

УДК: 634.75:631.526:581.19

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД ГИБРИДНЫХ СЕЯНЦЕВ И ОТБОРНЫХ ФОРМ ЗЕМЛЯНИКИ*

Е.В. ЖБАНОВА, И.В. ЛУКЪЯНЧУК, О.А. БОГДАНОВА

В работе представлены результаты изучения химического состава ягод исходных сортов и форм, гибридного потомства, а также отборных сеянцев земляники. Выделены перспективные комбинации скрещивания; отобраны сеянцы с повышенным содержанием в плодах растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты, антоцианов.

Ключевые слова: земляника, селекция, биохимический состав, биологически активные вещества.

Среди приоритетных направлений в работе с плодовыми и ягодными культурами в настоящее время большое внимание приобретает селекция на качество и улучшенный химический состав плодов. В связи с этим необходимо выявление генетических источников высокого содержания пищевых и биологически активных веществ и вовлечение их в селекцию, а также отбор селекционного материала по важнейшим биохимическим показателям.

Земляника ананасная (*F. X ananassa Duch.*) — одна из ценнейших ягодных культур. Ее плоды — богатейший источник антиоксидантного комплекса, в основном витаминов С и Р. Известное гематогенное (кроветворное) действие земляники обусловлено наличием витаминов С, В₉ и железа.

Все признаки октоплоидной земляники ананасной, в т.ч. связанные с биохимическим составом плодов, имеют полигенный контроль [1, 4, 5]. Поэтому необходимо использовать в гибридизации родительские формы с возможно высоким уровнем выраженности признаков. Помимо межсортовых скрещиваний в селекционной работе с

земляникой важное значение приобретают отдаленные скрещивания.

В задачи исследований входило: дать оценку исходных сортов и форм земляники по биохимическому составу ягод; выделить наиболее перспективные комбинации скрещивания, а также отдельные сеянцы с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ).

Материалы и методы

Исследования проводили на сортовом и гибридном фонде земляники, собранном и созданном в лаборатории частной генетики и селекции ГНУ ВНИИГиСПР имени И.В. Мичурина. Объектами исследований являлись исходные родительские сорта и формы, 238 гибридных сеянцев, 70 отборных форм, 5 элит, полученных на основе внутривидовых и межвидовых скрещиваний.

Анализ содержания биологически активных и пищевых веществ в плодах земляники проводили по общепринятым методикам [2, 3]. Содержание растворимых сухих веществ (РСВ) определяли рефрактометрически; сумму сахаров — по методу

* ГНУ Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина.

Бертрана; титруемую кислотность — титрованием вытяжек 0,1н. NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту; содержание аскорбиновой кислоты (АК) — йодометрическим методом; катехины — по окраске спиртовой вытяжки с ванилиновым реактивом (по Мурри); антоцианы — спектрофотометрическим методом.

Результаты и их обсуждение

Изучение химического состава ягод сортов Привлекательная, Фестивальная, *F. virginiana* ssp. *platipetala* и отдаленных гибридных форм земляники, послуживших исходными формами при гибридизации, позволило выявить источники повышенного содержания витамина С (среднее многолетнее — 75,4-78,3 мг/100 г). Высокое содержание растворимых сухих веществ отмечено у сортов Привлекательная (среднемноголетнее 11,6%), Урожайная ЦГЛ (11,4%), *F. virginiana* ssp. *platipetala* (13,0%). Наиболее высокий сахаро-кислотный индекс (СКИ) выявлен у сортов Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Марышка. Источниками высокого содержания антоцианов являются сорта Привлекательная, Фейерверк, Рубиновый кулон (среднемноголетнее— 98,7-107,3 мг/100 г).

Исходные гибридные формы характеризовались довольно низким содержанием в плодах антоцианов (от 15,4 до 59,4 мг/100 г) и хорошим уровнем содержания аскорбиновой кислоты (58,1-87,4 мг/100 г). Только 2 формы — 520-154 X Кардинал и 516-98 X Барлидаун накапливали витамин С менее 60,0 мг/100 г. У двух гибридов — 520-84 X Кардинал и 520-154 X Кардинал — отмечено низкое содержание сухих веществ (8,2 и 8,3% соответственно). Из комбинации 520-154 X Холлидей отобрана элитная форма 783-5, которая в дальнейшем по комплексу хозяйственно ценных признаков была выделена и передана в ГСИ как новый сорт Памяти Зубова. При скрещива-

нии указанных родительских форм и сортов получено гибридное потомство со значительным размахом изменчивости основных признаков химического состава плодов.

Содержание растворимых сухих веществ у гибридных сеянцев земляники варьировало в зависимости от исходных форм и условий вегетации от 7,4 до 22,5%. Перспективной по накоплению в ягодах растворимых сухих веществ является комбинация Фейерверк X Рубиновый кулон. Их среднее содержание по семье составляло $13,4 \pm 0,59\%$ с варьированием от 9,0 до 22,5%. У родительских форм накопление сухих веществ было ниже и составило 10,6 и 11,6% соответственно; выход трансгрессивных сеянцев с содержанием растворимых сухих веществ свыше 14,0% составил 36,7%. Повышенным накоплением в ягодах растворимых сухих веществ также отличались сеянцы в комбинациях 298-19-9-43 X Привлекательная (среднее по семье (X) — $13,0 \pm 0,88\%$, варьирование (lim.) — от 11,1 до 15,3%), Фейерверк X Фестивальная (X — $12,6 \pm 0,35\%$, lim. — от 9,6 до 17,1%). В некоторых семьях накопление сухих веществ отдельными сеянцами превосходило родительские формы. Так, количество сеянцев в семьях с содержанием в ягодах растворимых сухих веществ свыше 13,0% составило: (516-167 X Кардинал) X Привлекательная — 14,2%, (516-167 X Кардинал) X Фейерверк — 15,4, 297-28-84 X Фейерверк — 37,5%. В комбинации (516-167 X Кардинал) X Привлекательная максимальная степень трансгрессии (T_c макс.) по содержанию растворимых сухих веществ составила 2,5%, частота трансгрессии — (T_c) — 16,7%.

Селекционные требования предусматривают содержание в новых сортах земляники до 80-100 мг/100 г аскорбиновой кислоты. Варьирование данного показателя у гибридных сеянцев составляло от 41,8 до 110,9 мг/100 г. Перспективными по накоплению

аскорбиновой кислоты в ягодах являются комбинации: 297-28-84 X Фейерверк (X — $83,7 \pm 4,3$ мг/100 г; lim. 66,0-99,9 мг/100 г), 298-19-9-43 X Привлекательная (X — $86,3 \pm 2,8$ мг/100 г; lim. 80,1-92,4 мг/100 г). Наибольшее количество гибридов с высоким содержанием витамина С в ягодах (более 80,0 мг/100 г) выделено в комбинации Фестивальная X Привлекательная, где оба родителя имели высокий уровень признака.

Содержание антоцианов — важный показатель, характеризующий не только лечебные достоинства, но и качество свежих ягод и продуктов переработки земляники. Отмечено варьирование этого признака у гибридных сеянцев в широких пределах — от 17,6 до 242,0 мг/100 г. Темной окраской ягод и высоким содержанием антоцианов характеризуются сеянцы, полученные с участием сортов Фейерверк, Рубиновый кулон, Привлекательная. Так, в комбинациях Фейерверк X Львовская ранняя, Фейерверк X Марышка, Рубиновый кулон X Марышка, Привлекательная X Кама, Привлекательная X Львовская ранняя выделены ценные сеянцы с содержанием антоцианов от 72,6 до 242,0 мг/100 г. Основная часть изученных форм накапливала не менее 100,0 мг/100 г данных веществ. В комбинации (516-167 X Кардинал) X Фейерверк максимальная степень трансгрессии (T_c макс.) содержания в ягодах антоцианов составляла 3,1%, частота трансгрессии (T_q) — 15,4%, а в семье (516-167 X Кардинал) X Привлекательная T_c макс. составляла 4,2%, T_q — 14,3%. Выделены сеянцы 3/6-72 и 3/6-15 (Рубиновый кулон X Марышка) с одновременно высоким накоплением витаминов С и Р (аскорбиновой кислоты — 81,4 мг/100 г, антоцианов — 178,2 и аскорбиновой кислоты — 81,4 мг/100 г, антоцианов — 165,0 мг/100 г соответственно). Сеянцы 3/6-15 (Рубиновый кулон X Марышка) и 3/1-4 (Привлекательная X Кама) наряду

с высокой С-витаминностью (81,4 и 74,8 мг/100 г) накапливали повышенное количество сухих веществ (13,2 и 15,2% соответственно).

При изучении содержания титруемых кислот в ягодах гибридных сеянцев земляники было выявлено, что повышенной кислотностью плодов обладало потомство в семье Фейерверк X Фестивальная. Так, среднее по комбинации (X) содержание в плодах кислот составляло $1,77 \pm 0,06\%$, lim.— от 1,29 до 2,14%. Исходный сорт Фестивальная характеризуется повышенной кислотностью ягод. В других семьях данные показатели были ниже: 516-167 X Холидей (X — $1,05 \pm 0,07\%$, lim.— 0,86-1,26%), 516-167 X Фейерверк (X — $1,11 \pm 0,06$; lim. — 0,96-1,31%).

Из ряда комбинаций были отобраны и размножены отдельные перспективные сеянцы. Многие из них характеризуются хорошими показателями химического состава ягод (таблица).

В комбинации Фестивальная X Привлекательная повышенным содержанием аскорбиновой кислоты в ягодах (78,3-93,9 мг/100 г) отличались отборные сеянцы 914-67, 914-30, 914-44, 914-58; высоким накоплением антоцианов в плодах (114,4-130,9 мг/100 г) характеризовались сеянцы 914-33, 914-30, 914-67. Важно отметить, что отборные сеянцы (914-30, 914-67) в данной комбинации сочетают комплексное высокое содержание витаминов С и Р. Повышенное накопление РСВ и суммы сахаров отмечено у отборных сеянцев 914-33, 914-58. Титруемая кислотность исследованных сеянцев варьировала от 0,91 до 1,22%, т.е. не была излишне высокой.

Ряд сеянцев, отобранных из комбинации 298-19-9-43 X Рубиновый кулон, характеризуются ценным химическим составом ягод. Все изученные формы в данной семье имели низкую кислотность плодов, которая составила менее 1,0%. Гибриды 927-69, 927-80 накапливали высокое количество сухих веществ (14,1 и 14,6% соот-

Химический состав ягод отборных сеянцев и элитных форм земляники (2006-2008)

Происхождение ♀ × ♂	РСВ, %	Сахара (сумма), %	Титр. кислотность, %	Сахар / кислота	АК, мг/100 г	Катехины, мг/100 г	Антоцианы, мг/100 г
914-58 Фестивальная × Привлекательная	13,7	10,4	1,22	8,5	93,9	307	71,5
914-97	12,0	9,9	1,05	9,5	76,8	287	50,2
921-24 (516-16 × Кардинал) × Фейерверк	10,3	7,9	0,78	10,2	90,6	192	123,6
924-56 206-88-7 × Фейерверк	10,3	7,9	0,88	9,2	70,6	469	119,9
915-32 298-22-19-21 × Фейерверк	12,3	9,2	0,81	11,3	61,8	337	104,5
922-67 (516-167 × Кардинал) × Привлекательная	12,9	9,3	1,01	9,5	68,9	360	84,7
750-30 Рубиновый кулон × Скотт	10,1	7,2	1,13	6,4	56,1	284	59,9
298-19-9-43 [(<i>F. orientalis</i> × Кавалер) ×	11,2	8,2	1,12	7,9	63,6	203	36,8
298-22-19-21 клубника Миланская] ×	11,7	8,0	1,07	7,9	61,4	344	85,2
Редкоут							
Урожайная ЦГЛ Зенга Зенгана × Редкоут (контроль)	11,0	7,7	0,86	8,9	72,9	271	43,3
НСР _{0,5}	2,1	1,6	0,26	2,1	19,7	97,4	32,1

ветственно) и сахаров (10,2%). Данные сеянцы характеризовались также высоким уровнем накопления аскорбиновой кислоты (80,5 и 103,0 мг/100 г). Содержание антоцианов у них достигало среднего для культуры земляники уровня — 74,8 и 59,4 мг/100 г соответственно.

Отобранные перспективные сеянцы в комбинации (516-167 X Кардинал) X Привлекательная отличались несколько худшими показателями химического состава (ниже содержание сухих веществ, сахаров, антоцианов). Уровень накопления кислот в ягодах отборных сеянцев из данной комбинации изменялся от 0,80 до 1,23%, что вполне удовлетворяет селекционным требованиям. Повышенное содержание в плодах витаминов С и Р отмечено у отборного сеянца 922-87 (аскорбиновой кислоты — 89,3, антоцианов — 88,0, катехинов — 274 мг/100 г). Однако содержание сухих веществ и суммы сахаров у него весьма низкое.

В комбинации (516-167 X Кардинал) X Фейерверк ряд отборных сеянцев представляют интерес по био-

химическим показателям ягод. Комплексным высоким содержанием аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ характеризовались сеянцы:

921-32 (аскорбиновая кислота — 79,2, антоцианы — 92,4, катехины — 314 мг/100 г), 921-24 (аскорбиновая кислота — 90,6, антоцианы — 123,6, катехины — 192 мг/100 г). Одни сеянцы отличались весьма низкой кислотностью ягод (0,70-0,78%), другие — довольно высокой (до 1,50%).

В комбинациях с участием сорта Фейерверк отобраны сеянцы с повышенным накоплением антоцианов: 206-88-7 X Фейерверк (924-56) — 119,9 мг/100 г; 298-22-19-21 X Фейерверк (915-32) — 104,5 мг/100 г, (915-36) — 167,2 мг/100 г; 297-28-84 X Фейерверк (926-119) — 96,8 мг/100 г; Фейерверк Рубиновый кулон (726-56) — 88,0 мг/100 г. Повышенное содержание антоцианов также отмечено у элиты 613-30 (Рубиновый кулон X Лакомя) — 96,8 мг/100 г.

Отборный сеянец 914-58 превосходит контрольный сорт Урожайная ЦГЛ по накоплению растворимых су-

хих веществ, сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты. Отборные сеянцы 921-24, 924-56, 915-32, 922-67, элитная форма 298-22-19-21 заметно превосходят по накоплению антоцианов контрольный сорт Урожайная ЦГЛ.

Выводы

1. Ценными родительскими формами в селекции на улучшенный химический состав являются: Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Марышка.

2. Выделены наиболее перспективные комбинации скрещивания: по содержанию растворимых сухих веществ — Фейерверк X Рубиновый кулон, Фейерверк X Фестивальная, 298-19-9-43 X Привлекательная; аскорбиновой кислоты — Фестивальная X Привлекательная, (516-167 x Кардинал) x Привлекательная; антоцианов — Фейерверк X Марышка, Фейерверк X Львовская ранняя, Рубиновый кулон X Марышка, 206-88-7 X Фейерверк.

3. Отобраны сеянцы с улучшенным биохимическим составом плодов: 914-30, 914-67, 915-36, 927-69, 927-80.

Библиографический список

1. *Зубов А. А.* Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ВНИИ-ГиСПР, 2004.
2. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987.
3. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1995.
4. *Scott D.V., Lavrence E.G.* Strawberries // *Advances in Fruit breeding*. Indiana: Purdu Univ. Press West Lafayette, 1975. P. 71-97.
5. *Shaw D.V., Bringhurst R.S., Voth V.* Genetic Variation for Quality Traits in an Advanced-cycle Breeding Population of Strawberries // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1987. Vol. 112. №4. P. 699-702.

Рецензент — д. с.-х. н. О.О. Белошапкина

SUMMARY

The article provides results of strawberries chemical composition study in original varieties and forms, hybrid progeny and also selected seedlings of strawberry. The promising cross combinations and separate seedlings with higher content of soluble solids in fruit, ascorbic acid and anthocyanins have been chosen

Key words: strawberry, breeding, biochemical composition, biologically active substances.

Жбанова Екатерина Викторовна — к. с.-х. н., Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина. Тел. (47545) 5-78-87. Эл. почта: cglm@rambler.ru

Лукиянчук Ирина Васильевна — к. с.-х. н., Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина. Тел. (47545) 5-78-87. Эл. почта: cglm@rambler.ru

Богданова Оксана Александровна — асп., Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И.В. Мичурина. Тел. (47545) 5-78-87. Эл. почта: cglm@rambler.ru