

УДК 634.11:631.52:581.19

РАЗВИТИЕ НАСЛЕДИЯ Н.И. ВАВИЛОВА В СЕЛЕКЦИИ ЯБЛОНИ НА УЛУЧШЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ

Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, З.М. Серова

ГНУ «Всероссийский НИИ селекции плодовых культур» Россельхозакадемии,
д. Жилина, Орловский район, Орловская область, 302530, Россия,
e-mail: info@vniispk.ru

РЕФЕРАТ

В работе обращено внимание не только на питательные, но и на лечебные качества плодов, приведены конкретные требования к новым сортам яблони по основным показателям биохимического состава плодов в различных зонах России, дана характеристика этим показателям у районированных, перспективных новых сортов, а также у отборных и элитных сеянцев яблони. Представлены результаты и перспективы селекции яблони на улучшение химического состава плодов: растворимых сухих веществ (РСВ), сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ. Изучен характер наследования каждого из этих признаков.

Показано большое разнообразие сеянцев яблони по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты. Выявлены сеянцы, как с положительной, так и с отрицательной трансгрессией по содержанию в плодах: растворимых сухих веществ, сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ.

Селекция яблони по созданию сортов с повышенным содержанием в плодах питательных и биологически активных веществ перспективна, так как позволяет улучшить пищевую и лечебно-профилактическую ценность плодов без дополнительных затрат невосполнимой энергии.

Ключевые слова: яблоня, сорта, селекция, плоды, растворимые сухие вещества, сахара, титруемые кислоты, аскорбиновая кислота, Р-активные вещества, Россия.

ВВЕДЕНИЕ

Плоды и ягоды ценны не только сами по себе, они способствуют лучшей усвояемости других питательных веществ, в частности белков и минеральных солей. Используемые в пищу плоды и ягоды являются ценным источником сахаров, органических кислот, пектинов, эфирных масел, аскорбиновой кислоты (витамина С) и биологически активных фенольных соединений (витамина Р). Только растения обладают способностью синтезировать вещества с активностью витамина Р, а сочетание их в растениях с аскорбиновой кислотой очень важно для человека, организм которого не способен синтезировать эти группы соединений. Фрукты содержат 58 химических элементов таблицы Д.И. Менделеева. Не вызывает сомнения обязательное их присутствие в круглогодичном рационе человека и преимущественно в свежем виде. Из всех фруктов, производимых на земном шаре, большую часть составляют яблоки. А такое их свойство, как лежкость, позволяет потреблять яблоки в свежем виде круглый год.

Яблоки относятся к особо ценным продуктам. В них обнаружено свыше десяти витаминов, необходимых человеку. Наибольшую ценность представляют сорта, богатые витаминами С и Р. Их используют при лечении больных гипертонической болезнью, применение их в режиме 4 раз в день оказывает эффект, не уступающий действию

аронии. Полезны при гипертонии и обычные сорта крупноплодных яблок со средними С/Р-показателями [1]. Известно применение яблок для борьбы с различными желудочно-кишечными инфекциями (колиты, дизентерия, брюшной тиф и др.). При простудных заболеваниях используется антибиотическое свойство яблок, а при сердечно-сосудистых имеет значение богатство яблок калием [2].

Первые работы по селекции на улучшение химического состава растений были выполнены в 20-30-х годах прошлого столетия во Всесоюзном институте растениеводства. Была поставлена задача селекции плодовых культур на улучшенный химический состав и намечены пути ее выполнения. Труды, изданные ВИРОм в 1935 г. под редакцией Н.И. Вавилова «Теоретические основы селекции растений» с разделом «Биохимические основы селекции», являются руководством для селекционеров и биохимиков до настоящего времени [3, 4].

И.В. Мичурин в 30-е годы прошлого века обратил внимание на возможность получения таких сортов, употребление плодов которых будет способствовать излечению тех или иных болезней. Им был получен в свое время сорт Салицил-китайка, плоды которого предполагалось использовать для лечебных целей [5].

В дальнейшем многие ученые отмечали необходимость и перспективность селекции на улучшение химического состава плодов и особенно в направлении повышения витаминности [3, 4, 6, 7, 8, 9].

А.А. Кулик и Е.П. Франчук первыми дали химико-технологическую оценку плодов и ягод мичуринских и других сортов в 1931-1933 гг. и сделали заключение о возможности создания сортов яблони с повышенным содержанием сахаров в плодах [10, 11].

В 60-70-е годы в нашей стране под руководством профессора Л.И. Вигорова (1961-1971 гг.) проведено пять Всесоюзных совещаний-семинаров по биологически активным веществам в плодах и ягодах. Это способствовало расширению работы в научно-исследовательских институтах и на опытных станциях как по оценке имеющегося сортового фонда плодовых и ягодных культур, так и развертыванию селекции на повышенное содержание биологически активных веществ в плодах.

Селекционным идеалом яблок на первых этапах селекции, имея в виду улучшение витаминного состава, по мнению Л.А. Вигорова, можно считать яблоко, содержащее при массе 100 г, по крайней мере, 50 мг аскорбиновой кислоты, 2 мг каротина и 5-10 суточных норм Р-активных катехинов [12].

К настоящему времени выработаны требования к новым сортам яблони по основным показателям биохимического состава плодов (таблица 1). Они рассмотрены и утверждены постановлением международной конференции (Орел, 31 июля – 3 августа 2001 г.) [13].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценку биохимических качеств плодов у сортов и гибридов яблони проводили в соответствии с программами и методиками селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [14-18]. Содержание сахаров определяли методом Бертрана, титруемых кислот – титрованием 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. Степень доминантности определяли, как отношение разности значения признаков F_1 и среднего арифметического родительских форм к половине разности значений у родительских форм, взятых по абсолютной величине [19, 20], степень и частота трансгрессии по формуле в прописи Г.В. Гуляева и В.В. Мальченко [21].

Таблица 1 – Требования к новым сортам яблони по основным показателям биохимического состава плодов

Основной биохимический показатель	Требования к новым сортам	
	2010 г.	2020 г.
Культурные сорта		
Средняя зона (Центральные и Поволжские регионы РФ)		
Содержание сахаров, %	12	12
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	30	30
Содержание Р-активных веществ, мг/100 г	200	200-300
Южная зона (Северо-Кавказский регион РФ)		
Содержание сахаров, %	13	13
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	11-15	11-18
Содержание Р-активных веществ, мг/100 г	200	200-220
Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный регионы РФ		
Содержание сахаров, %	11	11-12
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	40-45	40-45
Содержание Р-активных веществ, мг/100 г	400-500	440-550
Полукультуры		
Содержание сахаров, %	15-20	15-20
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	40-45	40-45
Содержание Р-активных веществ, мг/100 г	550-600	550-650

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Селекционная работа по яблоне на улучшение химического состава плодов была начата на Орловской зональной плодово-ягодной опытной станции (ныне Всероссийский НИИ селекции плодовых культур), в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, в НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, на Ленинградской плодово-ягодной опытной станции, Саратовской опытной станции садоводства и в некоторых других учреждениях.

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) целенаправленная селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов ведется с 1970 г. [2, 22-27]. За 40-летний период по данному направлению селекции выращено 98,0 тыс. однолетних сеянцев. В селекционные сады после многочисленных браковок высажено 19,1 тыс. сеянцев.

Новый этап в селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах связан с целенаправленными ступенчатыми (сложными, повторными) скрещиваниями, когда лучшие сеянцы от простых скрещиваний используются в гибридизации между собой или с высоковитаминными сортами [22].

Был обобщен и проанализирован материал, полученный за полувековой период в лаборатории биохимии ВНИИСПК, и взятый из Помологии (Т. I, 2005), по содержанию в плодах: растворимых сухих веществ, суммы сахаров, органических (титруемых) кислот, пектиновых веществ, аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ. Всего изучено более 900 сортообразцов, в том числе 256 сортов, районированных и наиболее перспективных в России [28], 265 коллекционных сортов генофонда Орловской плодово-ягодной опытной станции [25], 52 сорта селекции ВНИИСПК, 374 элитных и отборных сеянца селекции ВНИИСПК (таблица 2), а также гибридные сеянцы, полученные от целенаправленных скрещиваний.

Таблица 2 – Характеристика плодов яблони по биохимическим признакам у различных групп сортов

Показатель	Масса плода, г	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный индекс	Пектиновые вещества, % на сух. массу	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Р-активные вещества, мг/100 г	Катехины, мг/100 г
Плоды районированных и наиболее перспективных в России сортов (Помология, Т. I, 2005)									
Содержание, \bar{x} число изученных сортов, n	<u>113</u> 259	<u>14,5</u> 111	<u>10,9</u> 256	<u>0,77</u> 251	<u>14,2</u> 251	<u>6,5</u> 98	<u>14,5</u> 253	<u>240</u> 140	<u>234</u> 21
Размах варьирования, min-max	9-300	11,8-20,9	7,7-16,4	0,20-2,55	-	0,2-17,8	1,4-38,2	82-866	46-448
Плоды генфонда ВНИИСПК (Седова, 1981)									
Содержание, \bar{x} число изученных сортов, n	-	<u>12,7</u> 264	<u>10,2</u> 265	<u>0,64</u> 265	<u>16,0</u> 265	<u>11,3</u> 233	<u>12,2</u> 264	-	<u>123</u> 240
Размах варьирования, min-max	-	9,4-18,4	7,2-13,8	0,11-1,78	6,9-9,8	5,1-18,0	2,2-42,7	-	18-974
Плоды сортов селекции ВНИИСПК (районированные и проходящие ГСИ)									
Содержание, \bar{x} число изученных сортов, n	<u>143</u> 52	<u>12,6</u> 52	<u>10,2</u> 52	<u>0,69</u> 52	<u>15,9</u> 52	<u>12,6</u> 39	<u>10,8</u> 52	<u>370</u> 51	<u>162</u> 52
Размах варьирования, min-max	120-230	10,8-14,1	8,7-12,0	0,35-1,10	9,1-30,4	6,4-18,0	3,5-21,4	147-639	87-228
Плоды отборных и элитных сеянцев селекции ВНИИСПК									
Содержание, \bar{x} число изученных сеянцев, n	<u>93</u> 371	<u>13,2</u> 374	<u>10,4</u> 264	<u>0,67</u> 373	<u>18,7</u> 264	-	<u>16,1</u> 342	<u>339</u> 152	<u>167</u> 178
Размах варьирования, min-max	40-200	9,7-18,4	7,0-14,0	0,08-1,43	6,1-156,3	-	2,0-57,9	72-1460	30-729
В среднем по 4 группам сортов, элитных и отборных сеянцев									
Содержание, \bar{x} число изученных сортообразцов, n	<u>105</u> 682	<u>13,2</u> 801	<u>10,5</u> 837	<u>0,69</u> 941	<u>15,2</u> 837	<u>10,2</u> 370	<u>14,2</u> 911	<u>303</u> 343	<u>148</u> 491
Размах варьирования, min-max	9-300	9,7-20,9	7,0-16,4	0,08-2,55	6,1-156,3	0,2-18,0	1,4-57,9	72-1460	18-874

Как видно из таблицы 2, в среднем по 4 анализируемым группам содержание растворимых сухих веществ в плодах яблони составило 13,2 %, суммы сахаров – 10,5 %, титруемых кислот – 0,69 %, пектиновых веществ – 10,2 %, аскорбиновой кислоты – 14,2 мг/100 г, Р-активных веществ – 303 мг/100 г, в том числе катехинов 148 мг/100 г, средний сахарокислотный индекс – 15,2.

При этом выявлен большой размах варьирования по всем компонентам химического состава плодов: по содержанию растворимых сухих веществ – от 9,7 до 20,9 %, суммы сахаров – от 7,0 до 16,4 %, титруемых кислот – от 0,08 до 2,55 %, пектиновых веществ – от 0,2 до 18,0 %, аскорбиновой кислоты – от 1,4 до 57,9 мг/100 г, суммы Р-активных веществ – от 72 до 1460 мг/100 г, катехинов – от 18 до 874 мг/100 г. Сахарокислотный индекс по различным сортам изменялся от 6,1 до 156,3.

Проведенные во ВНИИСПК исследования и анализ обобщенных данных других научно-исследовательских учреждений позволяют сделать следующие обобщения.

Растворимые сухие вещества и сумма сахаров. Содержание в плодах растворимых сухих веществ и сахаров наследуется полигенно. Изучение характера наследования содержания в плодах семян растворимых сухих веществ показало, что в 9 семьях из 10 среднее содержание растворимых сухих веществ было выше, чем у лучшего родителя (положительный гетерозис) (таблица 3). В одной семье (№ 3460) среднее значение признака было ниже лучшего и выше худшего родителя, т.е. было выявлено промежуточное проявление признака.

Таблица 3 – Степень доминирования содержания РСВ в плодах гибридных семян (селекционный сад 27, 1999-2002 гг.)

№ семьи	Происхождение гибридной семьи ♀ x ♂	Изучено семян, шт.	Содержание РСВ в плодах, %			Степень доминирования, h_p	Характер доминирования
			среднее по семье	у родителей			
				♀ P_1	♂ P_2		
3296	Орлик x Ренет Черненко	38	15,3	13,2	14,5	+2,2	положительное сверхдоминирование
3298	Бабушкино x Орлик	30	14,6	13,9	13,2	+3,0	положительное сверхдоминирование
3453	Ренет Черненко x 4-14-78 (Северный синап x Помонкитайка)	66	17,1	14,5	11,7	+2,9	положительное сверхдоминирование
3454	Ренет Черненко x 18-30-64 [Несравненное x 4-18-78 (Скрыжапель крупный x Скрыжапель крупный)]	36	15,7	14,5	13,8	+4,4	положительное сверхдоминирование
3457	Антоновка обыкновенная x 18-31-36 [Ренет Черненко x 12-16-84 (Прогресс x 292-134)]	34	15,6	11,5	13,8	+2,6	положительное сверхдоминирование
3458	Антоновка обыкновенная x 18-30-58 [1-10-9 (с-ц Памяти Мичурина) x 12-18-20 (Прогресс x 292-134)]	30	13,9	11,5	13,3	+1,7	положительное сверхдоминирование
3460	Антоновка обыкновенная x 18-36-140 [Бабушкино x 12-19-47 (Неизвестный с-ц x Несравненное)]	18	14,8	11,5	16,3	+0,4	промежуточное проявление признака
3590	Ренет Черненко x 18-30-81 [1-10-9 (с-ц Памяти Мичурина x 12-18-20 (Прогресс x 292-134)]	60	15,9	14,5	13,5	+3,8	положительное сверхдоминирование
3591	Ренет Черненко x 18-30-74 [1-10-9 (с-ц Памяти Мичурина x 12-18-20 (Прогресс x 292-134)]	32	16,1	14,5	15,0	+5,4	положительное сверхдоминирование
3597	Ренет Черненко x 18-36-135 [Бабушкино x 12-19-47 (Неизвестный с-ц x Несравненное)]	27	17,0	14,5	14,3	+26,0	положительное сверхдоминирование

В перечень районированных и перспективных для возделывания в России входят сорта яблони с содержанием в плодах суммы сахаров от 7,7 до 16,4 %. Наибольший интерес среди них представляют сорта с содержанием в плодах сахаров более 14,5 %: Чара (14,7 %), Минусинское красное (15,0), Бердское сладкое (15,7), Минераловодская (15,8), Алтайское бархатное (16 %). По сумме сахаров плоды из различных зон возделывания различались мало: из южной зоны – 10,9 %, средней зоны – 10,3 %, северной зоны – 11,1 % и зоны Урала, Сибири и Дальнего Востока – 11,6 % и часто не отвечали требованиям по содержанию сахаров (11-12 %). Среднее содержание сахаров в плодах сортов разных сроков созревания составляет 11,5 % (летние), 11,0 % (осенние), 10,5 % (зимние).

При анализе данных по содержанию сахаров в плодах 16 новых сортов яблони селекции ВНИИСПК были выявлены как положительные, так и отрицательные трансгрессии (рисунки 1, 2) [28].

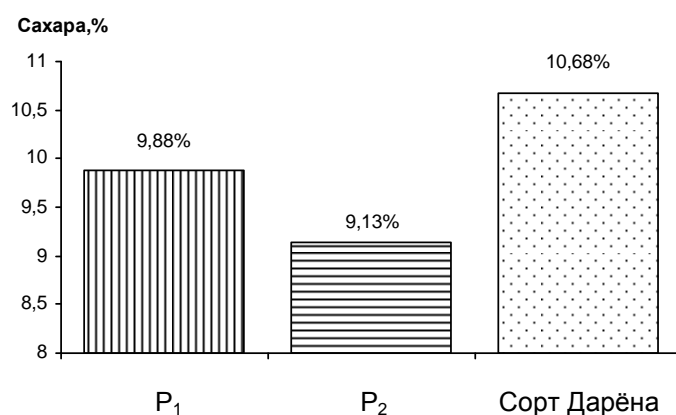


Рисунок 1 – Степень трансгрессии по содержанию в плодах сахаров у сорта Дарёна (Мелба х Папировка тетраплоидная) равна +8,1 (положительная).

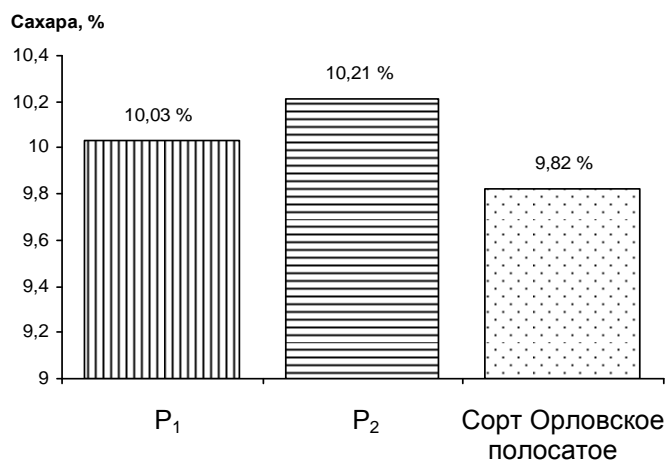


Рисунок 2 – Степень трансгрессии по содержанию в плодах сахаров (%) у сорта Орловское полосатое (Мекинтош х Бессемянка мичуринская) равна -2,1 (отрицательная).

Титруемые кислоты. Размах варьирования содержания в плодах титруемых кислот районированных и перспективных сортов России велик – от 0,20 % (Делишес спур) до 2,55 % (сорт Фонарик). Самое высокое содержание титруемых кислот отмечено у сортов Добрыня (2,30 %), Долго (2,40 %), Ранетка пурпуровая (2,47 %), Фонарик (2,55 %). Размах варьирования содержания кислот в плодах 265 сортов из генофонда

ВНИИСПК составляет от 0,11 до 1,78 %. К низкокислотным относятся сорта Новогородчина (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. Высоким содержанием титруемых кислот (более 1,14 %) в плодах отличались сорта: Клоз и Пепинка алтайская (1,14 %), Самоцвет и Камышловское желтое (1,26 %), Багрянка новая 1,32 %), Исилькульское (1,34 %), Уважаемая (1,78 %).

Анализ гибридного потомства показал, что по содержанию в плодах титруемых кислот в ряде семей наблюдалось положительное доминирование и положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис). Наши экспериментальные данные [29] подтверждают мнение А. Brown и D. Harvey о том, что признак «кислотность» находится одновременно под моногенным и полигенным контролем [30].

Гомозиготно сладкие сорта яблони обычно имеют пресный или пресно-сладкий вкус. Сеянцы такого типа обычно бракуются. В связи с этим наиболее перспективны скрещивания между собой гомозиготно кислых и гомозиготно сладких сортов (МаМа х мама). При таком скрещивании все сеянцы будут гетерозиготны и не будут браковаться за пресный или пресно-сладкий вкус [30]. Сладкоплодный сорт яблони Несравненное по содержанию титруемых кислот в плодах гомозиготен по рецессиву (мама) [23].

Аскорбиновая кислота. Исследованные сорта селекции ВНИИСПК по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты были распределены на три группы (таблица 4). В первую группу с содержанием в плодах аскорбиновой кислоты от 3,5 до 10,0 мг/100 г вошло 24 сорта; во вторую группу с содержанием в плодах аскорбиновой кислоты от 10,1 до 15,0 мг/100 г – 18 сортов и в третью группу с содержанием в плодах аскорбиновой кислоты от 15,1 до 21,4 мг/100 г – 10 сортов. В последнюю группу входят сорта: Пепин орловский и Куликовское (15,3 мг/100 г), Олимпийское (15,4 мг/100 г), Гулливер (16,3 мг/100 г), Масловское (17,0 мг/100 г), Низкорослое и Зарянка (18,0 мг/100 г), Ветеран (19,4 мг/100 г), Ивановское (19,5 мг/100 г) и Вита (21,4 мг/100 г), представляющие ценность для дальнейшей селекции на данный признак.

Таблица 4 – Распределение сортов яблони селекции ВНИИСПК на группы по содержанию в плодах аскорбиновой кислоты

Сорта яблони с содержанием аскорбиновой кислоты, мг/100 г		
3,5-10,0	10,1-15,0	15,1-21,4
Памяти Хитрово, Желанное, Веньяминовское, Рождественское, Радость Надежды, Вятч, Юбилей Москвы, Первинка, Бежин луг, Памяти Исаева, Афродита, Орловское полесье, Строевское, Память воину, Кандиль орловский, Орлинка, Солнышко, Здоровье, Морозовское, Орлик, Орловское полосатое, Память Семакину, Орловим, Имрус	Дарёна, Старт, Болотовское, Яблочный Спас, Утренняя звезда, Курнаковское, Славянин, Августа, Бордовое, Раннее алое, Пришвинское, Свежесть, Синап орловский, Юбиляр, Бунинское, Чистотел, Орловский пионер, Орловская заря	Пепин орловский, Куликовское, Олимпийское, Гулливер, Масловское, Низкорослое, Зарянка, Ветеран, Ивановское, Вита

В результате крупномасштабной селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах отобрано и выращено 18,6 тыс. сеянцев, полученных от целенаправленных скрещиваний. Установлен ряд зависимостей накопления аскорбиновой кислоты от некоторых морфологических и биохимических признаков: низкая отри-

цательная связь – с массой плодов, слабая ($r = +0,17^{**}$, $r = +0,03$) и средняя ($r = +0,41^{***}$) корреляция – с содержанием растворимых сухих веществ, а также слабая корреляционная связь между содержанием в плодах аскорбиновой кислоты и суммы сахаров ($r = +0,16^{**}$, $+0,28^{***}$; и $+0,16^{*}$). От слабой ($+0,23^{***}$) до средней ($+0,43^{***}$) степень корреляционной связи установлена между содержанием в плодах аскорбиновой кислоты и титруемых кислот, а также между содержанием аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ. Слабая связь или ее отсутствие между содержанием в плодах аскорбиновой кислоты и степенью поражения паршой листьев и плодов дает основание считать возможным создание селекционным путем сортов, совмещающих высокую витаминность и устойчивость к парше.

При селекции на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах новый этап связан с целенаправленными ступенчатыми (сложными) скрещиваниями, когда лучшие сеянцы от простых скрещиваний используются в гибридизации между собой или с высоковитаминными сортами [31].

Как показано в таблице 5, гибриды от ступенчатых скрещиваний выгодно отличались по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах от гибридов простых скрещиваний.

Таблица 5 – Содержание аскорбиновой кислоты (АК) в плодах гибридных сеянцев яблони от простых и ступенчатых скрещиваний

Название семьи и содержание аскорбиновой кислоты у родительских сортов, мг/100 г	Изучено сеянцев, шт.	Содержание АК, мг/100 г	
		среднее по семье	размах варьирования min-max
От простых скрещиваний (1977-1981 гг.)			
Оранжевое (17) x Скрыжапель (13)	132	28	6-67
Несравненное (27) x Антоновка обыкновенная (17)	51	26	2-51
Антоновка обыкновенная (17) x Ренет Фрома золотой (32)	175	25	3-83
Антоновка обыкновенная (17) x (Желтое ребристое + Позднее сладкое)	45	22	9-52
Анис пурпуровый (14) x Несравненное (27)	300	18	2-80
Среднее по пяти семьям	-	24	-
От ступенчатых скрещиваний (1986-1990 гг.)			
Бабушкино (24) x 12-19-47 (с-ц неизвестного происхождения x Несравненное) (40)	84	53	11-123
Ренет Черненко (19) x 11-1-122 (Антоновка обыкновенная x Желтое ребристое + Позднее сладкое) (33)	40	41	6-106
Бабушкино (24) x 12-15-157 (Бунинское x Несравненное) (25)	64	40	3-96
Бабушкино (24) x 13-62-73 (Антоновка обыкновенная x Ренет Фрома золотой) (39)	40	38	4-87
Ренет Черненко (19) x 12-16-84 (Прогресс x 292-134) (30)	25	35	15-74
Ренет Черненко (19) x 12-19-78 (Несравненное x Антоновка обыкновенная) (24)	14	31	12-66
Ренет Черненко (19) x 1-10-9 (с-ц Памяти Мичурина) (16)	20	28	11-70
Ренет Черненко (19) x 11-26-160 (Оранжевое x Скрыжапель) (29)	70	27	6-63
Среднее по восьми семьям	-	37	-

Среднее значение содержания аскорбиновой кислоты в плодах по изучаемым семьям от простых скрещиваний было 24 мг/100 г, тогда как среднее значение в семьях от ступенчатых скрещиваний – 37 мг/100 г, что в полтора раза выше. Размах варьирования по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах у сеянцев от ступенчатых скрещиваний был значительно выше. В двух семьях выщеплялись сеянцы с содержанием аскорбиновой кислоты в плодах более 100 мг/100 г (таблица 5).

Был проведен гибридологический анализ 19 комбинаций скрещивания (534 сеянца) 27-го селекционного сада. Среднее содержание аскорбиновой кислоты по семьям варьировало от 9,9 до 32,7 мг/100 г. В пределах одной семьи коэффициент вариации по содержанию аскорбиновой кислоты изменялся от 25,4 до 60,5 %.

Несмотря на то, что во всех комбинациях скрещивания в качестве родителей участвовали одна или обе родительские формы с высоким содержанием в плодах аскорбиновой кислоты, часть сеянцев имели плоды с низким ее содержанием: 173 сеянца (27,8 %) имели плоды с содержанием аскорбиновой кислоты от 3,1 до 15,0 мг/100 г, 265 сеянцев (42,6 %) – с содержанием от 15,1 до 25,0 мг/100 г, 72 сеянца (11,6 %) – с содержанием от 25,1 до 30,0 мг/100 г, 59 (9,5 %) – с содержанием от 30,1 до 35,0 мг/100 г, 23 сеянца (3,7 %) – с содержанием аскорбиновой кислоты от 35,1 до 40,0 мг/100 г и 30 сеянцев (4,8 %) содержали в плодах от 40,1 до 54,2 мг/100 г аскорбиновой кислоты.

Наибольший селекционный интерес представляют семьи с высоким содержанием аскорбиновой кислоты по семье и с высоким коэффициентом вариации этого признака. При использовании высоковитаминных родителей нами были выделены семьи со средним содержанием АК по семье более 25,0 мг/100 г: Ренет Черненко х 4-14-78 (Северный синап х Помон-китайка), Ренет Черненко х 18-30-74 [1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина х 12-18-20 (Прогресс х 292-134)], Ренет Черненко х 18-30-64 [Несравненное х 4-18-78 (Скрыжапель х Скрыжапель)], Ренет Черненко х 18-33-27 [Бабушкино х 12-15-157 (Бунинское х Несравненное)], Ренет Черненко х 18-36-135 [Бабушкино х 12-19-47 (Неизвестный сеянец х Несравненное)], с коэффициентами вариации по семье от 20,0 до 44,2 %. Наиболее перспективными в данном направлении оказались высоковитаминные сорта Несравненное (27,1 мг/100 г) белорусской селекции и Ренет Черненко (23,8 мг/100 г) селекции ВНИИГиСПР (г. Мичуринск).

Из 19 гибридных семей в 7 не отобрано ни одного сеянца, превосходящего по содержанию аскорбиновой кислоты лучшего родителя. Однако в семьях Ренет Черненко х 4-14-78 (Северный синап х Помон-китайка), Антоновка обыкновенная х 18-30-58 [1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина) х 12-18-20 (Прогресс х 292-134)] и Антоновка обыкновенная х 18-36-140 [Бабушкино х 12-19-47 (Неизвестный сеянец х Несравненное)] половина или больше сеянцев превосходили лучшего родителя.

Учитывая показатели степени доминантности, в 6 семьях наследование можно охарактеризовать как отрицательное доминирование, в 2 – как отрицательное сверхдоминирование, в одной - как положительное сверхдоминирование и в 10 – как промежуточное проявление признака. Семьи с высокой частотой положительных трансгрессий представляют особый интерес для отбора высоковитаминных сеянцев и для использования их в дальнейшей селекции.

Особо ценными являются сеянцы не только с высоким содержанием аскорбиновой кислоты, но и с другими ценными признаками химического состава плодов. К таким относятся 2 отборных сеянца от ступенчатых скрещиваний: 21-46-55 [13-76-55 (Анис пурпуровый х Несравненное) х 13-62-73 (Антоновка обыкновенная х Ренет Фрома золотой)] и сеянец 18-36-135 [Бабушкино х 12-19-47 (Неизвестный сеянец х Несравненное)]. Первый из них в своих плодах в среднем за 8 лет содержал 53,8 мг/100 г аскор-

биновой кислоты, 16,5 % растворимых сухих веществ и 413 мг/100 г Р-активных веществ. Второй обладает плодами с содержанием 44,2 мг/100 г аскорбиновой кислоты и максимальным содержанием Р-активных веществ – 1460 мг/100 г.

Селекция яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах имеет большие перспективы, так как внедрение в производство интенсивных высоко-витаминных сортов позволит увеличить пищевую и лечебно-профилактическую ценность плодов без дополнительных затрат, невозможных источников энергии. Однако надо помнить, что целенаправленное выведение высоковитаминных сортов требует создания крупных гибридных фондов и многолетней кропотливой работы.

Предстоит также разработать экспресс-методы, позволяющие быстро проводить массовые анализы по определению аскорбиновой кислоты в плодах большого количества гибридных сеянцев.

Р-активные вещества. Из всего анализируемого сортимента яблони России выделено 48 сортов с высоким содержанием Р-активных веществ в плодах (от 251 до 800 мг/100 г). Многие новые сорта яблони селекции ВНИИСПК характеризуются высоким содержанием (более 450 мг/100 г) Р-активных веществ в плодах: Чистотел, Афродита, Память Семякину, Радость Надежды, Болотовское, Памяти Хитрово, Вита, Августа, Вятич, Орловский пионер, Кандиль орловский, Утренняя звезда (таблица 6).

Таблица 6 – Содержание суммы Р-активных веществ в плодах новых сортов яблони селекции ВНИИСПК

Сорт	Число лет изучения	Сумма Р-активных веществ, мг/100 г		Коэффициент вариации, V, %
		среднее, $\bar{x} \pm m$	пределы разнообразия min - max	
Пришвинское	3	147±21	108-182	25,1
Память воину	7	182±33	89-339	48,4
Синап орловский	13	205±19	120-332	33,2
Орлик	6	222±41	141-399	45,0
Ветеран	7	229±32	135-391	37,3
Бордовое	5	234±27	195-335	25,5
Веньяминовское	5	235±31	128-289	27,6
Пепин орловский	5	241±43	131-394	40,0
Бунинское	6	250±39	149-375	38,0
Орловское полосатое	6	261±52	132-497	49,0
Первинка	6	271±36	105-350	32,2
Олимпийское	5	280±43	175-384	34,0
Низкорослое	4	293±48	200-425	33,0
Раннее алое	6	298±41	136-397	33,7
Морозовское	3	299±26	254-343	14,9
Орловим	6	299±31	160-362	25,1
Орлинка	3	314±26	306-361	14,1
Куликовское	7	317±51	129-517	42,4
Масловское	2	318±38	261-389	20,4
Память Исаева	4	325±75	200-530	46,1
Благодать	1	333	-	-
Орловская заря	3	334±18	304-366	9,2
Юбилей Москвы	4	352±27	277-402	15,2

Продолжение таблицы 6

Славянин	6	360±19	288-430	13,1
Юбиляр	5	361±44	333-451	27,5
Орловское соковое	4	364±67	233-553	37,1
Спасское	2	366	209-524	-
Рождественское	3	368±61	305-490	28,8
Свежесть	11	377±34	215-577	29,7
Курнаковское	7	380±42	286-570	29,0
Желанное	9	384±32	266-545	25,4
Строевское	6	396±25	306-475	15,7
Яблочный Спас	4	402±54	298-548	26,9
Старт	5	404±38	296-491	21,0
Гулливер	4	417±25	373-429	10,3
Зарянка	5	419±47	309-523	23,0
Дарёна	3	422±134	223-677	55,1
Солнышко	3	424±64	297-501	26,0
Ивановское	3	432±30	311-544	30,0
Имрус	14	433±30	222-597	26,2
Бежин луг	3	436±100	254-600	39,9
Орловское полесье	4	438±47	299-512	21,7
Здоровье	5	449±58	293-637	28,7
Чистотел	11	460±47	199-736	33,7
Афродита	4	464±82	325-684	35,3
Память Семакину	5	474±63	281-631	29,9
Радость Надежды	3	474±71	295-686	33,6
Болотовское	8	477±34	408-666	18,9
Памяти Хитрово	6	480±52	321-636	26,4
Вита	5	486±59	312-672	27,2
Августа	4	494±72	310-735	35,7
Вятич	2	497	486-508	-
Орловский пионер	9	514±46	307-655	26,6
Кандиль орловский	6	558±42	372-670	18,5
Утренняя звезда	2	624	604-644	-
Среднее		367±15	-	-
Минимальное		147	89	9,2
Максимальное		624	736	55,1
Коэффициент вариации в зависимости от сорта, V, %		28,5	-	-
Контрольные сорта				
Северный синап	8	137±26	92-147	56,0
Осеннее полосатое	9	248±42	119-517	50,6
Папировка	9	259±20	174-358	23,2
Антоновка обыкновенная	15	340±28	141-511	32,4
Мелба	10	389±41	210-603	33,4
Среднее		275±43	-	-
Минимальное		137	92	23,2
Максимальное		389	603	56,0
Коэффициент вариации в зависимости от сорта, V, %		35,1	-	-

Из гибридного фонда отобрано 29 отборных и элитных сеянцев с содержанием в плодах Р-активных веществ более 450 мг/100 г. Исключительно высоким содержанием Р-активных веществ в плодах (1460 мг/100 г) характеризуется сеянец 18-36-135 [Бабушкино х 12-19-47 (Неизвестный сеянец х Несравненное)], полученный от ступенчатого сложного скрещивания. Плоды его обладают также высоким содержанием аскорбиновой кислоты (44,2 мг/100 г).

К настоящему времени выработаны требования к уровню содержания Р-активных веществ в плодах новых сортов при передаче их в государственное испытание и при включении в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на 2020 г., для условий Средней полосы РФ – не менее 200-250 мг/100 г, а для условий Урала, Сибири и Дальнего Востока – не менее 400-600 мг/100 г [13].

Крупным или выше среднего размером плодов отличаются богатые Р-активными веществами триплоидные сорта Яблочный Спас (210 г), Память Семакину (160 г) и Августа (160 г). Селекционная работа по созданию новых сортов яблони с высоким содержанием в плодах биологически активных веществ (в том числе Р-активных) продолжается.

Анализ элитных и отборных сеянцев селекции ВНИИСПК по биохимическому составу показывает, что у селекционеров есть все возможности для создания сортов с высоким содержанием в плодах витамина Р (400-500 мг/100 г).

Литература

1. Вигоров, Л.И. Сад лечебных культур / Л.И. Вигоров. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1979. – 175 с.
2. Седов, Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова. – Орел: ВНИИСПК, 2007. – 312 с.
3. Иванов, Н.Н. Биохимические основы селекции растений / Н.Н. Иванов // Теоретические основы селекции растений. – М. - Л., 1935. – Т. 1. – С. 991-1016.
4. Базилевская, Н.А. Селекция на химический состав / Н.А. Базилевская // Теоретические основы селекции растений; под ред. Н.И. Вавилова. – М. - Л., 1935. – Т. I. - С. 1017-1043.
5. Мичурин, И.В. Салицил-китайка / И.В. Мичурин // Сочинения. – М., 1948. – Т. III. – С. 357.
6. Букин, В.Н. Витамины / В.Н. Букин. – М., 1940. – 472 с.
7. Букин, В.Н. Биохимия витаминов / В.Н. Букин. – М.: Наука, 1982. – 315 с.
8. Вечер, А.С. Биохимия яблок / А.С. Вечер, В.Н. Букин // Биохимия культурных растений. – 1940. – № 7. – С. 200-220.
9. Арасимович, В.В. Изучение закономерностей изменчивости углеводов плодов и овощей и пути их использования: доклад на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук / В.В. Арасимович. – Кишинев, 1966. – 59 с.
10. Кулик, А.А. Химико-технологическая оценка плодов и ягод мичуринских и других сортов 1931-1933 года / А.А. Кулик, Е.П. Франчук. – Воронеж, 1934. – 50 с.
11. Кулик, А.А. Возможность улучшения химического состава плодов и повышения урожайности путем гибридизации и воспитания / А.А. Кулик, Е.П. Франчук // Тр. плодовоощного института им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1950. – Т. VI. – С. 17-45.
12. Вигоров, Л.И. Селекция яблони на повышенную витаминность плодов / Л.И. Вигоров // Тр. первой всесоюз. конф. по биологически активным веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1961. – С. 169-179.

13. Комплексная программа по селекции семечковых культур в России на 2001-2020 гг. – Орел: ВНИИСПК, 2001. – 31 с.
14. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС; под общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1983. – 504 с.
15. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под ред. Е.Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 504 с.
16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС; под общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 492 с.
17. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
18. Методы биохимического исследования растений / [А.И. Ермаков и др.]; под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд. перераб. и доп. – Л.: «Агропромиздат», Ленинградское отд., 1987. – 430 с.
19. Брюбейкер, Д.Л. Сельскохозяйственная генетика / Д.Л. Брюбейкер. – М., 1966. – 223 с.
20. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 588 с.
21. Гуляев, Г.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению / Г.В. Гуляев, В.В. Мальченко. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 240 с.
22. Седов, Е.Н. Основные направления и методы селекции яблони / Е.Н. Седов // Селекция яблони в СССР: сб. ст. / ВАСХНИЛ; редкол.: Г.Т. Казьмин [и др.]. – Орел, 1981. – С. 14-27.
23. Седов, Е.Н. Главные направления селекции яблони / Е.Н. Седов // Плодо-овощное хозяйство. – 1985. – № 1. – С. 40-42.
24. Седов, Е.Н. Селекция яблони на улучшение химического состава плодов / Е.Н. Седов, З.А. Седова. – Орел: Орловское отд. Приокского кн. изд-ва, 1982. – 120 с.
25. Седова, З.А. Биохимическая характеристика плодов / З.А. Седова // Каталог сортов яблони (сортовой фонд и его использование). – Орел: Орл. отд. Приокского кн. изд-ва, 1981. – С. 74-84.
26. Седова, З.А. Итоги и перспективы селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах / З.А. Седова // Селекция яблони в СССР: сб. ст. ВАСХНИЛ; редкол.: Г.Т. Казьмин [и др.]. – Орел, 1981. – С. 149-155.
27. Макаркина, М.А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: автореф. дис. ... на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / М.А. Макаркина; Брянская гос. с.-х. академия. – Брянск, 2009. – 49 с.
28. Макаркина, М.А. Трансгрессии биохимического состава плодов при селекции яблони / М.А. Макаркина, Е.Н. Седов, А.Р. Павел // Вестник Российской сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 2. – С. 55-58.
29. Седов, Е.Н. Перспективы селекции яблони на улучшение химического состава плодов / Е.Н. Седов, З.А. Седова // Селекция яблони на улучшение химического состава плодов: сб. ст. / ВНИИСПК. – Орел, 1985. – С. 18-26.
30. Brown, A.G. The nature and inheritance of sweetness and acidity in the cultivated apple / A.G. Brown, D.M. Harvey // Euphytica. – 1971. – V. 20. – № 1. – P. 68-70.
31. Седов, Е.Н. Роль ступенчатых скрещиваний в селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах / Е.Н. Седов [и др.] // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 9. – С. 140-145.

**THE DEVELOPMENT OF N.I. VAVILOV'S HERITAGE IN APPLE BREEDING
FOR FRUIT CHEMICAL COMPOSITION IMPROVEMENT**

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

ABSTRACT

This work pays attention not only to nutrient but also medicinal fruit qualities. Concrete demands to new apple varieties according to the basic characters of biochemical fruit composition at different areas of Russia are shown. The results and prospects of apple breeding for the improvement of the chemical composition of fruit (soluble dry matters, sugars, titrated acids, ascorbic acid and P-active substances) are given. The nature of the inheritance of each of these characters has been studied.

Large diversity of apple seedlings is shown according to the contents of ascorbic acid in fruit. Seedlings having both positive transgression and negative one according to the contents of soluble dry matters, sugars, titrated acids, ascorbic acid and P-active substances in fruit have been revealed.

Apple breeding for creating varieties with higher contents of nutrient and biologically active substances is considered to be promising since it enables to improve food and medical-prophylactic value of fruit without additional expenditures.

Key words: apple, cultivars, breeding, fruit, soluble solids, titrated acids, ascorbic acid, P-active substances, Russia.

Дата поступления статьи в редакцию 01.03.2012