



Устойчивость черешни и вишни к коккомикозу

М. С. Ленивцева¹, А. П. Кузнецова¹, Е. Е. Радченко²

¹ Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Мария Сергеевна Ленивцева, len-masha@yandex.ru

Актуальность. Коккомикоз (возбудитель – гриб *Coccomyces hiemalis* Higg.) в течение многих лет является одним из самых вредоносных заболеваний косточковых культур. Возрастающая генетическая однородность используемых в селекции форм способствует ускорению адаптивной микроэволюции патогена и преодолению эффективных ранее генов устойчивости. Исследовали структуру популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края по вирулентности к образцам-дифференциаторам и оценивали эффективность новых доноров устойчивости к патогену.

Материалы и методы. Изучали полиморфизм трех популяций гриба по числу рас (фенотипов вирулентности), которые определяли с помощью дифференциаторов. В лабораторных экспериментах оценивали устойчивость новых отдаленных гибридов к 50 монопустульным изолятам гриба.

Результаты и выводы. Выявили пять фенотипов гриба, различающихся по вирулентности к шести образцам черешни и вишни. Отмечено возрастание частот фенотипов вирулентности, способных сильно поражать доноры, используемые в селекции на иммунитет. Для расширения генетического разнообразия устойчивых к *C. hiemalis* сортов вишни и черешни предлагаются 5 гибридов (3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27, 3-76), защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *Prunus serrulata* Lindl. Аллели генов устойчивости этих образцов не тождественны аллелям устойчивости используемых в селекции образцов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз', Кусумкент 8, курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35. Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба. Предполагается, что этот образец и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющих у пяти новых гибридных форм.

Ключевые слова: косточковые культуры, *Coccomyces hiemalis* Higg., резистентность, популяции, дифференциаторы

Благодарности: исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда и ООО «ОПХ им. К.А. Тимирязева» в рамках научного проекта № МФИ-П-20.1/12 и согласно тематическому плану ВИР по проекту № 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Ленивцева М.С., Кузнецова А.П., Радченко Е.Е. Устойчивость черешни и вишни к коккомикозу. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):177-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Leaf spot resistance in sweet and sour cherries

Mariya S. Lenivtseva¹, Anna P. Kuznetsova¹, Evgeny E. Radchenko²¹North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar, Russia²N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia**Corresponding author:** Mariya S. Lenivtseva, len-masha@yandex.ru

Background. Cherry leaf spot (caused by the fungus *Coccomyces hiemalis* Higg.) has been one of the most harmful diseases of stone fruits for many years. The increasing genetic homogeneity of plant forms used in breeding promotes the acceleration of the pathogen's adaptive microevolution and the overcoming of previously effective resistance genes. The structure of *C. hiemalis* populations from Krasnodar Territory in terms of their virulence to a set of differentiators and the effectiveness of new leaf spot resistance donors were studied.

Materials and methods. The polymorphism in three populations of the fungus was assessed by the frequencies of virulence phenotypes which were identified using six differentiators. The resistance of new distant hybrids to 50 monopustular isolates was assessed in laboratory experiments.

Results and conclusions. Five phenotypes of the fungus, differing in virulence to six cherry genotypes, were identified. An increase was observed in the frequencies of virulence phenotypes capable of strongly affecting donors used in breeding for resistance. Five hybrids are proposed to expand the genetic diversity of sour and sweet cherry cultivars resistant to *C. hiemalis*: 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, AI 5 B-D-2-4-27, and 3-76. They are protected by the leaf spot resistance genes that have been transferred from *Prunus serrulata* Lindl. The alleles of the resistance genes in these plants are not identical to the resistance alleles in the genotypes Seyanets No. 1, Mutant 561, 'Almaz', Kusumkent 8, Vetrovoe 11 (*P. kurilensis* Miyabe), and BG-35 (*P. sargentii* Rehd.), all used in breeding. Seedling 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) was not resistant to a number of *C. hiemalis* clones. It is assumed that this genotype and Vetrovoe 11 (*P. kurilensis*) are protected by identical alleles of resistance genes, which differ from the alleles present in the five new hybrid forms.

Keywords: stone fruit crops, *Coccomyces hiemalis* Higg., resistance, populations, differentiators

Acknowledgements: the study was supported by the Kuban Scientific Foundation and the K.A. Timiryazev Experiment and Production Farm within the framework of Scientific Project No. MFI-P-20.1/12 and according to the theme plan of VIR, Project No. 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Lenivtseva M.S., Kuznetsova A.P., Radchenko E.E. Leaf spot resistance in sweet and sour cherries. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):177-182. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-177-182

Введение

Коккомикоз (возбудитель – гриб *Cocomyces hiemalis* Higg., конидиальная стадия *Cylindrosporium hiemale* Higg., syn. *Blumeriella jaapii* (Rehm) Arx) – одно из самых вредоносных заболеваний косточковых культур (*Prunus* L.) в России и за рубежом. В различных странах мира, где распространена эта болезнь, проводятся иммунологические исследования, создаются сорта и гибриды вишни и черешни, устойчивые к *C. hiemalis* (Apostol, 2008; Radičević et al., 2012; Vámos, Holb., 2013; Schuster et al., 2014; Stegmeir et al., 2014; Boyandina, 2015; Gulyaeva, Dzhigadlo, 2015; Lenivtseva et al., 2017; Andersen et al., 2018; Chivilev et al., 2018). При этом в селекции на устойчивость используют сорт 'Алмаз', гибриды с участием видов *P. maackii* Rupr., *P. canescens* Bois., *P. sargentii* Rehd., *P. maximowiczii* Rupr., *P. serrulata* Lindl., *P. kurilensis* Miyabe (Lenivtseva et al., 2016; Lenivtseva et al., 2017). Как показали результаты наших исследований (Lenivtseva et al., 2016; Kuznetsova, Lenivtseva, 2017), в популяциях патогена из Краснодарского края, которые обычно характеризуются наиболее широкими спектрами вирулентности, найдены фенотипы, преодолевшие устойчивость сорта 'Алмаз', а также *P. kurilensis* и *P. sargentii*. Селекция с использованием диких видов – это, как правило, селекция на расоспецифическую устойчивость, которая теряется с появлением новых вирулентных генотипов патогена. Поэтому сорта, устойчивые в одних регионах, в других сильно поражаются коккомикозом в силу внутривидовой изменчивости патогена. Изучение новых гибридов черешни и вишни, полученных с участием видов вишни, продемонстрировало различную эффективность устойчивости этих генотипов. Образцы АИ-1, 3-108, 3-106-107, 10/15-3, 4р.34м., 3-111 в течение трех лет изучения показали 100-процентную эффективность устойчивости при заражении 50–55 клонами гриба (Kuznetsova, Lenivtseva, 2017).

Селекция на устойчивость растений к заболеваниям проводится совместно с изучением внутривидовой дифференциации возбудителя болезни. Для исследования популяций *C. hiemalis* рекомендованы шесть дифференциаторов (Сеянец № 1, Мутант 561, Алмаз, Кусумкент 8, вишня курильская Ветровое 11, вишня сахалинская БГ35), с помощью которых выявлено шесть фенотипов вирулентности (рас) коккомикоза (Lenivtseva et al., 2016).

Целью исследования было изучение структуры популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края по вирулентности к образцам-дифференциаторам и выявление доноров устойчивости к патогену среди селекционного материала *Prunus* L. Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия.

Материалы и методы

Исследования, представленные в работе, проводились начиная с 2016 г. в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦСВВ) в насаждениях опытных хозяйств им. К.А. Тимирязева (Усть-Лабинский район Краснодарского края), Центральное СКФНЦСВВ (г. Краснодар), «Маджар Д. А.» (Горячий Ключ). Для более широкого охвата популяций возбудителя коккомикоза сборы пораженных *C. hiemalis* листьев проводили многократно на полях СКФНЦСВВ (Краснодар, Усть-Лабинский район, Горячий Ключ).

В лабораторных условиях выделяли не менее 50 монопустьльных изолятов (клонов) гриба из листьев, собранных в каждом из представленных выше мест исследований. Для получения клонов использовали изоляты, выращенные на листьях черешни и вишни (Lenivtseva, 2010). Размноженными клонами заражали шесть новых отдаленных гибридов, полученных в СКФНЦСВВ: 3-61-4-139 (*P. serrulata* × Бигарро Оратовского), 3-39-5-47 (Молодежная × смесь пыльцы Northstar *P. serrulata*), 3-107-6-28 (*P. serrulata* × Франц Иосиф свободное опыление), АИ 5 Б-Д-2-4-27 (*P. serrulata* × *P. avium*), 3-76 (производная от *P. serrulata* А 24), 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar). Кроме того, с целью изучения изменчивости популяций *C. hiemalis* из Краснодарского края оценивали устойчивость шести образцов-дифференциаторов: Сеянец № 1 (сеянец местного образца *P. cerasus* L. из Белоруссии), Мутант 561 (Мутант *P. avium* L.), 'Алмаз' [*P. maackii* (Падоцерус М × вишне-черешня Новоселка) × сорт Памяти Вавилова], Кусумкент 8 (*P. avium*), курильская (*P. kurilensis*) Ветровое 11 и сахалинская (*P. sargentii*) БГ-35. Контролем служили восприимчивые сорта вишни 'Любская' и черешни 'Французская Черная'. Заражение, инкубирование, учеты проводили по ранее разработанной методике (Lenivtseva, 2010).

Полиморфизм популяций оценивали по частотам фенотипов вирулентности, которые определяли с помощью шести дифференциаторов, распределенных в две группы: Сеянец № 1 – Мутант 561 – Алмаз и Кусумкент 8 – курильская Ветровое 11 – сахалинская БГ-35. В каждой группе в случае авирулентности клона гриба (устойчивости дифференциатора) образцу присваивали значение 0. В случае вирулентности патогена первому образцу присваивали значение 1, второму – 2, третьему – 4. Фенотип вирулентности обозначали числом из двух цифр, каждая из которых являлась суммой реакций устойчивости (восприимчивости) дифференциаторов (Lenivtseva et al., 2016).

Результаты и обсуждение

В течение трех лет изучения выявили пять из шести известных фенотипов вирулентности (рас) *C. hiemalis* (табл. 1). В популяциях из Краснодара и Усть-Лабинска, собранных в 2016 г., доминировали фенотипы 14 и 02, вирулентные к широко используемым в селекции генотипам сахалинская БГ-35 и курильская Ветровое 11, однако в последующие годы они были замещены другими расами. Лишь в 2017 г. в этих популяциях с высокой частотой встречался фенотип вирулентности 01. В 2018 г. популяции из Горячего Ключа и Краснодара были представлены исключительно фенотипом 70, вирулентным к сорту 'Алмаз'.

Оценили устойчивость к коккомикозу шести образцов черешни и вишни селекции института. Пять гибридных форм селекции СКФНЦСВВ были устойчивы ко всем 50 клонам гриба, лишь Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) сильно поражался клонами с фенотипом вирулентности 02 (табл. 2).

Учитывая теорию Х. Флора (Flor, 1956), согласно которой генотип растения-хозяина можно определить без гибридологического анализа, используя изоляты возбудителей болезней, маркированные определенной вирулентностью, мы предполагаем, что этот генотип и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющихся у пяти новых гибридных форм. Аллели генов

Таблица 1. Фенотипическое разнообразие популяций *Coccomyces hiemalis* Higg. из Краснодарского края по вирулентности к сортам черешни и вишни (2016–2018 гг.)**Table 1.** Phenotypic diversity of *Coccomyces hiemalis* Higg. populations from Krasnodar Territory in their virulence towards sweet and sour cherry cultivars (2016–2018)

Место сбора популяции гриба	Годы изучения	Частоты фенотипов вирулентности				
		70	30	02	01	14
Краснодар	2016	0	0	0,13	0	0,87
	2017	0	0	0,5	0,5	0
	2018	1,0	0	0	0	0
Усть-Лабинский район	2016	0	0	0,21	0	0,79
	2017	0	0	0	1,0	0
	2018	0	1,0	0	0	0
Горячий Ключ	2016	0	0,47	0	0,53	0
	2017	1,0	0	0	0	0
	2018	1,0	0	0	0	0

Таблица 2. Устойчивость образцов черешни и вишни к клонам *Coccomyces hiemalis* Higg. с различными фенотипами вирулентности**Table 2.** Resistance of sweet and sour cherry accessions to *Coccomyces hiemalis* Higg. clones with various virulence phenotypes

Образец, сорт	Устойчивость образца к клонам гриба с разными фенотипами вирулентности				
	70	30	02	01	14
Гибриды селекции СКФНЦСВВ					
3-61-4-139	R	R	R	R	R
3-39-5-47	R	R	R	R	R
3-107-6-28	R	R	R	R	R
АИ 5 Б-Д-2-4-27	R	R	R	R	R
3-76	R	R	R	R	R
Сеянец 3-20-5-23	R	R	S	R	R
Образцы-дифференциаторы					
Сеянец № 1	S	S	R	R	S
Мутант 561	S	S	R	R	R
Алмаз	S	R	R	R	R
Кусумкент 8	R	R	R	S	R
Курильская Ветровое 11	R	R	S	R	R
Сахалинская БГ-35	R	R	R	R	S

Примечание: R – устойчивость образца, S – восприимчивость

Note: R – resistance of the accession, S – susceptibility

устойчивости образцов 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27, 3-76 не тождественны аллелям устойчивости образцов-дифференциаторов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз' (взаимодействие образцов с клонами фенотипа вирулентности 70), Кусумкент 8 (взаимодействие образцов с клонами, имеющими фенотип вирулентности 01), сахалинская БГ-35 (взаимодействие образцов с клонами фенотипа вирулентности 14).

Возрастающая генетическая однородность используемых в селекции форм способствует ускорению адаптивной микроэволюции патогена. Возможность приспособления *C. hiemalis* к растению-хозяину показана на ранее высокоустойчивых сортах, имеющих в родословной вишню Маака. Вовлечение в селекцию новых видов вишни и гибридов, полученных с их участием, без надлежащего мониторинга генетической структуры популяций паразита быстро приведет к накоплению вирулентных клонов гриба и утрате устойчивости популярных доноров. Поддержать генетическое разнообразие возможно, создавая сорта с разными генами устойчивости.

В настоящее время получено пять гибридных форм, защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *P. serrulata*. Клоны гриба, способные поражать эти генотипы, не выявлены. Гибрид 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба, выделенных из краснодарской и усть-лабинской популяций в 2016 и 2017 г.

Заключение

В результате трехлетнего изучения популяций *C. hiemalis* из Краснодар, Усть-Лабинского района и Горячего Ключа выявили пять фенотипов гриба, различающихся по вирулентности к шести образцам вишни. Отмечено существенное возрастание частот фенотипов вирулентности, способных сильно поражать используемые в селекции на иммунитет образцы 'Алмаз', курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35.

Для расширения генетического разнообразия устойчивых к *C. hiemalis* сортов вишни и черешни предлагаются пять гибридов, защищенных генами устойчивости к коккомикозу, которые перенесены от *P. serrulata*. Аллели генов устойчивости генотипов 3-61-4-139, 3-39-5-47, 3-107-6-28, АИ 5 Б-Д-2-4-27 и 3-76 не тождественны аллелям устойчивости используемых в селекции образцов Сеянец № 1, Мутант 561, 'Алмаз', Кусумкент 8, курильская Ветровое 11 и сахалинская БГ-35. Сеянец 3-20-5-23 (*P. serrulata* × Northstar) неустойчив к ряду клонов гриба. Предполагается, что этот образец и курильская Ветровое 11 защищены идентичными аллелями генов устойчивости, которые отличаются от аллелей, имеющихся у пяти новых гибридных форм.

References / Литература

Andersen K.L., Sebolt A., Sundin G.W., Iezzoni A.F. Assessment of the inheritance of resistance and tolerance in cherry (*Prunus* sp.) to *Blumeriella jaapii*, the causal agent of cherry leaf spot. *Plant Pathology*. 2018;67(3):682-691. DOI: 10.1111/ppa.12765

Apostol J. New sweet and sour cherry selections in Hungary. *Acta Horticulturae*. 2008;7951:75-77.

Boyandina T.E. Using Manchurian cherry in breeding for resistance to leaf spot in Altai Territory (Ispolzovaniye vishni Maaka v selektsii na ustoychivost k kokkomikozu na Altaye). In: *Northern Cherry. Proceedings of the III All-*

Russian Symposium of Stone Fruit Researchers (Chelyabinsk, March 03-04, 2015) (Severnaya vishnya: sbornik materialov III Vserossiyskogo simpoziuma kostochkovedov [Chelyabinsk, 03-04 marta 2015 g.]). Chelyabinsk; 2015. p.44-47. [in Russian] (Бояндина Т.Е. Использование вишни Маака в селекции на устойчивость к коккомикозу на Алтае. В кн.: *Северная вишня: сборник материалов III Всероссийского симпозиума косточковедов (Челябинск, 03-04 марта 2015 г.)*. Челябинск; 2015. С.44-47).

Chivilev V.V., Kruzhkov A.V., Kirillov R.E., Kulikov V.N. Assessment of the resistance of pear, sweet cherry and apricot varieties and forms to fungal diseases (Otsenka ustoychivosti sortov i form grushi, chereshni i abrikosa k gribnym zabolevaniyam). *Vestnik sovremennykh issledovaniy = Bulletin of Modern Research*. 2018;6.1(21):294-296 [in Russian] (Чивилев В.В., Кружков А.В., Кириллов Р.Е., Куликов В.Н. Оценка устойчивости сортов и форм груши, черешни и абрикоса к грибным заболеваниям. *Вестник современных исследований*. 2018;6.1(21):294-296).

Flor H.H. The complementary genic systems in flax and flax rust. *Advances in Genetics*. 1956;8:29-54. DOI: 10.1016/S0065-2660(08)60498-8

Gulyaeva A.A., Dzhigadlo E.N. The results of stone fruit breeding at the VNIISPК for 1955...2015. *Contemporary Horticulture*. 2015;4(16):14-21. [in Russian] (Гуляева А.А., Джигадло Е.Н. Итоги селекции косточковых культур во ВНИИСПК за 1955...2015 гг. *Современное садоводство*. 2015;4(16):14-21).

Kuznetsova A.P., Lenivtseva M.S. The effectiveness of the stability interspecific hybrids of the *Prunus* genus to leaf spot. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2017;(67):132-134. [in Russian] (Кузнецова А.П., Ленивцева М.С. Эффективность устойчивости межвидовых гибридов рода *Prunus* L. к коккомикозу. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;(67):132-134). DOI: 10.21515/1999-1703-67-132-134

Lenivtseva M.S. The study of stone fruit resistance to leaf spot. Guidelines (Izucheniye ustoychivosti kostochkovikh kultur k kokkomikozu. Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 2010. [in Russian] (Ленивцева М.С. Изучение устойчивости косточковых культур к коккомикозу. Методические указания. Санкт-Петербург: ВИР; 2010).

Lenivtseva M.S., Kuznetsova A.P., Radchenko E.E. Intraspecific variability of *Coccomyces hiemalis* for virulence to sour and sweet cherry accessions. *Mycology and phytopathology*. 2016;50(1):62-65. [in Russian] (Ленивцева М.С., Кузнецова А.П., Радченко Е.Е. Внутривидовая изменчивость *Coccomyces hiemalis* по признаку вирулентности к образцам черешни и вишни. *Микология и фитопатология*. 2016;50(1):62-65).

Lenivtseva M.S., Radchenko E.E., Kuznetsova A.P. Genetic diversity of stone fruit varieties (genus *Prunus* L.) resistant to leaf spot (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(5):895-904. [in Russian] (Ленивцева М.С., Радченко Е.Е., Кузнецова А.П. Генетическое разнообразие сортов косточковых культур (род *Prunus* L.), устойчивых к коккомикозу (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(5):895-904). DOI: 10.15389/agrobio-logy.2017.5.895rus

Radičević S., Cerović R., Lukić M., Paunović S., Jevremović D., Milenković S. et al. Selection of autochthonous sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes in Feketić region. *Genetika*. 2012;44(2):285-297. DOI: 10.2298/GENSRI202285R

Schuster M., Grafe C., Wolfram B., Schmidt H. Cultivars resulting from cherry breeding in Germany. *Erwerbs-Obstbau*. 2014;56(2):67-72. DOI: 10.1007/s10341-014-0204-8

Stegmeir T., Schuster M., Sebolt A., Rosyara U., Sundin G.W., Iezzoni A. Cherry leaf spot resistance in cherry (*Prunus*) is associated with a quantitative trait locus on linkage

group 4 inherited from *P. canescens*. *Molecular Breeding*. 2014;34(3):927-935. DOI: 10.1007/s11032-014-0086-3

Vámos A., Holb I.J. Cherry leaf spot incidence on 12 sweet cherry cultivars in integrated production. *International Journal of Horticultural Science*. 2013;19(1-2):65-67. DOI: 10.31421/IJHS/19/1-2/1084

Информация об авторах

Мария Сергеевна Ленивцева, кандидат сельскохозяйственных наук, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, len-masha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2717-3038>

Анна Павловна Кузнецова, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, anpalkuz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4829-6640>

Евгений Евгеньевич Радченко, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом, Федеральный научный центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, eugene_radchenko@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3019-0306>

Information about the authors

Mariya S. Lenivtseva, Cand. Sci. (Agriculture), North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, len-masha@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2717-3038>

Anna P. Kuznetsova, Cand. Sci. (Biology), Head of a Laboratory, North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, anpalkuz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4829-6640>

Evgeny E. Radchenko, Dr. Sci. (Biology), Chief Researcher, Head of a Department, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, eugene_radchenko@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3019-0306>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.05.2021; одобрена после рецензирования 12.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 12.05.2021; approved after reviewing on 12.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.