

УДК 634.721:581.13:631.524.32

Т. В. Жидехина, к.с.-х.н.

ГНУ ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина, Россия, Мичуринск, berrys-m@mail.ru

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ АССИМИЛЯЦИИ У РАСТЕНИЙ СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Аннотация

Приведена оценка нарастания общей фитомассы у семи сортов смородины чёрной в онтогенезе. Установлено, что биологическая продуктивность двухлетних растений зависит от исходного качества посадочного материала – $r = 0,904$ (Зелёная дымка)...0,483 (Татьянин день). У пятилетних растений гибридных сортов отмечены разные показатели их размеров (в 5,3) и веса (в 1,7 раза). По величине УАПКС синтезированные сорта занимают промежуточное положение между исходными родительскими формами, превосходя сорт Минай Шмырёв (♀) и уступая отцовскому сорту Brödtorp. Установлено наличие положительной корреляции между конечным сухим весом корней и древесины (0,853), ягод (0,666), листьев (0,497). Наиболее тесными эти зависимости были у Зелёной дымки ($r = 0,932$; 0,947; 0,905 соответственно), несколько слабее у сортов Чёрный жемчуг (0,854; 0,681; 0,641) и Татьянин день (0,922; 0,598 и 0,492 соответственно).

Ключевые слова: смородина чёрная, сорт, фитомасса, корни, побеги, листья, активная поверхность корней

UDC 634.721:581.13:631.524.32

T. V. Zhidyokhina, candidate of agricultural sciences

The I.V. Michurin All-Russia Research Institute for Horticulture, Russia, Michurinsk, berrys-m@mail.ru

ASSIMILATE PRODUCT PARTITION IN BLACK CURRANT PLANTS IN ONTOGENESIS

Abstract

The increase of total phytomass in seven black currant cvs in ontogenesis was estimated. It has been established that biological productivity of two-old plants depends on the initial quality of planting material $r=0.904$ (Zelyonaya dymka)...0.483 (Tat'yanin den'). In five-year old plants of hybrid cvs there were recorded various indexes of their size (in 5.3 times) and weight (in 1.7 times). Synthesized cvs take intermediate position on UAPKS value between initial parent selections. They are better than Minai Smyryov (♀) and worse than male cv Brödtorp. The positive correlation was established between final dry weight of roots and wood (0.853), fruits (0.666) and leaves (0.496). Zelyonaya dymka was characterized by more close dependence ($r = 0.932$; 0.947; 0.905, respectively), lower correlation was registered in cvs Chyornyi zhemchug (0.854; 0.681; 0.641) and Tat'yanin den' (0.922; 0.598 and 0.492).

Key words: black currant, plant, phytomass, roots, shoots, leaves, the active surface of roots

Важную роль в формировании хозяйственной продуктивности играют закономерности распределения ассимилятов на рост отдельных органов сельскохозяйственных растений в онтогенезе, временного их резервирования и реутилизации запасных веществ [5]. В селекции на высокую продуктивность обычно стремятся к тому, чтобы большая часть ассимилятов использовалась на рост надземных органов. Мощная, глубокопроникающая, хорошо разветвленная корневая система является основным условием выживания растений в засушливые годы [16]. При этом корневая система растения также выполняет центральную метаболическую функцию [13] и играет определенную роль в формировании высокоактивного фотосинтетического аппарата [1]. Таким образом, направление и интенсивность экспорта, скорость использования ассимилятов зависят от экологической стратегии, адаптационных реакций и особенностей продукционного процесса у различных сортов сельскохозяйственных культур.

Несмотря на то, что в литературе накоплены данные по физиологии и экологии фотосинтеза и роста [3, 10, 20, 21, 23], по существу, очень мало работ об особенностях формирования фитомассы у древесных садовых культур [2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 19]. Целью нашей работы было изучение сортовых особенностей роста и развития растений смородины чёрной в онтогенезе.

Материалы и методика исследований

Эксперименты проводили в течение пяти лет на растениях семи сортов смородины чёрной: Минай Шмырёв (♀), Brödtorp (♂), Багира, Зелёная дымка, Созвездие, Татьянин день, Чёрный жемчуг на экспериментальном участке отдела ягодных культур ВНИИС им. И.В. Мичурина. Исследуемые сорта различаются по морфологическим признакам: *Минай Шмырёв* – формирует среднерослый, крупный, умеренно раскидистый куст. Побеги толстые, прямые, листья крупные или средние, почти гладкие, кожистые, кисти средние. Ягоды массой 0,9...1,1 г [18]. *Brödtorp* имеет среднерослый, сильно раскидистый куст. Побеги тонкие, изогнутые, листья средние, кожистые, слабо морщинистые, кисти средние и длинные. Ягоды массой 1,0...1,2 г [22]. *Багира* – среднерослый, среднераскидистый куст. Побеги средние, прямые, листья средние, кожистые, гладкие, кисти средние, ось толстая, прямая. Ягоды массой 1,1...1,5 г. *Зелёная дымка* – среднерослый, слабо раскидистый куст. Побеги средние, прямые, листья крупные, кожистые, гладкие или слабо морщинистые, кисти средние и длинные, по 1...2 на почку, прямые. Ягоды массой 1,2...1,6 г. *Созвездие* – среднерослый, слабо раскидистый куст. Побеги средние, прямые, листья средние, гладкие, кисти средние, ось средняя и толстая. Ягоды массой 1,2...1,5 г. *Татьянин день* – среднерослый, средне раскидистый куст. Побеги средние, прямые и изогнутые, листья крупные, плотные, морщинистые, кисти средние и длинные, ось средняя и толстая. Ягоды массой 1,2...1,4 г. *Чёрный жемчуг* – среднерослый, раскидистый куст. Побеги средние, коленчатые, листья средние, голые, гладкие, кисти средние и длинные, ось средняя, прямая. Ягоды массой 1,3...1,4 г [18].

Растения выращивали в условиях микрополевого опыта в почвенной культуре (почва: чернозем средневещелоченный, содержание гумуса 4,8%, N – 92,4, P₂O₅ – 108, K₂O – 85 мг/кг), при схеме посадки 3 × 1 м. Укорененные зеленые черенки (по 50 штук каждого сорта) высадили в заглубленные полиэтиленовые пакеты без дна, вмещающие по 20 кг почвы. Перед высадкой каждое растение взвесили с точностью до 0,01 г. Ежегодная продолжительность опыта составляла 195...220 суток. За время проведения опыта суммы активных температур составляли 2318,3...2886,9°C, а суммы осадков 362,4...545,7 мм. В середине июля с 10 очередных растений каждого сорта

снимали зрелые ягоды, которые взвешивали и в трех повторностях высушивали до абсолютно сухого веса. В конце вегетации растения аккуратно извлекали из почвы без повреждения корневых окончаний, каждое из которых служило повторностью. Затем их расчленили на части (листья, побеги, корни) и взвешивали. Облиственность растений смородины чёрной определяли весовым методом [17]. Общую длину древесины измеряли линейкой. От корня каждого растения отсекали по 1...2 пряди диаметром 2...3 мм, которые переносили на влажное стекло с подложенной под него миллиметровой бумагой, измеряли длину активных и проводящих корней, общую длину пряди, подсчитывали число точек роста, приходящихся на единицу длины корневой системы. Под микроскопом МБС-9 при 56-кратном увеличении определяли диаметр активного корня, по 10 диаметров [14, 15]. После проведенных измерений и взвешиваний пробы листьев, побегов (в трех повторностях) и пряди высушивали в термостате при 105° до абсолютно сухого веса. Затем определяли сухой вес отдельных частей и всего растения в целом. Все расчеты выполняли по абсолютно сухому материалу. Математическую обработку данных проводили статистическими методами [6] с использованием Microsoft Excel. Разницу между сравниваемыми сортами считали достоверной при уровне доверительной вероятности $P \geq 0,95$.

Результаты и их обсуждение

Современные сорта смородины чёрной значительно различаются по морфологическим признакам – силе роста, форме, диаметру и густоте кроны. Анализ полученных результатов показывает, что исследуемые сорта отличаются по темпам роста растения и формированию органов в онтогенезе (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика прироста фитомассы растений смородины чёрной в онтогенезе (в среднем по сортам), г сухого вещества

Наименование	Привес фитомассы растения в зависимости от возраста:			
	2 года	3 года	4 года	5 лет
Целое растение	$\frac{10,26}{5,91...13,39}$	$\frac{57,61}{21,86...122,68}$	$\frac{68,64}{43,15...121,39}$	$\frac{97,50}{50,94...167,37}$
Корни	$\frac{4,15}{2,53...5,68}$	$\frac{17,23}{7,45...24,68}$	$\frac{23,71}{17,42...33,35}$	$\frac{32,80}{19,27...49,67}$
Побеги	$\frac{2,68}{0,93...3,46}$	$\frac{19,29}{6,54...44,83}$	$\frac{26,97}{13,09...55,48}$	$\frac{39,56}{18,87...70,31}$
Листья	$\frac{3,43}{1,70...4,97}$	$\frac{20,71}{7,87...52,52}$	$\frac{11,36}{6,67...22,94}$	$\frac{14,57}{6,17...28,91}$
Кисти + ягоды	-	$\frac{0,37}{0,15...0,68}$	$\frac{6,59}{2,71...9,62}$	$\frac{10,58}{2,29...18,48}^*$

* в числителе – среднее значение по всем сортам, в знаменателе – минимальное и максимальные значения у изученных сортов

На начальном этапе исследований, у двухлетних растений смородины чёрной, биологическая продуктивность различалась в 4,2 (Минай Шмырёв) – 8,3 раза (Багира). Корреляция между исходной и конечной сухими массами растений была довольно высокой у всех сортов – Зелёная дымка = 0,904; Багира = 0,813; Brödtorp = 0,732; Созвездие = 0,622; Минай Шмырёв = 0,600; Чёрный жемчуг = 0,525 и Татьянин день = 0,483. Выявлено, что на второй год после посадки опытные растения большую часть ассимилятов расходовали на формирование корневой системы и листьев; на третий – листьев и побегов, а на четвертый и пятый – на рост побегов и корней. Установлено

наличие положительной корреляции между конечным общим сухим весом растения и суммарной длиной приростов ($r = 0,881$), облиственностью куста (0,803). При этом пятилетним растениям сортов смородины чёрной, выделенным в одной гибридной семье свойственны разные предельные уровни размеров (в 5,3 раза) и веса (в 1,7 раза). По-видимому, направление экспорта ассимилятов на формирование структурных органов также зависит и от адаптивного потенциала сорта. При благоприятных условиях вегетационного периода, довольно много ассимилятов расходуется на рост листьев и, как следствие, интенсивнее нарастает надземная и общая фитомасса растения. Установлено наличие положительной корреляции между конечным сухим весом листьев и суммарной длиной побегов (0,579), с максимальными значениями у сортов Зелёная дымка (0,927), Чёрный жемчуг (0,772) и отцовского сорта Brödtorp (0,764).

При пересчете на сухое вещество установлено, что наибольшее количество ассимилятов депонируется в древесине сортов Минай Шмырёв (31,26%) – у двухлетних; Татьянин день (36,54), Багира (36,38), Созвездие (31,50), Минай Шмырёв (30,59) – у трехлетних; Татьянин день (45,70), Багира (41,51), Чёрный жемчуг (40,23) – у четырехлетних; Чёрный жемчуг (44,11), Зелёная дымка (42,01) и Созвездие (41,18) у пятилетних растений. Установлено наличие положительной корреляции между конечным сухим весом побегов и облиственностью куста (0,738), с максимальными значениями у сортов Зелёная дымка (0,910), Минай Шмырёв (0,884), Brödtorp (0,864) и Чёрный жемчуг (0,838). В среднем по группе исследуемых сортов выявлена зависимость между конечным сухим весом побегов и ягод (0,659).

Рост и развитие корней у смородины чёрной определяется биологическими особенностями сорта, условиями года, агротехническими приемами возделывания, возрастом растений и т.д. Универсальным показателем используемым при сравнении корневых систем различных сортов является удельная активная поверхность корневой системы (УАПКС), показывающая сколько см² активной поверхности корней приходится на 1 м их длины. В условиях эксперимента различия между сортами по УАПКС составили 1,6 раза (таблица 2).

Таблица 2 – УАПКС на единицу абсолютно сухой массы у сортов смородины чёрной, в среднем за годы исследований

Название сорта	УАПКС, см ² м ⁻¹ пряди	V,%	P,%
Минай Шмырёв (♀)	5,00 ± 0,17	6,76	3,40
Brödtorp (♂)	8,09 ± 0,11	2,62	1,36
Багира	7,09 ± 0,33	9,36	4,65
Зелёная дымка	6,67 ± 0,12	3,65	1,80
Созвездие	6,17 ± 0,25	8,26	4,06
Татьянин день	5,45 ± 0,16	5,93	2,93
Чёрный жемчуг	6,44 ± 0,18	5,47	2,79

Максимальную УАПКС имел сорт Brödtorp, минимальную – Минай Шмырёв, а остальные сорта занимают промежуточное положение между исходными родительскими формами. Степень варьирования величины УАПКС в группе изученных сортов составила 2...10%, а точность измерений – 1...5%.

Функциональную активность корневой системы у исследуемых сортов смородины чёрной определяли по соотношению физиологически активных частей растения – активной поверхности корней (S_k) и площади листьев (S_l) (таблица 3).

Таблица 3 – Активная поверхность корней и площадь листьев, приходящиеся на единицу сухой массы растения у сортов смородины чёрной, в среднем за годы исследований

Название сорта	Активная поверхность корней, см ² г ⁻¹	Площадь листьев, см ² г ⁻¹	Соотношение $S_k : S_l$
Минай Шмырёв (♀)	3,41	30,57	0,11
Brödtorp (♂)	8,96	30,18	0,30
Багира	5,36	24,96	0,21
Зелёная дымка	6,18	32,90	0,19
Созвездие	5,24	25,38	0,21
Татьянин день	2,61	33,43	0,08
Чёрный жемчуг	9,17	27,85	0,33
НСР ₀₅	1,47	3,46	0,07

Максимальные уровни соотношения $S_k : S_l$ отмечены у сортов Чёрный жемчуг и Brödtorp. В функциональном отношении это означает, что 1 м² активной поверхности корней может обслужить 3,03 и 3,33 м² листовой поверхности.

В период вступления в плодоношение максимальное количество ассимилятов на формирование корневой системы затрачивали сорта Зелёная дымка (42,00%), Чёрный жемчуг (39,52), Минай Шмырёв (35,55) – в трехлетнем; Brödtorp (46,86), Созвездие (42,41), Чёрный жемчуг (35,09) – в четырехлетнем и Созвездие (40,30), Минай Шмырёв (40,22), Багира (40,07), Brödtorp (37,82) в пятилетнем возрасте. За время проведения исследований стабильно большую часть ассимилятов на формирование корневой системы использовал сорт Brödtorp. В среднем для группы изученных сортов установлено наличие положительной корреляции между конечным сухим весом корней и древесины (0,853), ягод (0,666), листьев (0,497). Наиболее тесными эти зависимости были у Зелёной дымки ($r=0,932$; $0,947$; $0,905$ соответственно), несколько слабее у сортов Чёрный жемчуг (0,854; 0,681; 0,641) и Татьянин день (0,922; 0,598 и 0,492 соответственно).

Родственные сорта по-разному формировали хозяйственно-ценную часть фитомассы. Так у четырехлетних растений максимальное количество ассимилятов на урожай затрачивали Татьянин день, Багира и Чёрный жемчуг, а у пятилетних – Зелёная дымка (18,48), Татьянин день (15,48), Созвездие (11,24), Чёрный жемчуг (10,72) и Багира (10,49% от сухого веса). В среднем за годы исследований для всей группы сортов установлено наличие положительной корреляции между общей фитомассой растения и конечным сухим весом ягод: $r=0,652$.

Заключение

Активность роста и развития растений смородины чёрной обуславливают их окончательный размер и зависят от количества синтезируемых ассимилятов. Максимальное количество ассимилятов на увеличение надземной фитомассы затрачивают сорта Татьянин день, Чёрный жемчуг и Зелёная дымка, превышая расход на развитие корней в 2,4; 2,6 и 2,2 раза, соответственно.

Литература

1. Анисимов, А.А. Влияние условий минерального питания на метаболизацию ассимилятов в проводящих тканях/ А.А. Анисимов, М.С. Каманина// Физиология растений, 1982. – Т. 29, вып. 4. – С. 667-673.

2. Балан, В.В. Рост и продуктивность яблони с плоской кроной деревьев: автореф. дис...канд. с.-х. наук. – Л.; Пушкин, 1977. – 22 с
3. Батыгин, Н.Ф. Онтогенез высших растений/ Н.Ф. Батыгин. – М.: Агропромиздат, 1986. – 100 с.
4. Григорьева, Л.В. Особенности продукционного процесса саженцев яблони / Л.В. Григорьева, А.Ю. Чупрынин // Методы изучения продукционного процесса растений и фитоценозов. – Нальчик: Полиграфсервис и Т., 2009. – С. 66-68.
5. Гуляев, Б.И. Вопросы количественного описания ростовых функций растения / Б.И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений, 1981. – Т.13. – №3. – С. 227-238.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Жидехина Т.В. Сортовые особенности распределения ассимилятов в растениях смородины чёрной / Т.В. Жидехина // Материалы I-го съезда Вавил. об-ва генет. и селекционеров (ВОГИС). – М., 1994. – Т. 30. – С. 50-51.
8. Жидехина, Т.В. Архитектура растений и продукционный процесс у сортов жимолости / Т.В. Жидехина, Е.П. Куминов // Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа. – Орел: ВНИИСПК, 2000. – С. 71-72.
9. Заярный, В.В. Развитие корневой системы и продуктивность деревьев груши на выщелоченном чёрноземе / В.В. Заярный // Интенсификация плодового садоводства. – Кишинев, 1975. – Вып. 135. – С. 72-76.
10. Зитте, П. Физиология растений/ П. Зитте, Э.В. Вайлер, Й.В. Кадерайт, А. Брезински, К. Кёрнер // Ботаника: учебник для ВУЗов. – М.: Изд. центр Академия, 2008. – Т.2. – 496 с.
11. Крамер, Ф.Д. Физиология древесных растений/ Ф.Д. Крамер, Т.Т. Козловский. – М. – 1983. – 462 с.
12. Крысанов, Ю.В. Особенности роста надземной и корневой систем слаборослых деревьев яблони / Ю.В. Крысанов. – Мичуринск, 1970. – Вып. 24. – С. 8-16.
13. Курсанов, А.Л. Транспорт ассимилятов в растении / А.Л. Курсанов. – М.: Наука, 1976. – 647 с.
14. Лебедев, В.М. Определение активной поверхности и минеральной продуктивности корневой системы плодовых и ягодных культур/ В.М. Лебедев// Методика исследований и вариационная статистика в научном садоводстве. – Мичуринск: изд-во МГСХА, 1998. – Т.2. – С. 39-42.
15. Муромцев, И.А. Активная часть корневой системы плодовых растений/ И.А. Муромцев. – М.: Колос, 1969. – 247 с.
16. Образцов, А.С. Биологические основы селекции растений / А.С. Образцов. – М.: Колос, 1981. – 271 с.
17. Овсянников, А.С. Оценка фотосинтетической деятельности плодовых и ягодных культур в связи с формированием урожая / А.С. Овсянников// Методические рекомендации. – Мичуринск, 1985. – 54 с.
18. Смородина, крыжовник: Помология/ под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 2009. – Т. IV. – С. 29-292.
19. Соломатин, Н.М. Распределение ассимилятов у подвоев яблони в питомнике в связи с их силой роста / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Методы изучения продукционного процесса растений и фитоценозов. – Нальчик: Полиграфсервис и Т., 2009. – С. 160-161.

20. Уоринг, Ф. Рост растений и дифференцировка/ Ф. Уоринг, И. Филлипс. – М.: Мир, 1984. – 512 с.
21. Усманов, И.Ю. Экологическая физиология растений/ И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. – М.: Логос, 2001. – 224 с.
22. Чёрная смородина. Доноры ценных признаков основных семечковых, ягодных растений и винограда и их использование в селекции: метод. реком. – ЦГЛ им. И.В. Мичурина.- Мичуринск, 1992. – С. 46-53
23. Энергетические аспекты устойчивости растений. – Казань: изд-во Казанского ун-та, 1986. – 138 с.