

Создание триплоидных сортов яблони – приоритетное направление в селекции

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

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК), Орловская область, Орловский район, Россия

В статье большое внимание отводится предварительной селекции (пребридингу) при создании триплоидных сортов яблони. Дана краткая характеристика доноров диплоидных гамет, которые выделены среди имеющихся тетраплоидных сортов и форм или созданы селекционным путем, особенно в тех случаях, когда в природе нет сортов и форм (доноров диплоидных гамет) с необходимыми для селекционера признаками. Создана селекционным путем форма 30-47-88 (Либерти × 13-6-106), являющаяся комплексным донором диплоидных гамет и иммунитета к парше (ген V_p). С 1970 по 2015 г. при селекции яблони на полиплоидном уровне осуществлено 455 комбинаций скрещиваний, искусственно опылено 660 тыс. цветков, получено 124.7 тыс. гибридных семян, выращено 47.9 тыс. однолетних сеянцев, из которых после многократных браковок в селекционные сады перенесено 13.2 тыс. сеянцев. Впервые в России от интервалентных скрещиваний создано и уже районировано 10 сортов (Августа, Александр Бойко, Бежин луг, Вавиловское, Дарёна, Масловское, Орловский партизан, Осиповское, Патриот, Яблочный Спас). Установлено, что сорта, полученные во ВНИИСПК, характеризуются, как правило, урожайностью, лучшей товарностью плодов, большей устойчивостью к парше и более высокой самоплодностью. Получены сорта, совмещающие триплоидию и иммунитет к парше. Ведется многообещающая работа по получению сортов, объединяющих в своих геномах триплоидию, иммунитет к парше и колонновидность (ген Co). Дана краткая характеристика созданных за последнее время от интервалентных скрещиваний триплоидных иммунных к парше сортов Вавиловское и Яблочный Спас, а также трех триплоидных сортов, полученных от скрещивания диплоидных сортов. Отмечено, что триплоидные сорта яблони селекции ВНИИСПК по комплексу хозяйственных признаков не уступают зарубежным сортам, а по адаптивности значительно превосходят их и при внедрении в широкое производство могут способствовать решению импортозамещения плодовой продукции в стране.

Ключевые слова: яблоня; селекция; сорта; полиплоидия; иммунитет к парше; импортозамещение.

КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Седов Е.Н., Седышева Г.А., Макаркина М.А., Серова З.М. Создание триплоидных сортов яблони – приоритетное направление в селекции. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(2):207-213. DOI 10.18699/VJ17.238

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Sedov E.N., Sedysheva G.A., Makarkina M.A., Serova Z.M. The development of triploid apple cultivars is a priority in breeding. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(2):207-213. DOI 10.18699/VJ17.238

Received 20.06.2016
Accepted for publication 29.07.2016
© AUTHORS, 2017

e-mail: nauka@vniispk.ru; makarkina.m@mail.ru

The development of triploid apple cultivars is a priority in breeding

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

All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISP), Orel region, Russia

Great attention is paid to preliminary breeding (pre-breeding) when developing triploid apple cultivars. Brief characteristics of diploid gamete donors are given. It should be noted that sometimes donors of diploid gametes with necessary important traits not only have to be selected from among existing tetraploid cultivars, but also developed by a breeding way, especially in the case when in nature there are no cultivars and genotypes (donors of diploid gametes) with given traits. The authors of the paper developed form 30-47-88 (Liberty × 13-6-106) by a breeding way. 30-47-88 is a complex donor of diploid gametes and scab immunity (V_p) at once. During 1970–2015, the following work was done in apple breeding using polyploidy: 455 crossing combinations were performed; 660000 flowers were artificially pollinated; 124700 hybrid seeds were obtained and 47900 one-year-old seedlings were grown, from which after multiple rejections 13200 seedlings were planted in breeding orchards. For the first time in Russia ten apple cultivars (Avgusta, Aleksandr Boiko, Bezhin Lug, Vavilovskoye, Dariona, Maslovskoye, Orlovsky Partizan, Osipovskoye, Patriot and Yablochny Spas) have been developed from intervalence crossings and regionalized. It has been stated that apple cultivars developed at the VNIISP are characterized, as a rule, by high productivity, better fruit marketability, greater resistance to scab and higher autogamy. Apple cultivars combining triploidy and scab immunity have been developed. Promising breeding is being performed for apple cultivars combining triploidy, scab immunity and columnar habit (Co). Brief characteristics of triploid and scab immune cultivars Vavilovskoye and Yablochny Spas developed from the intervalence crossings as well as three triploid cultivars obtained from crossings of diploid cultivars are given. It is noted that triploid apple cultivars developed at the VNIISP are inferior to none of foreign cultivars in a complex of commercial traits and they significantly excel foreign cultivars in adaptability. Our apple cultivars may contribute to import substitution of fruit production in the country.

Key words: apple; breeding; cultivars; polyploidy; scab immunity; import substitution.

Впервые о большой перспективе селекции яблони на полиплоидном уровне заявили шведские исследователи. Считалось, что развитие этого направления необходимо рассматривать как новую эру в селекции яблони (Einset, 1947; Dermen, 1951). К сожалению, в дальнейшем эти работы не получили должного развития.

Для яблони триплоидия – наименьший уровень плоидности, который дает наибольший эффект (Бавтуго, 1977). Целый ряд триплоидных сортов яблони, полученных спонтанно, в недалеком прошлом имел широкое промышленное значение в мире: Болдуин, Боскопская красавица, Графенштейнское, Джонаголд, Зеленка Род Айлендская, Ренет Кулона, Старк и др. В Англии одним из ведущих коммерческих сортов яблони признан триплоидный сорт Брамлис Сидлинг.

Очень важная особенность триплоидов – отсутствие у них резко выраженной периодичности плодоношения, что связано с ограниченным количеством плодов, образующихся при ненормальном редукционном делении в половых клетках. По этой причине даже в наиболее благоприятные годы у триплоидов завязывается умеренный урожай, не препятствующий закладке генеративных почек под урожай будущего года (Туз, 1970; Дутова, 1985).

Как правило, триплоидные сорта имеют более крупные товарные плоды в сравнении с диплоидными. Ряд авторов отмечает повышенную устойчивость триплоидных сортов к парше (Лизнев, 1985; Пономаренко, 1985).

Цель настоящих исследований – получение адаптивных продуктивных триплоидных сортов яблони, основанное на отборе, изучении и включении в селекцию доноров диплоидных гамет (тетраплоидных сортов и форм), с последующим выделением генотипов, отличающихся более регулярным плодоношением, высокой товарностью плодов, повышенной устойчивостью к парше и самоплодностью.

Новизна работы заключается в том, что биологические, цитозембриологические исследования позволили впервые в России и в мире получить от интервалентных скрещиваний 18 принципиально новых триплоидных сортов, из которых 10 включены в Государственный реестр селекционных достижений и 8 проходят государственное испытание.

Материалы и методы

Объектами исследований послужили гибридные сеянцы (около 50 тыс. шт.) в селекционных школах и селекционных садах, а также сорта и доноры диплоидных гамет в садах первичного и производственного испытания сортов. Наблюдения, учеты и обработку экспериментального материала проводили общепринятыми методами (Программа и методика селекции..., 1995; Программа и методика сортоизучения..., 1999; Комплексная программа по селекции..., 2003).

Для подсчета хромосом фиксировали вегетативные почки на стадии «зеленый конус», предварительно тщательно отпрепарировав их от кроющих чешуй; фиксатор – уксусный алкоголь (3:1) (3 части этилового спирта + 1 часть ледяной уксусной кислоты). Временные давленные препараты готовили пропионо-лакмоидным методом (Каптарь, 1967). Мейоз изучали на временных препаратах

ацето-гематоксилиновым методом (Топильская, 1975), формирование зародышевого мешка – на постоянных препаратах (Паушева, 1980).

Оценку биохимического состава плодов проводили согласно методическому руководству ВИР им. Н.И. Вавилова «Методы биохимического исследования растений» (1987); определение сахаров – методом Бертрена; определение титруемых кислот (общей кислотности) – методом титрования экстракта раствором 0.1 н. щелочи в присутствии индикатора; определение аскорбиновой кислоты – методом титрования щавелевокислых вытяжек краской Тильманса (2.6-дихлорфенолиндофенолом); определение Р-активных веществ – колориметрическим методом с использованием фотоэлектроколориметра марки КФК-2.

Результаты и обсуждение

Пребридинг в селекции яблони на полиплоидном уровне. Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур селекция яблони на полиплоидном уровне была начата в 1970 г., а в 1976 г. во ВНИИСПК создана цитозембриологическая лаборатория (Седов и др., 2008). Работа селекционеров и цитозембриологов проходит в тесном контакте, цитологический контроль плоидности исходных форм и гибридных семян, цитозембриологическое изучение исходных форм с целью определения их пригодности для гетероплоидных скрещиваний – неотъемлемый этап селекционной работы (табл. 1).

Таким образом, в скрещиваниях диплоид × тетраплоид в среднем по всем комбинациям скрещивания формируется 31.82 диплоидных, 68.00 триплоидных и 0.17 % тетраплоидных растений. В скрещиваниях типа тетраплоид × диплоид диплоиды составляют 22.43, триплоиды – 54.00 и тетраплоидные сеянцы – 23.44 %. Значительный процент тетраплоидных растений в этом типе скрещиваний можно объяснить высокой самоплодностью отдельных тетраплоидных форм, используемых в качестве материнского компонента (табл. 2).

Проведенные подробный цитозембриологический анализ мейоза при микроспорогенезе и анализ жизнеспособности пыльцы у полиплоидных форм яблони свидетельствуют о том, что диплоидно-тетраплоидная химера первого типа Антоновка плоская (2-4-4-4x), несмотря на более низкую жизнеспособность пыльцы по сравнению с ее диплоидным аналогом Антоновкой обыкновенной, формирует достаточное количество полноценной диплоидной пыльцы и, следовательно, может быть использована как донор диплоидных гамет в селекции на полиплоидном уровне.

Мекинтош тетраплоидный (4x) – гомогенная тетраплоидная форма, в условиях Орловской области формирует слабожизнеспособную пыльцу и как донор диплоидных гамет может быть использован в ограниченном объеме.

Папировка тетраплоидная (2-4-4-4x) при использовании в гетероплоидных скрещиваниях в качестве опылителя в гибридном потомстве дает в среднем более 77.9 % триплоидных семян, что свидетельствует о ее пригодности в качестве донора диплоидных гамет.

Уэлси тетраплоидный (2-4-4-4x). На основании сравнительного цитозембриологического и морфологического

Table 1. Ploidy of hybrid seedlings from crossing of accessions with different chromosome sets

Type of crossing	Number of seedlings examined				
	Total	2x	3x	4x	Aneuploids
2x × 4x	14358	4568/31.82	9764/68.00	24/0.17	2/0.01
4x × 2x	1574	353/22.43	850/54.00	369/23.44	2/0.13

Table 2. Characterization of some donors of diploid gametes

Cultivar or hybrid	Maturation season	Fruit weight, g	Fruit appearance score	Fruit taste score
Cultivars				
Antonovka Ploskaya (2-4-4-4x)	Early winter	200	4.3	3.6
McIntosh tetraploid (4x)	Winter	130	4.5	4.3
Papirovka tetraploid (2-4-4-4x)	Early summer	120	4.2	4.0
Wealthy tetraploid (2-4-4-4x)	Winter	192	4.5	4.3
Hybrid seedlings				
13-6-106 (Suvorovetz – open pollination) (4x)	Winter	230	4.3	4.2
25-35-121 (Wealthy tetraploid × Papirovka tetraploid) (4x)	Late summer	125	4.4	4.2
25-35-144 (Wealthy tetraploid × Papirovka tetraploid) (4x)	Autumn	155	4.3	4.0
25-37-35 (Wealthy tetraploid – open pollination) (4x)	Winter	100	4.0	4.2
25-37-45 (Orlovskaya Girlyanda × Wealthy tetraploid) (4x)	Winter	147	4.3	4.2
30-47-88 [Liberty × 13-6-106 (Suvorovets seedling)] (4x)	Winter	180	4.3	4.3

исследований развития пыльцы эту диплоидно-тетраплоидную химеру первого типа следует использовать в селекции на полиплоидном уровне.

Гибридная форма 13-6-106 (сеянец сорта Суворовец) (4x) представляет собой гомогенный тетраплоид. В среднем по всем семьям от гетероплоидных скрещиваний с этой формой выход триплоидных растений в гибридном потомстве составляет более 80 %. Тетраплоидная форма 13-6-106 вполне пригодна в качестве донора диплоидных гамет. Хорошие доноры диплоидных гамет – сеянцы 25-35-121, 25-35-144, а также 25-37-45. Особый интерес представляет новая гибридная форма 30-47-88 (Либерти × 13-6-106) – донор диплоидных гамет и иммунитета к парше (ген V_p). Установлено, что мейоз у этой формы завершается формированием до 50 % нормальной пыльцы. Начало ее создания относится к 1970 г., когда были собраны семена диплоидного сорта Суворовец от свободного опыления, из них выращено 1957 сеянцев. Один из них, 13-6-106, оказался тетраплоидным и был отобран в качестве донора диплоидных гамет. В 1994 г. этот сеянец был использован в качестве отцовского родителя в скрещивании с сортом Либерти (ген V_p). Из полученных (31) однолетних сеянцев был отобран тетраплоидный, иммунный к парше (ген V_p) сеянец 30-47-88, который является комплексным донором диплоидных гамет и иммунитета к парше. С его участием получены триплоидные, колонновидные иммунные к парше сеянцы, не известные до сих пор в селекционной практике.

Цитозембриологические исследования, проведенные Г.А. Седышевой и Н.Г. Горбачевой, показали, что ценный

донор диплоидных гамет, форму 30-47-88 [Либерти × 13-6-106 (сеянец Суворовца) (4x)], обладающую иммунитетом к парше (ген V_p), можно использовать в качестве не только отцовского, но и материнского родителя. Однако при опылении некастрированных цветков диплоидным сортом из семян от такого скрещивания получено 94.1 % сеянцев с тетраплоидным набором хромосом и только 5.9 % – триплоидных. Это можно объяснить высокой самоплодностью тетраплоидной формы, что и было подтверждено в специальных опытах. В связи с этим при необходимости использовать тетраплоидную форму 30-47-88 в качестве материнского компонента для получения триплоидного потомства следует проводить предварительную кастрацию цветков. Так как тетраплоидная форма 30-47-88 обладает иммунитетом к парше (ген V_p) и имеет высокожизнеспособную пыльцу, она относится к ценным комплексным донорам селекционно-значимых признаков и рекомендуется для широкого использования в селекции на полиплоидном уровне.

Общие итоги работы по селекции яблони на полиплоидном уровне. За весь период осуществлены скрещивания с полиплоидными формами $4x \times 4x$, $4x \times 3x$, $4x \times 2x$, $3x \times 4x$, $3x \times 3x$, $3x \times 2x$, $2x \times 4x$, $2x \times 3x$. Следует отметить, что скрещивания с анертоплоидными формами ($4x \times 3x$, $3x \times 4x$, $3x \times 3x$, $3x \times 2x$, $2x \times 3x$) не имеют селекционной ценности. Гетероплоидные скрещивания ортоплоидных форм типа диплоид × тетраплоид, тетраплоид × диплоид считаются основными для создания гибридного фонда, обеспечивающего необходимый объем для практической селекции с целью получения триплоидных сортов.

Table 3. Comparison of triploid and diploid cultivars in weight, biochemical composition and taste

Cultivar	Mean fruit weight, g	Fruit composition averaged over several years				Sugar : acid index	Fruit taste, score
		total sugar, %	titratable acids, %	P-active substances, mg/100 g	ascorbic acid, mg/100 g		
Triploid cultivars of VNIISP breeding							
Avgusta, Aleksandr Boiko, Bezhin Lug, Blagodat, Vavilovskoye, Dariona, Zhilinskoye, Maslovskoye, Ministr Kiselyov, Nizkorosloye, Orlovski Partizan, Osipovskoye, Pamyat Semakinu, Patriot, Rodnichok, Rozhdestvenskoye, Spasskoye, Turgenevskoye, Yubilar, Yablochnyy Spas	175 ± 7	10.8 ± 0.3	0.61 ± 0.03	387 ± 16	9.0 ± 0.9	18.9 ± 1.4	4.3 ± 0.02
Best widespread diploid cultivars							
Papirovka, Melba, Antonovka Obyknovennaya, Severny Sinap	129 ± 4	9.2 ± 0.3	0.76 ± 0.1	281 ± 55	13.7 ± 0.9	12.6 ± 1.5	4.3 ± 0.1

В этих скрещиваниях отмечен довольно высокий выход однолетних сеянцев в процентах к опыленным цветкам: $4x \times 2x - 4.3\%$, $2x \times 4x - 7.9\%$.

С 1970 по 2015 г. выполнена большая работа по селекции на полиплоидном уровне: осуществлено 455 комбинаций скрещиваний, опылено 660 тыс. цветков, получено 124.7 тыс. сеянцев, выращено 47.9 тыс. однолетних сеянцев, пересажено в селекционный сад 13.2 тыс. сеянцев, районировано 10 триплоидных сортов от интервалентных скрещиваний и 5 триплоидных сортов от скрещиваний 2 диплоидных сортов, 8 триплоидных сортов, полученных от интервалентных скрещиваний, проходят государственные испытания.

Самоплодность полиплоидных сортов и форм. Почти все сорта яблони самобесплодны, и для нормального плодоношения требуются сорта-опылители, что создает определенные организационные трудности.

Нами проведен анализ данных самоплодности и перекрестной плодovitости у триплоидных сортов. Выявлено, что в ряде случаев триплоидные сорта при самоопылении давали больший выход плодов по сравнению с перекрестным опылением. Так, по сорту Рождественское при естественном самоопылении в среднем за два года (2009, 2010) было получено 12.6 и при искусственном самоопылении 7.2 % плодов, тогда как в среднем по пяти комбинациям перекрестного опыления – 9.5 %; у сорта Августа, соответственно, 4.4, 0.6 и 2.8 % и у сорта Орловский партизан – 5.2, 6.9 и 8.5 %.

Выход нормально развитых семян на один плод при самоопылении по сорту Рождественское составил 2.2 и 1.4 шт., а при перекрестном опылении – 1.8 шт.

Результаты специальных опытов по изучению самоплодности тетраплоидных форм показали, что формы 30-47-88 [Либерти \times 13-6-106 (Сеянец Суворовца)], 25-37-45 (Орловская гирлянда \times Уэлси тетраплоидный) и 25-35-121 (Уэлси тетраплоидный \times Папировка тетраплоидная) – самоплодные, так как процент завязываемости плодов при искусственном самоопылении у них был близок к контролю (свободное опыление) или даже выше, чем в контроле.

Оценка биохимического состава плодов триплоидных сортов. Проведенный биохимический анализ плодов

показал, что в среднем триплоидные сорта достоверно превосходят диплоидные по массе плодов (табл. 3). Среди триплоидных сортов массу плодов более 200 г имеют Масловское, Патриот, Яблочный Спас, тогда как наиболее крупноплодный диплоидный сорт Антоновка обыкновенная характеризуется массой плодов в 140–160 г. Триплоидные сорта превосходят диплоидные по содержанию в плодах сахаров (10.8 и 9.2 %) и Р-активных веществ (387 и 281 мг/100 г), но уступают по содержанию аскорбиновой кислоты (9.0 и 13.7 мг/100 г), хотя сорт Масловское характеризуется повышенным содержанием аскорбиновой кислоты (17.5 мг/100 г). По вкусовым качествам в целом триплоидные сорта не отличаются от диплоидных, большинство из них обладают десертным вкусом плодов (Благодать, Осиповское, Министр Киселев и др.).

Устойчивость триплоидных сеянцев к парше. Как показали наши наблюдения и учеты, отмечается определенная тенденция к повышению устойчивости к парше у триплоидных сеянцев по сравнению с диплоидными одного и того же генетического происхождения. Только в 2 семьях из 15 (в скрещиваниях Мелба \times Папировка тетраплоидная и Редфри \times Папировка тетраплоидная) триплоидные сеянцы сильнее поражались паршой, чем диплоидные. У остальных 13 семей средний балл поражения паршой при искусственном заражении у триплоидных сеянцев был на 0.1–1.0 балла ниже, чем у диплоидных из той же комбинации скрещивания (Седов и др., 2008).

Многолетнее изучение урожайности у лучших диплоидных и триплоидных сортов яблони селекции ВНИИСПК убедительно показало, что триплоидные сорта по этому важному показателю не уступают диплоидным. По массе и внешнему виду плодов триплоидные сорта достоверно превосходят диплоидные.

Инновационные приемы, открывающие новые перспективы в создании высококачественных сортов яблони. Большой ценностью обладают сорта яблони, совмещающие триплоидный набор хромосом (3x) и им-мунитет к парше (ген V_p) (Седов и др., 2015). Такие сорта уже созданы, и часть их районирована (Александр Бойко, Вавиловское, Масловское, Рождественское, Юбилар и

Table 4. Output of seedlings that combine two or three traits

Family number	Family name	Number of seedlings examined	Percentage of seedlings combining	
			triploidy (3x) + columnar habit (Co)	triploidy (3x) + columnar habit (Co) + scab immunity (V_f)
6223	Poezia (Co) × 30-47-88 (4x) [Liberty (V_f) × 13-6-106 (Suvorovetz – open pollination)]	202	22.3	4.0
6224	Priokskoye (Co) × 30-47-88 (4x) [Liberty (V_f) × 13-6-106 (Suvorovetz – open pollination)]	86	33.7	4.6
6225	Girlyanda (Co + V_f) × 25-37-45 (4x) (Orlovskaya Girlyanda × Wealthy tetraploid)	103	59.2	6.8
6226	29-35-123 (Co + V_f) [Arbat × 28-15-38 (814 – open pollination)] × 25-37-45 (Orlovskaya Girlyanda × Wealthy tetraploid)	44	54.5	13.6
Total		435	36.6	5.7

Table 5. Characterization of seedlings combining scab immunity (V_f), triploidy (3x), and the columnar habit (Co) (2015)

No.	Seedling height, cm	Trunk thickness, mm	Number of lateral branches	Compactness degree shoot thickness : internode length
Poezia (Co) × 30-47-88 (4x + V_f) [Liberty × 13-6-106 (Suvorovetz – open pollination)]				
190	122	15	0	1.2
191	89	11	0	1.5
201	186	20	4	1.4
219	142	18	0	1.0
295	138	20	2	1.1
360	132	16	0	0.8
376	136	14	0	1.1
377	63	10	0	1.1
Girlyanda (Co + V_f) × 25-37-45 (4x) (Orlovskaya Girlyanda × Wealthy tetraploid)				
535	92	14	0	1.2
538	92	14	0	1.2
554	135	17	0	0.8
567	102	13	1	1.0
600	68	15	0	0.8
606	105	14	0	1.2
636	112	15	0	1.0

Яблочный Спас), работа в этом направлении продолжается. Еще больший интерес представляет получение сортов, содержащих в своем геноме триплоидный набор хромосом (3x) + иммунитет к парше (ген V_f) + колонновидность (ген Co). С участием доноров диплоидных гамет (сеянцев 30-47-88 и 25-37-45) получено гибридное потомство четырех гибридных семей (435 сеянцев) и выделено 25 отборных по морфологическим признакам сеянцев, включающих три признака – триплоидию (3x), колонновидность (ген Co) и иммунитет к парше (ген V_f), и 159 сеянцев, совмещающих два признака – триплоидию (3x) и колонновидность (ген Co). Гибридизация проведена в 2010 г., посев семян – в 2011 г. (табл. 4), некоторые из них в 2015 г. заложили цветковые почки, в 2016 г. проведена

их предварительная оценка по качеству плодов.

Были проведены замеры пятилетних сеянцев, совмещающих в геноме колонновидность, иммунитет к парше и триплоидию, и рассчитана степень компактности (отношение толщины побега к длине междоузлия) (табл. 5).

Краткая хозяйственно-биологическая характеристика лучших районированных триплоидных сортов яблони селекции ВНИИСПК

Сорта, полученные от разнохромосомных скрещиваний Вавиловское [18-53-22 (Скрыжачель × OR18T13) × Уэлси тетраплоидный]. Триплоидный, иммунный к парше, урожайный зимний сорт. В 2015 г. включен в Государ-

ственный реестр. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, Г.А. Седышева, В.В. Жданов.

Плоды выше средней массы (170 г), приплюснутые, шаровидные, широкоребристые, скошенные. Покровная окраска занимает примерно половину поверхности плода в виде размытых полос буровато-красного цвета во время съема и полосатая красная в момент потребительской зрелости (рис. 1).

Мякоть плодов зеленоватая, плотная, мелкозернистая, очень сочная, кисло-сладкая, со слабым ароматом. Привлекательность плодов оценивается на 4.6 балла, вкус плодов – на 4.3 балла. Химический состав плодов: сумма сахаров – 13.0 %, титруемые кислоты – 0.67 %, аскорбиновая кислота – 5.1 мг/100 г, Р-активные вещества – 137 мг/100 г. Съемная зрелость плодов наступает в условиях Орловской области 10–20 сентября. Потребительский период продолжается с конца сентября до начала марта. Сорт с высокой урожайностью (26 т/га).

Достоинства сорта: иммунитет к парше, высокие товарные и потребительские качества плодов.

Яблочный Спас (Редфри × Папировка тетраплоидная). Летний триплоидный, иммунный к парше сорт. В 2004 г. сорт включен в Государственный реестр. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Г.А. Седышева, Л.И. Дутова, Т.В. Рагулина.

Плоды крупные (210 г), средней одномерности, округло-конические, поверхность сильно ребристая. Покровная окраска занимает меньшую часть поверхности плода в виде полос малинового цвета (рис. 2).

Мякоть плодов зеленоватая, средней плотности, мелкозернистая, сочная. Внешний вид плодов оценивается на 4.4 балла, вкус – на 4.3 балла. Химический состав плодов: сумма сахаров – 10.6 %, титруемые кислоты – 0.7 %, аскорбиновая кислота – 9.4 мг/100 г, Р-активные вещества – 402 мг/100 г. Съемная зрелость плодов наступает в Орловской области на несколько дней позднее Папировки. Потребительский период плодов длится до конца сентября.

Сорт скороплодный и урожайный. Молодые (7–8-летние деревья) приносили по 40–50 кг плодов.

Достоинства сорта: иммунитет к парше, скороплодность, высокая товарность плодов. Представляет большой интерес для садов личных подсобных хозяйств.

Районированы также четыре триплоидных сорта яблони селекции ВНИИСПК, полученные от диплоидных родителей. Ниже дана хозяйственно-биологическая характеристика трех из них.

Память Семакину [Уэлси × 11-24-28 (сеянец Голден Грайма)]. Триплоидный сорт с плодами зимнего срока созревания. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, Н.Г. Красова, Г.А. Седышева. В Государственном реестре с 2001 г.

Плоды крупные (210 г), одномерные, широкоребристые, скошенные. Покровная окраска занимает большую часть поверхности плода в виде красных полос по светло-красному фону (рис. 3). Мякоть зеленоватая, плотная, колющаяся, нежная, мелкозернистая, сочная, с кисло-сладким вкусом. Плоды характеризуются привлекательным внешним видом (4.6 балла) и приятным вкусом (4.2–4.3 балла). Химический состав плодов: сумма сахаров – 9.4 %, титруемые кислоты – 0.77 %, аскорбиновая кислота – 7.8 мг/100 г, Р-активные вещества – 501

мг/100 г. Съем плодов в условиях Орловской области проводят в середине сентября, плоды могут сохраняться в холодильнике до середины февраля.

Достоинства сорта: скороплодность, высокая регулярная урожайность, товарность плодов, устойчивость к парше.

Недостатки сорта: сильнорослость деревьев.

Рождественское (Уэлси × ВМ41497). Иммунный к парше, триплоидный сорт с плодами зимнего созревания. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Е.А. Долматов. В Государственный реестр включен в 2001 г.

Плоды средней массы (150 г), средней одномерности, с заметными крупными долями. Покровная окраска на большей части поверхности плода в виде красного размытого румянца и крапин вишневого цвета (рис. 4). Мякоть плодов белая, кремоватая, плотная, колющаяся, нежная, очень сочная, кисло-сладкого десертного вкуса со слабым ароматом. Внешний вид и вкус плодов оцениваются на 4.4 балла. В условиях Украины плоды достигают массы 160–200 г и получают оценку на дегустациях 8.0 балла (по 10-балльной шкале). Химический состав плодов: сумма сахаров – 10.0 %, титруемые кислоты – 0.58 %, аскорбиновая кислота – 4.1 мг/100 г, Р-активные вещества – 366 мг/100 г. Съемная зрелость в условиях Орловской области наступает 12–17 сентября. Потребительский период продолжается с 10 октября до конца января. Сорт скороплодный и урожайный.

Достоинства сорта: иммунитет к парше, скороплодность, высокие урожайность, товарные и вкусовые качества плодов.

Сорт широко распространяется в любительских и промышленных садах.

Юбиляр (814–свободное опыление). Триплоидный, иммунный к парше сорт с позднелетним созреванием плодов, в 2009 г. включен в Государственный реестр. Авторы сорта: Е.Н. Седов, З.М. Серова, В.В. Жданов, Г.А. Седышева.

Плоды средней массы (130 г), ширококонические. Поверхность плодов гладкая, слабо ребристая. Покровная окраска занимает меньшую часть плода в виде штрихов и крапин малинового цвета (рис. 5). Мякоть плодов кремоватая, средней плотности, нежная, мелкозернистая, сочная, кисло-сладкая. Внешний вид плодов оценивается на 4.4 балла, вкус – на 4.2–4.3 балла. Химический состав плодов: сумма сахаров – 9.4 %, титруемые кислоты – 0.86 %, аскорбиновая кислота – 11.5 мг/100 г, Р-активные вещества – 388 мг/100 г. Съемная зрелость в условиях г. Орёл наступает 25 августа–5 сентября. Потребительский период продолжается до конца сентября. Сорт урожайный и регулярно плодоносящий. В Волгоградской области сорт характеризуется ежегодной и очень высокой урожайностью, может заменить такие распространенные сорта, как Папировка, Беркутовское, Квинти, Жигулевское (Гавришев, Ананьин, 2009). В Республике Беларусь сорт Юбиляр обладает высокой урожайностью плодов и рентабельностью (349 %). Сорт включен в Государственный реестр Республики Беларусь для промышленных и приусадебных садов.

Достоинства сорта: иммунитет к парше, регулярная урожайность, высокие товарные и потребительские качества плодов позднелетнего созревания.



Fig. 1. Vavilovskoye [18-53-22 (Skryzhapel × OR 18T13) × Wealthy tetraploid].



Fig. 2. Yablochny Spas (Redfree × Papirovka tetraploid).



Fig. 3. Pamyat Semakinu [Wealthy × 11-24-28 (s. Golden Grain)].



Fig. 4. Rozhdestvenskoye (Wealthy × BM41497).

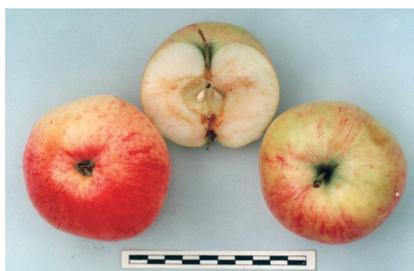


Fig. 5. Yubilar (814 – open pollination).

Недостатки сорта: поражается в средней степени мучнистой росой.

Краткое описание триплоидных сортов Августа, Александр Бойко, Бежин луг, Дарёна, Масловское, Орловский партизан, Осиповское, Патриот дано в работе (Седов и др., 2013).

Во ВНИИСПК сделан крупный задел в селекционной работе с яблоней благодаря использованию инновационных приемов. Это дает возможность получать принципиально новые высококонкурентные сорта с комплексом необходимых хозяйственных признаков, не уступающие зарубежным сортам по урожайности, технологическим и потребительским качествам плодов, существенно превосходящие их по адаптивности и способствующие решению проблемы импортозамещения плодовой продукции.

Acknowledgments

This work was supported by the Russian Science Foundation, project 14-16-00127.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

- Bavtuto G.A. Novye metody v selektsii plodovo-yagodnykh kultur [New methods in fruit and berry breeding]. Minsk, Vysshaya Shkola Publ., 1977. (in Russian)
- Dermen H. Tetraploid and adventitious shoots from a diant sport McIntosh apple. *J. Hered.* 1951;42:144-149.
- Dutova L.I. Tsitologicheskaya i anatomo-morfologicheskaya kharakteristika sortov yablони raznogo urovnya ploidnosti [Cytological, anatomical and morphological characteristics of apple cultivars with different ploidy levels]. *Selektsiya yablони na uluchshenie kachestva plodov* [Apple breeding for fruit quality improvement]. Orel, 1985;202-206. (in Russian)
- Einset J. Apple breeding enters a new era. *J. Einset. Fm. Res. N.Y.* 1947;13(2):5.
- Ermakov A.I. (Ed.). *Metody biokhimitskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical study of plants]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1987. (in Russian)
- Gavrishev N.N., Anan'in N.V. *Nizkoroslye sady dlia zdorovia cheloveka* [Low-growing orchards for human health]. Volgograd, 2009. (in Russian)
- Kaptar' S.G. A faster propionic-lacmoid method of the preparation and staining of temporary mounts for counting chromosomes in plants. *Tsitologiya i genetika = Cytology and Genetics.* 1967;1(4):87-90. (in Russian)
- Kompleksnaya programma po selektsii semechkovykh kul'tur v Rossii na 2001–2020 gg. [The integrated program on pip crop breeding in Russia for 2001–2020]. *Postanovlenie mezhdunar. nauch.-*

metod. konf. "Osnovnye napravleniya i metody selektsii semechkovykh kul'tur" [The resolution of the International Scientific and Methodical Conference "Principal trends and methods of pip crop breeding"]. Orel: VNIISPK Publ., 2003. (in Russian)

Liznev V.N. Polyploidy in apple breeding. *Plodoovoshnoye Khozyaistvo = Horticulture.* 1985;11:21-23. (in Russian)

Pausheva Z.P. *Praktikum po tsitologii rasteniy* [Tutorial on plant cytology]. Moscow, Kolos Publ., 1980. (in Russian)

Ponomarenko V.V. *Poliploidiya vidov roda Malus Mill.* [Polyploidy of *Malus* Mill. species]. *Selektsiya yablони na uluchshenie kachestva plodov* [Apple breeding for fruit quality improvement]. Orel, 1985;163-168.

Sedov E.N. (Ed.). *Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methods of fruit, berry, and nut breeding]. Orel, VNIISPK Publ., 1995. (in Russian)

Sedov E.N., Ogoltzova T.P. (Eds.). *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methods of fruit, berry and nut variety investigation]. Orel, VNIISPK Publ., 1999. (in Russian)

Sedov E.N., Sedyshva G.A., Makarkina M.A., Levgerova N.S., Serov Z.M., Korneeva S.A., Gorbacheva N.G., Salina E.S., Yanchuk T.V., Pikunova A.V., Ozherel'eva Z.E. *Innovatsii v izmenenii genoma yablони* [Innovations in apple genome modification]. *Novye perspektivy v selektsii* [New prospects in breeding]. Orel: VNIISPK Publ., 2015. (in Russian)

Sedov E.N., Sedyshva G.A., Serova Z.M., Gorbacheva N.G., Melnik S.A. Breeding assessment of heteroploid crosses in the development of triploid apple varieties. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding.* 2013;17(3):499-508. (in Russian)

Sedov E.N., Sedyshva G.A., Serova Z.M. *Selektsiya yablони na poliploidnom urovne* [Apple breeding at the ploidy level]. Orel, VNIISPK Publ., 2008. (in Russian)

Topil'skaya L.A. Study of somatic and meiotic currant chromosomes on acetohematoxylin slides. *Byul. TzGL im. I.V. Michurina = Bulletin of the Michurin Central Genetic Laboratory.* 1975;22:58-61. (in Russian)

Tuz A.S., Lozitskiy A.Ya. Polyploid apple and pear cultivars. *Genetika = Genetics* (Moscow). 1970;VI(9):41-50. (in Russian)