

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ПРОБЛЕМ

Научная статья

УДК 634.86: 575.113.2

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-187-193



Идентификация локусов *Rpv3* и *Rpv12* в потомках сорта винограда 'Талисман'

Е. Т. Ильницкая, М. В. Макаркина, Т. Д. Козина, Е. А. Кожевников, В. С. Петров

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

Автор, ответственный за переписку: Елена Тарасовна Ильницкая, ilnitskaya79@mail.ru

В настоящее время при реализации селекционных программ по созданию устойчивых к патогенам генотипов винограда используют методику ДНК-маркерной оценки как непосредственно в селекционном отборе, так и при оценке исходного генофонда. Сорт винограда 'Талисман', обладая высокими потребительскими характеристиками, устойчивостью к болезням и морозу и функционально женским типом цветка, является привлекательным для селекции.

Нами выполнена ДНК-маркерная оценка генотипа 'Талисман' и сортов, а также новых гибридных форм винограда, созданных с участием сорта 'Талисман' на наличие локусов устойчивости к милдью *Rpv3* и *Rpv12*. Известно, что наличие этих двух генов в одном генотипе винограда имеет аддитивный эффект. Согласно родословной сорта 'Талисман' (Фрумоаса Албэ × Восторг), можно предполагать наличие данных генов в исследуемой выборке. Исследование проведено методом ПЦР с анализом результатов на автоматическом генетическом анализаторе. ДНК выделяли из молодых побегов анализируемых растений методом ЦТАБ. В работе использованы тесно сцепленные микросателлитные маркеры, рекомендованные для ДНК-идентификации аллельного состояния генов *Rpv3* (UDV305, UDV737) и *Rpv12* (UDV343, UDV360). Одновременное присутствие *Rpv3* и *Rpv12* определено только в генотипе сорта 'Талисман'. При анализе генотипов – потомков сорта 'Талисман' наличие гена устойчивости к милдью *Rpv3* определено в гибридах винограда под наименованиями «Агат дубовский», «Пёстрый» и гена *Rpv12* – в генотипах 'Виктор', 'Преображение'. ДНК-маркерный анализ подтверждает перспективность генотипа 'Талисман' для селекции столовых сортов как донора генов устойчивости к милдью *Rpv3* и *Rpv12*.

Ключевые слова: ДНК-маркеры, столовый виноград, гены устойчивости к милдью, ПЦР

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/20.

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

Для цитирования: Ильницкая Е.Т., Макаркина М.В., Козина Т.Д., Кожевников Е.А., Петров В.С. Идентификация локусов *Rpv3* и *Rpv12* в потомках сорта винограда 'Талисман'. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2023;184(1):187-193. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-187-193

IDENTIFICATION OF THE DIVERSITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES FOR SOLVING FUNDAMENTAL AND APPLIED PROBLEMS

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-187-193

Identification of *Rpv3* and *Rpv12* loci in the progenies of the 'Talisman' grape cultivar

Elena T. Ilnitskaya, Marina V. Makarkina, Tatiana D. Kozina, Evgeny A. Kozhevnikov, Valery S. Petrov

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar, Russia

Corresponding author: Elena T. Ilnitskaya, ilnitskaya79@mail.ru

Currently, when implementing breeding programs to produce pathogen-resistant grape genotypes, the DNA marker assessment method is used both directly in breeding-oriented selection and in evaluation of the initial gene pool. The 'Talisman' grape cultivar, with its fine consumer characteristics, resistance to diseases and frost, and a functionally female type of flower, is promising for breeding.

We performed a DNA marker assessment of the 'Talisman' genotype and cultivars as well as new hybrids of grapes developed with the participation of cv. 'Talisman' for the presence of the *Rpv3* and *Rpv12* downy mildew resistance loci. It is known that the presence of these two genes in the same grape genotype has an additive effect. According to the pedigree of cv. 'Talisman' (Frumoasa Albe × Vostorg), the presence of these genes can be assumed in the studied sample. The study was based on PCR with an analysis of the results on an automatic genetic analyzer. DNA was isolated from young shoots of the analyzed plants by the CTAB method. We used closely linked microsatellite markers recommended for DNA identification of the allelic status of the *Rpv3* (UDV305, UDV737) and *Rpv12* (UDV343, UDV360) genes. The simultaneous presence of *Rpv3* and *Rpv12* was detected only in the cv. 'Talisman' genotype. When analyzing the progeny genotypes of cv. 'Talisman', the presence of the *Rpv3* downy mildew resistance gene was found in the grape hybrids 'Agat Dubovskiy', 'Pestry', and *Rpv12* gene in the 'Viktor' and 'Preobrazheniye' genotypes. DNA-marker analysis confirmed the prospects of the cv. 'Talisman' genotype for breeding of table cultivars as a donor of the downy mildew resistance genes *Rpv3* and *Rpv12*.

Keywords: DNA markers, table grapes, downy mildew resistance genes, PCR

Acknowledgements: this work was financially supported by the Kuban Science Foundation in the framework of Scientific Project No. IFR-20.1/20.

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

For citation: Ilnitskaya E.T., Makarkina M.V., Kozina T.D., Kozhevnikov E.A., Petrov V.S. Identification of *Rpv3* and *Rpv12* loci in the progenies of the 'Talisman' grape cultivar. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2023;184(1):187-193. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-187-193

Введение

Виноград – одна из наиболее значимых сельскохозяйственных культур в мире. Насаждения данной культуры представлены в основном сортами технического и столового направления использования. Урожай технических сортов ценен для производства винодельческой продукции. Ягоды большинства столовых сортов винограда используются человеком для потребления в пищу в свежем виде. Селекция новых столовых сортов ведется с учетом требований к внешним признакам и вкусовым качествам винограда, транспортабельности и пригодности урожая к хранению, технологичности при возделывании и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам.

Повышенным спросом у потребителей пользуется виноград с крупной ягодой, нарядной окраской, мускатным ароматом, а также и бессемянные формы. Устойчивость сорта к вредителям и болезням позволяет сократить применение химических средств защиты, что дает возможность получать более экологически безопасную продукцию.

В настоящее время при реализации селекционных программ по созданию устойчивых к патогенам генотипов винограда используют методику ДНК-маркерной оценки как непосредственно в селекционном отборе, так и при оценке исходного генофонда (Eibach et al., 2007; Kosev et al., 2017; Sánchez-Mora et al., 2017; Merdinoglu et al., 2018; Saifert et al., 2018; Schneider et al., 2019; Vezzulli et al., 2019; Zini et al., 2019; Ruiz-García et al., 2021).

Милдью – одно из наиболее значимых сезонных заболеваний винограда, при благоприятных погодных условиях эпифитотийное развитие может привести к полной гибели урожая неустойчивых сортов и нанести серьезный ущерб насаждениям. Донорами устойчивости к милдью главным образом являются сорта и формы, относящиеся к американским (*Vitis riparia* Michx., *V. aestivalis* Michx., *V. berlandieri* Planch., *V. cinerea* Engelm., *V. labrusca* L., *V. rotundifolia* Michx.) и восточноазиатским (*V. amurensis* Rupr., *V. piasezkii* Maxim.) видам винограда (Alleweldt, Possingham, 1988; Wan et al., 2007).

Молекулярно-генетическими методами идентифицировано свыше 30 генов устойчивости к милдью, к ряду генов определены ДНК-маркеры (VITIS International..., 2022).

‘Талисман’ – столовый сорт винограда, устойчивый к болезням и морозу, который был получен во Всероссийском научно-исследовательском институте виноградарства и виноделия (ВНИИВиВ) им. Я.И. Потапенко при скрещивании сортов ‘Фрумоаса Албэ’ и ‘Восторг’. Ягоды у ‘Талисмана’ белые, очень крупные (12–16 г и крупнее при соответствующем уходе), гармоничного вкуса, при полном созревании имеют мускатный аромат. Виноград имеет хорошую транспортабельность. Цветок функционально женского типа. Высокие потребительские характеристики винограда, крупноплодность, устойчивость, высокая урожайность способствовали широкому распространению сорта у любителей, а наличие функционально женского типа цветка делает ‘Талисман’ особо привлекательным для использования в селекции (Krasokhina, Kostrikin, 2006). Так как ‘Талисман’ {(Фрумоаса Албэ (Гузаль кара × Сейв Виллар 20-473) × [Восторг (Заря севера × Долорес) × Русский ранний]} имеет сложную родословную (в его происхождении участвовали *V. amurensis*, *V. vinifera* и североамериканские виды), то устойчивость к милдью может быть обусловлена наличием генов

устойчивости как от дикого винограда амурского, так и от североамериканских видов.

Ранее с использованием ДНК-маркеров к гену *Rpv3* нами было определено наличие локуса устойчивости в генотипе винограда ‘Талисман’ (Ilnitskaya et al., 2018), который наследуется от североамериканских видов (Di Gaspero et al., 2012). Также с использованием ДНК-маркерного анализа в генотипе сорта ‘Восторг’ нами был определен локус устойчивости к милдью *Rpv12* (Ilnitskaya et al., 2020) и отсутствие локуса устойчивости *Rpv10* (Ilnitskaya et al., 2018); данные гены устойчивости наследуются от *V. amurensis* (Schwander et al., 2012; Venuti et al., 2013). Так как сорт ‘Восторг’ является родительской формой сорта ‘Талисман’, то можно предположить наличие локуса устойчивости *Rpv12* и в генотипе ‘Талисман’, так как нами определено наличие *Rpv12* в генотипе ‘Рошфор’ (Талисман × Кардинал), из родословной ‘Рошфора’ понятно, что *Rpv12* он унаследовал от ‘Талисмана’ (Ilnitskaya et al., 2020). Изначально ген устойчивости к милдью *Rpv12* был определен в сорте винограда ‘Заря севера’ (Venuti et al., 2013), который является родительской формой сорта ‘Восторг’.

Целью работы было определить наличие локусов устойчивости к милдью *Rpv3* и *Rpv12* в генотипах винограда, полученных с участием сорта ‘Талисман’, в том числе новых изучаемых гибридных формах столового винограда.

Материалы и методы исследований

В исследования были включены сорта ‘Преображение’, ‘Виктор’ (селекция В. Н. Крайнова), ‘Подарок Несветая’, ‘Памяти учителя’ (селекции Е. Г. Павловского) и перспективные гибридные формы столового винограда, созданные С. Э. Гусевым и изучаемые в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦСВВ): Агат дубовский, Арабелла, Пёстрый, произрастающие в Крестыанско-фермерском хозяйстве (КФХ) «Т. Б. Фисюра» (с. Красносельское, Краснодарский край) и сорт ‘Талисман’, из ампелографической коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовская область), который является родительской формой указанных генотипов.

Исследование проведено методом ПЦР (полимеразной цепной реакции) с анализом результатов на автоматическом генетическом анализаторе «Нанофор 05» (Институт аналитического приборостроения РАН, г. Санкт-Петербург, Россия) в двух повторностях. ДНК выделяли из коронки молодых побегов, полученных методом проращивания черенков растений в воде, изучаемых сортов методом ЦТАБ (цетилтриметиламмоний бромид) (Rogers, 1985). В работе использованы тесно сцепленные микросателлитные маркеры, рекомендованные для ДНК-идентификации аллельного состояния изучаемых генов (табл. 1).

ПЦР проводили с использованием амплификатора Eppendorf MasterCycler nexus GX2 (Германия) по оптимизированным протоколам: 5 мин при +95°C (начальная денатурация); 35 циклов (10 с при 95°C (денатурация), 30 с при +55°C для UDV305, UDV737 и при +60°C – UDV343 и UDV360, 30 с при +72°C (элонгация); 3 мин при +72°C (финальная элонгация) (Ilnitskaya et al., 2020). Состав ПЦР-смеси (на 20 мкл): 50 нг ДНК, 1,5 единицы Taq-полимеразы, 1хбуфер для Taq-полимеразы с сульфатом аммония и магнием, 2 мМ MgCl₂, по 0,2 мМ каждого dNTP (дезоксинуклеотидтрифосфаты) (СибЭнзим-М,

Таблица 1. ДНК-маркеры, использованные в работе

Table 1. DNA markers used in the work

Ген	Маркер	Последовательность олигонуклеотидов	Ссылка
<i>Rpv3</i>	UDV305	F: TGGTGCAATGGTCATAATTT R: GAGGAAAAGAGAAAAGCAAAGA	Di Gaspero et al., 2012
	UDV737	F: TTTGCATGCGATACCTGAAG R: TCCTGCAGCTGTTGACGATA	Di Gaspero et al., 2012
<i>Rpv12</i>	UDV343	F: TCTCAATCGGGGATCTCAAG R: TCATGGCTGCAAAGGACATA	Venuti et al., 2013
	UDV360	F: TGCTTTACAGGTGACCATCAA R: GCAACCAATTGAGGGGATTA	Venuti et al., 2013

Москва) и 200 мкМ каждого из праймеров (ООО «Синтол», Москва). В качестве контролей использовали ДНК сортов, в которых обнаружены указанные гены, согласно опубликованным данным ('Villard blanc' – для *Rpv3*; 'Kunleany' – для *Rpv12*) (Di Gaspero et al., 2012; Venuti et al., 2013). Молекулярно-генетические исследования выполнены с применением оборудования ЦКП «Геномные и постгеномные технологии» ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2021–2022 гг.

Результаты и их обсуждение

Известно, что наличие в одном генотипе винограда аллелей устойчивости генов *Rpv3* и *Rpv12* имеет аддитивный эффект и значительно сокращает поражаемость растений возбудителем милдью (Venuti et al., 2013). В настоящее время в мире проводится ряд селек-

ционных программ по созданию устойчивых сортов винограда путем пирамидирования нескольких генов устойчивости в одном генотипе с использованием ДНК-маркерного отбора. Однако и ранние работы селекционеров имели определенный успех в данном направлении с использованием традиционных подходов – отбор по фитопатологической оценке наиболее устойчивых форм из гибридных популяций сложных комбинаций скрещивания. Так, устойчивость к милдью генотипа винограда 'Талисман', имеющего комплексное межвидовое происхождение, определяется генетическими факторами устойчивости, унаследованными им как от генплазмы винограда амурского, так и североамериканских видов.

Нами выполнен ДНК-маркерный анализ генотипа 'Талисман' и семи его потомков с целью анализа наличия локусов устойчивости *Rpv3* и *Rpv12* (таблица 2).

Таблица 2. Идентифицированные аллели ДНК-локусов, сцепленных с генами устойчивости к милдью *Rpv3* и *Rpv12* в изучаемых генотипах виноградаTable 2. Identified alleles of DNA loci linked to the downy mildew resistance genes *Rpv3* and *Rpv12* in the studied grape genotypes

Сорт, гибридная форма	Происхождение	<i>Rpv3</i>		<i>Rpv12</i>	
		UDV305	UDV737	UDV343	UDV360
		Аллели, пары нуклеотидов			
Villard blanc (контроль)	Зейбель 6468 × Зейбель 6905	299 361	279 299		
Kunleany (контроль)	Koleda 28/19 (<i>V. amurensis</i> × <i>V. vinifera</i>) × Afus Ali			164 195	209 211
Талисман	Фрумоаса Албэ × Восторг	299 326	279 295	164 216	209 211
Агат дубовский	Талисман × Кубань	299 342	279 279	195 216	189 211
Арабелла	Талисман × Ришелье	326 342	285 295	206 216	203 211
Виктор	Талисман × Кишмиш лучистый	326 342	285 295	164 206	203 209
Памяти учителя	Талисман × Кардинал	326 366	279 285	200 216	203 211
Пёстрый	Талисман × Кишмиш лучистый	299 342	279 285	195 216	203 211

Таблица 2. Окончание
Table 2. The end

Сорт, гибридная форма	Происхождение	<i>Rpv3</i>		<i>Rpv12</i>	
		UDV305	UDV737	UDV343	UDV360
		Аллели, пары нуклеотидов			
Подарок Несветая	Талисман × Красотка	326	285	200	203
		326	295	216	211
Преображение	Талисман × Кишмиш лучистый	326	285	164	203
		342	295	206	209

Согласно полученным данным ДНК-маркерного анализа, аллель гена *Rpv3*, влияющая на формирование устойчивости растений винограда к милдью, присутствует в генотипах Агат дубовский и Пёстрый (см. табл.2). Гибридная форма винограда Агат дубовский (Талисман × Кубань) в своей родословной имеет сорт 'Талисман', несущий ген *Rpv3*, а отцовская форма – сорт 'Кубань' (Молдова × Кардинал) – происходит от сорта 'Молдова', который также обладает геном *Rpv3* (Di Gaspero et al., 2012; Il'nitskaya et al., 2018). Был ли унаследован locus устойчивости сортом 'Кубань' от 'Молдова' – данные отсутствуют, однако можно отметить, что по ДНК-локусу UDV737 выявлено гомозиготное состояние целевой аллели (279 пн) в генотипе Агат дубовский (см. таблицу 2). Гибридная форма Пёстрый, согласно родословной, унаследовала *Rpv3* от материнской формы 'Талисман'.

Результаты ДНК-маркерного анализа изучаемых генотипов винограда указывают на наличие *Rpv12* в генотипах винограда 'Талисман', 'Виктор' и 'Преображение' (рисунок). Сортом 'Талисман' locus устойчивости к милдью *Rpv12* был унаследован от сорта 'Восторг'. Сорта 'Преображение' и 'Виктор' унаследовали *Rpv12* от материнской формы – 'Талисман'.

Наличие одновременного присутствия аллелей устойчивости в локусах *Rpv3* и *Rpv12* в проанализированных генотипах винограда, полученных от материнской формы 'Талисман', не обнаружено. Показано, что в анализируемых локусах прослеживается кодоминантный тип наследования аллелей: в образцах, у которых отсутствует целевая аллель по изучаемому locusу, выявлена вторая аллель данного locusа от генотипа 'Талисман'.

Выводы

Методом ДНК-маркерного анализа определено наличие гена устойчивости к милдью *Rpv3* в генотипах столового винограда Агат дубовский, Пёстрый, 'Талисман' и гена *Rpv12* в генотипах 'Виктор', 'Преображение', 'Талисман'. Таким образом, одновременное присутствие *Rpv3* и *Rpv12* определено только в ДНК сорта 'Талисман' из проанализированных образцов. ДНК-маркерный анализ подтверждает перспективность генотипа 'Талисман' для селекции столовых сортов как донора генов устойчивости к милдью *Rpv3* и *Rpv12*.

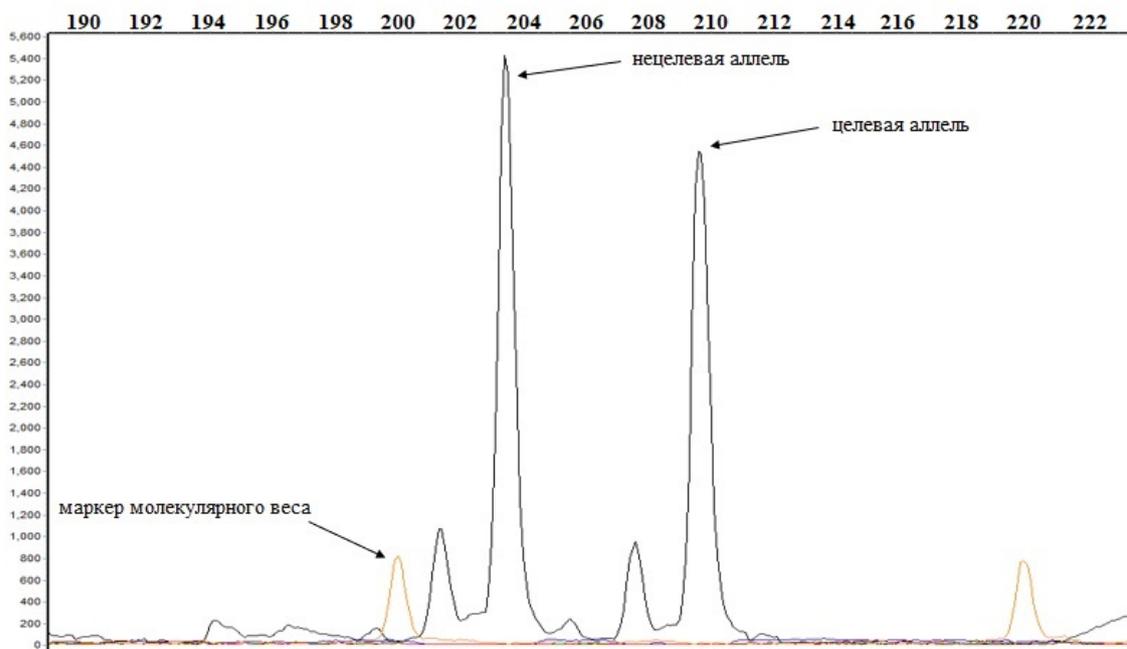


Рисунок. Визуализация результатов фрагментного анализа продукта ПЦР ДНК сорта 'Преображение' с маркером UDV360 к гену *Rpv12*

Figure. Visualization of the results of the DNA PCR product fragment analysis of cv. 'Preobrazheniye' with the UDV360 marker to the *Rpv12* gene

References / Литература

- Alleweldt G., Possingham J.V. Progress in grapevine breeding. *Theoretical and Applied Genetics*. 1988;75:669-673.
- Di Gaspero G., Copetti D., Coleman C., Castellarin S.D., Eibach R., Kozma P. et al. Selective sweep at the *Rpv3* locus during grapevine breeding for downy mildew resistance. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;124(2):277-286. DOI: 10.1007/s00122-011-1703-8
- Eibach R., Zyprian E., Welter L., Töpfer R. The use of molecular markers for pyramiding resistance genes in grapevine breeding. *VITIS – Journal of Grapevine Research*. 2007;46(3):120-124. DOI: 10.5073/vitis.2007.46.120-124
- Ilnitskaya E., Makarkina M., Tokmakov S., Kotlyar V. DNA-marker identification of *Rpv3* and *Rpv12* resistance loci in genotypes of table and seedless grape varieties. *BIO Web of Conferences*. 2020;25:03004. DOI: 10.1051/bioconf/20202503004
- Ilnitskaya E., Tokmakov S., Makarkina M., Suprun I. Identification of downy mildew resistance genes *Rpv10* and *Rpv3* by DNA-marker analysis in a Russian grapevine germplasm collection. *Acta Horticulturae*. 2018;1248:129-134. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1248.19
- Kosev K., Simeonov I., Ivanov M., Nakov Z., Hvarleva T. Phenotypic and molecular characterization of 18 Bulgarian newly bred grapevine varieties in relation to their resistance to downy mildew. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 2017;31(1):68-74. DOI: 10.1080/13102818.2016.1259019
- Krasokhina S.I., Kostrikin I.A. New table grape variety Talisman (Novy stolovy sort vinograda Talisman). *Horticulture and Viticulture*. 2006;(1):23. [in Russian] [Красохина С.И., Кострикин И.А. Новый столовый сорт винограда Талисман. *Садоводство и виноградарство*. 2006;(1):23].
- Merdinoglu D., Schneider C., Prado E., Wiedemann-Merdinoglu S., Mestre P. Breeding for durable resistance to downy and powdery mildew in grapevine. *OENO One*. 2018;52(3):203-209. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2116
- Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;5(2):69-76. DOI: 10.1007/BF00020088
- Ruiz-García L., Gago P., Martínez-Mora C., Santiago J. L., Fernández-López D.J., Martínez M.D.C. et al. Evaluation and pre-selection of new grapevine genotypes resistant to downy and powdery mildew, obtained by cross-breeding programs in Spain. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:674510. DOI: 10.3389/fpls.2021.674510
- Saifert L., Sánchez M.F., Assumpção W., Zanghelini J., Giacometti R., Novak E. et al. Marker-assisted pyramiding of resistance loci to grape downy mildew. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2018;53:602-610. DOI: 10.1590/s0100-204x2018000500009
- Sánchez-Mora F.D., Saifert L., Zanghelini J., Assumpção W.T., Guginski-Piva C.A., Giacometti R. et al. Behavior of grape breeding lines with distinct resistance alleles to downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 2017;17:141-149. DOI: 10.1590/1984-70332017v17n2a21
- Schneider C., Onimus C., Prado E., Dumas V., Wiedemann-Merdinoglu S., Dorne M.A. et al. INRA-ResDur: the French grapevine breeding programme for durable resistance to downy and powdery mildew. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:207-214. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1248.30
- Schwander F., Eibach R., Fechter I., Hausmann L., Zyprian E., Töpfer R. *Rpv10*: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics*. 2012;124(1):163-176. DOI: 10.1007/s00122-011-1695-4
- Venuti S., Copetti D., Foria S., Falginella L., Hoffmann S., Bellin D. et al. Historical introgression of the downy mildew resistance gene *Rpv12* from the Asian species *Vitis amurensis* into grapevine varieties. *PLoS ONE*. 2013;8(4):e61228. DOI: 10.1371/journal.pone.0061228
- Vezzulli S., Dolzani C., Migliaro D., Banchi E., Stedile T., Zatelli A. et al. The Fondazione Edmund Mach grapevine breeding program for downy and powdery mildew resistances: toward a green viticulture. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:109-114. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1248.16
- VITIS International variety catalogue VIVC. Table of loci for traits in grapevine relevant for breeding and genetics. Julius Kühn Institut; 2022. Available from: https://www.vivc.de/docs/dataonbreeding/20220218_Table%20of%20Loci%20for%20Traits%20in%20Grapevine.pdf [accessed Apr. 26, 2022].
- Wan Y., Schwaninger H., He P., Wang Y. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. *VITIS – Journal of Grapevine Research*. 2007;46(3):132-136.
- Zini E., Dolzani C., Stefanini M., Gratl V., Bettinelli P., Nicolini D. et al. *R*-loci arrangement versus downy and powdery mildew resistance level: a *Vitis* hybrid survey. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019;20(14):3526. DOI: 10.3390/ijms20143526

Информация об авторах

Елена Тарасовна Ильницкая, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, ilnitskaya79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>

Марина Викторовна Макаркина, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, konec_citatu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>

Татьяна Дмитриевна Козина, лаборант-исследователь, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодарский край, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, tiaanta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2908-6461>

Евгений Анатольевич Кожевников, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодарский край, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, zhenya.kozhevnikov.2017@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1305-3614>

Валерий Семенович Петров, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодарский край, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, Petrov_53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

Information about the authors

Elena T. Il'nitskaya, Cand. Sci. (Biology), Head of a Laboratory, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, ilnitskaya79@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2446-0971>

Marina V. Makarkina, Associate Researcher North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, konec_citatu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3397-0666>

Tatiana D. Kozina, Laboratory Research Assistant, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, tiaanta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2908-6461>

Evgeny A. Kozhevnikov, Associate Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, zhenya.kozhevnikov.2017@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1305-3614>

Valery S. Petrov, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, 39 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, Petrov_53@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

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 23.05.2022; одобрена после рецензирования 23.09.2022; принята к публикации 02.03.2023.
The article was submitted on 23.05.2022; approved after reviewing on 23.09.2022; accepted for publication on 02.03.2023.