

СОЗДАНИЕ СОРТОВ ЯБЛОНИ (*Malus domestica* Borkh) С УЛУЧШЕННЫМ БИОХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ ПЛОДОВ

Е. Н. Седов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАСХН,

М. А. Макаркина, кандидат сельскохозяйственных наук,

З. М. Серова, кандидат сельскохозяйственных наук

Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур

Введение. Яблоки относятся к особо ценным продуктам, имеющим не только питательное, но лечебное и профилактическое значение. В них обнаружено свыше десяти витаминов, необходимых человеку. Наибольшую ценность представляют сорта, богатые витаминами С и Р.

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) целенаправленная селекция яблони на улучшение биохимического состава плодов ведется с 1970 г. За 39-летний период по данному направлению селекции выращено 97,7 тыс. однолетних сеянцев, а в селекционные сады после многочисленных браковок высажено 19,0 тыс.

Новый этап в селекции 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 [1].

В течение многих лет биохимический состав плодов яблони определялся у 265 сортов крупного генофонда ВНИИСПК, 58 районированных и проходящих государственное испытание сортов, и более 370 элитных и отборных

сеянцев яблони селекции института. Химический состав плодов оценен приблизительно по 700 сортообразцам.

Методика. Изучение биохимического состава плодов проводилось в лаборатории биохимической оценки сортов ВНИИСПК, определение сахаров - по методу Бертрана, титруемых кислот - титрованием вытяжек децинормальным раствором гидроокиси натрия, аскорбиновой кислоты - титрованием щавелевокислых вытяжек краской Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенол), Р-активных веществ - колориметрическим методом в модификации Л. И. Вигорова [2, 3, 4].

При анализе гибридного потомства яблони по биохимическому составу плодов в необходимых случаях рассчитывали степени доминантности и трансгрессии. Степень доминантности определялась как отношение разности значений признаков F_i и среднего арифметического родительских форм к половине разности значений родительских форм, взятой по абсолютной величине [5].

Степень положительной трансгрессии (T , %) определялась отношении- ем превышения максимального значения данного количественного признака F (M_F) у лучшей родительской формы (M_P) к последнему:

$$\frac{M_F - M_P}{M_P} \times 100\%$$

Степень отрицательной трансгрессии (Т, %) определялась отношением разницы между минимальным значением признака в F (m_F) и минимальным значением его в худшей родительской форме (тр) к последнему:

$$\frac{m_F - m_P}{m_P} \times 100\%$$

Результаты. Углеводы (сахара) являются главным материалом клеток, универсальным аккумулятором и донно-ром энергии для всех химических реакций, происходящих в них. Сахара в сочетании с кислотами обуславливают вкус плодов. В соответствии с Комплексной программой по селекции семечковых культур в России на 2001-

2020 гг. [6] в плодах яблоны сортов, передаваемых на государственное испытание в средней полосе России, должно содержаться не менее 11-12% сахаров. Только небольшое количество сортов, созданных в последнее время в различных научных учреждениях, отвечают этим требованиям. Хорошими источниками в селекции на повышенное содержание сахаров являются сорта: Зимнее Плесецкого, Антоновка десертная, Память воину, Ренет волжский, Ароматное, Мартовское, Медунца [7, 8].

К сожалению, следует отметить, что плоды большинства новых сортов селекции ВНИИСПК содержат менее 11,0% сахаров. В таблице 1 приведены показатели новых сортов, которые выгодно отличаются по сахаристости плодов от широко распространенных.

Таблица 1

Повышенное содержание сахаров в плодах сортов яблоны селекции ВНИИСПК

Сорт	Время изучения, лет	Сумма сахаров, %		Коэффициент вариации, V, %
		$\bar{x} \pm m$	Пределы разнообразия	
Ивановское	3	11,78±0,17	11,41-12,09	2,9
Старт	7	10,87±0,47	9,10-12,92	11,4
Олимпийское	7	10,87±0,29	10,11-12,24	7,2
Орлик	17	10,79±0,31	9,01-13,90	11,8
Курнаковское	10	10,79±0,46	7,56-12,58	13,6
Августа	5	10,71±0,18	10,12-11,13	3,7
Среднее		10,97±0,16		
<i>Широко распространенные контрольные сорта</i>				
Мелба	23	9,88±0,28	7,28-12,63	13,8
Осеннее полосатое	17	9,79±0,32	7,68-13,14	13,6
Папировка	13	9,10±0,41	6,51-12,42	16,1
Северный синап	12	9,01±0,27	7,64-11,24	10,4
Антоновка обыкновенная	28	8,66±0,32	6,42-11,09	12,4
Среднее		9,29±0,24		

На рисунках 1 и 2 показано содержание сахаров сортов.

Установлено, что у ряда сортов и гибридов содержание сахаров превышало данный показатель в плодах лучшего

родителя, т. е. проявлялась положительная трансгрессия, а у некоторых было ниже худшего родителя (отрицательная трансгрессия).

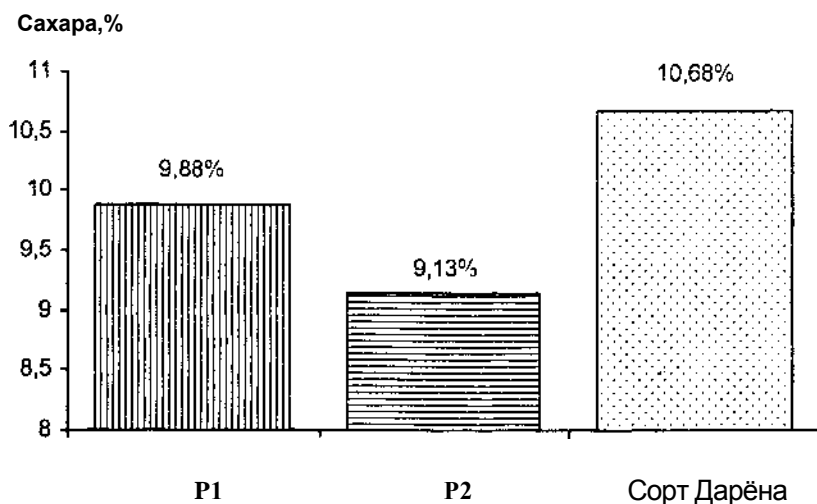


Рис. 1. Степень трансгрессии по содержанию сахаров (%) у плодах сорта Дарёна (Мелба / Папировка тетраплоидная) равна +8,1 (положительная).

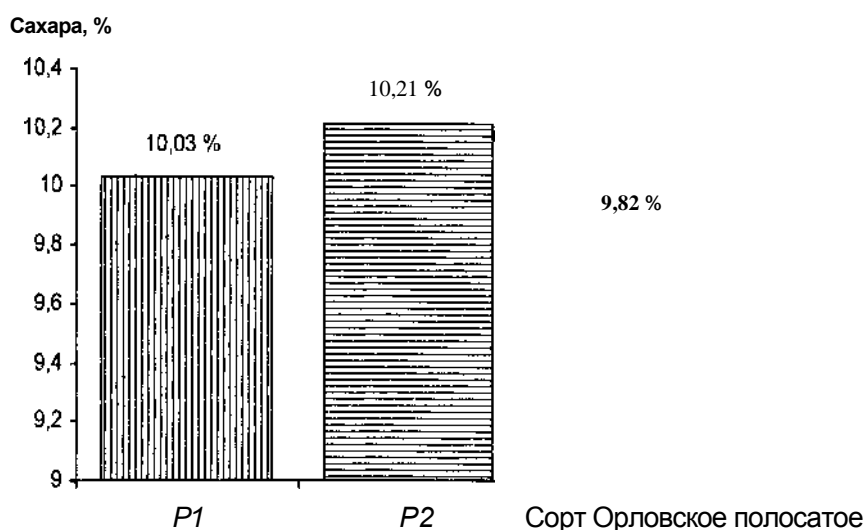


Рис. 2. Степень трансгрессии по содержанию сахаров (%) у плодах сорта Орловское полосатое (Мекинтош / Бессемянка мичуринская) равна -2,1 (отрицательная).

Органические кислоты придают плодам специфический вкус и способствуют их лучшему усвоению, играют определенную роль в сохранении основного кислотного равновесия организма [9-11].

При изучении содержания титруемых кислот в плодах 265 сортов генофонда ВНИИСПК размах варьирования содержания этих кислот составил от 0,11 до 1,78%. К низкокислотным относятся сорта: Новгородчина (0,11%), Октябренок и Медуница (0,12%), Мирончик (0,14%), Несравненное (0,15%), Медок и Антоновка сладкая (0,16%). Высоким содержанием титруемых кислот в плодах отличались

сорта Клоз и Пепинка алтайская (1,14%), Самоцвет и Камышловское желтое (1,26%), Уважаемая (1,78%).

Изучение наследования содержания титруемых кислот в плодах показало: в четырех гибридных семьях из тринадцати среднее содержание кислот в плодах не выходило за рамки содержания кислот у родительских сортов (наблюдалось промежуточное проявление признака); в одной семье - отрицательное доминирование; в трех - отрицательное сверхдоминирование (рис. 3); в двух - положительное доминирование и в трех семьях - положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис) (рис. 4).

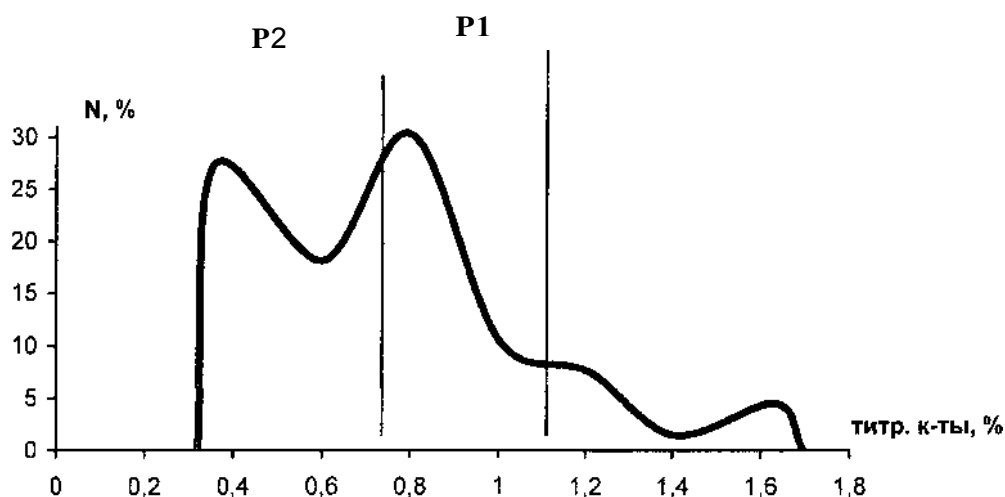


Рис. 3. Характер наследования содержания титруемых кислот в плодах по семье № 3453 [Ренет Черненко / 4-14-78 (Северный синап / Помон-китайка)]. Отрицательное сверхдоминирование.

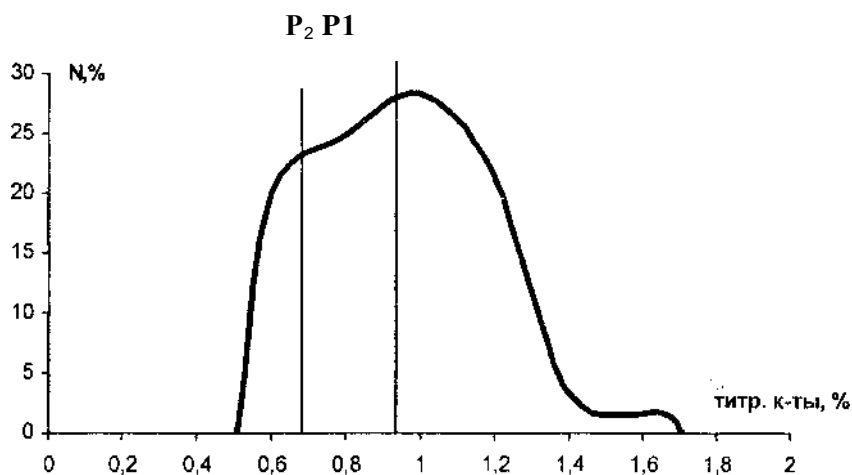


Рис. 4. Характер наследования содержания титруемых кислот в плодах по семье № 3590 {Ренет Черненко /18-30-81 [1-10-9 (с-ц Памяти Мичурина) / 12-18-20 (Прогресс х 292-134)]}. Положительное сверхдоминирование.

Следует отметить, что большие различия по содержанию титруемых кислот в плодах семян различного происхождения дают возможность получения трансгрессивных особей по этому признаку. А различия в выраженности признака содержания в плодах титруемых кислот в пределах одной гибридной семьи позволяют выделить из большого селекционного фонда семена с оптимальным содержанием титруемых кислот и сахаров.

Сахаро-кислотный индекс (СКИ). Вкусовые качества плодов яблони во многом определяются отношением сахара

ра к кислоте. Считается, что наибольшую гармоничность во вкусе имеют, как правило, плоды при СКИ 15-25. Сорта с сахаро-кислотным индексом, значительно превышающим 25, обычно малоперспективны. Они имеют пресный вкус, получают низкую дегустационную оценку при потреблении в свежем виде и малопригодны для технической переработки.

Анализ данных по содержанию в плодах районированных сортов яблони селекции ВНИИСПК суммы сахаров, титруемых кислот, величине СКИ и вкусу плодов показал, что среднее содержание

сахаров в плодах 52 новых сортов 10,21% при варьировании сортов от 8,70 до 12,01%; титруемых кислот - 0,69% (от 35 до 1,10%); СКИ - 15,0 (от 9,1 до 30,4).

Лучшими по вкусу плодов (балл 4,4-4,6) были районированные сорта Болотовское, Орлик, Афродита, Память воину, Синап орловский, Рождественское, Орловская заря (табл. 2). Их сахарокислотные индексы составляют:

26,7; 25,1; 21,6; 20,6; 17,7; 17,4; 16,3 соответственно. Эти сорта обладают комплексом хозяйственно биологических признаков: зимостойкостью, урожайностью, высокой товарностью плодов и богатым биохимическим составом последних. Плоды Болотовского и Афродиты наряду с гармоничным сочетанием сахара и кислоты, имеют повышенное содержание витамина Р (477 и 464 мг/100 г соответственно).

Таблица 2

Характеристика районированных сортов яблони селекции ВНИИСПК с высоким вкусом плодов (4,4-4,6 балла, многолетние данные)

Сорт	Сахарокислот. индексы	Сахара, %	Титруемые кислоты, %	Вкус плодов, балл	Масса плодов, г	Средняя урожайность т/га
Болотовское (з)*	26,7	10,42	0,39	4,5	150	24
Орлик (з)	25,1	10,79	0,43	4,5	130	25
Афродита (з)	21,6	10,38	0,48	4,4	130	22
Память воину (з)	20,6	10,55	0,51	4,4	140	18
Синап орловский (п-з)	17,7	9,93	0,56	4,5	150	18
Рождественское (з)	17,4	10,25	0,59	4,5	140	20
Орловская заря (з)	16,3	10,27	0,63	4,6	135	23
Орловим (л)	13,2	10,17	0,77	4,4	130	20
Имрус (з)	12,5	9,64	0,77	4,4	140	20

*) Условные обозначения: з - зимний; п-з - позднезимний; л - летний.

Аскорбиновая кислота (АК, витамин С) одна из наиболее важных сахарных кислот. Основное физиологическое значение аскорбиновой кислоты для живого организма заключается в ее участии в окислительно восстановительных процессах. При недостаточном содержании этого витамина в организме нарушаются процессы азотистого обмена, понижается степень использования белка [12]. Организм человека неспо

обен синтезировать АК и должен получать ее в готовом виде с пищей [9, 13].

Новые сорта селекции ВНИИСПК выгодно отличаются по содержанию АК в яблоках от широко распространенных контрольных сортов. Самое большое (более 19 мг/100 г) количество АК накапливают плоды у сортов Ветеран, Ивановское, Вита (табл. 3).

Таблица 3

Сорта яблони селекции ВНИИСПК с высоким содержанием аскорбиновой кислоты в плодах

Сорт	Время изучения, лет	Аскорбиновая кислота, мг/100 г		Коэффициент вариации, V, %
		$\bar{x} \pm m$	Пределы разнообразия	
Пепин орловский	9	15,3±1,2	8,1-19,7	23,8
Куликовское	9	15,3±1,4	5,7-16,2	39,9
Олимпийское	7	15,4±1,7	8,0-22,8	28,9
Низкорослое	6	18,0±2,5	12,7-28,5	34,1
Зарянка	5	18,0±3,2	11,8-27,1	40,1
Ветеран	14	19,4±1,6	10,4-28,9	28,8

Продолжение таблицы 3

Сорт	Время изучения, лет	Аскорбиновая кислота, мг/100 г		Коэффициент вариации, V, %
		$\bar{x} \pm m$	Пределы разнообразия	
Ивановское	4	19,5±1,7	15,6-22,9	17,3
Вита	7	21,4±1,6	20,9-29,7	19,4
Среднее		17,8±0,8		
<i>Широко распространенные контрольные сорта</i>				
Осеннее полосатое	15	9,0±0,7	4,3-11,5	30,0
Мелба	22	9,2±0,7	6,6-18,4	29,3
Северный синап	11	13,9±0,9	9,1-18,7	20,9
Антоновка обыкновенная	25	14,5±0,8	7,3-21,8	28,3
Папировка	13	15,1 ±1,2	10,4-18,6	28,3
Среднее		12,3±1,3		

При селекции на повышенное содержание АК в плодах новый этап связан с целенаправленными ступенчатыми (сложными) скрещиваниями, в результате которых получены сеянцы с содержанием АК в плодах от 45 до 80 мг/100 г ценные источники для дальнейшей селекции [14].

Наибольший селекционный интерес представляют гибридные семьи с высоким содержанием АК и с высоким коэффициентом вариации этого признака. Учитывая показатели степени доми-

нантности, в одной семье из девятнадцати изученных, наследование можно охарактеризовать как положительное сверхдоминирование (рис. 5), в шести - отрицательное доминирование, в двух - отрицательное сверхдоминирование (рис. 6) и в десяти - промежуточное проявление признака. Семьи с высокой частотой положительных трансгрессий представляют особый интерес для отбора сеянцев с высоким содержанием в плодах АК и использования их в дальнейшей селекции.

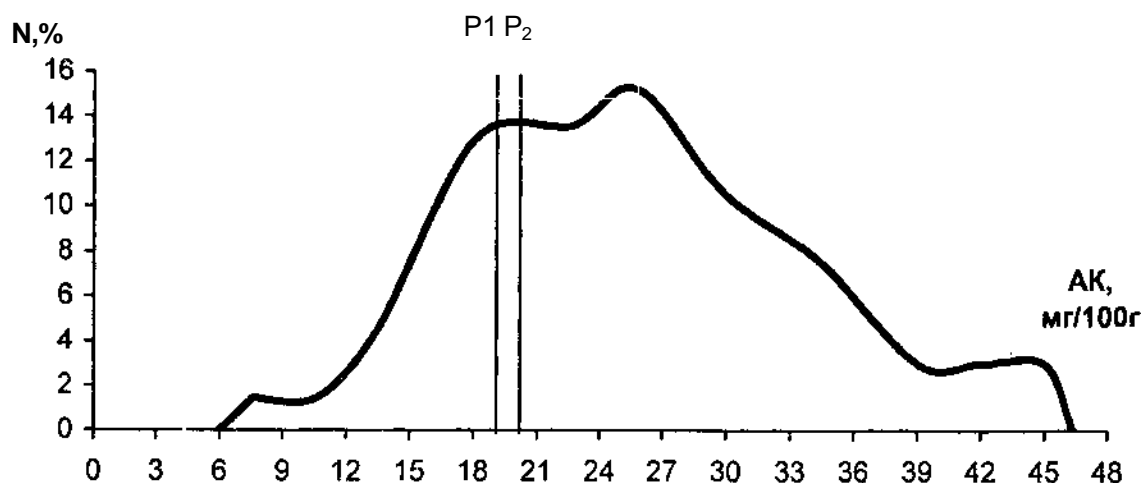


Рис. 5. Характер наследования содержания аскорбиновой кислоты в плодах по семье № 3453 [Ренет Черненко / 4-1,4-78 (Северный синап / Помон-китайка)]. Положительное сверхдоминирование.

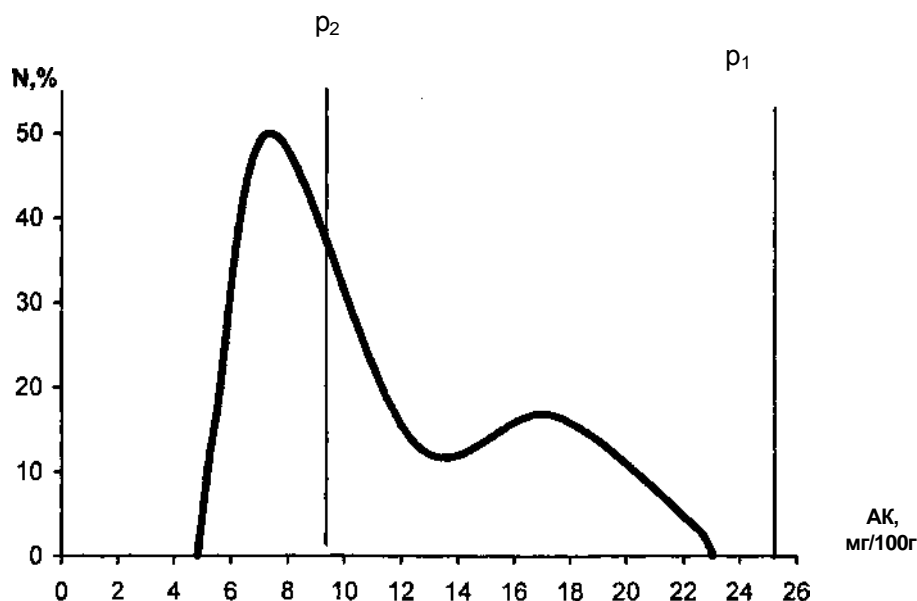


Рис. 6. Характер наследования содержания аскорбиновой кислоты в плодах по семье №3298 (Бабушкино / Орлик). Отрицательное сверхдоминирование.

P-активные вещества (витамин P) нормализуют кровяное давление человека, в случае гипертонической болезни. Укрепляя стенки сосудов, они являются профилактическими веществами при внутренних кровоизлияниях. Применяется витамин P и при инфекционных заболеваниях, например, пневмонии, ревматизме и др. P-активные вещества обладают антиоксидантным действием, которое проявляется в связывании путем комплексообразования ионов тяжелых металлов, чем объясняется их лучезащитное свойство.

Для профилактики заболеваний, а также поддержания физической и умственной активности организма человека витамин P необходим по 100-200 мг в сутки, для оказания лечебного действия суточное потребление возрастает в 5-10 раз, т.е. до 1-2 г [15].

Плоды районированных и наиболее перспективных в России сортов яблони содержат в среднем 240 мг/100 г P-активных веществ. Новые сорта яблони должны содержать P-активных веществ в плодах не менее 200- 250 мг/100 г.

В таблице 4 приведены сорта селекции ВНИИСПК с высоким содержанием P-активных веществ в плодах. Они в значительной степени превосходят по данному показателю широко распространенные контрольные сорта.

Особый интерес представляют сорта с высоким содержанием в плодах P-активных веществ и повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. К таким относятся Чистотел - 460 и 14,6 мг/100 г; Вита - 486 и 21,4; Орловский пионер - 514 и 14,8 мг/100 г соответственно.

Таблица 4

Сорта яблони селекции ВНИИСПК с высоким содержанием P-активных веществ в плодах

Сорт	Число лет изучения	Сумма P-активных веществ, мг/100г		Коэффициент вариации, V, %
		$\bar{x} \pm m$	Пределы разнообразия	
Чистотел	11	460±47	199-736	33,7
Афродита	4	460±82	325-684	35,3
Память Семакину	5	474±63	281-631	29,9

Продолжение таблицы 4

Сорт	Число лет изучения	Сумма Р-активных веществ, мг/100 г		Коэффициент вариации, V, %
		$x \pm m$	Пределы разнообразия	
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
Орловский пионер	9	514±46	307-655	26,6
Кандиль орловский	6	558±42	372-670	18,5
Среднее		488±9		
<i>Широко распространенные контрольные сорта</i>				
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		

В заключение следует отметить, что создание новых сортов с повышенным содержанием сахаров аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ и оптимальным титруемых кислот в плодах имеет большое значение, так как улучшает их пищевую и лечебно-профилактическую ценность без дополнительных затрат невозможных источников энергии.

Использованная литература:

1. Седов, Е. Н. Основные направления и методы селекции яблони. / Е. Н. Седов. // Селекция яблони в СССР: сб ст. - Орел, 1981. - С. 14-27.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / под ред. Г. А. Лобанова. - Мичуринск, 1973. -492 с.
3. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. - Орел: ВНИИСПК, 1999, -608 с.
4. Методы биохимического исследования растений. / [А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др.]. - Л.: Агропромиздат, 1987. -430 с.
5. Брюбейкер, Д. Л. Сельскохозяйственная генетика. / Д. Л. Брюбейкер. - М., 1966. - 223 с.
6. Комплексная программа по селекции семечковых культур в России

на 2001-2020 г. - Орел: ВНИИСПК, 2001. -31 с.

7. Седова, З. А. Итоги и перспективы селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах. / З. А. Седова. // Селекция яблони в СССР: сб. ст. - Орел, 1981.-С. 149-155.
8. Лобанов, Г. А. Подбор родительских форм при селекции яблони на улучшение химического состава плодов: / Г. А. Лобанов, Е. П. Франчук. // Селекция яблони на улучшение качества плодов: сб. ст. - Орел, 1985. - С. 33-40.
9. Метлицкий, Л. В. Основы биохимии плодов и овощей. / Л. В. Метлицкий. - М.: Экономика, 1976. - 349 с.
10. Петрова, В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. / В. П. Петрова. - Киев: Вища школа. 1986.-286 с.
11. Ширко, Т. С. Биохимия и качество плодов. / Т. С. Ширко, И. В. Ярошевич. - Минск: Наука і техника, 1991. - 294 с.
12. Коробкина, З. В. Витамины и минеральные вещества плодов и ягод. / З. В. Коробкина. - М.: Экономика, 1969. -152 с.
13. Смирнова, Г. А. Основы биохимии. / Г. А. Смирнова. - М.: Высшая школа, 1970.-320 с.
14. Седов, Е. Н. Отечествен

ные иммунные к парше сорта яблони - в производство. / Е. Н. Седов, В. В. Жданов, З. М. Серова. // Садоводство и виноградарство XXI века: матер, меж- дунар. науч - практ. конф. - Краснодар, 1999. - Ч. 3.: Итоги и перспективы селекционных исследований. - С. 3-7.

15. Вигоров, Л. И. Селекция яблони на повышенную витаминность плодов. / Л. И. Вигоров. // Тр. первой всесоюзной конф. по биологически активным веществам плодов и ягод. - Свердловск, 1961. - С. 169-179.

УДК 634.11:631.52:581.19

Седов Е. М., Макаркина М. О., Серова З. М. Створення сортів яблони (*Malus domestica* Borkh) з поліпшеним біохімічним складом плодів. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. - К., 2009. - № 1 (9).

Обговорюються результати 39- річної крупномасштабно! роботи по селекції яблуні на поліпшення біохімічного складу плодів. Показано характер успадкування вмісту в плодах цукрів, титрованих кислот, аскорбінової кислоти і Р-активних речовин. Наведена коротка характеристика нових сортів з хорошим смаком і гармонійним співвідношенням цукрів і кислоти, приведено перспективу напряму.

Ключові слова: селекція, цукри, титровані кислоти, аскорбінова кислота, Р-активні речовини.

УДК 634.11:631.52:581.19 Седов Е. Н., Макаркина М. А., Серова З. М. Создание сортов яблони (*Malus domestica* Borkh) с улучшенным биохимическим составом плодов. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. - К., 2009. - № 1 (9).

В статье обсуждаются результаты 39-летней крупномасштабной работы по селекции на улучшение биохимического состава плодов яблони. Показан характер наследования содержания в плодах сахара, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ. Приведена краткая характеристика новых сортов с хорошим вкусом и гармоничным сочетанием сахара и кислоты, указана перспективность направления.

UDK 634.11:631.52:581.19

Sedov E., Makarkina M., Serova Z. The development of apple (*Malus domestica* Borkh) varieties with improved fruit biochemical composition. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. - К., 2009 - № 1 (9).

The results of 39-year large-scale work on apple breeding for the improvement of fruit biochemical composition are discussed. The character of the inheritance of the content of sugar, titrate acids, ascorbic acid and P-active substances in fruit is shown. The brief descriptions of the new varieties with good flavor and harmonic combination of sugar and acidity are given. The prospects of the trend are shown.