

УДК 632.4: 632.03: 631.52

UDC 632.4: 632.03: 631.52

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТБОРА
СЕЯНЦЕВ ЯБЛОНИ В ШКОЛКЕ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПАРШЕ
И МУЧНИСТОЙ РОСЕ**

**EFFECTIVE SELECTION
OF APPLE SEEDLINGS
IN A SEED PLOT ON RESISTANCE
TO SCAB AND POWDER MILDEW**

Супрун Иван Иванович
канд. биол. наук
зав. лабораторией генетики
и микробиологии

Suprun Ivan
Cand. Biol. Sci.
Head of Laboratory of Genetics
and Microbiology

Насонов Андрей Иванович
канд. биол. наук
ст. науч. сотрудник лаборатории
генетики и микробиологии

Nasonov Andrey
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate of Laboratory
Genetics and of Microbiology

Якуба Галина Валентиновна
канд. биол. наук
ст. научный сотрудник лаборатории
защиты плодовых и ягодных культур

Yakuba Galina
Cand. Biol. Sci.
Senior Research Associate of Laboratory
of Protection of Fruit and Berry crops

Лободина Елена Вадимовна
мл. научный сотрудник лаборатории
генетики и микробиологии СКЗНИИСиВ,
магистрант Кубанского государственного
аграрного университета,
Краснодар, Россия

Lobodina Elena
Junior Research Associate
of Laboratory of Genetics
and Microbiology of NCRRIH&V,
Undergraduate of Kuban State Agrarian
University, Krasnodar, Russia

*Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Северо-Кавказский
зональный научно-исследовательский
институт садоводства и виноградарства»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget Scientific
Institution "North Caucasian
Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture",
Krasnodar, Russia*

Барсукова Ольга Николаевна
д-р с.-х. наук

Barsukova Ol'ga
Dr. Sci. Agr.

*Филиал Майкопская опытная станция
ФГБНУ «Федеральный исследовательский
центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений
имени Н.И.Вавилова»
пос. Подгорный, Майкопский р-н,
Республика Адыгея, Россия*

*Branch Maikop Experimental Station
of the Federal State Budget Scientific
Institution "Federal Research Center
of Russian Institute of Plant Genetic
Resources named after N.I. Vavilov"
pos. Podgornyy, Maikopsky r-n,
Republic Adygea, Russia*

Интенсивное производство плодов,
направленное на получение стабильных
и качественных урожаев, предполагает
необходимость повышения устойчивости
сортов к болезням. В современных

The intensive production of fruits,
directed on obtaining of stable
and high-quality crops, causes
the necessity to increase the resistance
of cultivars to diseases. Under

условиях быстрого изменения климата, обусловленного антропогенным, в том числе, сельскохозяйственным загрязнением окружающей среды, ослабляются защитные и адаптивные характеристики растений, что определяет необходимость получения сортов плодовых культур, приспособленных к широкому диапазону меняющихся внешних условий как абиотических, так и биотических. В статье приведены данные раннего отбора сеянцев яблони на устойчивость к двум доминирующим микозам этой садовой культуры: к парше в условиях искусственного заражения, и к мучнистой росе на естественном фоне. Объектом исследований являлись гибридные сеянцы яблони, полученные в результате целенаправленного скрещивания образца K15461 из коллекции МОСВИР, отличающегося относительной устойчивостью к обоим патогенам, с восприимчивым сортом Фуджи. У 36% образцов не было идентифицировано поражения паршой, устойчивыми к мучнистой росе, по данным двух лет оценки, оказались 39%. Доля образцов устойчивых сразу к двум патогенам составила всего 11 % (3 гибрида). Характеристика гибридных растений также по комплексу признаков «окультуренности», позволила выделить из них наиболее селекционно-значимые. Полученные результаты говорят о высокой перспективности использования образца K15461, а также гибридных растений, полученных в комбинации скрещивания K15461 × Фуджи в качестве доноров устойчивости к парше и мучнистой росе. Гибридные сеянцы могут быть применены для исследования, направленного на идентификацию и картирование новых генов устойчивости растений яблони к данным патогенам.

Ключевые слова: СЕЯНЦЫ, ЯБЛОНЯ, ОТБОР НА УСТОЙЧИВОСТЬ, ПАРША, МУЧНИСТАЯ РОСА, ИСКУССТВЕННОЕ ЗАРАЖЕНИЕ, ЕСТЕСТВЕННЫЙ ФОН

the modern conditions of rapid climat change, caused by anthropogenic, including agricultural environmental contamination, the protective and adaptive characteristics of the plants are reducing, and this factor determines the need to obtain the varieties of fruit crops adapted to a wide range of changing external conditions both abiotic and biotic. The article presents the data of early apple seedling selection for resistance to the two apple-tree dominant fungal infections: to scab under artificial infestation and to powdery mildew on a natural background. The object of research is the hybrid apple seedlings resulting from deliberate crossbreeding of K15461 sample of MOSVIR collection, that is relatively steady to both pathogens, with the susceptible Fuji cultivar. In 36% of the samples a scab lesions were not identified, 39% of the seedlings are resistant to a powdery mildew, according to the two years of the evaluation. 3 seedlings showed the resistance to the two pathogens, their share is 11 %. The evaluation of the plant also on complex features "cultivation" made it possible to identify the most of them as significant for breeding. The obtained results indicate a high prospect of using of K15461, as well as hybrid plants obtained in the combination of crossing of K15461 × Fuji, as donors of resistance to scab and powdery mildew. The hybrid seedlings can be used for study directed to the identification and mapping of new genes for resistance of apple plants to these pathogens.

Key words: SEEDLINGS, APPLE-TREE, SELECTION FOR RESISTANCE, SCAB, POWDER MILDEW, ARTIFICIAL INFECTION, NATURAL BACKGROUND

Введение. Интенсивное производство плодовых, предполагающее получение стабильных и качественных урожаев, определяется прежде всего, как показывает мировой и российский опыт, возможностью повышения устойчивости культурных форм к болезням. Являясь доминирующей плодовой культурой, как в мировом сортименте, так и в нашей стране, яблоня занимает 70% от общей площади садовых насаждений Краснодарского края [1]. Разнообразие представляемых сортов постоянно совершенствуется в связи с новейшими разработками селекционеров и генетиков на основе имеющегося мирового генофонда яблони.

В современных условиях быстрого изменения климата, обусловленного антропогенным, в том числе сельскохозяйственным загрязнением окружающей среды, ослабляются защитные и адаптивные характеристики плодовых растений [2], что определяет необходимость ускоренного получения улучшенных сортов, приспособленных к широкому диапазону меняющихся внешних условий.

Наиболее значительный ущерб товарному производству яблок наносят парша и мучнистая роса – заболевания, вызываемые грибными патогенами. По частоте эпифитотий и степени вредоносности парши яблони, возбудителем которой является микроскопический грибок – *Venturiainaequalis* (Cooke) G.Winter, Северный Кавказ относится к зоне сильного ее развития: из каждых 10 лет 7-9 лет заболевание носит эпифитотийный характер. В годы эпифитотий парша может поражать на восприимчивых сортах 65-100 % листьев и 80-100 % плодов [3]. При этом она поражает и листья, и плоды, значительно ухудшая товарные качества последних. Патогенный грибок характеризуется уникальным патогенетическим процессом, протекающим в субкутикулярном пространстве хозяина [4]. Также широко в регионе распространена мучнистая роса, вызываемая *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm., потери урожая сортов, пораженных этим заболеванием, составляют 50-80% [5].

В отличие от парши мучнистая роса в основном не поражает плоды, и недобор плодов связан с первичной инфекцией бутонов и общей потерей жизнеспособности зараженного растения [6]. Настоящим бичом этот фитопатоген является для школок сеянцев, как технологических, так и научных, ведь заболевание особенно опасно для растений первых двух лет жизни, вызывая зачастую их гибель и, как следствие, невозможность получения стандартного посадочного материала [7, 8]. Наиболее частным из используемых методов контроля заболевания является химический. В сельском хозяйстве на долю применения пестицидов в садоводстве приходится более 20% от их суммарного количества, при этом на садовые насаждения приходится всего около 3,5% всех возделываемых земель [9].

Ежегодно, наряду с паршой, в ходе защитных мероприятий против мучнистой росы в европейских промышленных садах проводят до 20 обработок пестицидами [10]. Однако использование фунгицидных обработок в масштабах промышленных садов требует значительных финансовых и иных затрат и приводит к загрязнению окружающей среды, а также уничтожению не только возбудителей болезней, но и полезной фауны, и микроорганизмов, и, в конце концов, не в лучшую сторону влияет на качество получаемой продукции, имеющей повышенное содержание вредных веществ. Таким образом, в условиях увеличения эпифитотийных эпизодов проявления болезней яблони вопрос ускорения темпов селекции устойчивых к мучнистой росе и парше сортов приобретает актуальнейшее значение [7, 8, 11] как в плане устойчивого производства плодов, так и получения более дешевого и экологически чистого продукта. Было показано, что сокращение опрыскиваний против парши в промышленных садах с иммунными сортами (в основном с геном Vf) приводит к существенной экономии, которая ежегодно составляет около 150 долларов на гектар [12].

Однако в селекции на устойчивость к главным микозам яблони наблюдается диспропорция, при которой отмечается отставание в этом

вопросе по мучнистой росе в сравнении с достижениями, имеющимися в селекционных программах по созданию устойчивых к парше сортов. Достижения, в свою очередь, связаны, прежде всего, с применением методов превентивного отбора на искусственных инфекционных фонах, значительно ускоряющих селекционный процесс, путем использования новых доноров устойчивости [7, 8, 11, 13]. Так, с применением источников с геном Vf (по новой номенклатуре Rvi6) методом бекроссирования по всему миру было получено порядка двухсот иммунных к парше сортов [12]. При этом селекция на иммунитет к мучнистой росе не удовлетворяет нарастающие потребности производства. Хотя для патогена в диких источниках видах яблонь *Malusxszumi* и *M. x robusta*, были найдены олигогены устойчивости Pl1 и Pl2, а также ген Plw в сорте декоративного сеянца White Angel из Северной Америки, а также некоторые другие гены [14], пока не получено ни одного коммерческого сорта с генетической иммунностью к этой болезни.

Случаи использования искусственных инфекционных фонов остаются единичными [15]. Лишь в некоторых ведущих селекционных центрах Европы, Новой Зеландии и др. начаты работы по переносу генов устойчивости к мучнистой росе и получению перспективных по качеству плодов гибридов [16]. Между тем, в южной зоне плодоводства РФ необходимо форсировать создание сортов устойчивых к мучнистой росе, так как сухой и жаркий климат способствует распространению этого заболевания в регионе, кроме того, в связи с глобальными изменениями климата этот вопрос может стать актуальным и для более северных районов страны [12].

Необходимо сказать, что зарубежные учёные уделяют особое внимание всестороннему изучению получаемых ими иммунных к парше яблони сортов. При характеристике нового сорта они учитывают и оценку их восприимчивости/устойчивости к другим экономически важным заболеваниям, к которым относится и мучнистая роса [15, 17,18]. Подоб-

ные исследования в России единичны [19]. Кроме прочего оценка на различных (естественном и искусственном) инфекционных фонах позволяет оценить полигенную устойчивость, которая, как считается, является более прочной, чем моногенная [20].

Успешное создание резистентных к мучнистой росе или к обоим болезням генотипов яблони невозможно без ведения направленной селекционной работы с обязательным подбором и дальнейшим использованием в селекции источников (доноров) целевых признаков на базе изучения семенных потомков, полученных в результате запланированных гибридизаций или в некоторых вариантах в процессе свободного опыления устойчивых потомков диких видов.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2014-2015 гг. на вегетационной площадке СКЗНИИСиВ. Объекты исследований – гибридные сеянцы яблони, полученные в результате целенаправленного скрещивания образца из коллекции МОСВИР К15461 с сортом Фуджи, а также местная популяция возбудителя парши яблони, полученная с восприимчивого сорта Ренет Симиренко в ОПХ «Центральное», и естественный инфекционный фон мучнистой росы яблони.

Для выявления устойчивых к парше сеянцев яблони проводили две последовательные инокуляции: в возрасте 3-4 настоящих листьев и спустя 14 дней после первой. Как раз в этом возрасте, на ранних этапах развития, характерно четкое отличие устойчивых растений от восприимчивых по моногенному типу наследования [7]. Заражение осуществляли в полевых условиях. В качестве инокулюма использовали суспензию конидий с поражённых свежих листьев. Для получения суспензии спор пораженные листья замачивали на 2-3 часа в минимальном объёме водопроводной воды. При этом использовали листья с максимальным поражением (25-50 %) листовой пластинки, чтобы получить маточный инокулюм с более высокой

концентрацией конидий. Суспензию спор фильтровали через двойной слой марли. В случае необходимости, при избыточной концентрации спор, маточную суспензию разбавляли, или при недостаточной – добавляли листья с поражениями и суспендировали снова. Концентрацию конидий в суспензии оценивали микроскопически по количеству спор в поле зрения микроскопа при 90^{\times} увеличении. При этом рекомендуемая концентрация инокулюма, обеспечивающая успешность инфекционного процесса, составляла 40 спор в поле зрения микроскопа [7].

Инокуляцию проводили в вечернее время, предварительно осуществив полив гряд. Инокулом наносили на растения из ручного опрыскивателя. Влажную камеру создавали путём полива перед инокуляцией и укрытием растений после заражения пленкой на двое суток. При необходимости в дневное время сеянцы притеняли [21].

Сеянцы были получены проращиванием в лабораторных условиях семян яблони. Семена предварительно были стратифицированы во влажном прокалённом песке при 4°C в холодильнике в течение 60 дней. Высев осуществляли в пластиковые стаканчики с дренажными отверстиями. В возрасте двух первых листьев сеянцы были пересажены в открытый грунт. До высадки сеянцы освещали лампами дневного света при комнатной температуре. Для поддержания сеянцев в здоровом состоянии до заражения паршой и мучнистой росой проводили их обработку фунгицидами (коллоидная сера, Топаз) и инсектицидами (Фуфанон). Защитные обработки фунгицидами прекращали за 2 недели до искусственного заражения сеянцев паршой яблони. После оценки поражения паршой обработки не возобновлялись вплоть до инфицирования и развития мучнистой росы.

Оценка поражения гибридов производили через 28-30 дней с использованием общепринятой количественной шкалы, которая отражает кол-во пятен спороношения на листе (6 балльная система: от 0 до 5 баллов): 0 – листья здоровые; 1 – единичные мелкие пятна, занимающие до 1 % по-

верхности листа; 2 – поражено 1-10 % поверхности листа; 3 – поражено 11-25 % поверхности листа; 4 – поражено 26–50 % поверхности листа, пятна крупные, с тёмным налётом спороношения; 5 – пятна, занимающие более 50 % поверхности листа, крупные, сливающиеся, с тёмным налётом спороношения гриба [7].

Обсуждение результатов. В 2014 году получена гибридная семья от скрещивания образца K15461 с сортом Фуджи, обладающим высокими показателями качества плодов, но восприимчивым к парше и мучнистой росе. Образец K15461, представляющий собой гибрид – (*M. sieboldii* Spartan) x Роллс 2, по данным многолетних наблюдений О.Н. Барсуковой, обладает высокой степенью устойчивости к данным патогенам [22].

В первый год была проведена оценка поражения паршой на искусственном фоне и мучнистой росой на естественном фоне, который оказался достаточно сильным. Из 28 экспериментальных растений у 10 (36%) не было идентифицировано симптомов поражения паршой (0 баллов), у остальных 18 растений (64%) степень поражения варьировала от 1 до 4 баллов. Поражение мучнистой росой отсутствовало у 16 растений (57%). Заражение обоими патогенами одновременно было отмечено у 9 сеянцев (32%) (см. табл.). Доля гибридов, не имевших признаков инфицирования обоими возбудителями, составила лишь 10%.

Во второй год нами была проведена повторная оценка поражения сеянцев мучнистой росой на естественном фоне, так как, согласно данным Л.Н. Новицкой и А.М. Ефанова, наиболее объективная оценка потенциала устойчивости сеянцев яблони к возбудителю *P. leucotricha* возможна именно в 2-3-летнем возрасте [19, 23]. Эти рекомендации подтверждаются картиной поражения сеянцев мучнистой росой в 2015 году, которая повторила таковую 2014 года, за исключением 5 образцов, показавших при второй оценке восприимчивость к этому патогену. По итогам двух лет

оценки поражения сеянцев мучнистой росой на естественном фоне видно, что доля устойчивых растений составила 39 % от общего кол-ва гибридов.

Устойчивость растений гибридной популяции K15461 × Фуджи к парше и мучнистой росе яблони

| № гибрида | Габитус растения | Поражение патогеном, балл | | |
|-----------|------------------|---------------------------|----------------|------|
| | | парша | мучнистая роса | |
| | | | 2014 | 2015 |
| 1 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 4 | 4 | 0 | 4 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 3 | 0 | 3 |
| 5 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| 6* | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 7* | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 8* | 4 | 4 | 0 | 5 |
| 9 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 10 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| 11 | 4 | 3 | 5 | 5 |
| 12 | 5 | 3 | 0 | 5 |
| 13 | 4 | 0 | 5 | 4 |
| 14 | 5 | 0 | 5 | 5 |
| 15 | 5 | 2 | 5 | 5 |
| 16 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| 17 | 4 | 0 | 0 | 5 |
| 18 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 19* | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 20 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 21 | 1 | 2 | 3 | 5 |
| 22 | 4 | 2 | 5 | 4 |
| 23 | 3 | 0 | 3 | 4 |
| 24 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 4 | 2 | 4 | 2 |
| 26 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 27 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 28 | 4 | 5 | 5 | 5 |

* – реакция сверхчувствительности: спороношение локализовано с образованием некроза

Для выявления наиболее селекционно-ценных образцов провели также оценку гибридных растений по ряду морфолого-анатомических признаков. Оценка по габитусу проводили с целью характеристики гибридных сеянцев по признакам «окультуренности». Оценивали проявление таких показателей сеянцев, как длина междоузлий и высота растений, форма и размер листьев, наличие околюченности. В таблице приведены результаты

оценки габитуса гибридных сеянцев по комплексу признаков «окультуренности». Сеянцы с наибольшим уровнем проявления признаков, характерных для культурных форм яблони, оценивали максимальным баллом – 5, с наименьшим проявлением – 1 балл.

Оценка наличия признаков была проведена с целью выявления гибридов, обладающих габитусом, наиболее близким к культурным формам яблони, и одновременно обладающих устойчивостью к обоим патогенам или наиболее низким уровнем восприимчивости (не более 1 балла). Данная категория гибридных сеянцев обладает наибольшей селекционной ценностью. К этой группе растений можно отнести образцы № 1, 3, 24, 27.

Несмотря на низкий уровень проявления признаков «окультуренности» у высокоустойчивых образцов 3 и 24 из приведенного перечня, они также могут являться донорами устойчивости в селекции. Наиболее ценные формы из приведенных по результатам первой оценки были образцы 1 и 17. Данные гибриды обладают одновременно высоким уровнем устойчивости к обоим патогенам (0 баллов) и высоким уровнем проявления признаков «окультуренности». Однако растение №17 по результатам второго года оценки оказалось восприимчивым к мучнистой росе.

Следует отметить, что в ходе исследования были выделены гибридные сеянцы, проявившие развитие реакции по типу гиперчувствительности – наличие локальных точек поражения с последующим локальным некрозом ткани, но при отсутствии дальнейшего распространения инфекции и развития спороношения. Такой тип проявления может свидетельствовать о наличии единичного гена устойчивости, и этот тип реакции был выявлен у образцов № 6, 7, 8 и 19, а три из них, за исключением растения № 8, проявили также полную устойчивость к мучнистой росе (0 баллов).

Кроме того, образцы 13, 14, 17 и 23, проявившие полную устойчивость к парше (0 баллов), также являются ценным селекционным материалом в аспекте создания сортов, устойчивых к данному заболеванию. В селекции на устойчивость к мучнистой росе также перспективным может быть использование гибридов № 5, 10, 16 и 20.

Результаты фитопатологической оценки гибридных растений, полученных в комбинации скрещивания К15461/Фуджи, дают основание предполагать наличие генов и/или количественных локусов (QTL), детерминирующих высокую степень устойчивости к парше и мучнистой росе у формы К15461, и, соответственно, у части растений из гибридной популяции, проявивших высокую степень устойчивости.

Выводы. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о высокой перспективности использования образца К15461, а также гибридных растений, полученных в комбинации скрещивания К15461 × Фуджи в качестве доноров устойчивости к парше и мучнистой росе. Это дает возможность использовать полученные гибридные растения для исследования, направленного на идентификацию и картирование новых генов устойчивости к данным патогенам, а также в селекции на устойчивость.

Литература

1. Прах, С.В. Биологические аспекты подбора сортов плодовых культур для садов юга России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.В. Прах. – Краснодар, 2004. – 25 с.
2. Жданов, В.В. Изучение устойчивости к вредителям и болезням в связи с адаптацией к условиям среды / В.В. Жданов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, ВНИИСПК, 1999. – С. 102-113.
3. Якуба, Г.В. Экологизированная защита яблони от парши в условиях климатических изменений: Монография / Г.В. Якуба. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 213 с.
4. Насонов, А.И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза / А.И. Насонов, И.И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – № 5. – С. 275-285.
5. Вольвач, П.В. Мучнистая роса яблони / П.В. Вольвач. – М.: Агропромиздат, 1986. – 76с.
6. Schander, H. Untersuchung zur entwicklung von frühselektions methoden für die apfelzüchtung / H. Schander // DerZüchter. – 1958. – V. 28. – С. 105–31.
7. Жданов, В.В. Селекция яблони на устойчивость к парше / В.В. Жданов, Е.Н. Седов. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1991. – 208 с.
8. Жданов, В.В. Методика раннего отбора устойчивых к мучнистой росе генотипов яблони на искусственном инфекционном фоне / В.В. Жданов, Е.Н. Седов // Селекция и сортоведение садовых культур.– Орел, 1996. – С. 35–43.
9. Кашин, В.И. Научные основы адаптивного садоводства / В.И. Кашин. – М.: Колос, 1995. – 335 с.
10. MacHardy, W. E. Apple scab: biology, epidemiology, and management / W.E. Mac Hardy, E. William. – St. Paul:APS press, 1996. – №. 04; SB608. А6, М3.

11. Седов, Е.Н. Устойчивость яблони к парше (сорта и селекция) / Е.Н. Седов, В.В. Жданов. – Орел: Орловское отд. Приок. кн. изд-ва, 1983. – 113с.
12. Седов, Е.Н. Селекция яблони на устойчивость к парше: развитие идей Н.И. Вавилова и И.В. Мичурина / Е.Н. Седов, В.В. Жданов, З.М. Серова [и др.] //Сельскохозяйственная биология. – 2013. – №. 1. – С. 42-52.
13. Браун, А.Дж. Яблоня / А. Дж. Браун // Селекция плодовых растений. М.: Колос, 1981. – С. 13-61.
14. Bus, V.G. Genome mapping of an apple scab, a powdery mildew and a woolly apple aphid resistance gene from open-pollinated Mildew Immune Selection /V. G. Bus, H.C. Bassett, D. Bowatte [et al.] // Tree genetics & genomes. – 2010. – V. 6. – №. 3. – P. 477-487.
15. Korban, S.S. Genetics and histology of powdery mildew resistance in apple / S. S. Korban, S. E. Riemer // Euphytica. – 1990. – V. 48. – №. 3. – P. 261-267.
16. Козловская, З.А. Современные направления селекции яблони (обзор зарубежных селекционных программ) / З.А. Козловская // Плодоводство. – 2004. – Т. 16. – С. 256 – 270.
17. Patzak, J. Identification of apple scab and powdery mildew resistance genes in Czech apple (*Malus domestica*) genetic resources by PCR molecular markers /J. Patzak, F. Paprštejn, A. Henychová// Czech J. Genet. Plant Breed.– 2011.– V.47.– №.4. – P. 156-165.
18. Papp, D. Suitability of old apple varieties in organic farming, based on their resistance against apple scab and powdery mildew / D. Papp, I. Király, M. Tóth //Organic Agriculture. – 2015. – P. 1-7.
19. Ефанов, А.М. Использование искусственных инфекционных фонов в селекции яблони на устойчивость к мучнистой росе: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.М. Ефанов. – Орел, 2000. – 20 с.
20. Calenge, F. Both stable and unstable QTLs for resistance to powdery mildew are detected in apple after four years of field assessments / F.Calenge, C. E. Durel // Molecular Breeding. – 2006. – V. 17. – №. 4. – P. 329-339.
21. Жданов, В.В. Отбор иммунных к парше сеянцев яблони на полевом фоне искусственного заражения (методические рекомендации) / В.В. Жданов, П.С. Прудников, Г.П. Жук. – Орел: ВНИИСПК, 2011. – 21 с.
22. Барсукова, О.Н. Источники устойчивости к болезням в коллекции дикорастущих видов яблони / О.Н. Барсукова // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Методологическое обеспечение селекции садовых культур и винограда на современном этапе. – Краснодар. – 2013. – Т. 1. – С. 76–81.
23. Новицкая, Л.Н. Биоэкологическое обоснование защитных мероприятий против возбудителя мучнистой росы яблони (*Podosphaera leucotricha* (Ell. Et. Ev.) Salm.) в условиях Белоруссии: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Л.Н. Новицкая; Бел. НИИ картофелеводства и овощеводства. – Самохваловичи, 1985. – 19 с.

References

1. Prah, S.V. Biologicheskie aspekty podbora sortov plodovyh kul'tur dlja sadov juga Rossii: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / S.V. Prah. – Krasnodar, 2004. – 25 s.
2. Zhdanov, V.V. Izuchenie ustojchivosti k vrediteljam i boleznyam v svjazi s adaptaciej k uslovijam sredy/ V.V. Zhdanov // Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orel, VNIISPK, 1999. – S. 102-113.
3. Jakuba, G.V. Jekologizirovannaja zashhita jabloni ot parshi v uslovijah klimaticheskikh izmenenij: Monografija / G.V.Jakuba.- Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2013.- 213 s.
4. Nasonov, A.I. Parsha jabloni: osobennosti vozбудitelja i patogenezа / A.I. Nasonov, I. I. Suprun // Mikologija i fitopatologija. – 2015. – Т. 49. – № 5. – S. 275-285.

5. Vol'vach, P.V. Muchnistaja rosa jabloni / P.V. Vol'vach. – M.: Agropromizdat, 1986. – 76s.
6. Schander, H. Untersuchung zur entwicklung von frühselektions methoden für die apfelzüchtung / N. Schander // DerZüchter. – 1958. – V. 28. – S. 105-31.
7. Zhdanov, V.V. Selekcija jabloni na ustojchivost' k parshe / V.V. Zhdanov, E.N. Sedov. – Tula: Priok. kn. izd-vo, 1991. – 208 s.
8. Zhdanov, V.V. Metodika rannego otbora ustojchivyh k muchnistoj rose genotipov jabloni na iskusstvennom infekcionnom fone / V.V. Zhdanov, E.N. Sedov // Selekcija i sortovedenie sadovyh kul'tur. – Orel, 1996. – S. 35-43.
9. Kashin, V.I. Nauchnye osnovy adaptivnogo sadovodstva / V.I. Kashin. – M.: Kolos, 1995. – 335 s.
10. MacHardy, W. E. Apple scab: biology, epidemiology, and management / W.E. Mac Hardy, E. William. – St. Paul: APS press, 1996. – №. 04; SB608. A6, M3.
11. Sedov, E.H. Ustojchivost' jabloni k parshe (sorta i selekcija) / E.N. Sedov, V.V. Zhdanov. – Orel: Orlovskoe otd. Priok. kn. izd-va, 1983. – 113s.
12. Sedov, E.N. Selekcija jabloni na ustojchivost' k parshe: razvitie idej N.I. Vavilova i I.V. Michurina / E.N. Sedov, V.V. Zhdanov, Z.M. Serova [i dr.] // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2013. – №. 1. – С. 42-52.
13. Braun, A.Dzh. Jablonja / A. Dzh. Braun // Selekcija plodovyh rastenij. M.: Kolos, 1981. – S. 13-61.
14. Bus, V.G. Genome mapping of an apple scab, a powdery mildew and a woolly apple aphid resistance gene from open-pollinated Mildew Immune Selection / V.G. Bus, H.C. Bassett, D. Bowatte [et al.] // Tree genetics & genomes.- 2010.- V.6.- №. 3.- P. 477-487.
15. Korban, S.S. Genetics and histology of powdery mildew resistance in apple / S.S. Korban, S.E. Riemer // Euphytica. – 1990. – V. 48. – №. 3. – P. 261-267.
16. Kozlovskaja, Z.A. Sovremennye napravlenija selekcii jabloni (obzor zarubezhnyh selekcionnyh programm) / Z.A. Kozlovskaja // Plodovodstvo. – 2004. – T. 16. – S. 256 – 270.
17. Patzak, J. Identification of apple scab and powdery mildew resistance genes in Czech apple (*Malus× domestica*) genetic resources by PCR molecular markers / J. Patzak, F. Paprštejn, A. Henychová // Czech J. Genet. Plant Breed.– 2011.– V. 47. – №. 4. – P. 156-165.
18. Papp, D. Suitability of old apple varieties in organic farming, based on their resistance against apple scab and powdery mildew / D. Papp, I. Király, M. Tóth // Organic Agriculture. – 2015. – P. 1-7.
19. Efanov, A.M. Ispol'zovanie iskusstvennyh infekcionnyh fonov v selekcii jabloni na ustojchivost' k muchnistoj rose: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk: 06.01.05 / A.M. Efanov. – Orel, 2000. – 20 s.
20. Calenge, F. Both stable and unstable QTLs for resistance to powdery mildew are detected in apple after four years of field assessments / F. Calenge, C.E. Durel // Molecular Breeding. – 2006. – V. 17. – №. 4. – P. 329-339.
21. Zhdanov, V.V. Otbor immunnyh k parshe sejancev jabloni na polevom fone iskusstvennogo zarazhenija (metodicheskie rekomendacii) / V.V. Zhdanov, P.S. Prudnikov, G.P. Zhuk. – Orel: VNIISPK, 2011. – 21 s.
22. Barsukova, O.N. Istochniki ustojchivosti k boleznjam v kollekcii dikorastushhih vidov jabloni / O.N. Barsukova // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV. Metodologicheskoe obespechenie selekcii sadovyh kul'tur i vinograda na sovremennom jetape.- Krasnodar.– 2013.– T. 1.– S. 76-81.
23. Novickaja, L.N. Biojelogicheskoe obosnovanie zashhitnyh meroprijatij protiv vzbuditelja muchnistoj rosy jabloni (*Podosphaera leucotricha* (Ell. Et. Ev.) Salm.) v uslovijah Belorussii: avtoref. dis. kand. s.-h. nauk: 06.01.11 / L.N. Novickaja; Bel. NII kartofelevodstva i ovoshhevodstva. – Samohvalovichi, 1985. – 19 s.