

Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий

Якуба Г.В.[✉], Мищенко И.Г.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

[✉]galyayaku@gmail.com

Аннотация. В насаждениях плодовых культур Юга России под влиянием усиления воздействия средовых факторов отмечается учащение эпифитотий доминантных фитопатогенов, увеличение численности и распространенности ранее экономически малозначимых видов. Интенсивное использование фунгицидов снизило уровень саморегуляции агроэкосистем и привело к уменьшению численности полезных видов микрофлоры, нарушению устойчивости микробиосистем, появлению более устойчивых штаммов фитопатогенов. Для предотвращения фитосанитарной дестабилизации актуальной является разработка адаптивного управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов на основе современных данных об особенностях функционирования микопатокомплексов. Целью работы являлось выявление особенностей формирования функциональной структуры микопатокомплексов наземной части яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий. Исследования выполнены в 2019-2021 гг. методами маршрутных обследований, лабораторных анализов с использованием общепринятых и адаптированных методик. Установлено, что общими особенностями формирования функциональной структуры микопатоценозов яблони и сливы являются: возрастание вредоносности заболеваний – расширение ареалов; освоение новых субстратов; все более ранние сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях; образование новых патокомплексов; увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов: на яблоне – микозных усыханий, на сливе – ржавчины, полистигмоза, «кармашек»; возрастание численности факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов при массовом повреждении деревьев морозами и повышенном температурном режиме в зимний период. Отмечено появление на сливе новых для Краснодарского края видов патогенов (*Transchelia discolor* (Fuck.), *Septoria pruni* Ell., *Ascochyta* sp., *Viscum album*); смещение сроков наибольшей вредоносности кластероспориоза, монилиоза и полистигмоза к более ранним. Для разработки адаптивного управления фитосанитарным состоянием насаждений яблони и сливы в условиях изменения климата необходимо учитывать следующие параметры: наличие грибных ассоциаций и сроки их образования; наличие на деревьях повреждений аномально низкой температурой, что приводит к возрастанию в микопатоценозе доли факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов.

Ключевые слова: яблоня; слива; микопатоценоз; микопатокомплекс; управление.

Для цитирования: Якуба Г.В., Мищенко И.Г. Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):160-165. DOI 10.35547/IM.2022.92.33.010

O R I G I N A L R E S E A R C H

Peculiarities in the formation of functional structure of apple and plum tree mycopathocomplexes in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact

Yakuba G.V.[✉], Mishchenko I.G.

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

[✉]galyayaku@gmail.com

Abstract. In plantations of fruit crops in the South of Russia, under the influence of increased environmental factors, there is an increase in epiphytoticies of dominant phytopathogens, an increase in the number and prevalence of previously economically insignificant species. Intensive use of fungicides reduced the level of self-regulation of agroecosystems and led to a decrease in the number of beneficial microflora species, disruption of microbiosystem stability, and the emergence of more resistant strains of phytopathogens. To prevent phytosanitary destabilization, the development of adaptive management of phytosanitary condition of agrobiocenoses based on modern data on peculiarities of mycopathocomplex functioning is relevant. The aim of the work was to identify peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocomplexes of aerial part of apple and plum trees in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact. The studies were carried out in 2019-2021 by methods of route examinations, laboratory tests using generally accepted and adapted techniques. It was established that general peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocenoses of apple and plum trees are: increasing harmfulness of diseases – range expansion; development of new substrates; ever earlier dates for the formation of pathogen aggregations on leaves; formation of new pathocomplexes; an increase in the number of typical, but previously rarely found species: on apple trees - mycotic shrinkage, on plum trees – rust, polystigmosis, "sharka"; an increase in the number of facultative-saprotrophic and facultative-parasitic species with mass damage to trees by frost and an increased temperature regime in winter. Appearance of new for the Krasnodar Territory species of pathogens (*Transchelia discolor* (Fuck.), *Septoria pruni* Ell., *Ascochyta* sp., *Viscum album*) on plum trees is noted; shifting the time of the maximum harmfulness of clusterosporiosis, moniliosis and polystigmosis to earlier dates is observed. In order to develop the adaptive management of phytosanitary condition of apple and plum plantations in the face of climate change, it is necessary to take into account the following parameters: presence of fungal aggregations and time of their formation; presence of damage on trees due to the abnormally low temperature, which leads to an increase in the proportion of facultative-saprotrophic and facultative-parasitic species in mycopathocenosis.

Key words: apple tree; plum tree; mycopathocenosis; mycopathocomplex; management.

For citation: Yakuba G.V., Mishchenko I.G. Peculiarities in the formation of functional structure of apple and plum tree mycopathocomplexes in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):160-165 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.92.33.010

Введение

Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, оказывают воздействие на процессы, происходящие в биосфере, в результате чего формируются организмы, приспособленные к новым абиотическим условиям. В агробиоценозах большинства сельскохозяйственных культур, как монодоминантных системах, возрастает плотность популяций и вредоносность ряда возбудителей фитопатогенов, расширяются зоны вредоносности, интенсивно формируются группы доминантных и супердоминантных видов, активизируются микроэволюционные процессы в популяциях [1]. Многие исследователи отмечают появление новых взаимоотношений между растением-хозяином и патогенным микромицетом, который стремится выжить в изменившихся условиях. Так, в США теплые зимы способствовали увеличению распространения грибов из родов *Alternaria*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Erysiphe*, *Phomopsis*, *Septoria*, *Venturia* [2]; в Западной Европе появились более агрессивные расы ржавчины, усилилась вредоносность возбудителей монилиоза плодовых культур – грибов *Monilinia fructicola* (G. Wint) Honey, *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *Monilia fructigena* (Pers.) Honey [3]. На косточковых культурах Белоруссии, Украины, Узбекистана отмечено возрастание вредоносности *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B. Ellis., возбудителя одного из доминирующих заболеваний – кластероспориоза, лимитирующими факторами развития которого являются температура воздуха и влажность [4-6]. В насаждениях многолетних культур Юга России под влиянием усиления воздействия средовых факторов отмечаются тенденции на формирование на различных органах деревьев ассоциаций грибов, учащение эпифитотий доминантных фитопатогенов, не просто увеличение численности и распространенности ранее мало распространенных и (или) экономически мало значимых видов, но и появление очагов эпифитотий вызываемых ими заболеваний [7, 8, 9].

В то же время на современном этапе мировое сельское хозяйство все чаще сталкивается с различными проблемами экологического и фитосанитарного характера, связанными с длительным и часто неоправданно интенсивным применением химических пестицидов [10]. Использование в системах защиты фунгицидов, зачастую с нарушением регламентов их применения, а также без учета изменений, происходящих под влиянием новых условий среды, в значительной степени снизило уровень саморегуляции агроэкосистем и привело к их обеднению вследствие уменьшения численности полезных видов микрофлоры, и, как следствие, к нарушению устойчивости микробиосистем, изменению характера инфицирования органов растений; негативным изменениям иммунного статуса возделываемых и размножаемых растений, а также появлению более устойчивых штаммов фитопатогенов [10, 11, 12]. В трансформирующихся условиях среды для предотвращения фитосанитарной дестабилизации актуальной является разработка адаптивного управления фитосанитарным состояни-

ем агробиоценозов на основе современных данных об особенностях функционирования микопатоккомплексов.

Цель работы – выявление особенностей формирования функциональной структуры микопатоккомплексов наземной части яблони и сливы для разработки адаптивного управления фитосанитарным состоянием плодовых агроценозов в Краснодарском крае в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий.

Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись микопатокценозы наземной части растений яблони и сливы. Исследования выполнены методами лабораторных анализов, маршрутных обследований промышленных насаждений яблони и сливы Краснодарского края, учетов в полевых стационарах в 2019-2021 гг. с использованием общепринятых и адаптированных методик [13, 14]. Идентификация видового состава микопатогенов проводилась по морфологическим признакам методом световой микроскопии в лабораторных условиях СКФНЦСВВ с использованием стандартных методик и определителей [15-17]. Названия видов приведены в соответствии с Базой данных Species Fungorum [18].

Результаты и их обсуждение

В результате исследований в промышленных насаждениях яблони Краснодарского края установлен ряд особенностей формирования микопатоккомплексов.

Одной из основных тенденций является увеличение распространения и плотности популяций группы возбудителей микозных усыханий, в сравнении с периодом 2016-2017 гг.: типичных, часто встречаемых, видов рода *Cytospora*; типичных, редко встречаемых, видов, вызывающих поверхностный некроз и антракноз коры – *Neofabraea perennans* Kienholz, *N. malicorticis* (Cordley) Nannf., а также *Phlyctema vagabunda* (*N. vagabunda* (Desm.) Rossman), телеоморфа *Pezicula malicorticis* (Jacks.) Nannf. Это связано с влиянием комплекса факторов. Прежде всего, с потеплением климата, в частности, с удлинением продолжительности периода положительных температур зимой, что приводит к увеличению плотности популяций указанных грибов на стволах и ветвях. Кроме того, аномально низкие для Юга России температуры в межвегетационные периоды 2019 и 2020 гг. вызвали многочисленные повреждения тканей коры, которые явились субстратом для развития возбудителей микозных усыханий (таб.).

Как и в предыдущие 2017-2018 гг., сохраняется значительное влияние антропогенного фактора: невыполнение производителями плодов полного комплекса агротехнических мероприятий, ограничивающих развитие возбудителей микозного усыхания, в частности, удаление из сада отмерших деревьев или их отдельных органов.

В микопатокценозах яблони отмечается более раннее, в сравнении с периодом 2014-2017 гг. [19], фор-

Таблица. Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов наземной части яблони в промышленных насаждениях Краснодарского края

Table. Peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocomplexes of aerial part of an apple tree in commercial plantations of the Krasnodar Territory

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
	Снижение частоты, %				
Снижение частоты встречаемости возбудителей болезней стволов и ветвей при применении препаратов группы меди не менее двух раз за вегетацию и двух раз в период покоя:					
- обыкновенный рак <i>Neonectria ditissima</i> (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossman	77,3	66,7	64,0	63,3	62,8
- черный рак <i>Botryosphaeria stevensii</i> Shoemaker	86,7	74,3	76,5	71,0	70,4
- антракноз <i>Phlyctema vagabunda</i>	54,7	48,0	50,5	45,2	44,8
- щелелистник обыкновенный <i>Schizophyllum commune</i> Fr.	28,4	24,5	22,6	14,7	14,6
Тенденция на увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов – возбудителей микозных усыханий:					
- антракноз <i>Phlyctema vagabunda</i>	5,2	19,4	20,0	22,8	26,0
поверхностный некроз <i>Neofabraea malicorticis</i>	4,7	6,3	6,9	7,1	8,4
- фомоз <i>Phoma pomorum</i> Thuem. (в насаждениях 1-2-го года посадки)	2	2,7	1,4	2,2	2,2
- фомопсиз <i>Phomopsis mali</i> Schulz et Sacc. (Roberts) (на ветвях)	5,5	4,6	5,9	6,2	6,5
Сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях яблони (по стадиям развития культуры):					
- <i>Fusicladium dendriticum</i> (Wallr.) Fuck. - <i>Alternaria</i> spp.	стадии 72-73	стадии 71-72	стадия 69	стадия 67	стадия 67
- <i>Fusicladium dendriticum</i> – <i>Phyllosticta</i> spp.	стадии 76-77	стадии 75-76	стадия 74	стадия 73	стадия 73

мирование ассоциаций патогенов на листьях яблони. Очевидно, это является проявлением адаптационных способностей возбудителей к изменениям климата, в том числе, к повышенному температурному режиму апреля-июня.

Как отражение общемировой тенденции, происходит возрастание вредоносности возбудителя мучнистой росы яблони *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Gr.). На фоне проведения одинакового комплекса защитных мероприятий первое проявление мучнистой росы в 2019-2021 гг. фиксировалось на высоковосприимчивых, средневосприимчивых и устойчивых сортах в одни и те же сроки. Распространенность болезни при поражении яблони вторичной инфекцией возбудителя, в большинстве случаев, на разных по восприимчивости сортах отличалась несущественно (рис.).

Так, в период максимального развития мучнистой росы (май – начало июня) на устойчивом сорте Гала, слабовосприимчивых сортах Голд Раш и Мутсу и на средневосприимчивых сортах Джонапринц, Голден Делишес, Голден Резистент и Ренет Симиренко распространенность варьировала от 0,1 до 1,3%, на высоковосприимчивом сорте Джонаголд не превышала 3% и только на высоковосприимчивых сортах Айдаред и Новелла достигала соответственно 12,0 и 6,5% (рис.). С 2019 г. выявлено поражение грибом плодоножек незрелых плодов высоковосприимчивых к болезни сортов (Айдаред, Новелла). Таким обра-

зом, в новых экологических условиях на средне-, слабовосприимчивых и устойчивых сортах происходит сокращение продолжительности инкубационного периода мучнистой росы; на разных по устойчивости сортах отмечается близкая распространенность развития болезни, что свидетельствует о возрастании поражения более устойчивых сортов. В целом отмечена тенденция возвращения возбудителя *P. leucotricha* в ядро доминантов и переход развития болезни от депрессии к умеренному развитию и эпифитотии.

В микопатоценозах сливы за период исследований были отмечены следующие особенности их формирования.

Прежде всего, возросла роль группы заболеваний, вызывающих листовые пятнистости. Так, у возбудителя клястероспориоза, отмечена тенденция более раннего – на 7-10 суток – заражения листьев (первая декада апреля). Однако динамика болезни характеризуется как умеренное развитие, что связано не только с неблагоприятными для развития патогена погодными условиями весны 2020 и 2021 гг., но и с конкуренцией за субстрат с возбудителем некротической кольцевой пятнистости листьев *Prunus necrotic ringspot virus*. Максимально высокая скорость инфекции отмечается в стадии сливы «начало цветения» - «окончание цветения», пик развития болезни – при созревании плодов. Распространенность полистигмоза, возбудитель *Polystigma rubrum* (Pers.) DC, ранее редко встречаемого заболевания, на листьях высоко-

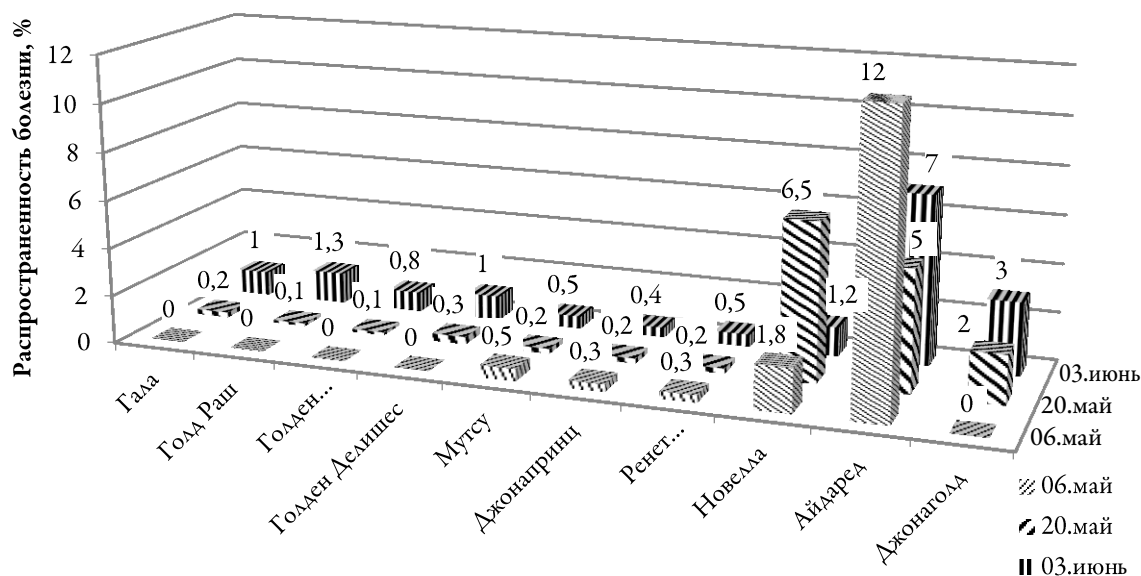


Рис. Распространенность мучнистой росы на различных сортах яблони, %, Прикубанская зона садоводства, 2021 г.
Fig. Powdery mildew extent on various apple tree varieties, %, Prikuban horticultural zone, 2021

восприимчивого сорта Анна Шпет достигала 80% с интенсивностью развития 50%. К новым адаптациям патогена, в сравнении с 90-ми гг. 20 века, можно отнести более ранний – на 5-7 суток – срок созревания аскоспор, удлинение периода инфицирования с 20-30 до 35-60 дней. Единично встречаемый вид – возбудитель ржавчины *Tranzschelia pruni-spinosae* Pers. с 2019 г. поражает не только листовую пластинку, но и прилистники. Отмечено расширение ареала и более раннее проявление аскохитоза на листьях, возбудитель *Askochyta hortensis* Kab. Et Bub., – уже в третьей декаде мая, что связано, прежде всего, с наличием в весенний период оптимальных условий для развития заболевания: высокая влажность и температура воздуха в пределах 20-25°C. У деревьев, пораженных *A. hortensis*, наблюдалось преждевременное опадение листьев, что не позволяло древесине молодых побегов полноценно вызреть и снижало морозостойкость и продуктивность сливы. Таким образом, возросла роль не только доминирующего, но и ранее второстепенных по значимости видов, что, очевидно, связано с потеплением климата.

Установлено изменение сезонной вредоносности монилиоза: с 2020 г. в форме ожога болезнь развивается с низкой скоростью и носит характер депрессии.

Отмечено возрастание вредоносности полусапротрофных грибов-возбудителей болезней коры сливы. Так, расширились ареалы черного рака *B. stevensii*, обыкновенного (европейского) рака *N. ditissima*, распространение до 5-8% фузариоза, *Fusarium sp.*, в виде трахеомикозного увядания в Прикубанской и Черноморской зонах края, что указывает на повреждение растений стресс-факторами. Выявлено совместное инфицирование возбудителями антракноза *Colletotrichum sp.* и обыкновенного рака на ослабленных после мороза деревьях сорта сливы Кабардинская ранняя в Прикубанской зоне края. Для ряда возбудителей установлено освоение новых субстратов: впервые в регионе споры возбудителя фомопсиса

Phomopsis mali Schulz et Sacc. (Roberts), а также возбудителя антракноза *Neofabraea spp.* обнаружены на мумифицированных опавших плодах сливы, споры возбудителя фомоза (*Phoma spp.*) – в камеди на почках в местах поражения кластероспориозом, а также на опавших плодах сливы.

Установлено закрепление тенденции преимущественного поражения возбудителем мучнистой росы *Podosphaera tridactyla* dBr. однолетних побегов и листьев, заселенных сливовой опыленной тлей *Hyaloplerus arundinis* F. Первые признаки болезни обнаруживаются в стадию сливы «рост и созревание плодов».

Возросла роль ряда других второстепенных возбудителей микозов сливы. Так, распространение типичного редко встречаемого вида – возбудителя «кармашек сливы» *Taphrina pruni* Tull. в стадию «начало цветения» возросло с 0,5% в 2017-2018 гг. [19], до 8- 10% в 2019-2021 гг. Впервые в насаждениях сливы Краснодарского края выявлено поражение возбудителем парши *Cladosporium carpophilum* Thuem. (сумчатая стадия *Venturia carpophilum* Fisch.), который является типичным единично встречаемым видом, однолетних побегов. Заражение произошло осенью после окончания защитных мероприятий. Инфекция сохранялась в коре пораженных побегов, в ранневесенний период в местах инфицирования были обнаружены споры возбудителя болезни.

Одной из особенностей формирования микопатоценозов сливы является расширение видового состава. За период исследований выявлены новые для региона возбудители: ржавчины – *Tranzschelia discolor* (Fuck.), септориоза – *Septoria pruni* (P. Syd.) Hohn., а также полупаразит омела белая *Viscum album*. Развитие на листьях *S. pruni* в октябре связано, очевидно, с изменением погодных условий в этот период: наличием благоприятных для развития патогена резких перепадов дневных и ночных температур и теплой погодой.

Как и на яблоне, на сливе отмечается активное формирование грибами патокомплексов: на листьях *P. rubrum* – *T. discolor*; на ветвях *Fusarium sporotrichioides* Sherb. – *M. laxa* – *Fumago vagans* Pers.; *B. stevensii* – *Alternaria* sp., *Corineum microstictum* Berk. et Br. – *C. carpophilum*.

Выводы

Таким образом, за период 2019-2021 гг. в Краснодарском крае установлено, что в нестабильной экологической ситуации – в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий, происходят изменения в формировании функциональной структуры микопатоккомплексов промышленных насаждений яблони и сливы. Общими особенностями для яблони и сливы являются: возрастание вредности заболеваний (расширение ареалов; освоение новых субстратов; все более ранние сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях; образование новых патокомплексов); увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов (на яблоне – микозных усыханий, на сливе – ржавчины, полистигмоза, «кармашек»); возрастание численности факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов при массовом повреждении деревьев морозами и (или) повышенном температурном режиме в зимний период. На сливе, кроме того, – появление новых для Краснодарского края видов: *T. discolor*, *S. pruni*, *A. hortensis*, *V. album*; смещение сроков наибольшей вредности класпероспориоза, монилиоза и полистигмоза к более ранним. Исследованиями подтверждено, что для разработки управления фитосанитарным состоянием насаждений яблони и сливы в условиях изменения климата необходимо учитывать следующие параметры: наличие грибных ассоциаций и сроки их образования; наличие на деревьях повреждений аномально низкой температурой, что приводит к возрастанию в микопатогенности доли факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов, в том числе возбудителей микозов коры.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0689-2019-0006.2.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0689-2019-0006.2.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Головин С.Е. Стратегия защитных мероприятий в питомниках и риски появления новых болезней и вредителей // Ассоциация производителей посадочного материала (® АППМ). 25.05.2015 г. <https://www.ruspitomniki.ru/article/agrohimiya-i-zashhita-rastenij.html/id/1065>.
2. Boland G.J., Melzer M.S., Hopkin A.A. Climate change and plant diseases in Ontario. *Can J Plant Pathology*. 2004;26(3):335-350.
3. Mari M., Martini C. Possible effects of climate changes on plant diseases. *Proceedings 50th Croatian and 10th International Symposium of Agriculture*. Opatija. Croatia. 2015:37-41.
4. Пилат Т.Г., Буга С.Ф. Роль температуры в развитии гриба *Clastesporium carpophilum* – возбудителя класпероспориоза сливы домашней // *Весті національної академії наук України*. 2014;1:50-53.
5. Нагорная Л.В. Биологическая защита персика от болезней // *Современное садоводство*. Электронный журнал. 2013;3:1-6. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2013/3/26.pdf>.
6. Бойжигитов Ф.М., Хакимов А.А. Некоторые биоэкологические особенности возбудителей класпероспориоза и монилиоза // *Бюллетень науки и практики*. 2018;4(12):268-272. DOI 10.5281/zenodo.2257601.
7. Кочкина А.М., Каширская Н.Я., Цуканова Е.М. Применение фунгицида Беллис для защиты сада от парши // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2016;46:158-161.
8. Юрченко Е.Г., Якуба Г.В., Подгорная М.Е., Насонов А.И., Мищенко И.Г., Васильченко А.В., Кашиц Ю.П. Экологическое обоснование формирования фитосанитарно устойчивых многолетних агроценозов // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2019;23:176-180. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180.
9. Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Болотянская Е.А., Андреев В.В., Диденко П.А. Изменения в структуре патоккомплексов виноградных насаждений Крыма в последние годы // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»*. Ялта. 2020; XLIX:127-130.
10. Гулина И.В. Значение биофунгицидов в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов // *Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. <https://scienceforum.ru/2020/article/2018023023>.
11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes of biologization. *BIO Web of Conferences*. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020;25:01001. DOI 10.1051/bioconf/20202501001.
12. Ghorbanpour M., Omidvari M., Abbaszadeh-Dahaji P., Omidvar R., Kariman K. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*. 2018;117:147-157. DOI 10.1016/j.biocontrol.2017.11.006.
13. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству; под общ. ред. член-корр. Россельхозакадемии Е.А. Егорова. Краснодар. ГНУ СКЗНИИСиВ. 2010:1-300.
14. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники. М.: ЛЕНАНД. 2017:1-96.
15. Мельник В.А. Класс *Hyphomycetes* (Определитель грибов России; Вып. 1 Сем. *Dematiaceae*). СПб.: Наука. 2000:1-371.
16. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель // Н.М. Пидопличко. Киев. 1977;2:1-298.
17. Саттон Д.А., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. Пер. с англ. М.: Мир. 2001:1-486.
18. База данных Species Fungorum. <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения 29.06.2021).
19. Якуба Г.В., Мищенко И.Г. Методологические подходы к разработке параметрических моделей фитосанитарно устойчивых агроценозов яблони и сливы // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020;63(3):217-239. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-217-239.

References

1. Golovin S.E. Strategy of protective measures in nurseries and risks of new diseases and pests. Association of Producers of Planting Material (® APPM). 25.05.2015 <https://www.ruspitomniki.ru/article/agrohimiya-i-zashhita-rastenij.html/id/1065> (in Russian).
2. Boland G.J., Melzer M.S., Hopkin A.A. Climate change and plant diseases in Ontario. *Can J Plant Pathology*. 2004;26(3):335-350.
3. Mari M., Martini C. Possible effects of climate changes on plant diseases. Proceedings 50th Croatian and 10th International Symposium of Agriculture. Opatija. Croati. 2015:37-41.
4. Pilate T.G., Buga S.F. Role of temperature in fungus *Clasterosporium carpophilum* development – the causal agent of garden plum clasterosporium disease. *Vestsi natsyyanalnai akademii navuk Belarusi*. 2014;1:50-53 (in Russian).
5. Nagornaya L.V. Biological plant protection of peach against diseases. Modern gardening. *Electronic Journal*. 2013;3:1-6. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2013/3/26.pdf>.
6. Boyzhigitov F.M., Khakimov A.A. Some bioecological features of pathogens shot-hole disease and brown fruit rot. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(12):268-272. DOI 10.5281/zenodo.2257601 (in Russian).
7. Kochkina A. M., Kashirskaya N. Ya., Tsukanova E. M. Application of fungicide Bellis to protect the orchard against scab. *Fruit growing and berry growing of Russia*. 2016;46:158-161 (in Russian).
8. Yurchenko E.G., Yakuba G.V., Podgornaya M.E., Nasonov A.I., Mishchenko I.G., Vasilchenko A.V., Kashitsy Yu.P. Ecological substantiation of the formation of phytosanitary resistant perennial agrocenoses. *Scientific works of SCFNCSVV*. 2019;23:176-180. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180 (in Russian).
9. Galkina E.S., Aleinikova N.V., Bolotyanskaya E.A., Andreev V.V., Didenko P.A. Changes in the structure of patho-complexes of Crimean vineyards in recent years. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works FSBSI Institute Magarach of the RAN. Yalta*. 2020;XLIX:127-130 (in Russian).
10. Gulina I.V. The importance of biofungicides in the protection of agricultural crops from phytopathogens. Materials of the XII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum". <https://scienceforum.ru/2020/article/2018023023> (in Russian).
11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes of biologization. *BIO Web of Conferences*. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020;25:01001. DOI 10.1051/bioconf/20202501001.
12. Ghorbanpour M., Omidvari M., Abbaszadeh-Dahaji P., Omidvar R., Kariman K. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*. 2018;117:147-157. DOI 10.1016/j.biocontrol.2017.11.006.
13. Methodological and analytical support of research on horticulture. Under general editprship of member-correspondent of Russian Agricultural Academy E.A. Egorova. 2010:1-300 (in Russian).
14. Blagoveshchenskaya E.Yu. *Mycological Research: Fundamentals of Laboratory Technics*. M.: LENAND. 2017:1-96 (in Russian).
15. Melnik V.A. *Class Hyphomycetes (Fungi Guide of Russia; Vol. 1 Family Dematiaceae)*. SPb.: Science. 2000:1-371 (in Russian).
16. Pidoplichko N.M. *Mushrooms as parasites of cultivated plants*. Kyiv. 1977;2:1-298 (in Russian).
17. Sutton D. A., Fotergill A., Rinaldi M. *Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi*. Translated from English. M.: Mir. 2001:1-486 (in Russian).
18. *Species Fungorum database*. <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (accessed: 06/29/2021).
19. Yakuba G.V., Mishchenko I.G. Methodological approaches to the development of parametric models of phytosanitary resistant agrocenoses of apple and plum trees // *Horticulture and viticulture of the South Russia*. 2020;63(3):217-239. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-217-239 (in Russian).

Информация об авторах

Галина Валентиновна Якуба, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов; e-мейл: galyayaku@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2550-4323>;

Ирина Григорьевна Мищенко, мл. науч. сотр. лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов; e-мейл: parsha8.2016@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1539-8560>.

Information about authors

Galina V. Yakuba, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist of Biotechnological Control of Phytopathogens and Phytophages Laboratory; e-mail: galyayaku@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2550-4323>;

Irina G. Mishchenko, Junior Staff Scientist of Protection and Toxicological Monitoring of Perennial Agrocenosis Laboratory; e-mail: parsha8.2016@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1539-8560>.

Статья поступила в редакцию 14.03.2022, одобрена после рецензии 13.04.2022, принята к публикации 20.05.2022