, опыт – 92 мкм), а во флоэме в поле зрения микроскопа обнаружено большее число открытых ситовидных трубок (контроль – 19, опыт – 25 шт.). В структуре плодоножек аналогичных ягод малины проявлялись сортовые особенности. Так, у сорта 'Беглянка' выявлено разрастание эпидермы, коровой паренхимы, камбимальной зоны, флоэмы и ксилемы, большее число и диаметр открытых ситовидных трубок и сосудов. Если у одних сортов малины ('Беглянка', 'Метеор', 'Malling Promise', 30-178-1) эпидермальный слой был более развит по сравнению с контрольными плодоножками, то у других ('Lloyd George', 'Olaphe', 'Оранжевое чудо', 'Рубиновое ожерелье') – слабее. Сорта 'Метеор' и 'Оранжевое чудо' имели утолщенный слой колленхимы, а 'Malling Promise' и 30-178-1 – слой коровой паренхимы. Если у таких сортов как 'Lloyd George', 'Метеор', 'Malling Promise' склеренхима развивалась слабо, то у сортов 'Olaphe', 'Оранжевое чудо', 'Рубиновый кулон' и 30-178-1 – более мощно. Различные отклонения от контроля отмечали по сортам и в проводящих пучках.

Необходимо отметить, что для плодоножек фасцированных ягод всех изученных сортов малины и для ежевики 'Thornfree' было характерно сужение диаметра сердцевины за счет измельчения паренхимных клеток и уменьшения межклетников.

Заключение

Полученные результаты о специфике анатомической структуры плодоножек у различающихся по своему развитию ягод ежевики и малины представляют теоретический и практический интерес как для познания процесса плодообразования, так и оценки товарных качеств продукции.

Таблица 1. Анатомическая структура плодоножек у разнокачественных ягод ежевики и малины, 2008 г.
Table 1. Anatomical structure of fruitstalks in blackberries and raspberries of different quality, 2008

Сорт	Вариант*	Толщина слоя, мкм				Флоэма			Толщина камбия, мкм	Ксилема			Диаметр сердцевины, мкм
		Эпидермис	колленхима	коровая паренхима	склеренхима	толщина слоя, мкм	ситовидные трубы	количество, шт.		толщина слоя, мкм	количество, шт.	диаметр, мкм	
Ежевика													
Black Satin	1	10,2	69,2	127,1	50,6	67,7	36	6,1	15,2	81,5	38	10,1	476,9
	2	10,1	56,1	81,0	47,7	46,5	14	5,3	12,7	65,3	27	8,2	457,8
Oregon Thorn-less	1	10,1	81,2	132,3	61,2	56,2	28	7,1	10,2	81,5	37	10,2	413,2
	2	6,2	61,4	91,4	45,9	40,8	25	6,9	10,1	56,2	36	8,1	203,3
Thornfree	1	10,1	83,2	123,9	66,1	57,3	31	7,9	15,4	87,4	44	9,1	500,6
	2	9,9	63,0	87,9	44,5	54,8	17	6,5	15,2	78,0	27	8,7	341,9
Малина													
Альй парус	1	8,3	34,8	171,4	53,0	61,5	24	6,0	24,4	58,0	33	8,5	318,0
	2	7,9	30,4	158,6	49,9	53,0	19	5,5	24,4	55,1	28	7,4	305,7
Гусар	1	7,1	48,5	190,7	56,3	58,1	17	4,2	7,3	86,7	32	11,4	269,7
	2	5,1	22,5	101,3	50,1	39,6	—	—	5,3	76,0	—	—	203,0
Magnific Delbard	1	9,2	55,1	175,3	56,9	45,9	16	6,2	16,3	66,3	38	8,6	430,6
	2	5,7	22,5	173,5	53,0	44,9	14	5,7	9,7	60,4	34	7,9	241,7
Ремонтантная	1	9,0	50,4	152,1	61,7	56,0	22	7,3	17,5	66,3	30	10,1	242,1
	2	10,1	45,9	127,5	50,7	30,5	12	6,0	15,3	45,9	22	8,1	101,8
Спутница	1	7,8	33,6	124,2	43,7	44,7	21	8,7	16,1	84,5	26	5,7	251,9
	2	7,1	20,3	101,8	40,3	36,0	11	4,5	14,1	70,9	19	5,0	214,1

*1 – зрелые normally развитые ягоды; 2 – зрелые недоразвитые ягоды

Таблица 2. Особенности анатомической структуры плодоножек фасцированных ягод малины и ежевики, 2010 г.
Table 2. Features of the fruitstalk anatomical structure in fasciated raspberries and blackberries, 2010

Сорт	Вариант*	Толщина слоя, мкм			Флюэма			Толщина камбия, мкм	Ксилема			Диаметр сердцевины, мкм	
					толщина слоя, мкм	ситовидные трубы			толщина слоя, мкм	сосуды			
		Эпидермис	колленхима	коровая паренхима		количества, шт.	диаметр, мкм			количества, шт.	диаметр, мкм		
Е ж е в и к а													
Thornfree	1	9,4	75,5	101,0	56,8	61,9	19	6,5	15,2	77,8	32	10,7	436,0
	2	6,7	60,6	70,8	91,7	45,8	25	6,9	10,1	55,9	31	10,1	212,2
М а л и н а													
Беглянка	1	7,9	38,7	164,3	43,9	40,8	14	2,6	13,7	76,3	22	5,5	274,2
	2	9,2	37,6	141,7	43,9	59,2	23	5,5	19,4	79,6	31	9,2	215,3
Lloyd George	1	5,3	27,3	140,0	38,8	62,2	23	2,6	8,7	87,7	35	6,3	237,1
	2	4,9	24,9	92,7	31,7	60,1	22	2,9	9,2	77,9	26	6,0	112,0
Meteор	1	5,6	39,8	151,0	53,0	53,0	15	5,3	14,7	120,4	29	8,2	313,1
	2	8,8	50,4	139,7	41,8	68,3	15	5,5	11,2	104,0	24	7,3	296,6
Malling Promise	1	5,1	49,9	116,1	64,9	80,4	16	2,2	9,8	111,4	34	8,6	243,1
	2	7,8	51,0	153,0	62,8	70,4	20	2,1	11,2	113,3	41	8,3	236,6
Olaphe	1	6,6	43,9	128,5	37,7	58,1	18	4,9	10,2	69,4	50	2,6	285,6
	2	5,0	40,0	96,3	46,0	60,2	25	2,3	11,4	70,8	29	6,4	133,2
Оранжевое чудо	1	9,4	28,5	192,8	53,1	64,3	13	2,8	9,8	112,2	17	8,0	496,7
	2	7,7	58,1	152,0	57,1	58,1	12	2,5	9,8	117,3	34	11,6	458,0
Рубиновое ожерелье	1	9,2	32,6	190,8	40,8	74,5	23	5,8	10,1	102,0	27	7,5	498,7
	2	8,3	22,5	167,0	49,1	53,8	15	2,2	9,6	89,0	14	10,0	474,3
30 – 178 – 1	1	6,9	58,9	149,9	62,9	56,2	11	3,6	8,4	116,7	16	108	433,2
	2	7,9	57,7	168,7	65,3	64,3	14	7,9	6,9	135,4	21	12,1	374,1

*1 – нормально развитые ягоды, 2 – фасцированные ягоды

References/Литература

1. Dobrenkova L. G. Physiological and anatomical features of the productivity of strawberry plants under extreme temperature exposure // Bulletin applied botany, genetics and plant breeding, 1989, vol. 123, pp. 95–101 [in Russian] (Добренкова Л. Г. Физиолого-анатомические особенности продуктивности растений земляники при экстремальных температурных воздействиях // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1989. Т. 123. С. 95–101).
2. Eremin G. V., Semenova L. G., Gasanova T. A. Physiological features of formation of adaptability, productivity and fruit quality in stone fruit crops in the foothill zone of Northwest Caucasus (Fiziologicheskie osobennosti formirovaniya adaptivnosti, produktivnosti i kachestva plodov u kostochkovyx kul'tur v predgornoj zone Severo-Zapadnogo Kavkaza). Majkop, 2008. 210 p. [in Russian] (Еремин Г. В., Семенова Л. Г., Гасанова Т. А. Физиологические особенности формирования адаптивности, продуктивности и качества плодов у косточковых культур в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа. Майкоп, 2008. 210 с.).
3. Goncharova E. A., Dobrenkova L. G. Functional role of anatomical changes in strawberries during adaptation to drought and salinization (Funktional'naya rol' anatomicheskix izmenenij u zemlyaniki pri adaptacii k zasuxe i zasoleniyu) // Bulletin applied botany, genetics and plant breeding, 1981, vol. 71, iss. 1, pp. 100–108 [in Russian] (Гончарова Э. А., Добренкова Л. Г. Функциональная роль анатомических изменений у земляники при адаптации к засухе и засолению // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1981. Т. 71. Вып. 1. С. 100–108).
4. Program and methodology of variety investigation of fruit, berry and nut crops. Ed. Sedov E. N., Ogol'tsova T. P. (Programma i metodika soroizuchenija plodovykh, yagodnykh i orehoplodnykh kul'tur). Orel: VNIISPK, 1999, 608 p. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Седова Е. Н., Огольцовой Т. П. Орел: ВНИИСПК. 1999. 608 с.).
5. Prozina M. N. Botanical micro-technology (Botanicheskaya mikrotekhnika). M., 1960, pp. 101–104 [in Russian] (Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. М., 1960. С. 101–104.).
6. Semenova L. G., Bzheceva N. R. Features the productivity of black and red currant in the conditions of Adygea (Osobennosti produktivnosti smorodiny chernoj i krasnoj v usloviyah Adygei). Majkop, 2003. 143 p. [in Russian] (Семенова Л. Г., Бжесцева Н. Р. Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи. Майкоп, 2003. 143 с.).
7. Semenova L. G., Dobrenkov E. A. Adaptation potential of BlackBerry in the Western foothills of the North Caucasus (Adaptacionnyj potencial ezheviki v usloviyah Za-padnogo predgorya Severnogo Kavkaza). Majkop, 2001. 83 p. [in Russia] (Семенова Л. Г., Добренков Е. А. Адаптационный потенциал ежевики в условиях Западного Предгорья Северного Кавказа. Майкоп, 2001. 83с.).
8. Zhestyanikova L. L., Moskaleva G. I. Technique of anatomical studies of plants: methods of specifying (Tekhnika anatomicheskix issledovanij rastenij: metodich. ukazaniya). Leningrad, 1981, 65 p. [in Russian] (Жестяникова Л. Л., Москальева Г. И. Техника анатомических исследований растений: методические указания. Л., 1981. 65 с.).