

**СЕЛЕКЦИЯ ЯБЛОНИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПАРШЕ: РАЗВИТИЕ ИДЕЙ Н.И. ВАВИЛОВА И И.В. МИЧУРИНА\*****Е.Н. СЕДОВ, В.В. ЖДАНОВ, З.М. СЕРОВА, М.А. МАКАРКИНА**

Приведены результаты селекции первых в России иммунных к парше сортов яблони, а также данные по усовершенствованию методов искусственного заражения паршой при отборе семян на ранних этапах развития. Дана краткая характеристика 10 сортов с геном устойчивости  $V_m$  и 30 сортов с геном  $V_f$ . Пять сортов с геном  $V_m$  и 19 сортов с геном  $V_f$  уже включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (районированы).

**Ключевые слова:** селекция, сорта, парша, гены иммунитета к парше, биохимический состав плодов.

Николай Иванович Вавилов, выдающийся ученый — биолог, генетик, организатор Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, 125-летие со дня рождения которого в 2012 году отметила научная общественность, придавал большое значение созданию иммунных к болезням сортов сельскохозяйственных растений. Он писал: «Огромный новый и видовой и сортовой материал, вскрытый новейшими исследованиями Института растениеводства, по большинству важнейших культурных растений подводит новую базу для работы по иммунитету» (1).

Для возделывания яблони в промышленных садах проводится от 5-6 до 15-20 и более опрыскиваний различными химикатами против болезней и вредителей, что требует больших финансовых затрат, а главное, ухудшает экологическую обстановку и ведет к обеднению биоразнообразия не только в садах, но и на прилегающих территориях, ухудшает санитарное качество плодов.

Парша — одно из самых вредоносных заболеваний яблони, вызываемое *Venturia inaequalis* (Ске.) Wint. Снижение урожая яблок в средней полосе России от поражения паршой составляет не менее 40 %, а в отдельные годы достигает 70-80 %.

Общеизвестно, что основным направлением в защите растений от вредителей и болезней должно быть создание высокоустойчивых сортов. Н.И. Вавилов (2) и И.В. Мичурин (3) считали селекцию наиболее радикальным средством борьбы с болезнями. Я. Ван дер Планк (4, 5) ввел понятие о вертикальной и горизонтальной устойчивости растений к болезням. Вертикальная устойчивость определяется действием главных генов (олигогенов), горизонтальная — малыми генами (полигенами). Положительная связь между степенью поражения листьев и плодов паршой дает селекционерам возможность браковать слабоустойчивые сеянцы на ранних этапах развития, не дожидаясь оценки по плодам (6).

В наших исследованиях по селекции яблони на устойчивость к парше все учеты и наблюдения проводили в соответствии с программами и методиками сортоизучения и селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур (7-10). Содержание сахаров определяли по Бертрану, титруемых кислот (общая кислотность) — титрованием вытяжек 0,1 н. раствором гидроокиси натрия, аскорбиновой кислоты (витамина С) — титрованием щавелевокислых вытяжек 2,6-дихлорфенолиндофенолом, Р-активных веществ — колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова (11).

При селекции на полевою устойчивость во Всероссийском НИИ

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-04-96537 юг-ц).

селекции плодовых культур (ВНИИСПК) создан ряд относительно устойчивых к парше сортов яблони: Память воину (Уэлси × Антоновка обыкновенная), Память Семакину [Уэлси × 11-24-28 (сеянец Голден Грайма)], Синап орловский (Северный синап × Память Мичурина), Пепин орловский (сеянец Пепина шафранного) и др., которые уже включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Среди адаптированных старинных сортов народной селекции встречаются сорта с высокой полевой устойчивостью к парше, которые могут использоваться в качестве исходных форм. К таким сортам относятся Антоновка обыкновенная, Антоновка сладкая (спонтанный клон сорта Антоновка обыкновенная), Бель розовая, Коробовка, Малиновка желтая, Ренет золотой курский и ряд других. Они представляют интерес как исходные формы при селекции на горизонтальную (полевую) устойчивость.

История создания иммунных к парше сортов яблони с вертикальной устойчивостью связана с кооперативной программой PRI (по первым буквам названий первоначально участвовавших в ней университетов из США: Purdue, штат Индиана; Rutgers, Нью Джерси; Illinois, штат Иллинойс). Начало программы можно отнести к селекционным исследованиям C.S. Crandall в Иллинойском университете, которые он проводил в начале XX века и которые были связаны с изучением потомства от скрещивания между культурными формами и дикими видами яблони. Различие по устойчивости к парше у растительного материала, полученного C.S. Crandall, было отмечено в 1943 году Фредериком Хафом, выпускником Иллинойского университета. В результате сотрудничества Фредерика Хафа с Ральфом Шеем (Ralph Shay) — молодым фитопатологом из Университета Purdue в 1944 году была опубликована работа об устойчивости к парше у сеянцев яблони. В основной состав исследователей позднее входили, кроме Ф. Хафа и Р. Шея, Е.Б. Вильямс (E.B. Williams) из Университета Purdue и D.F. Dayton из Иллинойского университета (12-14).

К 2000 году 18 иммунных к парше сортов яблони, содержащих ген  $V_f$  от восточноазиатского вида *Malus floribunda* 821, было создано при осуществлении программы PRI, а всего с использованием гермоплазмы, заимствованной по этой программе, — около 50 сортов (15).

На основе доноров с геном  $V_f$  после 4-5 беккроссов в разных странах созданы сорта, иммунные к парше (к настоящему времени — около 200 сортов). Установлено, что экономия в связи с исключением дополнительных опрыскиваний против парши в садах иммунных сортов (ген  $V_f$ ) ежегодно составляет около 150 долларов на 1 га (16).

Целенаправленная крупномасштабная селекционная программа по выведению иммунных к парше сортов яблони осуществляется во ВНИИСПК с 1976 года (17, 18). Наряду с практической деятельностью разрабатывались генетико-иммунологические основы селекции устойчивых сортов. С этой целью были усовершенствованы методы искусственного заражения паршой (19, 20); подобраны наиболее вирулентные и агрессивные биотипы для искусственных инфекционных фонов; изучены зарубежные доноры иммунитета по их устойчивости к биотипам патогена из России; созданы программы скрещиваний; уточнена генотипическая структура использованных доноров по признаку иммунности; разработаны научные рекомендации по интенсификации и ускорению селекции иммунных к парше сортов яблони на новой генетической основе (21, 22).

В результате выполненных исследований было установлено, что отбор полигенно устойчивых к парше сеянцев яблони методом заражения на

стадии 1-2 настоящих листьев невозможен, так как отсутствует корреляция между их поражаемостью в этом возрасте и степенью полевой восприимчивости 1-6-летних гибридов на естественном инфекционном фоне. В то же время в селекции на основе источников олигогенной устойчивости яблони к парше искусственное заражение сеянцев на стадии 1-2 настоящих листьев обеспечивает высокую точность раннего отбора (23).

Использование программно-целевого метода при участии специалистов разного профиля дает возможность в значительной степени интенсифицировать селекционный процесс за счет жесткой браковки сеянцев в раннем возрасте. Важную роль в ускорении селекции иммунных сортов яблони играет использование искусственных инфекционных фонов (24, 25). Например, применение этого фона на площади 150 м<sup>2</sup> в условиях теплицы позволило в 1,5-2,0 раза увеличить объем гибридизации и оценивать ежегодно по устойчивости к парше до 30 тыс. сеянцев.

Таким образом, исследования ВНИИСПК свидетельствуют о реальных возможностях значительного ускорения селекционного процесса. В частности, благодаря подбору доноров на новой генетической основе, использованию искусственных инфекционных фонов, совмещению во времени селекционного процесса и первичного сортоизучения, применению вставок карликовых подвоев иммунный высокоурожайный сорт Имрус был создан и передан в государственное испытание за 12 лет, тогда как обычно для этого требовалось 30 лет (26).

За период с 1977 по 2010 год во ВНИИСПК по указанному направлению проведена гибридизация в объеме 2,25 млн цветков, использовано более 2 тыс. комбинаций скрещиваний, на искусственном инфекционном фоне изучено 452,9 тыс. селекционных сеянцев, в селекционные сады высажено 57,8 тыс. сеянцев. По комплексу ценных хозяйственно-биологических признаков в селекционных садах выделено более 200 отборных, в том числе 73 элитных, иммунных к парше сеянца с геном  $V_f$ . Прошли первичное изучение в садах и приняты на государственное испытание 34 иммунных к парше сорта (табл. 1).

#### 1. Объем селекционной работы по созданию устойчивых к парше сортов яблони, проведенной во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур за 1977-2010 годы

Этап работы	Показатель
Опылено цветков, млн шт.	2,25
Проведено комбинаций скрещиваний, шт.	2237
Получено плодов, тыс. шт.	136,80
Получено нормально развитых семян, тыс. шт.	
всего	911,10
в том числе от свободного опыления	123,30
Выращено однолетних сеянцев, тыс. шт.	
всего	452,90
в том числе от свободного опыления	65,20
Высажено сеянцев в селекционные сады, тыс. шт.	
всего	57,80
в том числе от свободного опыления	8,80
Выделено элитных сеянцев, шт.	73
Получено иммунных сортов (ген $V_f$ ), шт.	34
Число сортов, включенных в Государственный реестр (районированных), шт.	19

Кроме того, создано 10 сортов яблони с геном  $V_m$ , устойчивых к расам 1-4 парши: Зарянка (Антоновка краснобочка × SR0523), Министр Киселев (Чистотел × Уэлси тетраплоидный), Орловим (Антоновка обыкновенная × SR0523), Орловский пионер (Антоновка краснобочка × SR0523), Память Исаева (Антоновка краснобочка × SR0523), Первинка (Антоновка краснобочка × SR0523), Подарок учителю (Каравелла × Орловим), Славя-

нин (Антоновка краснобочка × SR0523), Соковинка (Антоновка краснобочка × SR0523), Чистотел (Антоновка обыкновенная × SR0523), которые проходят государственное сортоиспытание (кроме сортов Первинка и Чистотел, снятых с сортоиспытания), а пять из них уже включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (Зарянка, Орловим, Орловский пионер, Славянин, Память Исаева). В таблице 2 дается их краткая характеристика.

**2. Краткая хозяйственно биологическая характеристика устойчивых к парше сортов яблони с геном  $V_m$ , полученных во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур**

Сорт и его происхождение	Срок созревания	Лежкость плодов	Средняя урожайность, т/га	Масса плода, г	Внешний вид плодов, балл	Вкус плодов, балл	Принят на ГСИ, год	Включен в ГРСД, год
Зарянка (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-36-190)	о	До декабря	23	130	4,3	4,3	1999	1999
Министр Киселев (Чистотел × Уэлси тетраплоидный) (28-23-72)	з	До середины марта	20	170	4,4	4,4	2011	
Орловим (Антоновка обыкновенная × SR0523) (18-7-149)	л	До середины сентября	20	130	4,4	4,5	1989	1999
Орловский пионер (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-36-174)	о	До конца октября	23	140	4,3	4,3	1989	1999
Память Исаева (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-36-193)	р-з	До середины декабря	21	150	4,5	4,3	1992	2008
Первинка (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-37-93)	о	До конца октября	22	140	4,4	4,3	Снят с испытания	
Подарок учителю (Каравелла × Орловим) (27-1-312)	п-л	До конца октября	21	140	4,4	4,3	2011	
Славянин (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-37-60)	з	До конца декабря	23	160	4,6	4,3	1992	2008
Соковинка (Антоновка краснобочка × SR0523) (16-36-195)	о	До ноября	20	220	4,5	4,3	2009	
Чистотел (Антоновка обыкновенная × SR0523)	з	До начала марта	26	140	4,3	4,3	Снят с испытания	

П р и м е ч а н и е. ГСИ — государственные сортоиспытания, ГРСД — Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию; л — летний, п-л — позднелетний, о — осенний, з — зимний, р-з — раннезимний сорт.

С геном  $V_f$  во ВНИИСПК к настоящему времени создано более 30 сортов, из которых 19 включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, а остальные проходят государственное испытание. Это первые отечественные сорта яблони с геном  $V_f$  (табл. 3).

Многолетние полевые наблюдения и учеты, а также лабораторные исследования при промораживании в камерах искусственного климата позволяют констатировать достаточную зимостойкость иммунных к парше сортов яблони, полученных во ВНИИСПК. Сорта Болотовское, Веняминовское, Имрус, Кандиль орловский, Курнаковское, Солнышко, Старт, Юбиляр обладают всеми основными компонентами зимостойкости на уровне сорта Антоновка обыкновенная (27-29).

Иммунные к парше сорта яблони характеризуются высокой урожайностью. Например, урожайность сорта Имрус на полукарликовой вставке 3-3-72 в среднем за 6 лет составила 26 т/га (30). Высокой урожайностью (20 т/га и более) обладают иммунные к парше сорта Болотовское, Веняминовское, Кандиль орловский, Орловское полесье, Свежесть, Солнышко и др. при выращивании на семенных подвоях.

**3. Краткая хозяйственно-биологическая характеристика сортов яблони с вертикальной устойчивостью к парше (ген  $V_f$ ), полученных во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур**

Сорт и его происхождение	Срок созревания	Продолжительность хранения плодов	Средняя урожайность, т/га	Масса плода, г	Внешний вид плодов, балл	Вкус плодов, балл	Принят на ГСИ, год	Включен в ГРСД, год
Александр Бойко (Прима × Уэлси тетраплоидный) (30-32-22)	з	До II декады марта	20	200	4,4	4,3	2010	
Амулет <sup>а</sup> (Редфри × Папировка тетраплоидная) (44-24-39-С)	п-л	До конца октября	44	160	4,7	4,7	2006	
Афродита (814 — свободное опыление) (24-19-103)	р-з	До конца декабря	22	130	4,4	4,4	1999	2006
Болотовское (Скрыжапель × 1924) (18-11-43)	з	До середины марта	24	200	4,4	4,3	1993	2001
Василиса <sup>а</sup> (Прима × Уэлси тетраплоидный) (44-24-20-В)	п-о	До ноября	25	200	4,5	4,6	2003	
Веньяминовское (814 — свободное опыление) (23-19-75)	з	До конца февраля	20	130	4,4	4,4	1998	2001
Жилинское (Редфри × Папировка тетраплоидная) (28-30-65)	л	До середины октября	16	190	4,4	4,4	2010	
Здоровье (Антоновка обыкновенная × OR48T47) (18-1-50)	з	До середины февраля	23	140	4,3	4,3	2000	2001
Ивановское (Уэлси × Прима) (26-51-8)	з	До конца января	30	160	4,4	4,4	2006	2010
Имрус (Антоновка обыкновенная × OR18T13)	з	До конца февраля	26	140	4,3	4,3	1989	1996
Кандиль орловский (1924 — свободное опыление) (23-33-54)	з	До середины февраля	28	120	4,4	4,3	1997	2001
Кармен <sup>а</sup> (Прима × Уэлси тетраплоидный) (44-30-30-3)	о	До декабря	22	240	4,7	4,7	2004	
Красный янтарь <sup>а</sup> (Редфри × Папировка тетраплоидная) (44-24-36-В)	р-л	До середины августа	20	190	4,7	4,7	2006	
Курнаковское (814 × ПА-29-1-1-63) (22-34-105)	з	До середины февраля	20	130	4,3	4,3	1996	2002
Масловское (Редфри × Папировка тетраплоидная) (28-39-66)	л	До начала октября	18	230	4,3	4,3	2005	2010
Орловское полевье (814 — свободное опыление) (18-64-24)	р-з	До середины января	23	140	4,4	4,3	1998	2001
Памяти Хитрово (OR18 T13 — свободное опыление) (22-42-59)	з	До конца февраля	18	170	4,3	4,3	2001	2001
Рассвет <sup>а</sup> (Редфри × Папировка тетраплоидная) (41-29-56-В)	р-л	До конца июля	23	130	4,8	4,8	2009	
Рождественское (Уэлси × ВМ41497) (26-51-117)	з	До конца января	20	140	4,4	4,3	2000	2001
Свежесть (Антоновка краснобочка × PR12T67) (16-37-172)	п-з	До мая	23	140	4,3	4,2	1995	2001
Солнышко (814 — свободное опыление) (23-19-84)	п-о	До декабря	22	140	4,4	4,3	1998	2001
Союз <sup>а</sup> (Редфри × Папировка тетраплоидная) (44-24-26-В)	л	До II декады сентября	25	240	4,9	4,8	2009	
Спаское (Редфри × Папировка тетраплоидная) (28-29-59)	л	До II декады сентября	20	170	4,4	4,3	2009	
Старт (814 × Мекинтош тетраплоидный) (22-40-113)	з	До конца февраля	17	140	4,3	4,3	1998	2002
Строевское (814 свободное опыление) (23-12-118)	з	До конца февраля	21	120	4,5	4,4	1998	2001
Талисман <sup>а</sup> (Редфри × Папировка тетраплоидная) (44-29-40-В)	о	До конца октября	25	210	4,8	4,8	2004	
Юбилей Москвы (814 — свободное опыление) (23-14-77)	з	До конца февраля	23	130	4,3	4,3	1998	2002
Юбиляр (814 — свободное опыление) (23-14-123)	п-л	До конца сентября	18	130	4,4	4,3	1995	2009
Юнона <sup>а</sup> (Прима × Уэлси тетраплоидный) (44-27-74-В)	п-л	До конца октября	20	300	4,8	4,8	2009	
Яблочный Спас (Редфри × Папировка тетраплоидная) (28-39-47)	л	До конца сентября	22	210	4,4	4,3	2004	2009

Примечание. а — сорт создан совместно с Северо-Кавказским зональным НИИ садоводства и виноградарства (г. Краснодар).

Решающее значение в оценке сорта при его широком внедрении в производство имеют товарные и потребительские качества плодов (табл. 4).

**4. Товарные и потребительские качества плодов у иммунных к парше сортов яблони (ген  $V_f$ ), полученных во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур**

Сорт	Масса плода, г	Внешний вид плодов, балл	Вкус плодов, балл	Биохимический состав плодов				
				сахар, %	титруемая кислотность, %	сахар/кислота	аскорбиновая кислота, мг/100 г	витамин Р, мг/100 г
Зимние сорта								
Александр Бойко	200	4,4	4,3	10,60	0,56	18,9	5,0	393
Афродита	130	4,4	4,4	10,51	0,49	21,4	6,5	391
Болотовское	200	4,4	4,3	10,42	0,40	26,1	11,1	477
Веньяминовское	130	4,4	4,4	10,52	0,63	16,7	4,5	229
Здоровье	140	4,3	4,3	9,61	0,88	10,9	7,8	425
Ивановское	160	4,4	4,4	11,78	0,85	13,9	19,5	352
Имрус	140	4,3	4,3	9,64	0,77	12,5	9,3	433
Кандиль орловский	120	4,4	4,3	10,58	0,57	18,6	6,2	519
Курнаковское	130	4,3	4,3	9,94	0,69	14,4	9,4	369
Орловское полевье	140	4,4	4,3	10,18	0,82	12,4	6,8	364
Памяти Хитрово	170	4,3	4,3	10,64	0,85	12,5	3,2	458
Рождественское	140	4,4	4,3	10,03	0,58	17,3	4,1	366
Свежесть	140	4,3	4,2	9,99	0,85	11,8	11,7	394
Старт	140	4,3	4,3	10,98	0,60	18,3	9,3	417
Строевское	120	4,5	4,4	11,03	0,64	17,2	7,1	388
Юбилей Москвы	130	4,3	4,3	9,66	0,73	13,2	5,9	391
Синап орловский (контроль)	130	4,3	4,3	9,93	0,56	17,7	13,4	256
Антоновка обыкновенная (контроль)	130	4,2	4,2	8,66	0,99	8,7	14,6	340
Осенние и летние сорта								
Жилинское	190	4,4	4,4	11,36	0,58	19,6	5,8	376
Масловское	230	4,3	4,3	10,71	0,71	15,1	17,5	318
Солнышко	140	4,4	4,3	10,16	0,81	12,5	6,7	419
Спасское	170	4,4	4,3	11,91	0,67	17,8	12,4	366
Юбиляр	130	4,4	4,3	9,44	0,86	11,0	11,5	376
Яблочный Спас	210	4,4	4,3	10,40	0,69	15,1	9,4	402
Осеннее полосатое (контроль)	140	4,2	4,2	9,79	0,59	16,6	9,0	248
Мелба (контроль)	130	4,3	4,3	9,88	0,71	13,9	11,2	389
Папировка (контроль)	120	4,1	4,1	9,10	0,75	12,1	15,1	259

Как видно из приведенных данных, наиболее крупноплодные сорта созданы совместно с Северо-Кавказским зональным НИИ садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ, г. Краснодар): Кармен, Василиса и Талисман со средней массой плода соответственно 240, 200 и 210 г при выращивании в Краснодарском крае. Из сортов, выращиваемых в Орловской области, наибольшей массой плода обладали Масловское (230 г), Яблочный Спас (210 г), Памяти Хитрово (170 г), Александр Бойко (200 г), Болотовское (200 г). Высокие вкусовые качества имеют плоды у сортов Талисман (4,8 балла), Кармен (4,7 балла), Василиса (4,6 балла) при выращивании в Краснодарском крае. Высокими вкусовыми качествами отмечены сорта для средней полосы России — Афродита, Болотовское, Веньяминовское, Имрус, Кандиль орловский, Рождественское, Строевское (4,3-4,4 балла). Наибольшей лежкостью плодов характеризуется сорт Свежесть: его плоды способны сохраняться до мая. В условиях Орловской области до конца февраля могут храниться плоды сортов Веньяминовское, Имрус, Памяти Хитрово, Строевское, Юбилей Москвы.

Ген  $V_f$  от *Malus floribunda* 821, отвечающий за устойчивость яблони к парше, используется успешно в программах селекции уже более 60 лет. Однако в 1984 году в Германии (г. Аренсбург) симптомы парши наблюдались в полевых условиях на сеянцах яблони сорта Прима, которые были

отобраны как устойчивые в теплице. В 1988 году небольшие поражения паршой обнаружили на нескольких формах с геном  $V_f$ . Инокулюм из г. Аренсбурга сравнивали с инокулюмами из г. Анжера (Франция). Все опытные сорта и формы с геном  $V_f$  оказались восприимчивыми к инокулюму из г. Аренсбурга, тогда как *M. floribunda* 821 и декоративная дикая форма Everest — устойчивыми. На этом основании признали существование новой расы парши, которую обозначили как раса 6 (31-34).

Был сделан вывод о необходимости выведения устойчивых к парше сортов с разной генетической базой по этому признаку, что и должно стать стратегическим направлением селекции (33).

Недостатком сортов с моногенной устойчивостью считается то, что она может быть преодолена новыми или малораспространенными ранее расами гриба. Хотя за последние 30 лет при мониторинге нескольких десятков тысяч деревьев яблони с геном  $V_f$  (исходные формы, селекционные сеянцы, новые сорта) нами не отмечено ни одного случая преодоления  $V_f$ , тем не менее, исходя из концепции превентивной селекции, во ВНИИСПК по инициативе В.В. Жданова начата и осуществляется программа создания сортов с дигенной (более длительной и стабильной в отличие от моногенной) устойчивостью к парше (35-38), когда в генотипе сортов яблони сочетаются не менее двух главных генов устойчивости. В настоящее время определены критерии отбора сортов и доноров с дигенной устойчивостью к парше ( $V_f + V_m$ ) на ранних этапах селекции в условиях теплицы. В анализирующих скрещиваниях от таких форм отмечается повышенный выход устойчивых потомков (около 75 %), что соответствует расщеплению по фенотипу на устойчивые и восприимчивые как 3:1. Еще одним подтверждением присутствия двух главных генов может служить наличие в потомстве сеянцев, у которых проявляются два типа защитной реакции: 1-й класс поражения (точечные уколы и некротические пятнышки через 3-4 сут после инокуляции) и 2-3-й классы (хлоротические и некротические пятна с ограниченной споруляцией, появляющиеся на более поздней стадии онтогенеза — через 2-3 нед).

В 2000 году впервые в России выделен элитный сеянец 27-2-276 [18-56-146 (SR0523 × 1924) × Бессемянка мичуринская] и несколько других сеянцев с сочетанием главных генов  $V_f$  и  $V_m$ . Сеянец 27-2-276 обладает комплексом хозяйственно полезных признаков и рассматривается как кандидат в сорта с более долговременным типом устойчивости, который менее зависит от возможных изменений расового состава патогена (36). Проводится также работа по созданию генотипов с дигенной устойчивостью типа  $V_f + V_r$  и  $V_r + V_m$  (36, 37). Следует отметить, что в мире пока не создано ни одного иммунного к парше сорта на дигенной основе.

На Международной научно-методической конференции «Основные направления и методы селекции семечковых культур», проходившей на базе ВНИИСПК в г. Орле (2001 год) была принята «Комплексная программа по селекции семечковых культур в России на 2001-2020 годы» (39), в которой подробно проанализировано состояние и приведены стратегические задачи селекции яблони на комплексную устойчивость к основным болезням и вредителям.

Теоретические положения этой комплексной программы остаются актуальными. Так, отмечалось, что почти во всех регионах России сохраняется проблема создания сортов яблони, иммунных и высокоустойчивых к парше. Задача должна решаться с учетом двух качественно новых обстоятельств. Первое заключается в наличии отечественных адаптивных сортов — доноров устойчивости к парше. В настоящее время во ВНИИСПК

таких сортов 31, во Всероссийском НИИ генетики и селекции плодовых растений (ВНИИГСПР, г. Мичуринск) их 8 (Благовест, Былина, Красуля, Скала, Успенское, Чародейка, Флагман, Фрегат — ген  $V_f$ ); во Всероссийском селекционно-технологическом институте садоводства и питомниководства (г. Москва) имеются сорта Арбат, Валюта (ген  $V_f$ ), Червонец (ген  $V_m$ ); на Свердловской опытной станции садоводства — сорта Первоуральское, Благая весть; в СКЗНИИСиВ — Василиса, Кармен, Талисман, Яблочный Спас (получен совместно с ВНИИСПК). Перспективный иммунный к парше сорт яблони Черноморское Инденко и элитные формы с геном  $V_f$  (Сочи 2/8, Сочи 4/5, Сочи 4/7, Сочи 23/15) созданы во Всероссийском НИИ цветоводства и субтропических культур (г. Сочи).

Эти сорта и элиты, а также некоторые новые выдающиеся сорта зарубежной селекции с геном  $V_f$  должны, в первую очередь, использоваться при последовательных беккроссах с восприимчивыми сортами с целью получения адаптивных иммунных сортообразцов нового поколения с улучшенными товарными и потребительскими качествами, пригодных для закладки садов интенсивного типа.

Второе важное обстоятельство заключается в том, что потеря устойчивости у некоторых зарубежных сортов с геном  $V_f$  в связи с появлением в странах Западной Европы новых вирулентных рас 6-7 возбудителя парши требует ускорения и интенсификации превентивной (опережающей) селекции на устойчивость к болезням.

Исходя из вышеперечисленного, усилия селекционеров и иммунологов следует направить на расширение разнообразия сортов яблони по генам иммунности к парше через создание сортов с известными генами устойчивости ( $V_f$ ,  $V_b$ ,  $V_{bj}$ ), а также поиск и привлечение в селекцию новых видов, ранеток, китаек, полукультурных сортов, аборигенных форм с ранее неизвестными генами устойчивости к парше, выведение сортов, гомозиготных по генам  $V_f$  и  $V_r$ . Эти формы будут использоваться в качестве доноров для увеличения выхода иммунных сеянцев и повышения резистентности, создания иммунных сортов на дигенной основе (с парами  $V_f$  и  $V_r$ ,  $V_f$  и  $V_m$ ,  $V_r$  и  $V_m$ ). Необходимо выполнять оценку их устойчивости к новым вирулентным расам, популяциям гриба из различных географических зон. Перспективное направление — выведение сортов с высокой полигенной устойчивостью, создание сортов на комплексной олигогенно-полигенной основе устойчивости. При этом идентификация олигогенов и полигенов устойчивости у таких сортов должна проводиться как обычными генетико-иммунологическими методами, так и с помощью молекулярных маркеров.

В южной, а отчасти и в центральной зоне пловодства необходимо форсировать создание сортов, устойчивых к другой широко распространенной и вредоносной болезни — мучнистой росе. В последние годы в связи с потеплением климата превентивная селекция на устойчивость к этой болезни становится актуальной и в средней полосе России. В качестве генетической основы для селекции следует использовать перспективные сеянцы 3-5-го поколений от видов *M. robusta* (ген  $Pl_1$ ) и *M. zumi* (ген  $Pl_2$ ), полученные за рубежом и в России (ВНИИСПК).

С целью увеличения генетического разнообразия целесообразно выявить и привлечь другие источники олигогенной устойчивости из числа диких видов, их сеянцев и сортов-аборигенов. К их числу относится донор моногенной устойчивости *M. sargentii* 78-84, выделенный во ВНИИГСПР, а также зарубежные доноры генов  $Pl_w$  и  $Pl_d$ , полученные на основе бек-



кросс-потомств сорта White angel и отборного сеянца Д 12.

Одновременно особое внимание должно быть уделено поиску источников полигенной устойчивости среди отечественных и зарубежных сортов с целью последующего объединения олигогенов и полигенов устойчивости в одном генотипе.

Для селекции имеет большое значение сочетание в одном и том же сорте иммунитета к нескольким заболеваниям (1). Целесообразно приступить к разработке научно-методических основ превентивной селекции яблони на устойчивость к другим вредоносным или потенциально опасным болезням: монилиозу и монилиальному ожогу (возбудители *Monilia fructigena* и *M. cinerea* f. *mali*), бактериальному раку (*Pseudomonas syringae*), черному раку (*Sphaeropsis malorum*), европейскому раку коры (*Necria galligena*) и др.

Созданные во ВНИИСПК иммунные к парше сорта яблони широко внедряются в промышленные и любительские интенсивные сады, а их плоды представляют ценность как для потребления в свежем виде, так и для производства высоковитаминных соков (40, 41).

Итак, целесообразно расширить и ускорить исследования по селекции яблони на комплексную устойчивость к болезням и вредителям, иначе проблему получения экологически чистой продукции не решить. Поэтому крайне важно участие в селекционных программах не только фитопатологов и бактериологов, но и энтомологов. В селекционных и помологических учреждениях России, особенно в учреждениях системы Всероссийского НИИ растениеводства (ВИР), предстоит обследовать на повреждаемость вредителями и поражаемость болезнями обширные сортовые и видовые коллекции и выделить из них образцы с отдельной и комплексной устойчивостью к фитофагам и патогенам для использования в селекции. Кроме отечественных видовых и сортовых образцов, целесообразно привлечь в качестве доноров комплексной устойчивости отборы из селекционных программ США, которые, наряду с иммунитетом к парше, обладают устойчивостью либо к красному клещу (отбор Е-7-54), либо к плодовой гни (отбор Е-11-24), либо к двум этим видам насекомых одновременно (отбор Е-31-10).

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

Поступила в редакцию  
17 сентября 2012 года

*Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2013, № 1, pp. 42-52

## APPLE BREEDING FOR SCAB RESISTANCE AS A DEVELOPMENT OF N.I. VAVILOV'S AND I.V. MICHURIN'S IDEAS

*E.N. Sedov, V.V. Zhdanov, Z.M. Serova, M.A. Makarkina*

All-Russian Research Institute of Breeding Fruit Crops, Russian Academy of Agricultural Sciences, d. Zhilina, Orel Region, Orel Province, 302530 Russia, e-mail info@vniispk.ru

Received September 17, 2012

doi: 10.15389/agrobiol.2013.1.42eng

Acknowledgements:

Supported by the Russian Foundation for Basic Research

### Abstract

The results of breeding of the first Russian apple varieties immune to scab and data on the improvement of methods of artificial inoculation of seedlings during the selection at early points of the development are shown. The brief descriptions of 10 varieties having resistance gene  $V_m$  and 30 varieties with gene  $V_f$  are given. Five varieties with gene  $V_m$  and 19 varieties with gene  $V_f$  are included in the State Register of Breeding Achievements Allowed for Use (regionally released).

Keywords: breeding, varieties, scab, genes of scab immunity, biochemical composition of fruit.

## REFERENCES

1. Vavilov N.I. *Teoreticheskie osnovy selektsii rastenii* [Theoretical bases for plant breeding]. Moscow-Leningrad, 1935.
2. Vavilov N.I. *Izbrannye trudy v 5 tomakh Tom IV* [Problems of immunity of cultivated plants. Vol. IV]. Moscow-Leningrad, 1964.
3. Michurin I.V. *Selektsiya — ryhag v poluchenii rastenii, immunnykh (ustoichivyykh) protiv boleznei i vreditel'ei. Sochineniya. Tom 4* [Breeding as a lever to obtain plants which are immune (resistant) to diseases and pests. Vol. 4]. Moscow, 1948: 225-230.
4. Van der Plank Ya. *Bolezni rastenii* [Plant diseases]. Moscow, 1966.
5. Van der Plank Ya. *Ustoichivost' rastenii k boleznyam* [Plant resistance to diseases]. Moscow, 1972.
6. Sedov E.N., Zhdanov V.V. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 1974, IX(3): 417-421.
7. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* /Pod redaktsiei G.A. Lobanova [Program and technique for estimation of fruit, berry and nut varieties. G.A. Lobanov (ed.)]. Michurinsk, 1973.
8. *Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* /Pod red. G.A. Lobanova [Program and technique for breeding fruit, berry and nut crops. G.A. Lobanov (ed.)]. Michurinsk, 1980.
9. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* /Pod redaktsiei E.N. Sedova, T.P. Ogol'tsovoi [Program and technique for estimation of fruit, berry and nut varieties. E.N. Sedova, T.P. Ogol'tsova (eds.)]. Orel, 1999.
10. *Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* /Pod redaktsiei E.N. Sedova [Program and technique for breeding fruit, berry and nut crops. E.N. Sedov(ed.)]. Orel, 1995.
11. *Metody biokhimičeskikh issledovaniy rastenii* /Pod redaktsiei A.I. Ermakova [Methods for biochemical studies of plants. A.I. Ermakov (ed.)]. Leningrad, 1987.
12. Dayton D.F., Shay J.R., Hough L.F. Apple scab resistance from R 12740-7A, a Russian apple. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1953, 62: 334-340.
13. Hough L.F., Shay J.R., Dayton D.F. Apple scab resistance from *Malus floribunda* Sieb. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1953, 62: 341-347.
14. Shay J.R., Dayton D.F., Hough L.F. Apple scab resistance from a number of *Malus* species. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1953, 62: 348-356.
15. Janick J. History of the PRI apple breeding program. *Acta Horticulturae*, 2002, 595: 55-60.
16. Kichina V.V. *Printsipy uluchsheniya sadovykh rastenii* [Principles of plant improving in horticulture]. Moscow, 2011.
17. Sedov E.N., Zhdanov V.V. *Ustoichivost' yabloni k parshe (sorta i selektsiya)* [Resistance to scab in apple trees (varieties and breeding)]. Orel, 1983.
18. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Selektsiya yabloni na ustoichivost' k parshe* [Breeding scab resistant apple trees]. Tula, 1991.
19. Zhdanov V.V. *Selektsiya, sortoizuchenie, agrotehnika plodovykh i yagodnykh kul'tur* [Breeding, estimation, and cultivation of fruit and berry crops]. Orel, 1976, v. VII: 75-82.
20. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 1992, 5: 122-127.
21. Sedov E.N., Zhdanov V.V. *Metodika otbora ustoichivyykh k parshe sortov i seyantsev yabloni na iskusstvennykh infektsionnykh fonakh* [Method to select scab-resistant varieties and seedling under the artificial infections]. Moscow, 1985.
22. Zhdanov V.V., Ogol'tsova T.P. *Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and technique for breeding fruit, berry and nut crops]. Orel, 1995: 58-67.
23. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Selektsiya, sortoizuchenie, agrotehnika plodovykh i yagodnykh kul'tur* [Breeding, estimation, and cultivation of fruit and berry crops]. Orel, 1979, IX(I): 12-22.
24. Sedov E.N., Zhdanov V.V., Serova Z.M. *Vestnik RASKHN*, 1992, 1: 27-29.
25. Sedov E.N., Zhdanov V.V. *Selektsiya i Semenovodstvo*, 1993, 4: 5-9.
26. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Selektsiya i sortorazvedenie sadovykh kul'tur* [Crop breeding and cultivation in horticulture]. Orel, 1995: 88-101.
27. Rezvyakova S.V. *Ispol'zovanie metoda iskusstvennogo promorazhivaniya na raznykh etapakh selektsionnogo protsesssa yabloni. Avtoreferat kandidatskoi dissertatsii* [Freezing used at different stages of breeding apple trees. PhD Thesis]. Moskva, 1996.
28. Sedov E.N., Rezvyakova S.V., Trunova V.A. *Sbornik dokladov i soobshchenii XVI Michurinskikh chtenii «Problemy otsenki iskhodnogo materiala i podbora roditel'skikh par v selektsii plodovykh rastenii»* [Proc. XVII Michurin's Scientific Meeting «The problems of estimation and selection of parental forms for crosses in breeding fruit crops]. Michurinsk, 1996: 50-53.
29. Ozherel'eva Z.E., Sedov E.N. *Vestnik Saratovskogo GAU*, 2011, 10: 19-24.

30. Krasova N.G., Galasheva A.M. *Selektsiya i sortovaya agrotekhnika plodovykh kul'tur* [Breeding and agrotechnology for fruit crop varieties cultivation]. Orel, 2004: 24-31.
31. Parisi L., Lespinasse Y., Guillaumes Y., Krüger J. A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the *Vf* gene. *Proc. the Eucarpia Fruit Breeding Section Meeting «Progress in temperate fruit breeding»*, 1993, Wädenswil. Einsiedeln, Switzerland, 1994, v. 1: 79.
32. Kozlovskaya Z.A. *Novye indutsirovannyye sorta yabloni kak iskhodnyi material v selektsii na immunitet k gribnym bolezniam*. Plodovodstvo (Minsk), 1999, 12: 9-11.
33. Fischer C., Schreiber H., Böttner R., Fischer M. Testing scab-resistance stability of new resistant cultivars within the apple breeding program. *Acta Horticulturae*, 1999, 484: 449-454.
34. Durel C.E., Parisi L., Laurens F., Van de Weg W.E., Liebherd R., Jourjon M.F. Genetic dissection of partial resistance to race 6 of *Venturia inaequalis* in apple. *Genome*, 2003, 46(2): 224-234.
35. Sedov E.N., Zhdanov V.V., Serova Z.M. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 1996, 1: 109-111.
36. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii «Osnovnye napravleniya i metody selektsii semechkovykh kul'tur»* [Proc. Int. Conf. Basic trends and methods in breeding fruit crops]. Orel, 2001: 30-31.
37. Zhdanov V.V., Sedov E.N. *Genetika*, 2002, 38(12): 1663-1668.
38. Sedov E.N., Krasova N.G. *Materialy mezhdunarodnoi konferentsii «Problemy ekologizatsii sovremennogo sadovodstva i puti ikh resheniya»* [Proc. Int. Conf. «Problems of environmentally friendly horticulture and the solutions»]. Krasnodar, 2004: 29-39.
39. *Kompleksnaya programma po selektsii semechkovykh kul'tur v Rossii na 2001-2020 gg. Postanovlenie Mezhdunarodnoi nauchno-metodicheskoi konferentsii «Osnovnye napravleniya i metody selektsii semechkovykh kul'tur»* [Proc. Int. Conf. Basic trends and methods in breeding fruit crops]. Orel, 2001.
40. Tutkin G.A., Sedov E.N., Murav'ev A.A. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 2009, 3: 24-28.
41. Sedov E.N., Levgerova N.S., Salina E.S., Serova Z.M. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 2010, 5: 16-22.