

УДК 632.4: 632.03: 631.52

UDC 632.4: 632.03: 631.52

03.00.00 Биологические науки

Biology

**ОЦЕНКА НА ИСКУССТВЕННОМ
ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ ФОРМ *MALUS
ORIENTALIS* – ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К
ПАРШЕ ЯБЛОНИ¹**

**ARTIFICIAL SCAB RESISTANCE
EVALUATION OF *MALUS ORIENTALIS* FORMS
– A POTENTIAL SOURCE OF NEW GENES
FOR RESISTANCE TO APPLE SCAB**

Насонов Андрей Иванович
канд. биол. наук, SPIN-код: 5636-6106, Scopus ID –
56989221000, Researcher ID – K-9142-2017
nasoan@mail.ru

Nasonov Andrei Ivanovich
Cand. Biol. Sci., SPIN-code: 5636-6106, Scopus ID –
56989221000, Researcher ID – K-9142-2017,
nasoan@mail.ru

Супрун Иван Иванович
канд. биол. наук, SPIN-код: 7124-5304, Scopus ID –
55976135800, Researcher ID – K-9114-2017
supruni@mail.ru

Suprun Ivan Ivanovich
Cand. Biol. Sci., SPIN-code: 7124-5304, Scopus ID
– 55976135800, Researcher ID – K-9114-2017
supruni@mail.ru

Лободина Елена Вадимовна
магистрант
alyona2255@yandex.ru

Lobodina Elena Vadimovna
Graduate student
alyona2255@yandex.ru

Степанов Илья Владимирович
младший научный сотрудник, SPIN-код: 3968-1982
ivstepanof@gmail.com
*ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный
центр садоводства, виноградарства, виноделия",
Краснодар, 350901, Россия, ул. 40-летия Победы, 39*

Stepanov Iliia Vladimirovich
Junior researcher, SPIN-code: 3968-1982
ivstepanof@gmail.com
*Federal State Budget Scientific Organization
"North-Caucasian Federal Research Center of
Horticulture, Viticulture and Vine production",
Krasnodar, Russia*

Барсукова Ольга Николаевна
докт. с.-х. наук, AuthorID: 18052
barsukova_37@mail.ru
*Филиал Майкопская опытная станция
Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный
исследовательский центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений имени Н.И.
Вавилова», пос. Подгорный, Республика Адыгея,
Россия*

Barsukova Olga Nikolaevna
Dr. Sci. Agr., AuthorID: 18052
barsukova_37@mail.ru
*Branch Maikop Experimental Station of the Federal
State budget Scientific Institution "Federal Research
Center of Russian Institute of Plant Genetic
Resources named Vavilov"
pos. Podgornyj, Republic Adygea, Russia*

Промышленное яблонево садоводство связано с определенными рисками, существенным из которых является потери урожая в результате болезней. Наибольший урон приносит парша яблони, вызываемая *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. Приоритетным направлением в контроле парши яблони является создание устойчивых к патогену сортов. В настоящей работе была проведена оценка на искусственном инфекционном фоне семей сеянцев, полученных от свободного опыления шести форм дикой яблони *Malus orientalis* из коллекции МОС ВИР (Майкоп) характеризующихся

Professional apple gardening is bound to particular risks, of which is essential losses of a harvest because of diseases. An apple scab, the caused *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, brings the greatest loss. The main approach in monitoring of a scab of an apple-tree is creation of grades, steady against pathogen. In the present work we have carried out phytopathology testing of generations of the seedlings received from the free pollination of six forms of a crab of *Malus orientalis* from a collection MOS VIR (Maykop) characterized by a relative resistance to the apple scab in 2-3 classes of damage by long-term

¹ Исследования выполнены при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект № 15-29-02751 офи_м)

относительной устойчивостью к парше яблони на 2–3 балла по многолетним данным. Для заражения использовали составной инокулюм, содержащий как естественную популяцию парши, так и коллекционные штаммы патогена различного сортового и географического происхождения. При проведении дополнительного заражения было отмечено повышение силы инфекционного фона, которое может быть связано с приспособлением инокулюма патогена к относительно устойчивым генотипам растений. Рекомендовано для точной выбраковки неустойчивых растений при отборе на ранних этапах онтогенеза проводить более одного последовательного заражения за сезон. По результатам искусственного инфекционного фона были отмечены три формы яблони восточной из шести изученных № 17982, 17985 и 3080, наиболее перспективных для интрогрессии генов устойчивости в культурный генофонд яблони

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

Doi: 10.21515/1990-4665-131-113

data. For infection we used inoculum, consisting both of natural population of a scab, and of strains of pathogen of various cultivars and geographical origin. When carrying out padding infection increase in force of an infectious background that can be bound to selection of the plants of biotypes of a fungus that are most adapted for genotypes was noted. It is recommended for precise elimination of unstable plants at selection at early stages of an ontogenesis to carry out more than one serial infection during the season. By results of the phytopathological testing, we highlighted three *Malus orientalis* forms from the six studied No. 17982, 17985 and 3080 the most perspective stability genes for an introgressiya in a cultural gene pool of an apple tree

Keywords: SEEDLINGS, APPLE-TREE, SELECTION FOR RESISTANCE, SCAB, ARTIFICIAL INFECTION, NATURAL BACKGROUND

Введение

Промышленное яблоневое садоводство связано с определенными рисками, существенным из которых является потеря урожая в результате болезней. Наибольший урон приносит парша яблони, вызываемая специализированным для этой садовой культуры микроскопическим грибом *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. В благоприятных для его развития и распространения условиях, характеризующихся повышенной влажностью (затяжные дожди и обильные росы) и относительно невысокими поздневесенними и летними температурами, происходит возникновение эпифитотийной ситуации в саду. Заражение паршой приводит к появлению характерных тёмно-оливковых, а позднее чёрных пятен в основном на листьях и плодах, однако критичным для производства является поражение плодов [1].

Жизненный цикл фитопатогена состоит из двух этапов: полового и бесполого, что увеличивает приспособительный потенциал патогена и затрудняет борьбу с ним [2]. Изучение внутривидовой структуры *V.*

inaequalis в промышленных садах Краснодарского края и республики Адыгея показало высокий уровень дифференциации патогена: было найдено 10 биотипов, различающихся морфолого-культуральными, биологическими и другими особенностями [3, 4].

Основным методом контроля парши яблони пока что остаётся химический способ, характеризующийся применением фунгицидных препаратов. Для получения качественного продукта в промышленных насаждениях яблони требуется 6, 15, а в некоторых случаях и 20 пестицидных обработок за сезон. Это приводит к удорожанию продукции и снижению экологичности садоводства. Одним из способов снижения пестицидного прессинга может быть создание генотипов растения-хозяина с устойчивостью к заболеванию [5].

Согласно новой классификации генов устойчивости, предложенной Bus et al., на данный момент идентифицировано 17 из них [6]. Широко в селекционной практике используется, такие гены как Vm, Vr, Va, Vf. Однако наиболее востребованным в современной селекционной практике является ген Vf, выделенный из клона *M. x floribunda* 821, который обеспечивает полный иммунитет к пяти расам *V. inaequalis*. Между тем эффективный до недавнего времени ген был преодолен популяцией парши 6-й и 7-й рас. Впервые эти расы были зафиксированы в Германии и Англии [7] и ареал их стремительно расширяется (СНГ, Белоруссия) [8].

Поэтому актуальным в селекционном процессе является поиск новых источников устойчивости к парше, в основном на диких видах яблони, а также получение сортов с устойчивостью на основе комбинации нескольких генов устойчивости в одном генотипе [9].

Интересным источником возможных детерминант устойчивости является яблоня восточная – *Malus orientalis* Uglitzk, произрастающей на Кавказе в дикорастущем состоянии. Наличие больших естественных популяций дикой яблони находящихся под постоянным прессингом

разнообразных форм природных популяций парши, обеспечивает появление устойчивых генотипов растения-хозяина. По данным О.Н. Барсуковой яблоня восточная поражается 4-й расой *V. inaequalis* [10], таким образом, устойчивые формы этой яблони будут обладать невосприимчивостью к 4-м расам парши. Интерес к *M. orientalis* существует и в мировой селекционной науке. На территории Северного Кавказа РФ и Закавказья за последние 20-лет было проведено нескольких международных экспедиций для отбора её генотипов [11, 12].

Интенсификация процесса селекции на устойчивость к парше яблони обеспечивается за счёт отбора сеянцев на более ранних этапах онтогенеза растения, например, на стадии двух настоящих листьев. Такой подход сокращает время изучения устойчивости гибридов к болезням, и позволяет оптимизировать объёмы площадей, отводимых под селекционные участки [13].

Целью нашего исследования являлась оценка устойчивости к парше на искусственном фоне шести семей сеянцев, полученных от свободного опыления шести относительно устойчивых форм *M. orientalis*.

Материалы и методы

Исследования проводили 2016-2017 гг. в лаборатории генетики и микробиологии, на вегетационной площадке СКЗНИИСиВ (Краснодар), а также на коллекции генотипов яблони МОС ВИР (Майкоп). Объектами исследований являлись семьи сеянцев, полученные от свободного опыления шести относительно устойчивых по многолетним наблюдениям форм яблони восточной из Закавказья и характеризовавшихся баллом поражения 2 и 3 (табл. 1) [14].

Семена были извлечены из зрелых плодов, подсушены и до стратификации хранились в бумажных пакетах в бытовом холодильнике. В конце февраля–начале марта семена стратифицировали в течении месяца во влажном песке при температуре +6°C и высевали в грунт. После

появления первых двух и более настоящих листьев производили заражение семян сборным инокулюмом *V. inaequalis*, состоящим, как из естественных популяций парши яблони этого года, так и из *in vitro* культуры парши яблони коллекции штаммов лаборатории, полученных из конидий или аскоспор патогена [15, 16]. Заражение проводили из ручного пульверизатора суспензией спор в концентрации 40-50 спор в поле зрения микроскопа (90-х увеличение). Инокуляцию осуществляли в вечернее время при температуре 16-18°C с обязательным предварительным поливом, после чего сеянцы укрывали плёнкой на сутки или двое, для создания влажной камеры [17].

Таблица 1 – ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ К ПАРШЕ РАЗЛИЧНЫХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ФОРМ *MALUS ORIENTALIS* ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНЕГО НАБЛЮДЕНИЯ

| № | № в каталоге коллекции ВИР | Происхождения образца | Поражение паршой, балл | | Лет наблюдений |
|---|----------------------------|-----------------------|------------------------|------|----------------|
| | | | лист | плод | |
| 1 | 17979 | Грузия | 3 | 2 | 9 |
| 2 | 17982 | Грузия | 2 | 2 | 14 |
| 3 | 17984 | Грузия | 2 | 2 | 13 |
| 4 | 17990 | Грузия | 2 | 2 | 14 |
| 5 | 17985 | Грузия | 2 | 2 | 15 |
| 6 | 3080 | Азербайджан | 3 | 3 | 9 |

Оценку результатов заражения проводили через 30 дней после инокуляции с использованием количественной шкалы, которая отражает площадь участков спороношения на поверхности листа (всего 6 баллов) [17]. Степень поражения изучаемых образцов сравнивали с контрольным образцом – сеянцы сорта Ренет Симиренко.

Результаты и их обсуждение

В течении двух лет исследований были проведены 3 последовательные инокуляции семей сеянцев от свободного опыления. Характер развития болезни при разных сроках заражения представлен на рисунке 1. Как видно из гистограммы в целом для всех образцов степень поражения растений возрастала с более поздним сроком инокуляции.

Наибольшее количество поражённых сеянцев было отмечено в семье от первого образца, доля поражённых растений составила почти 75 % от общего количества на момент последней в сезоне инокуляции (июнь). Также достаточно высоким оказалось кол-во поражённых сеянцев в семьях третьего и четвертого образца, 45,4 и 39,2 % соответственно. Наименьшая доля поражённых растений была отмечена в семьях сеянцев, полученных от 1 и 5 образцов, она составила около 19 % от общего количества растений на момент последней июньской инокуляции патогеном. В семье сеянцев от шестого образца количество поражённых составила 29,4 %. Доля поражённых сеянцев сорта Ренет Симиренко составила 80%.

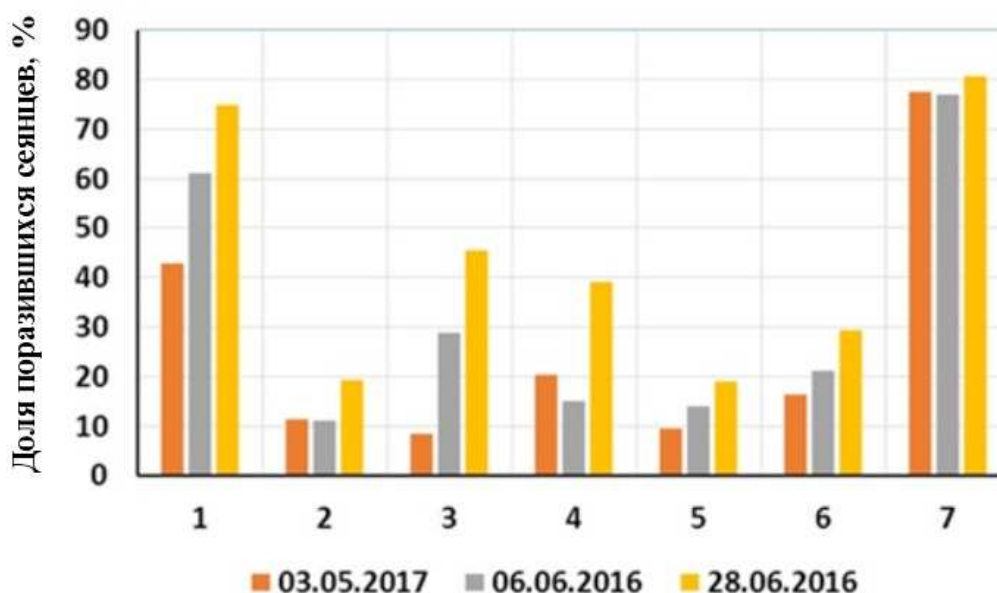


Рисунок 1 – Динамика заражения сеянцев от свободного опыления различных образцов *Malus orientalis* в зависимости от даты инокуляции паршой яблони, % поражённых растений

Темп нарастания степени заражения различных семей сеянцев в зависимости от срока инокуляции также значительно различался и в целом зависел от общей доли поражённых растений. Так для сеянцев первой и третьей семьи интенсивность нарастания количества поразившихся растений при майской и последней в сезоне инокуляцией составил около

35 %. При этом у менее поражаемых семей 2 и 5 он составил лишь 8 и 10 % соответственно.

Оценка доли пораженных растений на конкретный балл поражения также показал различия в изученных семьях сеянцев (табл. 2). Так высший балл поражения при всех сроках заражения был отмечен только в семьях сеянцев образцов 1 и 6, и на контроле.

Таблица 2 – ДОЛЯ ЗДОРОВЫХ И ПОРАЖЁННЫХ НА ИСКУССТВЕННОМ ФОНЕ СЕЯНЦЕВ РАЗЛИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ *MALUS ORIENTALIS* ОТ СВОБОДНОГО ОПЫЛЕНИЯ, % ОТ ОБЩЕГО КОЛ-ВА

| № образца | Баллы поражения | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| дата оценки 06.06.2016 | | | | | | |
| 1 | 39 | 24 | 16 | 12 | 4 | 4 |
| 2 | 90 | 7 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 69 | 22 | 6 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 79 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 86 | 8 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 78 | 15 | 4 | 2 | 0 | 1 |
| 7 - контроль | 20 | 4 | 6 | 21 | 26 | 20 |
| дата оценки 28.06.2016 | | | | | | |
| 1 | 20 | 18 | 20 | 17 | 16 | 4 |
| 2 | 82 | 11 | 7 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 53 | 20 | 22 | 2 | 2 | 0 |
| 4 | 59 | 22 | 16 | 0 | 2 | 0 |
| 5 | 81 | 15 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 71 | 16 | 10 | 2 | 1 | 0 |
| 7 - контроль | 13 | 4 | 10 | 22 | 27 | 16 |
| дата оценки 08.05.2017 | | | | | | |
| 1 | 56 | 9 | 7 | 9 | 7 | 10 |
| 2 | 96 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 90 | 2 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 78 | 10 | 6 | 2 | 2 | 0 |
| 5 | 90 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 82 | 6 | 2 | 6 | 1 | 2 |
| 7 - контроль | 16 | 10 | 12 | 8 | 18 | 29 |

При этом доля заражённых на 5 баллов сеянцев при инокуляции в начале следующего сезона, когда процент пораженных растений был невелик, увеличилась. Эта тенденция также просматривалась и на

контроле. Для семьи образца №6 на этот срок инокуляции также происходит увеличение доли заражённых растений на 4 балла. Единственная семья от образца №2 не имела растений, поражённых на 4 балла по итогам второго заражения 2016 года, остальные семьи (за исключением №1 и контроля) имели по одному или двум поразившимся сеянцам.

Количество заболевших растений на уровне трёх баллов было ощутимо высоким во всех вариантах заражения только для семьи №1 и контроля. Для остальных семей встречались 1 или 2 заражённых растения, для образца №6 несколько больше при заражении в мае 2017 года.

В целом, для всех семей, кроме 1 и контроля, основной пул поразившихся сеянцев имел поражения на 1-2 балла. Для контроля ситуация была обратная – основная масса заболевших растений были с баллом поражения 4 и 5.

Наибольшая доля здоровых растений была характерна для семей №2 и 5 и составила около 80%, в семье №6 – 71%, в семьях №3 и 4 – около 50-60%, а наименьшая в семьях контрольных образцов (№7) и № 1, где процент непоражённых растений составил от 13 до 20% (таблица 2).

Для проведения искусственного заражения лучшим, многими авторами, считается период конца весны и начала лета [17]. Это с одной стороны определяется благоприятными внешними условиями (пониженные положительные температуры воздуха, выпадение осадков и рос) для развития инфекции, а с другой отсутствием полевой устойчивости у более молодых листьев. Между тем, нами было показано на исследуемых образцах, что при относительно более поздней инокуляции её эффективность, выражающаяся в количестве поражённых растений, оказалась выше. При этом на контрольной семье мы не наблюдали развития такой тенденции, что может говорить о развитии приспособительной реакции популяции парши к относительной

устойчивости в семьях, изученных образцов *M. orientalis*. В связи со комплексностью первоначального инокулюма для заражения, в процессе развития имел место, во-первых, отбор более приспособленных биотипов парши и, во-вторых, влияние естественного инфекционного фона, развивавшегося за этот период в популяции сеянцев яблони.

Хотя сроки инокуляции были оптимальными, полученные данные указывают на необходимость проведения нескольких заражений изучаемого селекционного материала. Это позволяет приспособиться используемой популяции парши к генотипам сеянцев, нарастив долю наиболее агрессивных для растения-хозяина биотипов. В природных популяциях парши отбор наиболее агрессивных вариантов-генотипов, в течение сезона вегетации хозяина, обычная стратегия [18].

Все полученные семьи сеянцев *M. orientalis* от свободного скрещивания показали наличие устойчивости к парше яблони по сравнению с контролем. Однако степень проявления этого признака была различной во всех семьях. Наиболее устойчивые, по количеству здоровых растений, оказались семьи от родительских форм №2, 5 и 6, в меньшей мере № 4 и 3 и самые слабоустойчивые были сеянцы от свободного опыления образца *M. orientalis* № 1, в котором доля непоражённых растений оказалась самой низкой, однако это количество было также выше по сравнению с контролем. Также все семьи форм *M. orientalis* отличались от контроля и количеством слабо и сильно поражённых растений. Таким образом, все изученные формы яблони восточной показали устойчивость к парше яблони и могут быть использованы для интрогрессии интересующего признака в культурные формы яблони. Наиболее перспективными оказались образцы №2, 5 и 6.

Выводы

Было показано, что для точной выбраковки неустойчивых генотипов, в условиях Краснодарского края, необходимо проведение нескольких

последовательных заражений паршой яблони в течение мая-июня. По результатам искусственного инфекционного фона были отмечены три формы *M. orientalis* из шести изученных наиболее перспективных для интрогрессии новых генетических детерминант устойчивости в культурный генофонд яблони.

Литература

1. Якуба, Г.В. Экологизированная защита яблони от парши в условиях климатических изменений: монография / Г. В. Якуба. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013, 213 с.
2. Насонов, А. И. Парша яблони: особенности возбудителя и патогенеза / А. И. Насонов, И. И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – Вып. 5. – С. 275–285.
3. Насонов, А.И. Оценка морфолого-культуральных особенностей аскоспоровых изолятов возбудителя парши яблони / А.И. Насонов // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии наук. – Краснодар. ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2016. – Т. 9. – С. 187 – 192.
4. Насонов, А.И. Особенности генетического разнообразия *Venturia inaequalis* в садовых насаждениях Краснодарского края и республики Адыгея / А.И. Насонов, Г.В. Якуба // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии наук. – Краснодар. ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2016. – Т. 9. – С. 180 – 186.
5. Грязев В.А. Планета Земля нуждается в исцелении. Ростов на Дону, 2006. 212с.
6. Bus, V. G. M. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus* / V. G. M. Bus et al. //Annual Review of Phytopathology. – 2011. – V. 49. – P. 391–413.
7. Roberts, T. Apple scab resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is rendered ineffective by isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda* / T. Roberts, I. Crute // Norwegian Journal of Agricultural Science. – 1994. – 17, 403–406.
8. Козловская З.А. Научные основы селекции яблони для интенсивных садов Беларуси: автореф. Дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / З.А Козловская; БГСХА. – Горки, 2006. – 39 с.
9. Жданов, В.В. Отбор на дигенную устойчивость яблони к парше / В.В. Жданов, Е.Н. Седов // Генетика. 2002, 38(12): 1663-1668.
10. Барсукова, О. Н. Генофонд рода *Malus* Mill. и его иммунологическая характеристика для целей селекции: Автореф. дис. ...докт. с.-х. наук / О.Н. Барсукова. – СПб., 1993 – 48с.
11. Volk, G. M. Genetic diversity and disease resistance of wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia / G. M. Volk et al. //Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2008. – V. 133, №. 3. – P. 383-389.
12. Hanke, M. V. Collecting fruit genetic resources in the North Caucasus region / M. V. Hanke, H. Flachowsky, M. Höfer et al. //Journal fur Kulturpflanzen-Journal of Cultivated Plants. – 2012. – V. 64, №. 4. – P. 126.

13. Супрун, И.И. Эффективность отбора сеянцев яблони в школке на устойчивость к парше и мучнистой росе / И.И. Супрун, А.И. Насонов, Г.В. Якуба, Е.В. Лободина, О.Н. Барсукова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 38 (2). С. 117-129.

14. Каталог Мировой Коллекции ВИР. Виды, разновидности и формы рода *Malus Mill.* Выпуск № 781. Сост. О.Н. Барсукова, под ред. В.В. Пономаренко. 2007. – Санкт-Петербург: ГНЦ РФ ВИР. – 27 с.

15. Насонов, А.И. Использование моноаскоспоровых изолятов в популяционных исследованиях *Venturia inaequalis* / А.И. Насонов, И.И. Супрун // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства: Международный саммит молодых учёных: материалы конф. Краснодар, 26-30 июля 2016 г. – С. 124–128.

16. Насонов, А.И. Получение аскоспоровой культуры гриба *Venturia inaequalis* в лабораторных условиях / А.И. Насонов, Г.В. Якуба, И.И. Супрун // Микология и фитопатология. – 2016. – Т. 50. – № 2. – С. 131–132.

17. Жданов, В.В. Селекция яблони на устойчивость к парше / В.В. Жданов, Е.Н. Седов. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1991. – 208 с.

18. Дорожкин, Н. А. Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням / Н. А. Дорожкин, С. И. Бельская, Е. А. Волуевич и др. – Минск: Наука и техника, 1988. – 248 с.

References

1. Jakuba, G.V. Jekologizirovannaja zashhita jabloni o tparshi v uslovijah klimaticeskikh izmenenij: Monografija / G.V. Jakuba. – Krasnodar: GNUSKZNIISiV, 2013. – 213 s.

2. Nasonov, A.I. Parsha jabloni: osobennosti vozбудitelja i patogeneza / A.I. Nasonov, I.I. Suprun // Mikologija i phitopatologija. – 2015. – Т. 49. – № 5. – S. 275-285.

3. Nasonov, A.I. Ocenka morfologo-kul'tural'nyh osobennostej askosporovyh izoljatov vozбудitelja parshi jabloni / A.I. Nasonov // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdenija Severo-kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossijskoj akademii nauk. – Krasnodar. FGBNU SKZNIISiV, 2016. – Т. 9. – S. 187 – 192.

4. Nasonov, A.I. Osobennosti geneticheskogo raznoobrazija *Venturia inaequalis* v sadovyh nasazhdenijah Krasnodarskogo kraja i respubliki Adygeja / A.I. Nasonov, G.V. Jakuba // Nauchnye trudy Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdenija Severo-kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossijskoj akademii nauk. – Krasnodar. FGBNU SKZNIISiV, 2016. – Т. 9. – S. 180 – 186.

5. Grjazev V.A. Planeta Zemlja nuzhdaetsja v iscelenii. Rostov na Donu, 2006. 212s.

6. Bus, V. G. M. Revision of the nomenclature of the differential host-pathogen interactions of *Venturia inaequalis* and *Malus* / V. G. M. Bus et al. // Annual Review of Phytopathology. – 2011. – Т. 49. – С. 391–413.

7. Roberts, T. Apple scab resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is rendered ineffective by isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda* / T. Roberts, I. Crute // Norwegian Journal of Agricultural Science. – 1994. – 17, 403–406.

8. Kozlovskaja, Z.A. Nauchnye osnovy selekcii jabloni dlja intensivnyh sadov Belarusi: avtoref. Dis. ... d-ra s.-h. nauk: 06.01.05 / Z.A Kozlovskaja; BGSNA. – Gorki, 2006. – 39 s.

9. Zhdanov V.V., Sedov E.N. Otbor na digennuju ustojchivost' jabloni k parshe // Genetika. 2002.-V. 38(12).- S. 1663-1668.

10. Barsukova, O. N. Genofond roda *Malus Mill.* i ego immunologicheskaja karakteristika dlja celejselekcii: Avtoref. dis. ...dokt. s.-h. nauk / O.N. Barsukova. – SPb., 1993 – 48 s.
11. Volk, G. M. Genetic diversity and disease resistance of wild *Malus orientalis* from Turkey and Southern Russia / G. M. Volk et al. //Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2008. – T. 133. – №. 3. – С. 383-389.
12. Hanke, M. V. Collecting fruit genetic resources in the North Caucasus region / M. V. Hanke, H. Flachowsky, M. Höfer et al. //Journal fur Kulturpflanzen-Journal of Cultivated Plants. – 2012. – T. 64. – №. 4. – С. 126-133. 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.
13. Suprun, I.I. Jefferektivnost' otbora sejancev jabloni v shkolkke na ustojchivost' k parshe imuchnistoj rose / I.I. Suprun, A.I. Nasonov, G.V. Jakuba, E.V. Lobodina, O.N. Barsukova // Plodovodstvo I vinogradarstvo Juga Rossii.- 2016. -№ 38 (2).- S. 117-129.
14. Katalog Mirovoj Kollekcii VIR. Vidy, raznovidnosti I formy roda *Malus Mill.* Vypusk № 781. Sost. O.N. Barsukova, pod red. V.V. Ponomarenko. 2007. – Sankt-Peterburg: GNC RF VIR. – 27 s.
15. Nasonov, A.I. Poluchenie askosporovoj kul'tury griba *Venturia inaequalis* v laboratornyh uslovijah / A.I. Nasonov, G.V. Jakuba, I.I. Suprun // Mikologija I fitopatologija. – 2016. – T. 50. – № 2. – S. 131–132.
16. Nasonov, A.I. Ispolzovanie monoaskosporovyh izoljatov v populjacionnyh issledovanijah *Venturia inaequalis* / A.I. Nasonov, I.I. Suprun // Sovremennye reshenija v razvitii sel'skohozjajstvennoj naukie proizvodstva: Mezhdunarodnyj sammit molodyh uchjonyh: materialy konf. Krasnodar, 26-30 ijulja 2016 g. – S. 124–128.
17. Zhdanov, V.V. Selekcija jabloni na ustojchivost' k parshe / V.V. Zhdanov, E.N. Sedov. – Tula: Priok. kn. izd-vo, 1991. – 208 s.
18. Dorozhkin, N. A. Problemy immuniteta sel'skohozjajstvennyh rastenij k boleznyam / N. A. Dorozhkin, S. I. Bel'skaja, E. A. Voluevich i dr. – Minsk: Nauka i tehnika, 1988. – 248 s.