

СЕЛЕКЦИЯ ЯБЛОНИ НА УЛУЧШЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ

Е.Н. СЕДОВ, М.А. МАКАРКИНА, З.М. СЕРОВА

Проведена оценка сортов и гибридного фонда яблони, полученного за 1970–2009 годы во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур, по содержанию в плодах сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ. Изучены особенности наследования этих признаков. Показана перспективность селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов.

Ключевые слова: яблоня, генофонд, селекция, сахара, общая кислотность, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества.

Keywords: apple, gene pool, breeding, sugars, total acidity, ascorbic acid, P-active substances.

Важность селекции культурных растений на улучшение качества и химического состава отмечал еще Н.И. Вавилов (1). В 1930-е годы И.В. Мичурин обратил внимание на возможность получения сортов, употребление плодов которых способствует излечению тех или иных болезней (2). Многие ученые подчеркивали необходимость и перспективность селекции на улучшение химического состава плодов, особенно повышения их витаминности (3, 4). Первые такие работы были выполнены в 1930–1940-х годах во Всероссийском институте растениеводства (ВИР, г. Ленинград). В недалеком прошлом аналогичные исследования велись в ряде других научных учреждений, однако в настоящее время они не получают должного развития. Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Орловская обл.) создание сортов с улучшенным химическим составом плодов — до сих пор одно из приоритетных направлений селекционной работы (5–9).

Мы провели комплексную оценку сортообразцов и гибридного фонда яблони Всероссийского НИИ селекции плодовых культур с целью отбора материала для создания новых сортов с улучшенным биохимическим составом плодов.

Методика. Обобщали и анализировали материал, полученный в лаборатории биохимии ВНИИСПК за период с 1970 по 2009 год: 900 сортообразцов, в том числе 256 сортов, районированных на территории России и наиболее перспективных (10), и 1344 сеянца от 57 комбинаций скрещиваний на селекционных участках. Технологические операции проводили в соответствии с программами и методиками сортоизучения и селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур (11–14). Содержание сахаров определяли по Бертрану, титруемых кислот (общая кислотность) — методом титрования вытяжек 0,1 н. раствором гидроокиси натрия, аскорбиновой кислоты (витамина С) — титрованием щавелевокислых вытяжек 2,6-дихлорфенолиндофенолом, Р-активных веществ — колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова (15).

Степень доминантности определяли, как отношение разности значений признаков F_1 и среднего арифметического родительских форм к половине разности значений у родительских форм, взятых по абсолютной величине (16).

Степень положительной трансгрессии вычисляли по формуле:

$$T_{\text{пол.}} = \frac{M_F - M_P}{M_P} \times 100 \%,$$

где M_F — максимальное значение количественного признака в F_1 , M_p — максимальное значение того же признака у лучшей родительской формы.

Степень отрицательной трансгрессии рассчитывали следующим образом:

$$T_{\text{отр}} = \frac{m_F - m_p}{m_p} \times 100 \%,$$

где m_F — минимальное значение признака в F_1 , m_p — его значение у худшей родительской формы.

Частоту трансгрессии находили по формуле:

$$T_q = \frac{A}{B} \times 100 \%,$$

где A — число гибридов, превосходящих по признаку лучшую родительскую форму; B — общее число изученных гибридов (17).

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты. Углеводы (сахара) — основной источник энергии и опорный материал клеток, универсальный аккумулятор и донор энергии для химических реакций, происходящих в клетке. В сочетании с кислотами они обуславливают вкус плодов, при этом большая их часть представлена легкоусвояемыми формами моносахаров (глюкозой и фруктозой). Глюкоза — единственная форма, в которой углеводы циркулируют в крови и используются в качестве энергетического материала. Фруктоза — самый сладкий из сахаров. Усвоение фруктозы организмом не требует инсулина, поэтому ее употребляют люди, больные ожирением и сахарным диабетом.

В соответствии с Комплексной программой по селекции семечковых культур в России на 2001-2020 годы (18) в плодах яблони должно содержаться не менее 11-12 % сахаров. Ряд сортов, созданных в последние годы в различных учреждениях, отвечают этому требованию. Так, высоким содержанием сахаров в плодах характеризуются сорта селекции МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва) Память Тихомирова (12,1 %), Юбилейное биофака (12,5 %), Дочь Вагнера (11,5 %) (19). На Северном Кавказе содержание сахаров в плодах более 12,1 % отмечено у сортов Бакстер, Дульминар, Миннезота, Ред Боскоп (20). В условиях юга России повышенное содержание сахаров зафиксировано у сортов Феймез (11,1 %), Мекинтош, Кортланд и Бельфлер-китайка (11,0 %) (21). На Алтае выделены сорта яблони, у которых количество сахаров в плодах составляет 14 % и более — Ранетка Барнаулочка, Ранетка целинная, Ранетка пурпуровая. Большинство новых сортов полукультурок также характеризуется высокой сахаристостью: Горноалтайское, Заветное, Искра, Комаровское и Юнга — 13 %; Алтайское, Румяное, Жар-Птица, Жебровское, Зимний шафран, Соловьёвское — 12 % (22).

При селекции на сахаристость у сортов генофонда ВНИИСПК установлена достаточно тесная положительная связь между суммой сахаров и количеством растворимых сухих веществ в плодах ($r = +0,74$), а также между суммой сахаров и содержанием катехинов (от $r = +0,45$ до $r = +0,72$) (значения r достоверны с третьим порогом точности при вероятности 0,999). Не выявлено связи между суммой сахаров и степенью поражения плодов и листьев паршой. Учитывая отсутствие существенной связи между количеством растворимых сухих веществ и сахаров, с одной стороны, и массой плодов, содержанием пектиновых веществ, степенью поражения паршой — с другой, можно рассчитывать на получение новых сортов яблони, сочетающих высокую сахаристость с устойчивостью к парше.

А.А. Кулик и Е.П. Франчук (23) указывали на возможность создания в средней полосе России сортов яблони с содержанием в плодах до 24 % сахара. На наш взгляд, в ближайшем будущем эта задача не будет решена. Существенные трудности возникают даже при создании сортов для Центрального и Центрально-Черноземного регионов с сахаристостью 12 %.

Плоды яблони 52 сортов селекции ВНИИСПК в среднем накапливали 10,21 % сахаров, причем их минимальное содержание составляло 8,70 % (Морозовское), максимальное — 12,01 % (Утренняя звезда). Большинство сортов характеризовались достаточно высоким гомеостазом по содержанию сахаров в плодах. Наименьшими коэффициентами вариации по этому показателю (C_v , %) обладали сорта Ивановское (2,9 %), Августа (3,7 %), Яблочный Спас (3,7 %), Зарянка (5,4 %), Низкорослое (5,4 %), Олимпийское (7,2 %), Радость Надежды (8,2 %), Здоровье (8,4 %), Орловское полосатое (9,4 %), Рождественское (9,6 %), Синап орловский (9,7 %). Количество сахаров в плодах у перечисленных сортов практически не изменялось по годам. Среди гибридных сеянцев яблони наиболее высокие значения показателя (12,2-13,6 %) были у 11-21-113 (Уэлси × Скрыжапель), 14-33-118 и 14-133-3 (Антоновка обыкновенная × Мекинтош), 16-31-129 (Кортланд × Бесемянка мичуринская), 4-22-13 (Антоновка обыкновенная × Славянка).

У сеянца 11-21-23 (Уэлси × Скрыжапель) в плодах содержалось 13,6 % сахаров, 22,4 мг/100 г аскорбиновой кислоты и 342 мг/100 г Р-активных веществ; у элитного сеянца 18-30-150 [Ренет Черненко × 1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина)] — 12,7 % сахаров и 25,5 мг/100 г аскорбиновой кислоты; у триплоидного сеянца 20-67-8 (Мантет ранний × Папировка тетраплоидная) со средней массой плодов 130 г — 11,8 % сахаров, 28,7 мг/100 г аскорбиновой кислоты и 423 мг/100 г Р-активных веществ.

Органические кислоты в плодах участвуют в доставке энергии для живой клетки (24). Кроме того, благодаря создаваемому кислотами низкому рН подавляется развитие плесеней и других микроорганизмов (25). Некоторые кислоты (например, яблочная) обладают радиозащитным действием (26). Органические кислоты придают плодам специфический вкус и способствуют их лучшему усвоению, участвуют в поддержании кислотно-щелочного равновесия в организме человека (24, 25, 27).

В плодах у 256 районированных на территории России и перспективных сортов яблони содержание титруемых кислот варьирует от 0,20 (Делишес спур) до 2,55 % (сорт Фонарик), самые высокие показатели отмечены у сортов Добрыня (2,30 %), Долго (2,40 %), Ранетка пурпуровая (2,47 %), Фонарик (2,55 %) (10). В плодах у 265 сортов из генофонда ВНИИСПК содержание кислот составляло 0,11-1,78 %. К низкокислотным относятся сорта Новгородчина (0,11 %), Октябренок и Медуница (0,12 %), Мирончик (0,14 %), Несравненное (0,15 %), Антоновка сладкая (0,19 %), Конфетное (0,25 %), Зимнее душистое (0,26 %) и др., к высококислотным — Клоз (1,14 %), Пепинка алтайская (1,14 %), Самоцвет (1,26 %), Камышловское желтое (1,26 %), Багрянка новая (1,32 %), Исилькульское (1,34 %), Уважаемая (1,78 %). Из сортов селекции ВНИИСПК наименьшее содержание титруемых кислот (0,36-0,60 %) отмечено у Болотовского, Орлинки, Афродиты, Памяти воину, Синапа орловского и Рождественского, наибольшее (0,86-1,10 %) — у Орловского пионера, Памяти Семакину, Памяти Хитрово, Юбиляра.

Согласно результатам анализа гибридного потомства, по содержанию в плодах титруемых кислот в ряде семей наблюдалось положительное доминирование и положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис). Наши экспериментальные данные (28) подтверждают мнение

А. Brown и D. Harvey (29) о том, что кислотность находится одновременно под моногенным и полигенным контролем.

Гомозиготно сладкие сорта яблони, как правило, имеют пресный или пресно-сладкий вкус. Сеянцы такого типа обычно выбраковывают. В связи с этим наиболее перспективно скрещивание кислых и гомозиготно сладких сортов (МаМа × тама), при котором все сеянцы будут гетерозиготными (29). Мы установили, что скороплодный сорт яблони Несравненное по содержанию титруемых кислот в плодах гомозиготен по рецессиву (тама) (30).

Вкусовые качества плодов во многом определяются соотношением сахара и кислоты. В связи с тем, что по содержанию кислоты сорта могут различаться в 10 раз и более, именно оно в значительной степени определяет сахарокислотный показатель и вкус плодов. Считается, что наиболее гармоничны по вкусу плоды с сахарокислотным индексом 15-25. Сорта с сахарокислотным индексом, значительно превышающим 25, обычно малоперспективны. Они имеют пресный вкус, получают низкую дегустационную оценку при потреблении в свежем виде и малопригодны для технической переработки (22, 27). Сахарокислотный индекс у 256 сортов, районированных в России и проходящих государственное испытание, варьирует от 4,4 до 61,0. Самые низкие его значения отмечены у сортов Добрыня (4,4), Ранетка пурпуровая (5,2), Долго (5,4), Фонарик (5,6), Веселовка (6,6). Плоды всех этих растений характеризуются высокой кислотностью (от 1,4 до 2,5 %). Наибольший сахарокислотный индекс (36,9-61,0) имеют сорта Дочь Мекинтоша (36,9), Минералводская (41,6), Делишес (44,0), Минусинское красное (45,5), Бельфлер башкирский (48,8), Бердское сладкое (56,1), Делишес спур (61,0).

1. Основные характеристики хозяйственно ценных признаков у сортов яблони селекции Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) с высокими вкусовыми качествами плодов, районированных на территории России

Сорт	Срок созревания	Сахарокислотный индекс	Сахар, %	Титруемая кислотность, %	Вкус плодов, балл	Масса плодов, г
Болотовское	Зимний	26,7	10,42	0,39	4,5	150
Орлик	Зимний	25,1	10,79	0,43	4,6	130
Афродита	Зимний	21,6	10,38	0,48	4,4	130
Память воину	Зимний	20,6	10,55	0,51	4,4	140
Синап орловский	Позднезимний	17,7	9,93	0,56	4,5	150
Рождественское	Зимний	17,4	10,25	0,59	4,6	140
Орловская заря	Зимний	16,3	10,27	0,63	4,6	135
Орловим	Летний	13,2	10,17	0,77	4,4	130
Имрус	Зимний	12,5	9,64	0,77	4,4	140

Среди 265 сортов яблони генофонда ВНИИСПК самыми низкими сахарокислотными показателями плодов характеризовались Уралочка и Ломоносовское (6,7), Комлевское (6,8), Самоцвет (6,9), Багрянка новая (7,0), Желтое наливное (7,3), Уважаемая (7,6), Солнцедар (7,7), Октябрьское (8,2). Доля титруемых кислот в плодах у этих сортов составляла от 1,10 (Ломоносовское) до 1,78 % (Уважаемая). Среднее содержание сахара в плодах у 52 новых сортов селекции ВНИИСПК — 10,21 % (значения варьируют от 8,70 до 12,01 %), титруемых кислот — 0,69 % (от 0,35 до 1,10 %), сахарокислотное отношение — 15,9 (от 9,1 до 30,4).

Лучшими по вкусу плодов (балл 4,4-4,6) были районированные сорта Болотовское (26,7), Орлик (25,1), Афродита (21,6), Память воину (20,6), Синап орловский (17,7), Рождественское (17,4), Орловская заря (16,3), Орловим (13,2), Имрус (12,5), которые также обладали комплексом хозяйственно ценных признаков: зимостойкостью, урожайностью, товарностью плодов, высокими биохимическими показателями плодов (табл. 1).

Основное физиологическое значение аскорбиновой кислоты (АК, витамин С) для живого организма заключается в ее участии в окислительно-восстановительных процессах. При недостатке витамина С нарушаются процессы азотистого обмена, снижается степень использования белка (31). Организм человека не способен синтезировать АК и должен получать ее в готовом виде с пищей (24, 32). Нехватка аскорбиновой кислоты становится причиной развития цинги, или скорбута, и других нарушений жизнедеятельности. АК необходима для функционирования клеток организма, вырабатывающих белки, недостаток которых приводит к нарушению эластичности кровеносных сосудов (33-36). В условиях Крайнего Севера и жаркого климата потребность в аскорбиновой кислоте повышается на 30-50 % (31-33, 37), при простудных заболеваниях в сутки рекомендуют принимать от 250 мг до 10 г витамина С (38). Во ВНИИСПК целенаправленная селекция яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты ведется с 1970 года. За 40-летний период осуществлено 317 комбинаций скрещиваний, опылено 445,4 тыс. цветков, получено 213,6 тыс. нормально развитых гибридных семян, выращено 105,2 тыс. однолетних сеянцев. В селекционные сады после многочисленных выбраковок высажено 19,1 тыс. сеянцев. Коэффициент наследуемости содержания АК в плодах у гибридных сеянцев яблони по отцовским сортам был средним ($H^2 = 0,33$), по материнским и взаимодействию обоих родителей — высоким (соответственно 0,77 и 0,55), что свидетельствует о сильном влиянии родительских сортов на разнообразие гибридного потомства. Подбор родительских форм по фенотипу в этом случае возможен без анализа гибридного потомства (30).

Важный показатель адаптивности сорта и перспективных форм — стабильность размера и биохимического состава плодов. Коэффициент вариации основных биохимических характеристик (содержание сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и др.) по годам не должен превышать 30 % (39-41).

Среди новых сортов селекции МГУ им. М.В. Ломоносова с повышенным содержанием аскорбиновой кислоты в плодах выделяются Московское зимнее (25,0 мг/100 г), Чашниковское (21,0 мг/100 г), Дочь Мекинтоша (21,6 мг/100 г). Сорт Поливитаминное содержит повышенное количество витамина С (37 мг/100 г), β -каротина (0,62 мг/100 г) и Р-активных веществ (450 мг/100 г). Во Всероссийском НИИ генетики и селекции плодовых растений (г. Мичуринск, Томбовская обл.) созданы иммунные к парше сорта яблони (ген V_f) с высоким содержанием аскорбиновой кислоты: Былина (27,9 мг/100 г), Скала (25-27 мг/100 г) и Успенское (26,4 мг/100 г) (42).

По этому показателю мы проанализировали 256 сортов, районированных и проходящих государственное испытание на территории Российской Федерации, 264 сорта из генофонда института, 52 — из сортов селекции ВНИИСПК и 340 сортообразцов из группы элитных и отборных форм селекции института. В среднем по группам содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони составило 14,2 мг/100 г (варьирование от 1,4 до 57,9 мг/100 г). Особую ценность представляют высоковитаминные сорта с содержанием АК в плодах более 29,0 мг/100 г: Алтайское крапчатое (29,9 мг/100 г), Сибирский сувенир (30,0 мг/100 г), Долго (30,8 мг/100 г), Аленушка (31,2 мг/100 г), Диво (31,5 мг/100 г), Веселовка (32,5 мг/100 г), Лалетино (32,9 мг/100 г), Налив амурский (34,4 мг/100 г), Поливитаминное (37,0 мг/100 г), Ранетка Ермолаева (38,2 мг/100 г). Из сортов селекции ВНИИСПК самое высокое (более 19 мг/100 г) количество аскорбиновой кислоты отмечено у Ветерана, Ивановского и Виты.

При селекции на повышенное содержание АК в плодах особое вни-

мание следует уделять целенаправленным ступенчатым (сложным) скрещиваниям, когда лучшие сеянцы от простых скрещиваний используются для гибридизации между собой или с высоковитаминными сортами (43, 44). От ступенчатых скрещиваний нами получены сеянцы с содержанием аскорбиновой кислоты в плодах от 45 до 80 мг/100 г (18-35-135, 18-30-42, 18-32-55 и др.), которые служат ценными источниками для дальнейшей селекции (45). Гибриды от ступенчатых скрещиваний выгодно отличались от гибридов, полученных от простых скрещиваний. Если средние значения показателя по семье в группе от простых скрещиваний составляли 24 мг/100 г (варьирование от 18 до 28 мг/100 г), то в группе от ступенчатых скрещиваний — 37 мг/100 г (от 27 до 53 мг/100 г). В двух семьях [Бабушкино (24 мг/100 г) × 12-19-47 (сеянец неизвестного происхождения × Несравненное) (40 мг/100 г)] и [Ренет Черненко (19 мг/100 г) × 11-1-122 (Антоновка обыкновенная × Желтое ребристое + Позднее сладкое (33 мг/100 г)] выщеплялись сеянцы с содержанием аскорбиновой кислоты в плодах более 100 мг/100 г.

Изучение 534 гибридных сеянцев селекционного сада № 27, полученных от целенаправленных скрещиваний, показало, что из 19 гибридных семей в шести наследование содержания аскорбиновой кислоты в плодах можно охарактеризовать как отрицательное доминирование, в двух — как отрицательное сверхдоминирование, в десяти — как промежуточное проявление признака и в одной семье (№ 3453) — как положительное сверхдоминирование (рис. 1).

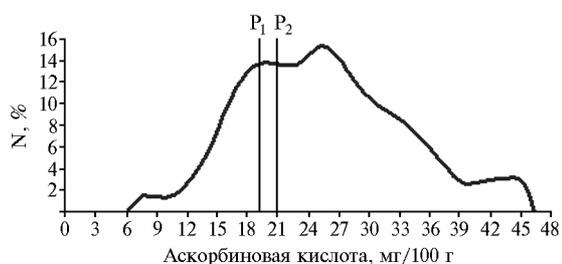


Рис. 1. Распределение по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах в семье № 3453 [Ренет Черненко × 4-14-78 (Северный синап × Помон-китайка)], отражающее положительное сверхдоминирование: P₁ и P₂ — показатели у родителей, N — доля образцов.

нолы, антоцианы и сополимеризованные формы этих соединений) — основные представители Р-активных веществ. В яблоках преимущественно

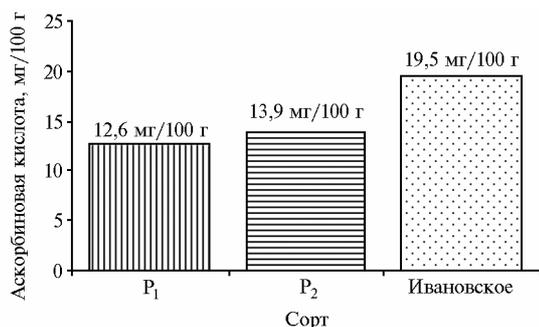


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах у родительских форм (P₁ и P₂) и полученного на их основе сорта Ивановское (Уэлси × Прима) (положительная трансгрессия +40,3).

вещества обладают антитоксичным действием, связывают ионы тяжелых ме-

Наибольший селекционный интерес представляют семьи с высокими значениями следующих показателей: содержание аскорбиновой кислоты, коэффициент вариации этого признака и частота положительных трансгрессий.

Примером положительной трансгрессии служил сорт Ивановское (рис. 2).

Флавоноиды (катехины, лейкоантоцианы, флавонолы, лейкоантоцианы, флавонолы, лейкоантоцианы, флавонолы, лейкоантоцианы) — основные представители Р-активных веществ. В яблоках преимущественно содержатся бесцветные катехины и лейкоантоцианы. Р-активные вещества нормализуют кровяное давление, снижая его в случае гипертонической болезни, укрепляют стенки сосудов и профилактируют внутренние кровоизлияния (в сердечной мышце, коре головного мозга), полезны при многих заболеваниях (скарлатина, сепсис, гемморагические лихорадки, дизентерия, брюшной тиф, пневмония, ревматизм и др.). Р-активные вещества

таллов, проявляют лучезащитные свойства. Потребность в аскорбиновой кислоте в их присутствии снижается (38, 46-48). Для профилактики заболеваний, поддержания физической и умственной активности организма необходимо в сутки потреблять 100-200 мг витамина Р, для оказания лечебного действия — в 5-10 раз больше, то есть до 1-2 г (49).

В результате многовековой селекции на отсутствие терпкости и белоснежную мякоть плодов содержание Р-активных веществ у культуры яблони сведено до минимума (48). В настоящее время существуют требования к содержанию Р-активных веществ в плодах новых сортов при передаче их на государственное испытание и при включении в Госреестр селекционных достижений: для южной зоны России (Северо-Кавказский регион) — 200-220 мг/100 г, для Средней зоны (Центральный, Центрально-Черноземный, Средневолжский регионы) — 200-250 мг/100 г, для Уральского, Сибирского и Дальневосточного регионов к ранеткам и к полукультуркам — соответственно 400-500 и 550-650 мг/100 г (14, 18).

2. Сорта яблони с высоким содержанием Р-активных веществ в плодах, включенные в Государственный реестр и проходящие государственное испытание

Содержание Р-активных веществ, мг/100 г	Сорт
251-300	Низкорослое, Павлуша, Осеннее полосатое, Долго, Горноалтайское, Раннее алое, Стройное, Здоровье, Первенец Бурятии
301-350	Малинка, Ветеран, Исетское позднее, Подарок Баму, Орлинка, Алтайское румяное, Олимпийское, Первинка, Антоновка обыкновенная, Слава Бурятии, Лада, Орловское полосатое
351-400	Комсомолец Бурятии, Мантет, Желанное, Юбилей Москвы, Успенское
401-800	Курнаковское, Жебровское, Зарянка, Бежин луг, Строевское, Свежесть, Бологовское, Имрус, Добрыня, Яблочный Спас, Старт, Августа, Память Семакину, Вита, Пепинка алтайская, Орловский пионер, Ранетка Ермолаева, Лалетино, Кандиль орловский, Утренняя звезда, Радость Надежды, Сеянец Пудовщины

Примечание. Проанализированы результаты собственных исследований и данные, представленные в литературе (10, 44).

Среди сортов яблони, включенных в Госреестр и проходящих государственное испытание, в группу с самым высоким содержанием Р-активных

3. Основные характеристики хозяйственно ценных признаков у сортов яблони селекции ВНИИСПК с высоким содержанием в плодах суммы Р-активных веществ

Сорт	Р-активные вещества, мг/100 г			Сумма сахаров, %	Кислота, %	Сахарокислотный индекс	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Масса плода, г
	сумма	лейкоантоцианы	катехины					
Афродита*	464	327	137	10,38	0,48	21,6	6,8	125
Память Семакину*	474	253	221	9,52	0,90	10,6	8,7	160
Вита	486	301	185	10,12	0,78	13,0	21,4	140
Яблочный Спас*	481	337	144	10,73	0,64	16,8	11,1	210
Августа*	502	341	161	10,71	0,82	13,1	11,5	160
Орловский пионер*	514	226	288	9,96	0,87	11,4	14,8	140
Кандиль орловский*	558	315	243	10,21	0,56	18,8	7,2	120
Утренняя звезда**	624	270	354	12,01	0,69	17,4	11,2	130
Радость Надежды**	639	420	219	9,69	0,72	13,5	5,0	130

* и ** Соответственно районированные и проходящие государственное испытание сорта.

ных веществ (более 400 мг/100 г) вошли 23 сорта, из них 17 (73,9 %) выведены во ВНИИСПК, остальные 5 представлены мелкоплодными сортами Сибири и Дальнего Востока (табл. 2). Почти все сорта яблони селекции ВНИИСПК отвечают требованиям по содержанию в плодах Р-активных веществ. Подробная биохимическая характеристика сортов ВНИИСПК с высоким (более 450 мг/100 г) количеством Р-активных веществ в плодах пред-

ставлена в таблице 3.

Ряд сеянцев от простых и ступенчатых скрещиваний имел высокое содержанием в плодах как Р-активных веществ, так и аскорбиновой кислоты (26,1-34,8 мг/100 г). Исключительно высоким содержанием Р-активных веществ (1460 мг/100 г) и аскорбиновой кислоты (44,2 мг/100 г) в плодах в среднем за 5 лет характеризовался сеянец 18-36-135 [Бабушкино × 12-19-47 (Неизвестный сеянец × Несравненное)]. Из всех районированных на территории России и проходящих государственное испытание сортов выделено 48 с высоким содержанием Р-активных веществ в плодах (от 251 до 800 мг/100 г). Из крупного гибридного фонда яблони отобрано 29 сеянцев с количеством Р-активных веществ в плодах более 450 мг/100 г.

Таким образом, выполнена оценка сортов и гибридного фонда яблони, полученного за 1970-2009 годы во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур, по содержанию в плодах сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ, выявлены особенности наследования этих признаков (отрицательное доминирование, отрицательное сверхдоминирование, промежуточное проявление признака, положительное сверхдоминирование). Селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов позволяет увеличить их пищевую и лечебно-профилактическую ценность без дополнительных затрат невозполнимых источников энергии. При этом для целенаправленного выведения сортов с улучшенным биохимическим составом плодов требуется создание крупных гибридных фондов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В а в и л о в Н.И. Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления. Избранные труды. Т. V. М.-Л., 1965.
2. М и ч у р и н И.В. Салицил-китайка. Сочинения. Т. III. М., 1948.
3. Б а з и л е в с к а я Н.А. Селекция на химический состав. В кн.: Теоретические основы селекции растений /Под ред. Н.И. Вавилова. М.- Л., 1935. Т. I: 1017-1043.
4. И в а н о в Н.Н. Биохимические основы селекции растений. В кн.: Теоретические основы селекции растений. М.- Л., 1935. Т. I: 991-1016.
5. С е д о в Е.Н., М а к а р к и н а М.А., С е р о в а З.М. Селекция и агробиологическая оценка сортов яблони. С.-х. биол., 2006, 3: 74-82.
6. С е д о в Е.Н. История, задачи, методы и результаты селекции яблони. С.-х. биол., 2007, 1: 3-15.
7. С е д о в Е.Н., М а к а р к и н а М.А. Характеристика сортимента яблони в России по биохимическому составу плодов и задачи его улучшения. С.-х. биол., 2007, 3: 18-24.
8. С е д о в Е.Н., М а к а р к и н а М.А., С е р о в а З.М., С о к о л о в а С.Е. Селекция яблони на повышенное содержание в плодах Р-активных веществ. Вест. РАСХН, 2008: 3: 41-43.
9. С е д о в Е.Н., М а к а р к и н а М.А., С е р о в а З.М. Вариабельность биохимического состава яблок и возможности его улучшения путем селекции. Аграрный вест. Урала, 2009, 6: 44-47.
10. Помология. Т. I: Яблоня /Под ред. Е.Н. Седова. Орел, 2005.
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск, 1973.
12. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск, 1980.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел, 1999.
14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Е.Н. Седова. Орел, 1995.
15. Методы биохимического исследования растений /Под ред. А.И. Ермакова. Л., 1987.
16. Б р ю б е й к е р Д.Л. Сельскохозяйственная генетика. М., 1966.
17. Г у л я е в Г.В., М а л ь ч е н к о В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству. М., 1983.
18. Комплексная программа по селекции семечковых культур в России на 2001-2020 гг. Орел, 2001.
19. В а р т а п е т я н В.В. Новые сорта яблони селекции МГУ. Мат. VI Межд. симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М., 2005: 230-232.
20. Ш а р о в а Н.И. Оценка плодов яблони интродуцированных сортов коллекции Крымской помологической станции ВИР на химический состав. В сб.: Селекция яблони на улучшение химического состава плодов. Орел, 1985: 116-119.
21. Н е с т е р о в Я.С. Генофонд яблони и его использование в селекции. В сб.: Селекция яблони в СССР. Орел, 1981: 3-13.

22. Архипова Т.Н., Шишкина Е.Е. Оценка сортов яблони алтайской селекции по биохимическим показателям. Тез. докл. и выступ. Межд. науч.-метод. конф. «Состояние сортифта плодовых и ягодных культур и задачи селекции». Орел, 1996: 13-15.
23. Кулик А.А., Франчук Е.П. Возможность улучшения химического состава плодов и повышение урожайности путем гибридизации и воспитания. Тр. плодовоощного института им. И.В. Мичурина, 1950, VI: 17-45.
24. Метлицкий Л.В. Основы биохимии плодов и овощей. М., 1976.
25. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев, 1986.
26. Geissman T.A. The occurrence of flavonoid compounds in nature. In: The chemistry of flavonoid compounds. N.-Y., 1962: 1-5.
27. Широко Т.С., Ярошевич И.В. Биохимия и качество плодов. Минск, 1991.
28. Седов Е.Н., Седова З.А. Перспективы селекции яблони на улучшение химического состава плодов. В сб.: Селекция яблони на улучшение химического состава плодов. Орел, 1985: 18-26.
29. Wagon A.J., Nagve D.M. The nature and inheritance of sweetness and acidity in the cultivate apple. Euphitica, 1971, 20(1): 60-80.
30. Седов Е.Н., Седова З.А. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов. Орел, 1982: 30-102.
31. Коробкина З.В. Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. М., 1969.
32. Смирнова Г.А. Основы биохимии. М., 1970.
33. Рысс С. Витамины. Л., 1963.
34. Сало В.М. Витамины и жизнь. М., 1969.
35. Мирончик В.В. Витамины и атеросклероз. Вопросы просвещения, 1983, 5: 3-8.
36. Борец В.М. Витамины и сердечно-сосудистые заболевания. Минск, 1984.
37. Вигоров Л.И. Сад лечебных культур. Свердловск, 1979.
38. Полинг Л. Витамин С и здоровье. М., 1975.
39. Леонченко В.Г. К вопросу оценки активного потенциала плодовых культур. Современные проблемы пловодства. В тез. Белорусского НИИ пловодства: Современные проблемы пловодства. Самохваловичи, 1995: 14.
40. Леонченко В.Г. Задачи селекции по выведению сортов плодовых и ягодных культур с повышенным содержанием биологически активных веществ. Тез. докл. Межд. науч.-метод. конф. «Состояние и сортифт плодовых и ягодных культур и задачи селекции». Орел, 1996: 151-153.
41. Савельев Н.И., Земисов А.С. Создание источников и доноров яблони с максимальной выраженностью ценных хозяйственно-биологических признаков на генетической основе. Мат. Всероссийской конф. «Генофонд растений Дальнего Востока России». Владивосток, 1999: 87-89.
42. Савельев Н.И., Юшков А.Н., Земисов А.С., Прохоров А.В. Исходный материал и совершенствование сортифта яблони. Садоводство и виноградарство, 2004, 2: 20-21.
43. Седов Е.Н., Седова З.А., Курашев О.В. Роль ступенчатых скрещиваний в селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах. Вест. с.-х. науки, 1991, 9: 140-145.
44. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. Орел, 2007.
45. Седов Е.Н., Жданов В.В., Седышева Г.А., Седова З.А., Серова З.М., Резвякова С.В. Роль биологически интенсивных сортов яблони. Вест. РАСХН, 1999, 5: 38-41.
46. Хаборн Дж. Биохимия фенольных соединений: пер. с англ. М., 1968.
47. Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. М., 1964.
48. Вартпетян В.В. Наследование содержания Р-активных веществ в плодах яблони. Генетика (приложение: Мат. 1-го съезда ВОГиС), 1994, 30: 23.
49. Вигоров В.В. Селекция яблони на повышенную витаминность плодов. Тр. 1-й Всесоюз. конф. по биологически активным веществам плодов и ягод. Свердловск, 1961: 169-179.

ГНУ Всероссийский НИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии,
302530 Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина,
e-mail: info@vniispk.ru

Поступила в редакцию
13 июля 2010 года

APPLE BREEDING FOR IMPROVEMENT OF FRUIT BIOCHEMICAL COMPOSITION

E.N. Sedov, M.A. Makarkina, Z.M. Serova

S u m m a r y

The authors estimated the apple varieties and hybrid gene pool created during 1970-2009 years in All-Russian Scientific Research Institute of Orchard Culture the content of sugars, organic acids, ascorbic acid and P-active substances. The peculiarities of varying and inheriting of these substances have been investigated. The prospect of apple varieties selection with improved biochemical composition of fruit was shown.