ISSN 1817-7204(print)
УДК 632.482.31:634.11

Поступила в редакцию 06.07.2016
Received 06.07.2016

З. А. Козловская, Т. А. Гашенко, Ю. Г. Кондратёнок

Институт плодоводства, Национальная академия наук Беларуси, аг. Самохваловичи, Минский район, Республика Беларусь

ВИРУЛЕНТНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ПАРШИ ЯБЛОНИ

Для защиты яблони от парши в мировом садоводстве одним из важнейших направлений является селекция и в дальнейшем возделывание устойчивых сортов. Однако в этом направлении имеется ряд недостатков, основными из которых являются длительность создания коммерчески оправданного и в то же время устойчивого сорта и проблема потери сортом устойчивости в связи с возникновением новых, более агрессивных рас патогена. В статье представлены результаты изучения вирулентности изолятов, выделенных с растений-хозяев – носителей олигогена устойчивости к парше *Rvi*6. В популяции парши яблони выявлено 14 генов вирулентности из 19 известных. Установлено увеличение генетического разнообразия популяции возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* за последние 40 лет, обусловленное качеством и количеством генотипов. В генетической структуре популяции патогена выявлены новые гены вирулентности – p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, отмечен рост количества генов вирулентности. Штаммы возбудителя парши яблони, выделенные с растений-хозяев – носителей гена *Rvi*6, различаются по своим вирулентным свойствам, а также у них имеются общие гены вирулентности по отношению к отдельным сортам-дифференциаторам. В популяции парши доминировали гены вирулентности p-1$^+$ и p-14$^+$. Выделена группа штаммов возбудителя парши, сочетающих в себе высокую вирулентность и агрессивность: BM-3, BM-9, Bsl-1, Dr-3 и Zr-4, которые следует обязательно включать в инокулюм для создания искусственного фона при проведении отборов устойчивых к парше гибридов яблони. Мониторинг генетического разнообразия вирулентности и агрессивности позволяет целенаправленно корректировать стратегию селекции яблони. Использование для создания искусственных инфекционных фонов выделенных штаммов возбудителя парши с максимальным разнообразием генов вирулентности и агрессивности позволит объективно оценить уровень устойчивости как исходных форм, так и гибридов яблони.

Ключевые слова: Venturia inaequalis, гибриды яблони, устойчивые сорта, селекция, парша, штаммы, популяция, разнообразие, гены вирулентности, агрессивность, отбор

Z. A. Kazlouskaya, T. A. Hashenka, Yu. G. Kandratsenak

Institute of Horticulture, the National Academy of Sciences of Belarus, Samokhvalovichy agrotown, Minsk District, the Republic of Belarus

VIRULENCE OF APPLE SCAB PATHOGEN POPULATION IN BELARUS

One of the most important directions for protection of apple tree against scab in the world fruitgrowing is breeding and further cultivation of resistant varieties. However, there are a number of drawbacks in this area, and the main are duration of creation of commercially relevant and at the same time sustainable variety, and the problem of variety resistance loss due to appearance of new more aggressive races of pathogen. This article presents the results of studying the virulence of isolates from host plants – apple varieties with *Rvi*6 gene of resistance to scab gene. In the apple scab population 14 virulence genes were identified of 19 known. There is an increase of the genetic diversity of populations of pathogen of apple scab – *Venturia inaequalis* in the last forty years due to quality and quantity of genotypes. The genetic structure of populations of the pathogen showed new virulence genes – p-10$^+$, p-11$^+$ and p-14$^+$, increase in the number of virulence genes was determined. The strains of the pathogen of apple scab, obtained from the host plants with Rvi6 gene, have different virulence properties, and also have common virulence genes in relation to some differentiator varieties. In the scab population genes of virulence p-1$^+$ and p-14$^+$ dominated. A group of scab pathogen strains was determined combining high virulence and aggressiveness: BM-3, BM-9, Bsl-1, Dr-3 and Zr-4, which must be included in the inoculum to create an artificial background when selecting resistant to scab apple hybrids. Monitoring of the genetic diversity of virulence and aggressiveness allows to systematically adjust the selection strategy for apple trees. Using of the defined strains of apple tree scab pathogens for creation of artificial infectious backgrounds with the maximum variety of virulence and aggressiveness genes will allow to objectively assess the stability level of both the apple tree original forms and the hybrids.

Keywords: Venturia inaequalis, apple tree hybrids, resistant varieties, breeding, scab, strains, population, diversity, virulence genes, aggressiveness, selection

© Козловская З. А., Гашенко Т. А., Кондратёнок Ю. Г., 2017

Национальная академия наук Беларуси

Наиболее действенным средством борьбы с паршой яблони является создание и культивирование устойчивых сортов. Для получения объективных данных об их устойчивости к парше необходимо проводить оценку на искусственном инфекционном фоне, что предполагает выявление и включение в состав инокулюма наиболее патогенных биотипов возбудителя болезни. Оценка на устойчивость к болезням сортов и гибридов как на естественном, так и на искусственном инфекционном фоне предполагает знание генетических особенностей не только растения-хозяина, но и патогена [1, 2]. Проведение этой работы неразрывно связано с изучением внутривидовой структуры фитопатогенных микроорганизмов, которые представлены в природе многочисленными расами и биотипами, отличающимися между собой по ряду признаков и, главное, патогенностью, которая, в свою очередь, определяется вирулентностью и агрессивностью [3]. Кроме того, знание качественного состава популяции патогена, динамики его расового состава позволяет прогнозировать развитие болезни и продолжительность сохранения устойчивости сортов. Необходимо не просто констатирование и сбор встречающихся в природных условиях рас патогенов, но и изучение, раскрытие их генетического потенциала, определение степени вирулентности [4].

Во 2-й половине XX века с помощью стандартных сортов-дифференциаторов выявлено 19 генных пар (локусов), контролирующих вирулентность *V. inaequalis* (Cooke) Wint. [5–8], и определены 2 типа реакции растений, обусловленные генами вирулентности патогена [9, 10]. О штаммовых различиях в патогенности и стабильности патогенных свойств этого гриба при культивировании писали D. H. Palmiter, M. Schmidt, J. B. Julien и L. P. S. Spangelo и др.; C. F. Rudloff, G. W. Keitt, M. H. Langford [11–16]. В условиях Республики Беларусь внутривидовой состав популяций возбудителя парши яблони в разные годы изучали Н. А. Коновалова, Л. В. Бондарь, В. С. Комардина, Т. А. Гашенко [17–23]. Была установлена внутривидовая неоднородность популяции возбудителя парши яблони, выделено 18 биотипов, различающихся культурально-морфологическими, физиологическими и биологическими особенностями, а также агрессивностью.

Внутривидовой состав популяций возбудителя парши яблони непостоянен не только в различные годы, но даже в течение вегетационного сезона, к тому же регулярно меняется и сортовой состав яблони. Современная интенсивная технология возделывания также оказывает влияние на процесс формирования внутривидового разнообразия возбудителя и усиление вредоносности болезни.

В настоящее время в зависимости от вирулентности возбудителя парши *V. inaequalis* выделяют 8 физиологических рас парши. Тем не менее, на сегодняшний день их полный спектр, способный вызвать поражение сортов яблони – носителей определенных моногенов устойчивости, окончательно не установлен [24–27]. На начало 90-х годов XX века было идентифицировано всего 5 рас парши, иммунитет к которым обеспечивал ген *Rvi*6 (*Vf*), полученный от *M.*×*floribunda* 821. С его участием в мире было создано свыше 150 сортов яблони. Появление 6-й расы парши, преодолевшей устойчивость гена *Rvi*6, а затем и обнаружение 7-й и 8-й расы привело к изменению селекционных стратегий[1]. Основным направлением селекции яблони на устойчивость к парше стал поиск новых генов устойчивости, совмещение олигогенной и полигенной устойчивости, а также двух и более главных олигогенов в одном генотипе, позволяющем создавать сорта с более стабильной, долговременной устойчивостью к патогену.

Изменчивость патогена, разнообразие генов вирулентности и возможность их постоянной рекомбинации при половом процессе является одной из причин потери устойчивости к парше современного сортимента яблони. В связи с этим в настоящее время актуально выявление генов вирулентности, присутствующих в популяции возбудителя парши яблони, и определение в ней доли каждого гена для того, чтобы контролировать состав популяции возбудителя, фиксировать появление новых генов вирулентности и целенаправленно вести превентивную селекцию яблони на иммунитет к парше [28]. Изучение генетической структуры вирулентности в популяции возбудителя парши яблони являлось одной из задач нашей работы.

В данной статье представлены результаты изучения вирулентности изолятов, выделенных с растений-хозяев – носителей олигогена устойчивости к парше *Rvi*6. Особое значение изучение вирулентности данных изолятов имеет потому, что существенное поражение паршой сортов

[1] Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1995. – 502 с.

Национальная академия наук Беларуси

яблони с данным олигогеном зафиксировано в 2009 г., хотя первое упоминание о поражении паршой данной группы сортов в полевых условиях Беларуси отмечено в 2004 г. [28]. Определение генов вирулентности позволяет контролировать состав популяции возбудителя парши, фиксировать появление новых генов вирулентности и целенаправленно вести селекционную работу на устойчивость к парше.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2011–2015 гг. в отделе селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства». Объектами исследований являлись 30 штаммов возбудителя *Venturia inaequalis*, выделенные нами с пораженных паршой плодов сортов – носителей гена *Rvi*6 яблони (*M.*×*floribunda* 821): ВМ-3, ВМ-9 (сортообразец ВМ 41497), Bsl-1, Bsl-2, Bsl-3, Bsl-4, Bsl-5 (сорт Белорусское сладкое), Dr-1, Dr-3, Dr-5, Dr-7, Dr-8 (Дарунак), N-1, N-2, N-3 (Надзейны), S-1, S-2, S-5, S-6 (Сябрына), Zr-4 (Зорка), Im-3 (Имант), Nv-3 (Нававіта), Pk-1, Pk-2 (Память Коваленко) Ps-1, Ps-2 (Поспех) и яблони домашней (*M. domestica*): An-2, An-8 (Антей), At-2, At-10 (Антоновка обыкновенная), послужившие контрольным вариантом.

Вирулентность штаммов парши изучали методом искусственного заражения 14 сортов – дифференциаторов парши яблони: McIntosh (p-1$^+$), Yellow transparent(p-1$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$), Haralson (p-2$^+$, p-4$^+$), Prary Spy (p-2$^+$, p-7$^+$), Red Astrachan (p-3$^+$), Hyslop (p-4$^+$, p-5$^+$), Golden Grimes (p-6$^+$), Dolgo (p-8$^+$), Russian seedling R-12-740-7A (p-9$^+$), Genewa (p-10$^+$, p-11$^+$), Alamata (p-14$^+$), Нора (p-14$^+$, p-15$^+$), Jay Darling (p-16$^+$, p-17$^+$), Red Silver (p-19$^+$).

Искусственное заражение проводили согласно методике, разработанной Н. А. Дорожкиным и др.[2] Суспензию конидий штаммов 30-суточного возраста готовили за 12 ч до заражения в концентрации $4{,}5 \times 10^5$ спор в 1 мл. Инокуляцию листьев проводили во II–III декадах июня. Повторность заражения – 10-кратная. Симптомы учитывали по шкале J. R. Shay и L. F. Hough[3]: 0 – внешние признаки болезни отсутствуют; 1 – мелкие точечные углубления на поверхности листа, иногда сливающиеся с образованием впадинок до 1–2 мм в диаметре; 2 – хлоротические или некротические пятна размером 2–5 мм без спороношения; 3 – некрозы со слабым спороношением; 4 – обширные, обильно спороносящие пятна. Согласно шкале, баллы 0, 1 и 2 характеризуют реакцию авирулентности (ген p$^-$), R (resistance), а баллы 3 и 4 – реакцию вирулентности (ген p$^+$), S (susceptibility). Реакцию на растениях-дифференциаторах фиксировали, если она проявлялась не менее чем в пяти случаях из десяти.

Для изучения агрессивности штаммов патогена использовали лабораторно-полевой метод в модификации Н. А. Коноваловой[4]. Агрессивные свойства изолятов выявляли методом искусственного заражения листьев яблони 8–10-суточного возраста. Листья для заражения выбирали на ростовых побегах устойчивого к парше сорта Вербнае, средневосприимчивого – сорта Антоновка обыкновенная, восприимчивого – сорта Белорусское малиновое. Повторность опыта –10-кратная. Концентрация инокулюма – 4×10^5 спор в 1 мл. Продолжительность увлажнения составляла 24 ч. Заражение проводили в саду в первую половину лета (июнь – I декада июля). Различия штаммов по агрессивности устанавливали согласно следующим показателям: продолжительность инкубационного периода, интенсивность спороношения, степень поражения. Степень поражения сортов определяли по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур[5].

Климатические условия оказывают влияние на развитие как растений-хозяев, так и их возбудителей болезней. Вегетационные периоды 2011–2014 гг. характеризовались преобладанием неустойчивой погоды с частым выпадением кратковременных дождей (средняя сумма осадков за май – август составила от 46,3 до 123,4 мм) и среднесуточной температурой (+13,9…+22,1 °С) на уровне нормы с небольшими отклонениями по декадам. Относительная средняя влажность воздуха колебалась от 61,3 до 74,3 %. Погодные условия в данный период исследований были благоприятными для эпифитотийного развития патогена *V. inaequalis*.

[2] Дорожкин, Н. А. Вирулентность штаммов возбудителя парши яблони / Н. А. Дорожкин, Л. В. Бондарь, Н. А. Коновалова // Микология и фитопатология. – 1979. – Вып. 5. – С. 401–404.

[3] Shay, J. R. Evalution of apple sead resistance in selections of *Malus* // Amer. J. Bot. – 1952. – Vol. 39, N 4. – P. 288–297.

[4] Коновалова, Н. А. Биологическая специализация возбудителя парши яблони в Белорусской ССР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Н. А. Коновалова; Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства. – Самохваловичи, 1977. – 151 с.

[5] Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИСПК; под ред. Е. Н. Седова. – Орел: ВНИСПК, 1999. – 608 с.

Национальная академия наук Беларуси

Погодные условия вегетационного периода 2015 г. не способствовали развитию парши, особенно в июне – 29 % осадков от нормы (24,8 мм). Климатические условия июля способствовали распространению парши в саду, было отмечено умеренное ее развитие, однако последовавший засушливый 40-дневный период (5,3 мм осадков, что составило 6,4 % от нормы, средняя суточная температура воздуха на 3–7 °С выше нормы) привел к депрессивному развитию парши яблони в августе–сентябре.

Результаты и их обсуждение. За период исследований (2011–2015 гг.) выделено более 200 штаммов парши с сортов и гибридов яблони различного генетического происхождения: *M.*×*domestica*, *M.*×*prunifolia*, *M. sieversii var. Niedzwetzkyana*, *M.*×*floribunda* 821, *M. coronaria*, *M. baccata*, *M. ioensis*, представляющих местную популяцию возбудителя парши яблони. Для дальнейшей работы были отобраны 30 штаммов, выделенных с наиболее распространенных в настоящее время сортов яблони. Установлено довольно значительное разнообразие состава генотипа вирулентности патогена в популяции изолятов, собранных с сортов яблони – носителей гена *Rvi*6. По результатам искусственного заражения сортов-дифференциаторов парши яблони было идентифицировано 14 генов вирулентности из 19 известных: p-1$^+$ – p-8$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$ – p-17$^+$. В данной популяции отсутствуют гены p-9$^+$ и p-19$^+$. Определение генов p-12$^+$, p-13$^+$, p-18$^+$ проводили в связи с отсутствием соответствующих сортов-дифференциаторов. Искусственное заражение листьев яблони штаммами позволило выявить наиболее вирулентные изоляты возбудителя парши и установить наличие прямой взаимосвязи между увеличением количества пораженных сортов и возрастанием числа генов вирулентности в генотипе изолята. В группе изолятов растений-хозяев с геном *Rvi*6 коэффициент корреляции составил 0,83, а в группе изолятов с контрольных сортов яблони Антоновка и Антей – 0,90 при уровне значимости $P = 0,05$ (табл. 1). Наибольшую вирулентность проявили штаммы BM-3, Dr-3, S-1 и Pk-1, у которых идентифицировано 10–12 генов вирулентности. Поражение данными штаммами наблюдалось у 7–9 сортов из 14. По 7–9 генов выявлено у штаммов BM-9, Bsl-1, Bsl-2, Dr-1, Dr-7, N-1, N-2, N-3, S-2, S-5, Zr-4, Nv-3, Ps-1. Наименьшее количество генов вирулентности (от 4 до 6) определено у штаммов Bsl-3, Bsl-4, Bsl-5, Dr-5, Dr-8, S-6, Im-3, Pk-2, Ps-2, которыми поражено 3–5 сортов из инокулированных. Такое увеличение количества генов вирулентности свидетельствует о росте генетического разнообразия популяции.

По составу генов вирулентности исследуемые штаммы парши отличались большим разнообразием. Штаммов с одинаковым генотипом не выявлено. Высокая гетерогенность по составу вирулентности отмечена у штаммов, выделенных с растений-хозяев – сортов Белорусское сладкое и Дарунак. Штаммы отличались друг от друга количеством и составом генов.

Установлено, что наиболее распространенными генами вирулентности являются p-1$^+$ и p-14$^+$ – они выявлены у 81–88 % исследованных штаммов. Распространенность генов p-2$^+$, p-6$^+$ и p-15$^+$ составила 77 %, p-4$^+$ и p-7$^+$ – 62 и 58 %, p-10$^+$ и p-11$^+$ – 50 %. Реже встречаются штаммы с генами p-17$^+$ (15 %), p-5$^+$ (19 %), p-16$^+$ – 27 %, p-8$^+$ (28 %) и p-3$^+$ (46 %) (рис. 1).

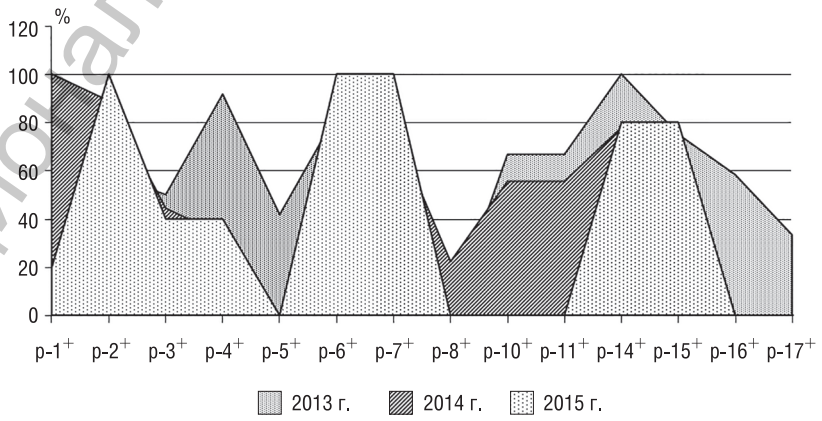

Рис. 1. Динамика состава генов вирулентности у штаммов, выделенных с сортов – носителей гена *Rvi*6

Fig. 1. Dynamics of virulence gene composition in strains obtained from varieties – carriers of *Rvi6* gene

Национальная академия наук Беларуси

Таблица 1. **Состав генов вирулентности моноспоровых изолятов парши яблони, выделенных с сортов яблони – носителей олигогена устойчивости *Rvi*6**

Table 1. **Composition of virulence genes of monospore isolates of apple scab, obtained from apple varieties–carriers of oligogene *Rvi*6**

Изолят	Растение-хозяин	Генотип вирулентности	Количество генов	Количество пораженных сортов
BM-3	BM 41497	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-5$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$	10	8
BM-9	BM 41497	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-5$^+$, p-6$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	8	8
Bsl-1	Белорусское сладкое	p-1$^+$, p-4$^+$, p-5$^+$, p-6$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$	7	8
Bsl-2	Белорусское сладкое	p-1$^+$, p-2$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	8	5
Bsl-3	Белорусское сладкое	p-1$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	5	4
Bsl-4	Белорусское сладкое	p-1$^+$, p-2$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$	4	3
Bsl-5	Белорусское сладкое	p-2$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	5	3
Dr-1	Дарунак	p-1$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-14$^+$, p-16$^+$, p-17$^+$	7	6
Dr-3	Дарунак	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$, p-17$^+$	12	8
Dr-5	Дарунак	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$	6	5
Dr-7	Дарунак	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	7	5
Dr-8	Дарунак	p-2$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	6	4
N-1	Надзейны	p-1$^+$, p-2$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	8	6
N-2	Надзейны	p-1$^+$, p-2$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$, p-17$^+$	8	7
N-3	Надзейны	p-1$^+$, p-6$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$	7	6
S-1	Сябрына	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$,p-16$^+$, p-17$^+$	10	7
S-2	Сябрына	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$	9	7
S-5	Сябрына	p-1$^+$, p-4$^+$, p-5$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$	8	8
S-6	Сябрына	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$	6	5
Zr-4	Зорка	p-1$^+$, p-4$^+$, p-5$^+$, p-6$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	7	7
Im-3	Имант	p-1$^+$, p-2$^+$, p-7$^+$, p-8$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	6	4
Nv-3	Нававіта	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	8	6
Pk-1	Память Коваленко	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-7$^+$, p-8$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	10	9
Pk-2	Память Коваленко	p-2$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	5	3
Ps-1	Поспех	p-1$^+$, p-2$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	8	6
Ps-2	Поспех	p-2$^+$, p-3$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$	6	4
r=0,83 p= 0,05				
An-2	Антей	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-16$^+$, p-17$^+$	11	8
An-8	Антей	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-4$^+$, p-6$^+$, p-7$^+$, p-8$^+$	7	6
At-2	Антоновка	p-1$^+$, p-2$^+$, p-3$^+$, p-7$^+$, p-10$^+$, p-11$^+$, p-14$^+$, p-15$^+$, p-16$^+$, p-17$^+$	10	6
At-10	Антоновка	p-1$^+$, p-3$^+$, p-6$^+$, p-8$^+$	4	4
r = 0,90 p = 0,05				

Анализ динамики частоты встречаемости генов вирулентности показал варьирование ее по годам исследований. Максимальной частотой встречаемости и насыщенностью отличались популяции парши в 2013–2014 гг., что обусловлено благоприятными для развития парши климатическими условиями. В засушливом 2015 г. наблюдалась депрессия парши, что нашло отражение в снижении как количества идентифицированных генов вирулентности, так и частоты их встречаемости (см. рис. 1).

При селекции растений на устойчивость к парше важно выявить наиболее вирулентные штаммы гриба [3]. Анализ генотипов штаммов возбудителя парши, использованных для искусственного заражения, показал, что по сравнению с предыдущими исследованиями (1979) произошло значительное их обогащение генами вирулентности. Если в 1975–1979 гг. в составе одного генотипа возбудителя парши определялось максимум 4 гена вирулентности, то по нашим данным в геноме исследованных штаммов их количество возросло до 12. Увеличение генетического разнообразия возбудителя парши свидетельствует о благоприятных условиях для изменчиво-

Национальная академия наук Беларуси

сти, приспособляемости, появлении новых биотипов и наличии разнообразия растений-хозяев. Преодоление устойчивости ранее иммунных к парше сортов яблони свидетельствует о появлении вирулентных штаммов парши, способных поражать широкий спектр сортов.

Наряду с вирулентностью, важной качественной характеристикой штамма возбудителя, определяющей способность поражать определенные сорта или виды растений, изучали и агрессивность выделенных штаммов парши, что имеет особое значение для селекции устойчивых сортов и оценки исходного материала. Агрессивность оценивали путем искусственного заражения сортов-стандартов по поражаемости паршой: Вербнае, Антоновка обыкновенная и Белорусское малиновое. По результатам изучения агрессивности были выделены штаммы высоко агрессивные, характеризующиеся коротким инкубационным периодом, высокими баллами спороношения и степенью поражения сортов-стандартов. Это штаммы, выделенные с сортов ВМ41497 – BM-3, BM-9, Белорусское сладкое – Bsl-1, Bsl-3, Bsl-4, Дарунак – Dr-1, Dr-3, Зорка – Zr-4, Антоновка – At-10 (табл. 2).

Таблица 2. **Агрессивность штаммов *V. inaequalis* на сортах яблони домашней разной степени устойчивости, 2011–2015 гг.**

Table 2. **Aggressiveness of *V. inaequalis* strains on apple varieties of different resistance degree, 2011–2015**

Штамм	Продолжительность инкубационного периода, сут			Интенсивность спороношения, баллы			Максимальный балл поражения		
	Вербнае	Антоновка обыкновенная	Белорусское малиновое	Вербнае	Антоновка обыкновенная	Белорусское малиновое	Вербнае	Антоновка обыкновенная	Белорусское малиновое
BM-3	12	12	5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
BM-9	12	12	5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bsl-1	12	5	5	2,0	1,0	3,0	2,0	3,0	3,0
Bsl-2	12	12	5	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
Bsl-3	12	12	5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
Bsl-4	12	12	5	2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	4,0
Bsl-5	0	12	5	0	1,0	1,0	0	1,0	1,0
Dr-1	12	12	5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
Dr-3	12	5	5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
Dr-5	12	12	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Dr-7	12	5	5	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0
Dr-8	–	5	5	0	1,0	1,0	0	1,0	1,0
Im-3	12	12	5	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
N-1	12	5	5	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	3,0
N-2	–	12	5	0	1,0	1,0	0	1,0	1,0
N-3	12	12	5	2,0	1,0	3,0	2,0	1,0	3,0
Nv-3	–	–	5	0	0	1,0	0	0	1,0
Pk-1	12	12	5	1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	3,0
Pk-2	12	5	5	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0
Ps-1	–	–	5	0	0	2,0	0	0	2,0
Ps-2	12	5	12	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0
S-1	12	12	5	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0
S-2	12	5	5	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0
S-5	12	12	5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0
S-6	12	12	5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Zr-4	12	5	5	1,0	1,0	3,0	2,0	2,0	4,0
An-2	12	5	5	1,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0
At-10	5	5	5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
At-8	–	12	5	0	1,0	1,0	0	1,0	1,0

Национальная академия наук Беларуси

К слабо агрессивным штаммам были отнесены изоляты Bsl-5, Dr-8, N-2, Nv-3, Ps-1, S-6, At-8, характеризующиеся минимальным баллом спороношения либо его отсутствием, слабым поражением или его отсутствием. Остальные штаммы определены как средне агрессивные по промежуточному значению продолжительности инкубационного периода, интенсивности спороношения и степени поражения растений паршой.

Сопоставляя данные по вирулентности и агрессивности исследованных штаммов парши установлено, что не все высоко вирулентные штаммы являются высоко агрессивными. Выделена группа штаммов возбудителя парши, сочетающих в себе высокую вирулентность и агрессивность: BM-3, BM-9, Bsl-1, Dr-3 и Zr-4, которые следует обязательно включать в инокулюм для создания искусственного фона при проведении отборов устойчивых к парше гибридов яблони.

Выводы

1. В популяции парши яблони выявлено 14 генов вирулентности из 19 известных. Установлено увеличение генетического разнообразия популяции возбудителя парши яблони – *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. за последние 40 лет, обусловленное качеством и количеством генотипов. В генетической структуре популяции патогена выявлены новые гены вирулентности – p-10^{+}, p-11^{+}, p-14^{+}, отмечено увеличение количества генов вирулентности в составе одного генотипа. Большинство изученных нами штаммов имели в своем генотипе 5–12 генов вирулентности каждый, тогда как в конце 70-х гг. XX века их количество не превышало 4.

2. Штаммы возбудителя парши яблони, выделенные с растений-хозяев – носителей гена *Rvi*6, различаются по своим вирулентным свойствам, в то же время у них есть и общие гены вирулентности по отношению к отдельным сортам-дифференциаторам. В популяции парши доминировали гены вирулентности p-1^{+} и p-14^{+}.

3. В популяции наблюдается накопление генов вирулентности в пределах одного генотипа, что делает штаммы возбудителя парши способными поражать все большее количество сортов с различными типами устойчивости к заболеванию, что объясняет ежегодные эпифитотии парши.

4. Выделена группа штаммов возбудителя парши, сочетающих в себе высокую вирулентность и агрессивность: BM-3, BM-9, Bsl-1, Dr-3 и Zr-4, которые следует обязательно включать в инокулюм для создания искусственного фона при проведении отборов устойчивых к парше гибридов яблони.

Список использованных источников

1. *Вавилов, Н.И.* Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов. – М. : Наука, 1986. – 520 с.

2. Ван дер Планк, Я. Устойчивость растений к болезням / Я. Ван дер Планк ; пер. с англ. Н.А. Емельянова ; ред. и предисл. К.М. Степанов. – М. : Колос, 1972. – 253 с.

3. *Дорожкин, Н.А.* Вирулентность штаммов возбудителя парши яблони / Н.А. Дорожкин, Л.В. Бондарь, Н.А. Коновалова // Микология и фитопатология. – 1979. – №5. – С. 401–404.

4. *Гашенко, Т.А.* Вирулентность штаммов *Venturia inaequalis* / Т.А. Гашенко, Ю.Г. Кондратенок, З.А. Козловская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XVII Междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 14 марта 2014 г.) / Гродн. гос. аграр. ун-т ; редкол.: В.К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2014. – [Вып.] : Агрономия. Защита растений. – С. 192–194.

5. *Boone, D.M.* Venturia inaequalis (Cke.) Wint. XII. Genes controlling pathogenicity of wild-type lines / D.M. Boone, G.W. Keitt // Phytopathology. – 1957. – Vol. 47, №7. – P. 403–409.

6. *Williams, E.B.* The relationship of genes for pathogenicity and certain other characters in *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint / E.B. Williams, J.R. Shay // Genetics. – 1957. – Vol. 42, №6. – P. 704–711.

7. *Bagga, H.S.* Genes in Venturia inaequalis controlling pathogenicity to crabapples / H.S. Bagga, D.M. Boone // Phytopathology. – 1968. – Vol. 58, №8. – P. 1176–1182.

8. *Williams, E.B.* Resistance in malus to *Venturia inaequalis* / E.B. Williams, J. Kuc // Annu. Rev. of Phytopathology. – 1969. – Vol. 7. – P. 223–246. doi: 10.1146/annurev.py.07.090169.001255.

9. *Dayton, D.F.* Additional allelic genes in Malus for scab resistance of two reaction types / D.F. Dayton, E.B. Williams // J. of the Amer. Soc. of Horticultural Science. – 1970. – Vol. 95, №6. – P. 735–736.

10. *Седов, Е.Н.* Устойчивость яблони к парше: сорта и селекция / Е.Н. Седов, В.В. Жданов. – Орел : Приок. кн. изд-во, Орлов. отд-ние, 1983. – 114 с.

11. *Palmiter, D.H.* Variability in monoconidial cultures of *Venturia inaequalis* / D.H. Palmiter // Phytopathology. – 1934. – Vol. 24, №1. – P. 22–47.

Национальная академия наук Беларуси

12. *Schmidt, M. Ventura inaequalis* (Cooke) Aderhold. V. Weitere Untersuchungen über die auf verschiedenen Bäumen lebenden Populationen des Apfelschorfpilzes / M. Schmidt // Gartenbauwiss. – 1936. – Vol. 10. – P. 422–427.

13. *Julien, J.B.* Physiological races of Venturia inaequalis / J.B. Julien, L.P.S. Spangelo // Canad. J. of Plant Science. – 1957. – Vol. 37, №2. – P. 102–107.

14. *Rudloff, C.F. Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold. III. Zur Formenmannigfaltigkeit des Pilzes / C.F. Rudloff // Gartenbauwiss. – 1934. – Vol. 9. – P. 105–119.

15. *Keitt, G.W.* Venturia inaequalis (Cke.) Wint. I. A groundwork for genetic studies / G.W. Keitt, M.H. Langford // Amer. J. of Botany. – 1941. – Vol. 28, №9. – P. 805–820. doi: 10.2307/2436667.

16. *Дорожкин, Н.А.* Агрессивность штаммов возбудителя парши яблони в Беларуси / Н.А. Дорожкин, Л.В. Бондарь, Н.А. Коновалова // Плодоводство : межведомств. темат. сб. / Белорус. науч.-исслед. ин-т картофелеводства и плодоовощеводства. – Минск, 1977. – Вып. 3. – С. 125–131.

17. *Бондарь, Л.В.* Внутривидовая неоднородность Venturia inaequalis (Cooke) Wint. – возбудителя парши яблони / Л.В. Бондарь, Н.А. Коновалова // Материалы республиканской конференции по защите растений / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений ; редкол.: А.Л. Амбросов [и др.]. – Минск, 1975. – С. 68–70.

18. *Бондарь, Л.В.* Сравнительное изучение популяции возбудителя парши яблони по морфологическим признакам / Л.В. Бондарь // Защита растений : сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Минск, 1988. – Вып. 13. – С. 21–25.

19. *Дичковская, В.С.* Культурально-морфологические свойства возбудителя парши яблони *Venturia inaequalis* (Cooke.) Wint. (конидиальная стадия *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.) / В.С. Дичковская // Итоги и перспективы развития плодоводства и овощеводства : материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Горки, 21–23 авг. 2001 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; ред.: А.Р. Цыганов [и др.]. – Горки, 2001. – С. 181–185.

20. *Комардина, В.С.* Особенности культурально-морфологических признаков возбудителя парши *Venturia inaequalis* (Coock.) Wint. (конидиальная стадия *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuck.), выделенных из садов различных типов / В.С. Комардина // Защита растений : сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30, ч. 2. – С. 121–129.

21. *Козловская, З.А.* Внутривидовая неоднородность Venturia inaequalis – возбудителя парши яблони / З.А. Козловская, Т.А. Гашенко // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2009. – №4. – С. 97–100.

22. The *Rvi*15 (Vr2) apple scab resistance locus contains three TIR-NBS-LRR genes / P. Galli [et al.] // Molecular Plant Microbe Interactions. – 2010. – Vol. 23, №5. – P. 608–617. doi: 10.1094/MPMI-23-5-0608.

23. A new race of Venturia inaequalis virulent to apples with resistance due to the Vf gene / L. Parisi [et al.] // Phytopathology. – 1993. – Vol. 83, №5. – P. 533–537. doi:10.1094/Phyto-83-533.

24. The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple / V. Bus [et al.] // Molecular Breeding. – 2005. – Vol. 15, №1. – P. 103–116. doi: 10.1007/s11032-004-3609-5.

25. *Benaouf, G.* Genetics of host-pathogen relationships between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and Malus Species / G. Benaouf, L. Parisi // Phytopathology. – 2000. – Vol. 90, №3. – P. 236–242.

26. *Козловская, З.А.* Селекция яблони в Беларуси / З.А. Козловская. – Минск : Беларус. навука, 2015. – 457 с.

27. *Shay, J.R.* Evalution of apple scab resistance in selections of Malus / J.R. Shay, L.F. Hough // Amer. J. of Botany. – 1952. – Vol. 39, №4. – P. 288–297. doi: 10.2307/2438539.

References

1. Vavilov N.I. *Immunitet rasteniy k infektsionnym zabolevaniyam* [Immunity of plants to infectious diseases]. Moscow, Science Publ., 1986. 520 p.

2. Van der Plank J.E. Disease resistance in plants. Academic Press, New York, 1968. 206 p. (Russ. ed.: Van der Plank, Ya. Ustoychivost' rasteniy k boleznyam. Moscow, Kolos Publ., 1972. 253 p.

3. Dorozhkin N.A., Bondar' L.V., Konovalova N.A. *Virulentnost' shtammov vozbuditelya parshi yabloni* [Strains virulence of scab pathogen of apple]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and Phytopathology], 1979, no. 5, pp. 401–404.

4. Gashenko T.A., Kondratenok Yu.G., Kozlovskaya Z.A. *Virulentnost' shtammov Venturia inaequalis* [Venturia inaequalis strains virulence]. *Sovremennye tekhnologii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statey po materialam XVII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferenii (Grodno, 14 marta 2014 g.)* [Modern technologies of agricultural production: collection of scientific articles on the materials of the XVII International scientific and practical conference (Grodno, March 14, 2014)]. Grodno, 2014, pp. 192–194.

5. Boone D.M., Keitt G.W. Venturia inaequalis (Cke.) Wint. XII. Genes controlling pathogenicity of wild-type lines. *Phytopathology*, 1957, vol. 47, no. 7, pp. 403–409.

6. Williams E.B., Shay J.R. The relationship of genes for pathogenicity and certain other characters in *Venturia Inaequalis* (Cke.) Wint. *Genetics*, 1957, vol. 42, no. 6, pp. 704–711.

7. Bagga H.S., Boone D.M. Genes in *Venturia inaequalis* controlling pathogenicity to crabapples. *Phytopathology*, 1968, vol. 58, no. 8, pp. 1176–1182.

8. Williams E.B., Kuc J. Resistance in malus to *Venturia inaequalis*. *Annual Review of Phytopatholo*gy, 1969, vol. 7, pp. 223–246. doi: 10.1146/annurev.py.07.090169.001255.

9. Dayton D.F., Williams E.B. Additional allelic genes in *Malus* for scab resistance of two reaction types. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 1970, vol. 95, no. 6, pp. 735–736.

Национальная академия наук Беларуси

10. Sedov E.N., Zhdanov V.V. *Ustoychivost' yabloni k parshe: sorta i selektsiya* [Resistance of apple to scab: varieties and breeding]. Orel: Priokskoe Book Publisher, 1983. 114 p. (In Russian).

11. Palmiter D.H. Variability in monoconidial cultures of Venturia inaequalis. *Phytopathology*, 1934, vol. 24, no. 1, pp. 22–47.

12. Schmidt M. *Ventura inaequalis* (Cooke) Aderhold. V. Weitere Untersuchungen iiber die aufverschiedenen Baumen lebenden Populationen des Apfelschorfes. *Gartenbauwissenschaft*, 1936, vol. 10, pp. 422–427.

13. Julien J.B., Spangelo L.P.S. Physiological races of *Venturia inaequalis. Canadian Journal of Plant Science,* 1957, vol. 37, no. 2, pp. 102–107. doi: 10.4141/cjps57-012.

14. Rudloff C.F. Venturia inaequalis (Cooke) Aderhold. III. Zur Formenmannigfaltigkeit des Pilzes. *Gartenbauwissenschaft*, 1934, vol. 9, pp. 105–119.

15. Keitt G.W., Langford M.H. *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. I. A groundwork for genetic studies. *American Journal of Botany*, 1941, vol. 28, no. 9, pp. 805–820. doi: 10.2307/2436667.

16. Dorozhkin N.A., Bondar' L.V., Konovalova N.A. *Agressivnost' shtammov vozbuditelya parshi yabloni v Belarusi* [Strains aggressiveness of scab pathogen of apple in Belarus]. *Plodovodstvo: mezhvedomstvennyy tematicheskiy sbornik* [Fruit: an inter-ministerial thematic collection]. Minsk, 1977, no. 3, pp. 125–131. (In Russian).

17. Bondar' L.V., Konovalova N.A. *Vnutrividovaya neodnorodnost' Venturia inaequalis (Cooke) Wint. – vozbuditelya parshi yabloni* [Intraspecies heterogeneity of Venturia inaequalis (Cooke) Wint. – apple scab pathogen]. *Materialy respublikanskoy konferentsii po zashchite rasteniy* [Materials of the republican conference on plant protection]. Minsk, 1975, pp. 68–70.

18. Bondar' L.V. *Sravnitel'noe izuchenie populyatsii vozbuditelya parshi yabloni po morfologicheskim priznakam* [Comparative study of populations of apple scab pathogen on morphological properties]. *Zashchita rasteniy: sbornik nauchnykh trudov* [Plant Protection: a collection of scientific papers]. Minsk, 1988, no. 13, pp. 21–25. (In Russian).

19. Dichkovskaya V.S. *Kul'tural'no-morfologicheskie svoystva vozbuditelya parshi yabloni Venturia inaequalis (Cooke.) Wint. (konidial'naya stadiya Fusicladium dendriticum (Wallr.) Fuck.)* [Culture and morphological properties of apple scab pathogen Venturia inaequalis (Cooke.) Wint. (Conidial stage Fusicladium dendriticum (Wallr) Fuck.)] *Itogi i perspektivy razvitiya plodovodstva i ovoshchevodstva: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, g. Gorki, 21–23 avgusta 2001 g.* [Results and prospects of the development of fruit and vegetable growing: materials of the international scientific-practical conference, Gorki, 21-23 August 2001]. Gorki, 2001, pp. 181–185. (In Russian).

20. Komardina V.S. *Osobennosti kul'tural'no-morfologicheskikh priznakov vozbuditelya parshi Venturia inaequalis (Coock.) Wint. (konidial'naya stadiya Fusicladium dendriticum (Wallr.) Fuck.), vydelennykh iz sadov razlichnykh tipov* [Peculiarities of culture and morphological characteristics of scab pathogen Venturia inaequalis (Coock.) Wint. (Conidial stage Fusicladium dendriticum (Wallr) Fuck), identified from different types of gardens]. *Zashchita rasteniy: sbornik nauchnykh trudov* [Plant Protection: a collection of scientific papers]. Minsk, 2006, no. 30, pt. 2, pp. 121–129. (In Russian).

21. Kozlovskaya Z.A., Gashenko T.A. *Vnutrividovaya neodnorodnost' Venturia inaequalis – vozbuditelya parshi yabloni* [Intraspecies heterogeneity of Venturia inaequalis - apple scab pathogen]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy], 2009, no. 4, pp. 97–100. (In Russian).

22. Gaiii P., Broggini G.A.L., Gessler C., Patocchi A. The *Rvi*15 (Vr2) apple scab resistance locus contains three TIR-NBS-LRR genes. *Molecular Plant Microbe Interactions*, 2010, vol. 23, no. 5, pp. 608–617. doi: 10.1094/MPMI-23-5-0608.

23. Parisi L., Lespinasse Y., Guillaumes J., Kruger J. A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apples with resistance due to the *Vf* gene. *Phytopathology,* 1993, vol. 83, no. 5, pp. 533–537. doi:10.1094/Phyto-83-533.

24. Bus V.G.M., Rikkerink E.H.A., Weg van de W.E., Rusholme R.L., Gardiner S.E., Bassett H.C.M., Kodde L.P., Parisi L., Laurens F.N.D., Meulenbroek E.J., Plummer K.M. The Vh2 and Vh4 scab resistance genes in two differential hosts derived from Russian apple R12740-7A map to the same linkage group of apple. *Molecular Breeding*, 2005, vol. 15, no. 1, pp. 103–116. doi: 10.1007/s11032-004-3609-5.

25. Benaouf G., Parisi L. Genetics of host-pathogen relationships between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and Malus Species. *Phytopathology*, 2000, vol. 90, no. 3, pp. 236–242. doi: 10.1094/PHYTO.2000.90.3.236.

26. Kozlovskaya Z.A. *Selektsiya yabloni v Belarusi* [Apple breeding in Belarus]. Minsk, Belarusian Science Publ., 2015. 457 p. (In Russian).

27. Shay J.R., Hough L.F. Evalution of apple sead resistance in selections of *Malus. American Journalof Botany*, 1952, vol. 39, no. 4, pp. 288–297.

Информация об авторах

Козловская Зоя Аркадьевна – доктор с.-х. наук, профессор, заведующая отделом селекции плодовых культур, Институт плодоводства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ковалева, 2, 223013 аг. Самохваловичи, Минский р-н, Республика Беларусь). E-mail: zoya-kozlovskaya@tut.by

Гашенко Татьяна Александровна – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции плодовых культур, Институт плодоводства, (ул. Ковалева, 2, 223013 аг. Самохваловичи, Минский р-н, Республика Беларусь). E-mail: tanya_gashenko@tut.by

Information about the author

Kazlouskaya Zoya A. – D.Sc. (Agricultural), Professor. The Institute of Horticulture, the National Academy of Sciences of Belarus (2 Kovaleva Str., Samokhvalovichy agrotown 223013, Minsk District, Republic of Belarus). E-mail: zoya-kozlovskaya@tut.by

Hashenka Tatiana A. – Ph.D. (Agricultural). The Institute of Horticulture, the National Academy of Sciences of Belarus (2 Kovaleva Str., Samokhvalovichy agrotown 223013, Minsk District, Republic of Belarus). E-mail: tanya_gashenko@tut.by

Национальная академия наук Беларуси

Кондратёнок Юлия Георгиевна – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник отдела селекции плодовых культур, Институт плодоводства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Ковалева, 2, 223013 аг. Самохваловичи, Минский р-н, Республика Беларусь). E-mail: sail9@tut.by

Для цитирования

Козловская, З. А. Вирулентность популяции возбудителя парши яблони / З. А. Козловская, Т. А. Гашенко, Ю. Г. Кондратёнок // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – №2. – С. 60–69.

Kandratsenak Yuliya G. – Ph. D. (Agricultural). The Institute of Horticulture, the National Academy of Sciences of Belarus (2 Kovaleva Str., Samokhvalovichy agrotown 223013, Minsk District, Republic of Belarus). E-mail: sail9@tut.by

For citation

Kazlouskaya Z.A., HashenkA T.A., Kandratsenak Yu.G. Virulence of apple scab pathogen population in Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series], 2017, no 3, pp. 60–69.

Национальная академия наук Беларуси