

УДК 631.521: 631.527: 581.19

М. А. Макаркина, д.с.-х.н.

А. Р. Павел, к.с.-х.н.

Т. В. Янчук, к.с.-х.н.



ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Россия, Орел, info@vniispk.ru, makarkina.m@mail.ru

СЕЛЕКЦИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ВО ВНИИСПК НА УЛУЧШЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ

Аннотация

Представлены результаты селекционной работы по оценке, отбору и проведенным скрещиваниям на улучшенный химический состав плодов яблони, смородины красной и смородины черной во ВНИИСПК. Дана оценка генофонда яблони, смородины красной и смородины черной по биохимическому составу плодов, выделены лучшие сорта, элитные и отборные формы с высоким содержанием растворимых сухих веществ, сахаров, аскорбиновой кислоты и фенольных веществ в качестве источников для дальнейшей селекции на улучшенный химический состав плодов. Представлены лучшие комбинации скрещиваний по каждому селектируемому признаку. В результате изучения закономерностей наследования признаков биохимического состава плодов в гибридном потомстве показана возможность получения генотипов с необходимым уровнем выраженности признака на основе подбора родительских форм. Выявлено наличие как положительных, так и отрицательных трансгрессий по содержанию биохимических веществ, установлена возможность отбора перспективных гибридов в семьях, где родители имеют средние показатели. Подтвержден полигенный контроль содержания растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты и фенольных веществ в плодах гибридов яблони, смородины красной и смородины черной. Из гибридного фонда выделены исходные формы, ценные источники для дальнейшей селекции на улучшенный химический состав плодов.

Ключевые слова: яблоня, смородина красная, смородина черная, селекция, сорта, гибриды, химический состав плодов

UDC 631.521: 631.527: 581.19

M. A. Makarkina, doctor of agricultural sciences

A. R. Pavel, candidate of agricultural sciences

T. V. Yanchuk, candidate of agricultural sciences

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, info@vniispk.ru, makarkina.m@mail.ru

FRUIT AND BERRY BREEDING AT THE VNIISPК FOR IMPROVED CHEMICAL COMPOSITION OF FRUIT

Abstract

The results of the breeding work at the VNIISPК on the assessment, selection and crossings for the improved chemical composition of apple, black and red currant fruit are

presented. The assessment of apple, black and red currant gene pools is given on biochemical composition of fruit. The best varieties, elite and selected seedlings with a high content of soluble solids, sugars, ascorbic acid and phenolics have been released as sources for further breeding for the improved chemical composition of fruit. The best combinations of crossings are presented according to each selected trait. The possibility of obtaining genotypes with a necessary level of trait expression on the basis of selection of parents is shown as a result of the study of the regularities of the inheritance of biochemical composition indices in a hybrid progeny. Both positive and negative transgressions have been found according to the content of biochemical substances. The selection of promising hybrids has been found to be possible in the families where the parents have average indices. The polygenic control of the content of soluble solids, ascorbic acid and phenolics has been confirmed in fruit of apple, black and red currant hybrids. Initial forms and valuable sources have been released from the hybrid fund for the further breeding for improved chemical composition of fruit.

Key words: apple, red currant, black currant, breeding, varieties, hybrids, chemical composition of fruit

Введение

Основное предназначение плодов и ягод – обеспечение человеческого организма питательными и биологически активными веществами (БАВ). В плодах плодовых и ягодных культур содержатся вещества, которые отсутствуют в других продуктах питания, в частности, витамины С и Р, легкоусвояемые сахара, органические кислоты и др. До определенного времени садоводы были вынуждены использовать сорта, прежде всего, хорошего вкуса, высокоурожайные и адаптивные к условиям зоны выращивания. В настоящее время перед селекционерами ставится задача создания сортов не только вкусных, но и полезных, поскольку усложнились уровень и условия проживания людей.

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) работа по созданию сортов с улучшенным химическим составом плодов на основе полученного ранее материала начата доктором с.-х. наук Седовой Зинаидой Афанасьевной: с 1966 г. – по яблоне под руководством академика РАН Е. Н. Седова, с 1977 г. – по черной смородине под руководством доктора с.-х. наук Т. П. Огольцовой и с 1992 г. – по красной смородине под руководством кандидата с.-х. наук Л. В. Баяновой (Огольцова и др., 1978; Седов, Седова, 1982; Седова и др., 1992; Баянова и др., 1993). Комплексные исследования по данному направлению продолжаются и в настоящее время: по черной смородине под руководством доктора с.-х. наук С. Д. Князева, по красной смородине – кандидата с.-х. наук О. Д. Голяевой. Исследования ведутся на повышение в плодах содержания сахаров, аскорбиновой кислоты (АК) и фенольных соединений. При этом используются общепринятые методики (Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Орел, 1995; Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Мичуринск, 1973; Седова, Леонченко, Астахов, 1999; Методы биохимического исследования растений, 1987).

Яблоня

На настоящий момент по яблоне обобщен и проанализирован материал, полученный в лаборатории за 1970...2008 гг. – всего более 900 сортообразцов, в том числе – 256 сортов районированных и наиболее перспективных в России,

представленных в Помологии (2005), 265 сортов коллекционного генофонда ВНИИСПК, изученных З.А. Седовой (1981), 55 сортов, 374 элитных и отборных формы и 1344 гибридных сеянцев от 57-ми комбинаций целенаправленных скрещиваний селекции ВНИИСПК (Седов и др., 2007; Макаркина, 2009).

В качестве источников для селекции на улучшенный химический состав плодов наибольший интерес представляют сорта и формы, хорошо адаптированные для определенной зоны выращивания. Так, для Нечерноземной зоны России оптимально подходят сорта и гибриды селекции ВНИИСПК и образцы селекции других учреждений, прошедшие коллекционное изучение в Орловской области (ВНИИСПК).

При селекции на высокую сахаристость плодов яблони ценными являются генотипы с массовой долей сахаров в плодах более 12,0%. Из коллекционного генофонда ВНИИСПК (Седова, 1981) 19 сортов накапливали в плодах более 12,0% сахаров (7,2% от общего количества изученных), из них 4 сорта – более 13,0%: Ренет волжский, Филипповка, Уважаемая, Помгриз.

Сорта, созданные во ВНИИСПК, в среднем накапливали в плодах 10,27% сахаров - от 8,70% (Морозовское) до 13,18% (Благодать), выше, чем у контрольных сортов (9,29%). Нами выделены сравнительно высокосахаристые (более 10,5%) сорта: Память воину, Желанное, Памяти Хитрово, Низкорослое, Масловское, Орлик, Курнаковское, Олимпийское, Старт, Ивановское, Вятич, Спасское, Утренняя звезда, из них ценными для селекции на повышенную сахаристость являются Ивановское (11,78%), Масловское (10,71%), Низкорослое (10,64%), Олимпийское (10,87%), у них выявлена высокая стабильность этого признака ($V \leq 10,0\%$). У 24,6% элитных и отборных сеянцев селекции ВНИИСПК массовая доля сахаров в плодах находилась в пределах от 11,1 до 14,0%, из них наибольшее внимание заслуживают сеянцы, сочетающие высокое содержание сахаров с другими высокими биохимическими показателями: 11-21-113 (Уэлси×Скрыжапель) – содержание сахаров 13,6%, АК – 22,4 мг/100 г, фенольных (Р-активных) веществ – 342 мг/100 г, ЭЛС 18-30-150 [Ренет Черненко×1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина)] – содержание сахаров 12,7%, АК – 25,5 мг/100 г, фенольных (Р-активных) веществ – 405 мг/100 г, ЭЛС 16-31-129 (Кортланд×Бессемянка мичуринская) – содержание сахаров 12,5%, титруемых кислот – 0,43%, сахарокислотный индекс – 29,1, триплоидный ЭЛС 20-67-8 (Мантет ранний×Папировка тетраплоидная) – содержание сахаров 11,8%, АК – 28,7 мг/100 г, фенольных (Р-активных) веществ – 423 мг/100 г 11,8, масса плода – 130 г.

Среднее содержание растворимых сухих веществ (РСВ) (косвенного показателя сахаристости) в плодах сеянцев по 38-и гибридным семьям изменялось от 11,5 до 17,4%. Содержание РСВ по семье более 16,0% отмечено в гибридных семьях, где в качестве материнского сорта использован сорт Ренет Черненко, он является ценным донором данного признака. Из изученных 1344 сеянцев 611 или 45,5% содержали РСВ в плодах более 15,0%.

При создании сортов с высоким содержанием АК в плодах Е.Н. Седовым и З.А. Седовой были проведены большие исследования. Под их руководством было изучено и отобрано большое количество сортов-источников высокого содержания АК в плодах: Бабушкино (24,6 мг/100 г), Исилькульское (24,7), Несравненное (27,1), Кулон-китайка (29,8), Желтое ребристое (29,8), Ренет Фрома золотой (31,5), Камышловское желтое (32,6), Трудовое (36,4), Россиянка (38,1), Зимнее Плесецкого (42,7 мг/100 г) и др., которые использовались как исходные формы в селекции. В результате гибридологического анализа полученного селекционного материала Е.Н. Седовым и З.А. Седовой (1982; 1989) было установлено, что от высоковитаминных родителей получается высоковитаминное потомство. Полученные высоковитаминные сеянцы

были использованы в дальнейших скрещиваниях, что позволило проводить целенаправленные ступенчатые (насыщающие) скрещивания и выявить их положительную роль в селекции (Седов, Седова, Курашев, 1991).

Среди изученных нами сортов селекции ВНИИСПК установлен большой размах варьирования содержания АК в плодах: от 3,4 (Благодать) до 21,4 мг/100 г (Вита), при среднесортном значении 10,6 мг/100 г и коэффициенте вариации 41,9%. У контрольных сортов максимальные значения АК (в мг/100 г) в плодах имели Антоновка обыкновенная (14,5) и Папировка (15,1). На их уровне значения АК (в мг/100 г) отмечены у сортов Спасское, Свежесть, Синап орловский, Юбиляр, Бунинское, Гулливер, Чистотел, Орловский пионер, Орловская заря, Куликовское, Пепин орловский, Олимпийское, Масловское, Зарянка, Низкорослое, более высокие показатели АК (более 19 мг/100 г) – у сортов Ветеран, Ивановское, Вита. Средние значения коэффициента вариации ($10\% \leq V < 20\%$), сочетающиеся с повышенным и высоким содержанием АК в плодах, имели Масловское, Ивановское, Вита. Сорт Ветеран, с коэффициентом вариации 28,8%, т.е. несколько выше среднего значения, также представляет селекционную ценность, его максимальное значение содержания АК по годам составляет 28,9 мг/100 – одно из самых высоких по всем изученным сортам, после сорта Вита (29,7 мг/100 г). Сорт Вита обладает высоким содержанием в плодах Р-активных веществ (486 мг/100 г), сорта Олимпийское и Ивановское – повышенным содержанием суммы сахаров (10,9 и 11,8%, соответственно). Среди иммунных к парше сортов более 10,0 мг/100 г АК в плодах накапливали Старт, Болотовское, Гулливер, Курнаковское, Орловская заря, Свежесть, Юбиляр (Павел, 2007; Макаркина, 2009).

Проведенный анализ отобранных по комплексу хозяйственных признаков элитных и отборных семян (342 шт.) выявил значительную степень различия по уровню содержания АК в плодах – от 2,0 (24-12-136) до 57,9 мг/100 г (13-83-143). 91 сеянец (26,6%) накапливал в плодах АК более 20,0 мг/100 г, в том числе 67 семян (19,6%) – от 20,1 до 31,0 мг/100 г, 15 (4,4%) – от 31,1 до 40,0 мг/100 г и 9 (2,6%) – более 40,0 мг/100 г.

Расчет степени трансгрессии показал, что у высоковитаминных семян (АК 26,0 мг/100 г и более) степень трансгрессии в большинстве случаев принимала положительные значения (таблица 1), у семян с низким содержанием АК в плодах наблюдалось в основном проявление отрицательной трансгрессии, т.е. АК в плодах содержалось меньше, чем у худшего родителя (Макаркина, 2009).

Таблица 1 – Степень трансгрессии у элитных и отборных семян с высоким содержанием аскорбиновой кислоты в плодах (среднее за ряд лет)

№ семца	Родители ♀ × ♂	Число лет изучения	Масса плода, г	Сумма сахаров, %			Степень трансгрессии Тс, %
				семца	его родителей		
					♀	♂	
1	2	3	4	5	6	7	8
1) АК 26-30 мг/100 г							
11-27-136	Оранжевое×Скрыжапель	5	83	26,0	17,6	13,4	+47,7
4-19-12	Антоновка новая×Помон- китайка	3	72	26,8	12,9	21,1	+27,0
11-23-163	Уэлси×Скрыжапель	3	94	27,7	12,6	13,4	+106,7
11-33-84	Коричное новое×Скрыжапель	8	86	28,3	14,4	13,4	+96,5
11-26-147	Оранжевое×Скрыжапель	5	85	28,4	17,6	13,4	+61,4
20-67-8 (3х) ЭЛС	Мантет ранний×Папировка тетраплоидная	2	130	28,7	11,1	21,2	+35,4
11-27-140	Оранжевое×Скрыжапель	7	91	28,8	17,6	13,4	+63,6

продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6	7	8
14-156-16	Ренет Черненко×Трудовое	7	86	28,9	20,1	38,1	П
13-60-63	Антоновка обыкн.×Ренет Фрома золотой	10	114	29,4	13,3	31,5	П
11-26-160	Оранжевое×Скрыжапель	8	99	29,7	17,6	13,4	+68,8
13-60-118	Антоновка обыкн.×Ренет Фрома золотой	7	133	29,8	13,3	31,5	П
13-68-102	Бабушкино×Уважаемая	4	21	29,9	24,6	15,8	+21,5
14-157-27	Ренет Черненко×Трудовое	8	86	30,2	20,1	38,1	П
2) АК 31-35 мг/100 г							
13-72-113	Бабушкино×Прогресс	4	39	31,7	24,6	15,8	+28,9
13-73-53	Бабушкино×Прогресс	7	71	33,3	24,6	15,8	+35,4
13-87-41	Память Болотова×Бабушкино	14	99	34,5	14,4	24,6	+40,2
11-25-149	Оранжевое×Скрыжапель	6	85	34,7	17,6	13,4	+97,2
3) АК 36-40 мг/100 г							
13-73-61	Бабушкино×Прогресс	9	35	37,4	24,6	15,8	+52,0
13-83-50	Антоновка новая×Несравненное	6	49	38,8	12,9	27,1	+43,2
13-84-66	Антоновка новая×Несравненное	7	36	39,2	12,9	27,1	+44,6
4) АК 41-60 мг/100 г							
12-22-59	Оранжевое×Антоновка обыкновенная	4	98	41,3	17,6	13,3	+134,7
13-84-80	Антоновка новая×Несравненное	13	46	41,4	12,9	27,1	+52,8
13-83-88	Антоновка новая×Несравненное	16	37	49,8	12,9	27,1	+83,8
13-83-143	Антоновка новая×Несравненное	2	43	57,9	12,9	27,1	+113,7

*) Условное обозначение: П – промежуточное проявление признака.

Ценными источниками высокого содержания АК в плодах (от 31,7 до 57,9 мг/100 г) являются сеянцы 13-83-143, 13-83-88, 13-84-80, 13-84-66, 13-83-50 из семьи Антоновка обыкновенная×Несравненное, сеянцы 13-72-113, 13-73-53 (Бабушкино×Прогресс), 13-87-41 (Память Болотова×Бабушкино) и 11-25-149 (Оранжевое×Скрыжапель).

Наибольший селекционный интерес представляют семьи с высоким содержанием АК по семье и с высоким коэффициентом вариации этого признака. При использовании высоковитаминных родителей нами были выделены семьи с содержанием АК по семье более 25,0 мг/100 г: Ренет Черненко×4-14-78 (Северный синап×Помон-китайка), Ренет Черненко×18-30-74 [1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина×12-18-20 (Прогресс×292-134)], Ренет Черненко×18-30-64 [Несравненное×4-18-78 (Скрыжапель×Скрыжапель)], Ренет Черненко×18-33-27 [Бабушкино×12-15-157 (Бунинское×Несравненное)], Ренет Черненко×18-36-135 [Бабушкино×12-19-47 (Неизвестный сеянец×Несравненное)] и коэффициентами вариации по семье от 30,5 до 44,1% (таблица 2).

Новые сорта селекции ВНИИСПК выгодно отличаются по содержанию фенольных (Р-активных) веществ в плодах. Выделена группа сортов с содержанием суммы Р-активных веществ более 450 мг/100 г: Августа, Афродита, Болотовское, Вита, Вятич, Кандиль орловский, Орловский пионер, Памяти Хитрово, Память Семакину, Радость Надежды, Утренняя звезда, Чистотел. В плодах отборного сеянца 18-36-135 [Бабушкино×12-19-47 (Неизвестный сеянец×Несравненное)] отмечено исключительно высокое содержание суммы витамина Р (1460 мг/100 г), сочетающееся с высоким содержанием РСВ (14,3%) и АК (44,2 мг/100 г).

Таблица 2 – Степень варьирования, доминирования и частота трансгрессии по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах лучших семей яблони (среднее за ряд лет)

Происхождение гибридной семьи ♀×♂	Изучено сеянцев, шт.	Среднее содержание АК, мг/100 г			Коэффициент вариации, V, %	Частота трансгрессии, T _ч	Степень доминирования, h _р	Характер доминирования
		по семье	у родителей					
			♀	♂				
Ренет Черненко×4-14-78 (Северный синап×Помон-китайка)	66	25,1	20,1	20,0	41,1	69,7	+ 10,0	положительное сверхдоминирование
Ренет Черненко×18-30-74 [1-10-9 (сеянец Памяти Мичурина×12-18-20 (Прогресс×292-134)]	32	26,0	20,1	38,0	34,5	6,3	- 0,3	промежуточное
Ренет Черненко×18-30-64 [Несравненное×4-18-78 (Скрыжапель×Скрыжапель)]	36	26,7	20,1	29,4	44,1	38,9	+ 0,4	промежуточное
Ренет Черненко×18-33-27 [Бабушкино×12-15-157 (Бунинское×Несравненное)]	11	27,2	20,1	30,7	42,9	36,4	+ 0,3	промежуточное
Ренет Черненко×18-36-135 [Бабушкино×12-19-47 (Неизвестный сеянец×Несравненное)]	27	32,7	20,1	44,2	30,5	3,7	+ 0,1	промежуточное

Красная смородина

Для создания новых сортов смородины красной с улучшенным химическим составом ягод нами дана оценка существующего генофонда с целью выделения лучших сортов и форм для использования лучших в качестве источников в дальнейшей селекции. Всего было изучено 103 сортообразца, в том числе 52 сорта, 51 элитный и отборный сеянец, из которых 70 – селекции ВНИИСПК (селекционеры кандидаты с.-х. наук Л.В. Баянова и О.Д. Голяева) и 706 гибридных сеянцев от 26-ти комбинаций скрещивания (Макаркина, 2009).

При среднесортовом значении 7,6% более 8,0% сахаров в ягодах накапливали Ранняя сладкая, Нива, Роте Шпетлезе, Ролан, Татьяна, Светлица, Чародейка и 20 элитных и отборных сеянцев, среди них элитные сеянцы 41-2-101, 47-3-94, 77-1-47, 105-11-27 и отборные сеянцы 82-4-96 и 1123-25-137 обладают стабильностью признака. У отборного сеянца 1708-30-15 за три года исследований отмечено исключительно высокое содержание суммы сахаров - 13,1%. Вышеперечисленные генотипы выделены в качестве источников высокой сахаристости ягод.

Расчет степени трансгрессии по содержанию сахаров у 41 элитного и отборного сеянца выявил, что 13 сеянцев имели положительную степень трансгрессии, 2 – отрицательную, 26 – промежуточное проявление признака. Наличие положительных трансгрессий позволяет вести отбор гибридов на высокую сахаристость.

В ягодах красной смородины, в отличие от черной, накапливается незначительное количество АК. Тем не менее, в литературе встречаются данные, свидетельствующие о потенциальной возможности создания сортов с высоким содержанием АК в ягодах от 90 до 157 мг/100 г (Витковский, 1969; Седова, Максимова, 1970).

У изученных нами сортов, элитных и отборных форм среднее содержание АК в ягодах составило 50,7 мг/100 г, с размахом варьирования от 29,6 мг/100 г (Ролан) до 96,3 мг/100 г (Устина), с коэффициентом вариации 26,3%.

Среди коллекционных сортов более 50,0 мг/100 г АК в ягодах имели Йонкер ван Тетс, Ранняя сладкая, Ровада, Чулковская, Уайт Грейп, Щедрая и Эрстлинт аус Фирлянден. Повышенное содержание АК в ягодах сортообразцов селекции ВНИИСПК (от 60 до 70 мг/100 г) накапливали: сорта Ася, Селяночка, элитные сеянцы 68-3-134, 164-16-1, 143-24-55 и отборные сеянцы 44-5-24, 44-5-78. Более 70 мг/100 г в ягодах отмечено у 13-ти сортообразцов: Нива, Мармеладница, Устина, элитные сеянцы 43-2-140, 44-5-79, 129-21-54, 41-2-101, 164-22-97, 78-2-100 и отборные формы 41-2-79, 44-5-2, 54-3-62, 79-1-89.

У большинства элитных и отборных сеянцев (у 24 из 41) отмечена положительная степень трансгрессии. Большое количество из них имело содержание АК в ягодах, значительно превышающее этот показатель у лучшей родительской формы, о чем свидетельствуют высокие значения степени трансгрессии – более 30,0% (таблица 3). Полученные данные позволяют вести селекцию смородины красной на повышенное содержание АК в ягодах.

Таблица 3 – Степень трансгрессии по содержанию аскорбиновой кислоты в ягодах элитных и отборных сеянцев смородины красной (среднее за ряд лет)

№ сеянца	Происхождение	АК, мг/100 г			Степень трансгрессии, T _c , %
		сеянца	родителей		
			♀	♂	
41-2-79	Чулковская×Маарсес Проминент	78,3	53,1	36,2	+47,5
41-2-101 ЭЛС	Чулковская×Маарсес Проминент	74,5	53,1	53,1	+40,3
43-2-140 ЭЛС	Чулковская×Каскад	70,4	53,1	43,2	+32,5
44-5-2	Чулковская×Миннесота	71,4	53,1	44,0	+34,5
44-5-79 ЭЛС	Чулковская×Миннесота	70,4	53,1	44,0	+32,6
78-2-100 ЭЛС	Роте Шпетлезе×Маарсес Проминент	76,7	48,3	36,2	+58,8
79-1-89	Роте Шпетлезе×Миннесота	75,8	48,3	44,0	+56,9
80-4-11 ЭЛС (Селяночка)	Роте Шпетлезе×Ред Лейк	62,9	48,3	47,2	+30,2
129-21-54 ЭЛС	Йонкер ван Тетс×Голландская красная	73,6	52,2	34,5	+41,0
143-24-55 ЭЛС	Чулковская×Йонкер ван Тетс	69,9	53,1	52,2	+31,6
164-16-1 ЭЛС	Роте Шпетлезе×Йонкер ван Тетс	69,0	48,3	52,2	+32,2
164-22-97 ЭЛС	Роте Шпетлезе×Йонкер ван Тетс	76,3	48,3	52,2	+46,2

Высокой гомеостатичностью ($V \leq 10\%$) исследуемого признака среди генотипов селекции ВНИИСПК выделились сорта Орловчанка, Мармеладница, Нива, Устина, Огонек, элитные сеянцы 80-4-11, 79-1-63, 55-3-102, 150-21-13, 68-3-134, 78-2-100 и отборные формы 166-23-43, 82-4-96, 54-3-62. Наиболее ценными являются сорта Мармеладница (варьирование АК от 74,8 до 89,8 мг/100 г), Нива (63,4...82,7), Устина (88,0...110,0), элитный сеянец 78-2-100 (66,0...86,2), отборный сеянец 54-3-62 (73,9...89,8 мг/100 г).

При изучении гибридного потомства красной смородины был подтвержден ранее сделанный вывод (Седов, Макаркина, Серова, 2011), что при отборе на увеличение АК в плодах особое внимание следует уделять целенаправленным скрещиваниям. Из ранее полученного гибридного материала (Макаркина, 2000) для дальнейшей селекции в качестве исходных форм было выделено 8 сеянцев с содержанием АК более 70 мг/100 г, которые были размножены и использованы в целенаправленных скрещиваниях, с участием высоковитаминных сортов Ася, Мармеладница, Нива, Устина. В полученном потомстве содержание АК в ягодах

варьировало в широких пределах – от 24,3 до 122,3 мг/100 г. Наибольшую ценность по выходу высоковитаминных семян представляли семьи: Нива – самоопыление, Мармеладница×44-5-78 (Чулковская×Миннесота), Нива×261-65-19 [Йонкер ван Тетс×312-209 (с. темно-пурпуровая)] – 50,0, 58,1 и 43,5%, соответственно. В этих же семьях отмечено наибольшее среднее значение по содержанию АК в ягодах – 75,6; 63,0 и 57,6 мг/100 г и высокие коэффициенты вариации признака 34,0; 21,2 и 17,3%, соответственно, которые указывают на большие возможности для дальнейшего отбора.

Характер расщепления (наличие большого числа групп с небольшими различиями и постепенным переходом между ними) свидетельствует о полигенном контроле признака «аскорбиновая кислота». Выщепление гибридов, как превышающих по содержанию АК лучшего из родителей, так и уступающих по этому показателю худшему из них, свидетельствует о наличии как отрицательных, так и положительных трансгрессий и возможности отбора перспективных высоковитаминных гибридов в семьях, где родители имеют средние показатели (таблица 4).

Таблица 4 – Степени трансгрессии, доминантности и частота трансгрессии по содержанию аскорбиновой кислоты в ягодах гибридных семян (2001...2008 гг.)

Происхождение гибридной семьи	Среднее содержание АК, мг/100 г		Степень трансгрессии, T _с %	Частота трансгрессии, T _ч %	Степень доминантности, I _р	Характер доминирования	
	по семье	у родителей					
		♂					♀
271-58-17×82-4-96	42,5	76,3	50,2	-38,5	0	-1,6	отрицательное сверхдоминирование
271-56-46×82-4-96	51,4	45,6	50,2	+64,7	44,4	+1,5	положительное сверхдоминирование
82-4-96×271-56-46	47,6	50,2	45,6	+24,5	53,8	-0,1	промежуточное
Мармеладница×44-5-78	63,0	81,6	66,9	+29,8	9,7	-1,5	отрицательное сверхдоминирование
78-2-115×271-56-46	50,2	59,8	45,6	+11,9	13,6	-0,4	промежуточное
Баяна×Мармеладница	49,5	38,5	81,6	-14,5	0	-0,5	промежуточное
Нива×261-65-19	57,6	71,5	51,5	+4,6	17,4	-0,4	промежуточное
Нива×1097-25-118	48,9	71,5	37,0	-11,9	0	-0,3	промежуточное
Ася×Виксне	49,3	60,6	47,0	+31,2	13,5	-0,7	отрицательное сверхдоминирование
Ася×1145-26-98	44,4	60,6	66,9	+29,4	5,3	-6,2	отрицательное сверхдоминирование
Нива×Виксне	50,0	71,5	47,0	-5,2	0	-0,8	отрицательное сверхдоминирование
129-21-49×Нива	48,2	52,5	71,5	-10,6	3,7	-1,5	отрицательное сверхдоминирование

В результате изучения генофонда на содержание в плодах фенольных (Р-активных) соединений были выделены генотипы, представляющие селекционную ценность по изучаемому признаку. Это сорта Варшевича, Виксне, Лозан, Ролан, Селяночка, элитные семена 78-2-100 (Роте Шпетлезе×Маарсес Проминент), 143-23-21 (Чулковская×Йонкер ван Тетс), 164-22-25 (Роте Шпетлезе×Йонкер ван Тетс), отборные семена 44-5-2 (Чулковская×Миннесота), 79-1-89 (Роте Шпетлезе×Миннесота),

обладающие высокой и средней стабильностью признака и имеющие сумму Р-активных веществ в ягодах более 500,0 мг/100 г.

Рассчитанные степени трансгрессии у элитных и отборных форм показали, что 18 сортообразцов из 41-го имели отрицательные степени трансгрессии, 21 – промежуточное проявление признака и лишь у 2-х – положительные степени трансгрессии, это отборные формы 164-22-36 (Роте Шпетлезе×Йонкер Ван Тетс) ($T_c = +29,9$) и 1123-25-137 [77-1-47 (Роте Шпетлезе×Йонкер Ван Тетс)×Виксне] ($T_c = +22,1\%$).

В гибридном потомстве также наблюдались как положительные, так и отрицательные степени трансгрессии по изучаемому признаку (таблица 5). Наследование содержания суммы Р-активных веществ в ягодах можно охарактеризовать в 3 семьях как отрицательное доминирование, в 2 – как отрицательное сверхдоминирование, в 3 – отмечено промежуточное проявление признака и в одной - Мармеладница×44-5-78 – положительное сверхдоминирование, положительный гетерозис ($h_p = +2,0$). Особый интерес для отбора высоковитаминных сеянцев представляют семьи с высокой частотой трансгрессии: 271-58-17 [258-12 (с. Мейера)×Йонкер ван Тетс]×82-4-96 (Роте Шпетлезе×Чулковская) ($T_c = 22,2$), Нива×Виксне ($T_c = 31,0\%$) и Мармеладница×44-5-78 ($T_c = 57,7\%$). Полученные результаты свидетельствуют о положительных перспективах в создании сортов смородины красной с высоким содержанием витамина Р в ягодах.

Таблица 5 – Степени трансгрессии, доминантности и частота трансгрессии по содержанию суммы Р-активных веществ в ягодах гибридных сеянцев (2001...2008 гг.)

№ семьи	Происхождение	Среднее содержание суммы Р-активных веществ, мг/100 г			Степень трансгрессии, T_c , %	Частота трансгрессии, T_c , %	Степень доминантности, h_p	Характер доминирования
		по семье	у родителей					
			♂	♀				
1390	271-58-17×82-4-96	757	963	428	+37,0	22,2	+0,2	Промежуточное
1392	271-56-46×82-4-96	699	1823	428	-26,3	0	-0,6	Отрицательное доминирование
1425	82-4-96×271-56-46	488	428	1823	-48,2	0	-0,9	Отрицательное доминирование
1428	Мармеладница×44-5-78	528	479	376	+177,0	57,7	+2,0	Положительное сверхдоминирование
1437	78-2-115×271-56-46	709	289	1823	+22,1	5,3	-0,5	Промежуточное
1439	Баяна×Мармеладница	266	325	479	-32,4	0	-1,8	Отрицательное сверхдоминирование
1665	Ася×Красная Виксне	652	565	1007	+15,9	18,9	-0,6	Отрицательное доминирование
1668	Ася×1145-26-98	465	565	825	-19,5	0	-1,8	Отрицательное сверхдоминирование
1674	Нива×Красная Виксне	673	462	1007	+2,2	31,0	-0,2	Промежуточное

Черная смородина

С целью выделения исходных форм для селекции на улучшенный химический состав ягод были привлечены 53 сорта, 96 элитных и отборных форм, из них 18 сортов, элитные и отборные формы селекции ВНИИСПК (селекционеры - доктора с.-х. наук Т.П. Огольцова и С.Д. Князев) (Янчук, 2013).

При варьировании суммы сахаров от 6,4% (2993-12-18) до 12,27% (Надежа) среднее значение по всем генотипам составило 9,3%. 29 сортов и 54 формы накапливали сахаров 9,0% и более, у 40 сортообразцов содержание суммы сахаров превысило 10,0%, из них 12 сортов: Великолепная, Вернисаж, Владимирская, Десертная Огольцовой, Ладушка, Надежа, Памятная, Перун, Поэзия, Черешнева, Черноокая, Черный аист. Выделены генотипы, характеризующиеся высоким содержанием суммы сахаров (более 9,0%) и низкой изменчивостью этого признака ($V \leq 10\%$): Гетьманская, Десертная Огольцовой, Зоря Галицкая, Ладушка, Лентяй, Маленький принц, Перун, Поэзия, Элевеста, Юбилейная Копаня, ЭЛС 2780-20-88, 2849-18-19, 3007-3-152, 3059-48-69, 3209-41-1, 3226-47-29, 3264-46-153, 3330-49-131, 3339-49-216, ЭЛС 3516-14-46, ЭЛС 3556-15-52, 3569-15-6, ЭЛС 3794-53-72, ЭЛС 3803-45-138.

Из гибридного фонда ВНИИСПК было проанализировано 645 гибридных сеянцев от 14-ти комбинаций скрещивания. 298 сеянцев (46,2%) накапливали в ягодах 14,5% РСВ, в том числе – 227 (35,2%) – 15,0% и более. Лучшей по сахаристости гибридов выделена комбинация скрещивания Надежа×2092-30-146 (РСВ – 16,3%), в которой высокое содержание сахаров в ягодах отмечено у материнского сорта.

В результате гибридологического анализа 9 семей были выделены комбинации скрещивания с высокой максимальной степенью трансгрессии (T_c): Креолка×Искушение, 02-7 к×2083-32-158, Креолка×2083-32-158, 3325-51-89 – самоопыление (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристика гибридных семей смородины черной по содержанию РСВ в ягодах

Происхождение гибридной семьи	Кол-во сеянцев, шт.	Среднее содержание РСВ, %			Коэффициент ариации, V, %	Частота трансгрессии, $T_{\text{ч}}$, %	Степень трансгрессии, T_c , %	Степень доминантности, h_p
		по семье	у родителей					
			♀	♂				
3803 (2743-10-53×2091-36-25)	55	16,2	-	13,5	11,6	-	-	-
3807 (Креолка×Искушение)	37	15,2	12,6	13,1	11,9	89,2	+32,5	+9,6
3794 (02-7 к×2083-32-158)	67	14,5	12,0	13,5	12,5	58,2	+26,7	+2,3
3808 (Креолка×2083-32-158)	83	14,4	12,6	13,5	13,1	63,8	+23,8	+3,1
3871 (3325-51-89 - самоопыление)	43	14,2	12,7	12,7	10,6	86,0	+24,6	-
3840 (1448-14-11×2083-32-126)	43	14,0	14,0	13,0	9,6	44,2	+7,5	+1,0
3815 (Кипиана×2083-32-158)	56	12,6	12,4	13,5	13,5	23,2	+20,0	-0,7
4111 (Надежа×2092-30-146)	55	16,3	16,3	-	10,9	-	-	-
4083 (3018-6-101×Лентяй)	37	14,4	-	14,6	9,5	-	-	-
4069 (Гамма×3038-5-21)	45	13,8	13,5	13,6	8,3	60,0	+12,5	+4,0
4120 (2833-9-193×Лентяй)	48	14,3	-	14,6	7,8	-	-	-
4073 (Гамма×Сокровище)	30	13,8	13,5	12,1	7,9	53,3	+8,8	+1,4
4062 (Кипиана×2092-30-146)	25	13,4	12,4	-	9,4	-	-	-
4061 (Кипиана×Сокровище)	18	13,0	12,4	12,1	7,3	72,2	+5,4	+5,3

Наследование РСВ в ягодах гибридных сеянцев 6 семей можно охарактеризовать как положительное сверхдоминирование (положительный гетерозис): 02-7к×2083-32-158, Креолка×Искушение, Креолка×2083-32-158, Кипиана×Сокровище, Гамма×3038-5-21, Гамма×Сокровище, в семье Кипиана×2083-32-158 – отрицательное доминирование, в семье 1448-14-11×2083-32-126 – положительное доминирование. Гибридные сеянцы 6 комбинаций скрещивания: 02-7к×2083-32-158, Креолка×Искушение, Креолка×2083-32-158, Кипиана×Сокровище, Гамма×3038-5-21,

Гамма×Сокровище – характеризуются высокой частотой положительных трансгрессий, что представляет дополнительный интерес для дальнейшего их использования в селекции на повышенное содержание сахаров в ягодах.

Черная смородина ценится за высокое содержание в ягодах АК. По всем сортообразцам отмечена высокая изменчивость признака ($V=22,6\%$) с варьированием от 71,6 (3803-45-138) до 270,9 мг/100 г (3007-2-154), при среднем значении 161,2 мг/100 г. Выделены генотипы с высокой С-витаминностью (более 200 мг/100 г) – среди сортов Десертная Огольцовой (233,8), Перун (228,2), Татьяна день (211,8), Орловская серенада (210,7), Аметист (205,9), Пегас (204,7), среди элитных и отборных форм - 3007-2-154 (271,9 мг/100 г), 3569-15-6, 3145-23-86, 3048-5-41, 3354-49-80, 2083-32-126, 2993-12-18, 2150-33-164, 3045-23-116, 2746-7-40, 2746-7-51, 3094-19-87, 3226-47-44, 3095-22-42 ЭЛС (201,1 мг/100 г). Наибольшей стабильностью признака отличались Десертная Огольцовой, Пегас, Аметист, Орловская серенада, 2746-7-51, 3007-2-154, 2083-32-126, 2150-33-164, ЭЛС 3095-22-42, 2993-12-18, 3569-15-6.

Содержание АК в ягодах гибридных сеянцев варьировало в значительных пределах: от 22,9 [3871-45-65 (3325-51-89×3325-51-89)] до 354,6 мг/100 г [3840-46-127 (1448-14-11×2083-32-126)], при среднем значении 152,5 мг/100 г ($V=29,5\%$). Значительное разнообразие гибридного потомства в пределах одной семьи указывает на полигенный характер наследования признака «аскорбиновая кислота».

Максимальное значение АК отмечено в семье 1448-14-11×2083-32-126 – 224,2 мг/100 г, в которой выделено наибольшее количество гибридных сеянцев (30 шт. – 69,8%) с содержанием АК более 200,0 мг/100 г. Обе родительские формы этой комбинации скрещивания характеризовались высоким содержанием АК в ягодах (таблица 7).

Таблица 7 – Характеристика гибридных семей смородины черной по содержанию АК в ягодах

Происхождение гибридной семьи	Кол-во сеянцев, шт.	Среднее содержание АК, мг/100 г			Коэффициент вариации, V, %	Частота трансгрессии, T _v , %	Степень трансгрессии, T _c , %	Степень доминантности, H _p
		по семье	у родителей					
			♀	♂				
3840 (1448-14-11×2083-32-126)	43	224,2	313,0	231,0	18,0	2,3	+13,3	-1,2
3815 (Кипиана×2083-32-158)	56	187,4	183,4	160,1	27,5	51,8	+71,8	+1,3
3807 (Креолка×Искушение)	37	183,3	182,2	145,6	23,9	40,5	+68,0	+1,1
3808 (Креолка×2083-32-158)	84	163,7	182,2	160,1	20,9	26,2	+34,2	-0,7
3871 (3325-51-89 – самоопыл.)	43	144,3	120,5	120,5	31,8	76,7	+146,8	0
3803 (2743-10-53×2091-36-25)	55	130,7	-	136,7	23,4	-	-	-
3794 (02-7 к×2083-32-158)	67	128,4	123,4	160,1	31,3	9,0	+97,9	-0,7
4083 (3018-6-101×Лентяй)	37	148,7	-	107,2	23,7	-	-	-
4061 (Кипиана×Сокровище)	18	147,9	183,4	142,1	17,9	11,1	+4,5	-0,7
4120 (2833-9-193×Лентяй)	48	140,4	-	107,2	24,0	-	-	-
4111 (Надежа×2092-30-146)	55	139,4	184,2	-	13,7	-	-	-
4062 (Кипиана×2092-30-146)	25	135,1	183,4	-	23,0	-	-	-
4073 (Гамма×Сокровище)	30	127,4	153,8	142,1	14,6	6,7	+3,0	-3,6
4069 (Гамма×3038-5-21)	45	125,6	153,8	110,9	21,9	20,0	+9,9	-0,3

Выделены 93 сеянца (14,4%), с содержанием АК в ягодах более 200,0 мг/100 г: 32,3% этих сеянцев получено в семье 1448-14-11×2083-32-126, 24,7% сеянцев – в семье

Кипиана×2083-32-158, 16,1% – в семье Креолка×2083-32-158, 12,9% – в семье Креолка×Искушение. 23 образца (3,6%) характеризовались содержанием АК более 250,0 мг/100 г, в т. ч. 4 сеянца – более 300,0 мг/100 г: 3807-47-155, 3815-43-101, 3794-44-66, 3840-46-127. 47 гибридных сеянцев сочетали в ягодах содержание АК более 200,0 мг/100 г и РСВ более 14,0%, в том числе 6 сеянцев характеризовались массой 1 г и более.

В 4-х комбинациях скрещивания выявлены показатели степени трансгрессии более 50%: 3871 (3325-51-89 – самоопыление), 3794 (02-7 к×2083-32-158), 3815 (Кипиана×2083-32-158), 3807 (Креолка×Искушение). В них же отмечены высокие значения частоты трансгрессии, эти семьи представляют наибольший интерес для использования их в дальнейшей селекции.

Сумма Р-активных веществ колебалась от 344,3 мг/100 г (3067-23-12) до 1443,7 мг/100 г (Аметист), при среднесортном значении 728,4 мг/100 г. Более 700,0 мг/100 г Р-активных веществ отмечено у 30 сортов и 45 элитных и отборных форм, в том числе у 8 сортов селекции ВНИИСПК: Арапка, Гамма, Грация, Кипиана, Лентяй, Орловская серенада, Орловский вальс, Черноокая. Сорта Владимирская, Гамма, Орловский вальс, Лентяй отличались относительно высокой гомеостатичностью ($V \leq 20,0\%$). У 4 сортов сумма Р-активных веществ превысила 1000,0 мг/100 г: Аметист (1443,7), Владимирская (1253,9), Жемчужина (1067,3), Челябинская (1066,2).

Содержание суммы фенольных (Р-активных) веществ в ягодах гибридных сеянцев смородины черной варьировало от 414,3 (4120-60-29) до 1529,6 мг/100 г (4069-59-164), при среднем содержании 792,9 мг/100 г и высокой изменчивостью этого признака ($V=22,5\%$). Наибольшее содержание Р-активных веществ отмечено в ягодах гибридных сеянцев семьи 4061 (Кипиана×Сокровище) – 919,2 мг/100 г (таблица 8). 50% потомства этой комбинации скрещивания отличаются высоким содержанием (более 900,0 мг/100 г) суммы Р-активных веществ, в том числе, у 22,2% сеянцев этот показатель превышает 1000,0 мг/100 г. Из всех изученных сеянцев 57 генотипов (22,7%) накапливали в ягодах более 900,0 мг/100 г, них 26 (10,4%) – более 1000,0 мг/100 г.

Таблица 8 – Характеристика гибридных семей смородины черной по содержанию в ягодах суммы Р-активных веществ

Происхождение гибридной семьи	Кол-во сеянцев, шт.	Среднее содержание Р-активных веществ, мг/100 г			Коэффициент вариации, V %	Частота трансгрессии, T _ч , %	Степень трансгрессии, T _с , %	Степень доминантности, h _p
		по семье	у родителей					
			♀	♂				
4061 (Кипиана×Сокровище)	18	919,2±39,7	717,1	647,5	18,3	88,9	+85,7	+6,8
4069 (Гамма×3038-5-21)	44	860,0±29,1	862,2	950,0	22,4	20,4	+61,0	-1,0
4073 (Гамма×Сокровище)	29	830,7±21,1	862,2	647,5	13,7	41,4	+19,4	+0,7
4062 (Кипиана×2092-30-146)	25	813,1±27,9	717,1	-	17,2	-	-	-
4111 (Надежда×2092-30-146)	51	795,9±24,8	510,3	-	22,2	-	-	-
4120 (2833-9-193×Лентяй)	47	734,1±28,5	-	762,2	26,6	-	-	-
4083 (3018-6-101×Лентяй)	37	678,7±20,3	-	762,2	18,2	-	-	-

На примере трех семей был проведен гибридологический анализ, который показал различный характер наследования по каждой семье (отрицательное доминирование, положительное доминирование, положительное

сверхдоминирование). Были также получены высокие значения частоты трансгрессии (таблица 8). Все это свидетельствует о дальнейших перспективах при создании новых сортов с высоким содержанием фенольных (Р-активных соединений) в ягодах смородины черной.

Выводы

Дана оценка генофонда яблони, смородины красной и смородины черной по биохимическому составу плодов, выделены лучшие сорта, элитные и отборные формы с высоким содержанием сахаров, аскорбиновой кислоты и фенольных (Р-активных) веществ в качестве источников для дальнейшей селекции на улучшенный химический состав плодов.

В результате изучения закономерностей наследования признаков биохимического состава плодов в гибридном потомстве показана возможность получения генотипов с необходимым уровнем выраженности признака на основе подбора родительских форм. По каждому из селективируемых признаков выделены наиболее продуктивные комбинации скрещиваний, доноры и источники. Выявлено наличие как положительных, так и отрицательных трансгрессий по содержанию биохимических веществ, установлена возможность отбора перспективных гибридов в семьях, где родители имеют средние показатели. Подтвержден полигенный контроль содержания РСВ, АК и Р-активных веществ в плодах гибридов яблони, смородины красной и смородины черной.

Литература

1. Баянова, Л.В. Возможность использования дикорастущих форм в селекции красной смородины на высокое содержание биологически активных веществ / Л.В. Баянова, З.А. Седова, М.А. Макаркина // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тез. докл. на секции садоводства РАСХН (3-6 авг. 1993 г., Орел). – Орел, 1993. – С. 11.
2. Витковский, В.Л. Сорта и формы смородины красной различного происхождения в условиях Кольского полуострова / В.Л. Витковский // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1969. – Т. XL. – Вып. 3. – С. 155-162.
3. Макаркина, М.А. Биохимическая оценка сортов и гибридов красной смородины в связи с их использованием в селекции и производстве: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / М.А. Макаркина. – Брянск, 2000. – 24 с.
4. Макаркина, М.А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. с.-х. наук / М.А. Макаркина. – Брянск, 2009. – 49 с.
5. Методы биохимического исследования растений / [А.И. Ермаков и др.]; под ред. А. И. Ермакова. - 3-е изд. переработанное и доп. – Ленинград: Агропромиздат, Ленинградское отд., 1987. – 430 с.
6. Огольцова, Т.П. Перспективы селекции черной смородины на улучшение химического состава ягод / Т.П. Огольцова, З.А. Седова, О.В. Логачева // Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. – Тула, 1978. – Т. VIII. – Ч. 1. – С. 25-40.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н.Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 504 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1973. – 492 с.

9. Седов, Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони / Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова. – Орел: ВНИИСПК, 2007. – 312 с.
10. 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.
11. Седов, Е.Н. Селекция на улучшение химического состава плодов / Е.Н. Седов, З.А. Седова // Селекция яблони. – Москва: Агропромиздат, 1989. – С. 156-196.
12. Седов, Е.Н. Роль ступенчатых скрещиваний в селекции яблони на повышенное содержание аскорбиновой кислоты в плодах / Е.Н. Седов, З.А. Седова, О.В. Курашев, С.Е. Соколова // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 9. – С. 140-145.
13. 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.
14. Седова, З.А. Оценка сортов по химическому составу плодов / З.А. Седова, В.Г. Леонченко, А.И. Астахов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с. – С. 160-167.
15. Седова, З.А. Витамины в плодах и ягодах Орловской области / З.А. Седова, Л.М. Максимова // Селекция, сортоизучение, агротехника плодовых и ягодных культур. – Орел, 1970. – Т. IV. – С. 187-189.
16. Седова, З.А. Оценка качества ягод красной смородины и продуктов их переработки / З.А. Седова, З.Ф. Осипова, М.А. Макаркина, Г.Г. Хакулова // Садоводство и виноградарство. – 1992. – № 5-6. – С. 10-12.
17. Павел, А.Р. Биохимическая характеристика и товарные качества плодов новых иммунных к парше сортов яблони селекции ВНИИСПК: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / А.Р. Павел. – Орёл, 2007. – 23 с.
18. Янчук, Т.В. Отбор и оценка исходного материала для селекции смородины черной на улучшение биохимического состава ягод: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук / Т.В. Янчук. – Орёл, 2007. – 23 с.

References

1. Bayanova L.V., Sedova Z.A., Makarkina M.A. (1993): The opportunity of using wild forms in red currant breeding for high content of biologically active substances. In: Remote hybridization and polyploidy in fruit and berry breeding. Orel, VNIISPК: 11. (in Russian).
2. Vitkovskiy V.L. (1969): Red currant varieties and selections of different origin in conditions of the Kola Peninsula. Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii [*Works on applied botany, genetics and breeding*], **40**(3): 155-162. (in Russian).
3. Makarkina M.A. (2000): The biochemical assessment of red currant varieties and hybrids in connection with their using in breeding and production. [Agr. Sci. Cand. Thesis]. Orel, VNIISPК. (in Russian).
4. Makarkina M.A. (2009): Apple and red currant breeding for the improvement of fruit chemical composition. [Agr. Sci. Doctor Thesis]. Bryansk, Bryansk State Agrarian Academy. (in Russian).
5. Methods of biochemical research of plants (1987): Ermakov A.I. et al. (ed.). Leningrad, Agropromizdat. (in Russian).
6. Ogol'tsova T.P., Sedova Z.A., Logacheva O.V. (1978): Prospects of black currant breeding for the improvement of berry chemical composition. In: Breeding, variety investigation, agrotechnics of fruit and berry crops. Tula, **8**(1): 25-40. (in Russian).

7. Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding (1995): Sedov E.N. (ed.). Orel, VNIISPK. (in Russian).
8. Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops (1973): Lobanov G.A. (ed.). Michurinsk. (in Russian).
9. Sedov E.N., Makarkina M.A., Levgerova N.S. (2007): Biochemical and technological characteristic of apple gene pool fruit. Orel, VNIISPK. (in Russian).
10. Sedov E.N., Sedova Z.A. (1982): Apple breeding for the improvement of chemical composition of fruit. Orel, Priokskoe knizhnoe izdatel'stvo. (in Russian).
11. Sedov E.N., Sedova Z.A. (1989): Breeding for the improvement of chemical composition of fruit. In: Apple breeding. Moscow, Agropromizdat: 156-196. (in Russian).
12. Sedov E.N., Sedova Z.A., Kurashev O.V., Sokolova S.E. (1991): A role of multiple crossings in apple breeding for higher content of ascorbic acid in fruit. Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki [*Herald of Agricultural Science*], **9**: 140-145. (in Russian).
13. Sedova Z.A. (1981): Biochemical characteristic of fruit. In: Apple variety catalogue. Orel, Priokskoe knizhnoe izdatel'stvo: 74-84. (in Russian).
14. Sedova Z.A., Leonchenko V.G., Astakhov A.I. (1999): The assessment of varieties according to the chemical composition of fruit. In: Sedov E.N. (ed.). Program and methods of fruit, berry and nut crop breeding. Orel, VNIISPK: 160-167. (in Russian).
15. Sedova Z.A., Maksimova L.M. (1970): Vitamins in fruit and berries of Orel region. In: Breeding, variety investigation, agrotechnics of fruit and berry crops. Orel, VNIISPK, **4**: 187-189. (in Russian).
16. Sedova Z.A., Osipova Z.F., Makarkina M.A., Khakulova G.G. (1992): The assessment of the quality of red currant berries and products of their processing. Sadovodstvo i vinogradarstvo [*Horticulture and viticulture*], **5-6**: 10-12. (in Russian).
17. Pavel A.R. (2007): The biochemical characteristic and marketable qualities of fruit of new scab immune apple varieties of VNIISPK breeding. [Agr. Sci. Cand. Thesis]. Orel, Orel State Agrarian University. (in Russian).
18. Yanchuk T.V (2007): The selection and assessment of the initial material for black currant breeding for the improvement of biochemical composition of berries. [Agr. Sci. Cand. Thesis]. Orel, Orel State Agrarian University. (in Russian).