



Улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России

В. С. Петров, А. Е. Мишко, Д. М. Цику, А. А. Мarmorштейн

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

Автор, ответственный за переписку: Валерий Семёнович Петров, petrov_53@mail.ru

Актуальность. В современных нестабильных погодных условиях умеренно континентального климата юга России, антропогенной интенсификации производства и увеличения спроса на отечественные сорта винограда возрастает актуальность селекции генотипов с повышенными показателями продуктивности и качества ягод, адаптационного потенциала растений. Нарастание доли современных отечественных сортов столового винограда позволит обновить и улучшить сортимент. Целью настоящего исследования являлась оценка новых гибридных форм винограда по агробиологическим и физиолого-биохимическим характеристикам в центральной агроэкологической зоне Краснодарского края.

Материалы и методы. Агробиологические показатели винограда определяли с использованием современных методов исследований. Среди физиолого-биохимических показателей у исследованных гибридных форм оценивали содержание фотосинтетических пигментов, а также уровень стрессовых параметров при засухе, таких как содержание общей воды в листьях и содержание малонового диальдегида. Искусственную засуху проводили с целью выделения наиболее устойчивых к стрессовому фактору гибридных форм.

Результаты. Выявлено, что наибольшие значения коэффициентов плодоношения и плодоносности за исследованный период характерны для гибридных форм Акелло и Агат Дубовский, максимальной урожайности – для гибридов Тимоти и Агат Дубовский. Генотипы Гамлет, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский и Тимоти существенно превосходили контрольный сорт 'Ливия' по массе грозди. По физиолого-биохимическим параметрам были выделены гибриды Акелло и Агат Дубовский, которые обладали наибольшим содержанием хлорофилла в листьях, а также высоким адаптационным потенциалом, выраженным низким уровнем развития вторичных окислительных процессов при стрессе и наибольшим содержанием каротиноидов.

Заключение. По совокупности показателей установлено, что гибридная форма Агат Дубовский может быть охарактеризована как наиболее перспективная среди исследованных генотипов для выращивания на юге России.

Ключевые слова: масса грозди, урожай, абиотические стрессы, адаптационный потенциал

Благодарности: исследование выполнено 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: Петров В.С., Мишко А.Е., Цику Д.М., Мarmorштейн А.А. Улучшение генофонда винограда на основе агробиологической и физиолого-биохимической оценки новых генотипов селекции С. Э. Гусева в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022; 183(2):137-148. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia

Valery S. Petrov, Alisa E. Mishko, Damir M. Tsiku, Anna A. Marmorshtein

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

Corresponding author: Valery S. Petrov, petrov_53@mail.ru

Background. Development of table grape cultivars is currently aimed not only at higher vineyard productivity and grape quality but also at enhancing the adaptive potential of plants under the dynamic change in the climate conditions of Southern Russia. Increasing the share of modern Russian cultivars of table grapes will update and improve the assortment. The aim of this study was to evaluate new Russian hybrid grapevine forms according to their agrobiological, physiological and biochemical characteristics in the central agroecological zone of Krasnodar Territory.

Materials and methods. Agrobiological characters were assessed using modern methods. Among physio-biochemical characters, the content of photosynthetic pigments was measured as well as the level of stress parameters under drought, such as the total water content in leaves and the content of malondialdehyde. Artificial drought was simulated to identify the most stress-resistant hybrid forms.

Results. The highest values of fruitfulness coefficients k_1 and k_2 in the period of research were recorded for the Akello and Agat Dubovsky hybrid forms. Timoti and Agat Dubovsky had the maximum average yield for two years among the hybrid forms. The Gamlet, Kishmish Dubovsky, Agat Dubovsky and Timoti genotypes significantly exceeded the reference cultivar in the bunch weight. The Akello and Agat Dubovsky hybrids were identified for their physio-biochemical parameters: the highest content of chlorophyll in their leaves, high adaptive potential expressed in a low development level of secondary oxidative processes under stress, and the highest content of carotenoids.

Conclusion. The obtained results evidenced that the Agat Dubovsky hybrid form could be identified as the most promising among the studied genotypes for cultivation in Southern Russia.

Keywords: bunch weight, yield, abiotic stresses, adaptive potential

Acknowledgements: this present work was supported by the Kuban Science Foundation within the framework of Scientific Project No. MFI-20.1/20).

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

For citation: Petrov V.S., Mishko A.E., Tsiku D.M., Marmorshtein A.A. Improvement of the grapevine gene pool on the basis of agrobiological and physio-biochemical assessment of new genotypes under the unstable moderate continental climate conditions of Southern Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(2):137-148. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-2-137-148

Введение

Основные насаждения российского винограда сосредоточены в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. Доля генотипов автохтонных и отечественных сортов в насаждениях составляет менее одного процента занимаемых площадей виноградов (Egogov, Petrov, 2020). Из числа столовых сортов винограда для потребления в свежем виде доминируют интродуцированные сорта (Dryagin, Nikolenko, 2017).

Наибольшая доля (около 8 тыс. га) приходится на два межвидовых гибрида – ‘Августин’ и ‘Молдова’, а также на сорта западноевропейской эколого-географической группы – ‘Мускат Гамбургский’ и ‘Мускат Италия’ (Egogov, Petrov, 2020). В сортименте столового винограда на территории России представлены сорта и азиатского происхождения, такие как ‘Карабурну’, ‘Кишмиш белый’, но площадь их насаждений не превышает 200 га. При всех положительных показателях интродуцированные сорта, как правило, характеризуются повышенной восприимчивостью к ряду болезней, часто повреждаются вредителями и обладают низким адаптивным потенциалом к аномальным проявлениям абиотических стрессоров в зимний период и в период вегетации растений (Vanilas et al., 2009). В Краснодарском крае ‘Августин’ неустойчив к антракнозу и листовой форме филлоксеры, ‘Молдова’ – в том числе и к оидиуму, ‘Мускат Гамбургский’ – к оидиуму, милдью и комплексу гнилей, так же как сорт ‘Карабурну’ (Petrov, 2018). Исследования, проведенные в Анапо-Таманской зоне, показали, что у сорта ‘Августин’ сохранность зимующих глазков составляла только 33% при температуре –24°C, у сорта ‘Молдова’ – 0% (Serpukhovitina et al., 2006). К слабозимостойким сортам относится сорт ‘Карабурну’, к наименее зимостойким – ‘Кишмиш белый’. Низкий адаптивный потенциал к биотическим и абиотическим стрессорам сопровождается уменьшением уровня реализации потенциала их хозяйственной продуктивности. Этот показатель у столовых сортов винограда, возделываемых в агроэкологических условиях юга России, неудовлетворительный и составляет в среднем 58% (Petrov, 2016).

В современных условиях возрастает спрос на виноград с привлекательным биометрическими и органолептическими признаками гроздей и ягод, с высоким адаптивным и продукционным потенциалом (Troshin et al., 2021). Для совершенствования сортового состава насаждений винограда в ампелоценозах должны доминировать и применяться сорта отечественной селекции с наследственно обусловленными положительными биологическими и хозяйственно ценными признаками. Использование сортов по месту происхождения повышает агроэкологическую и экономическую устойчивость их насаждений (Il'nickaia et al., 2016).

Также следует отметить, что для южных регионов России одним из лимитирующих абиотических факторов летнего периода является засуха; устойчивость сортов винограда к ней является важным селекционным признаком.

В русле современной тенденции, направленной на повышение доли высокоэффективных отечественных сортов винограда, определена *цель исследований* – агробиологическая и физиолого-биохимическая оценка новых гибридных форм столового винограда для выделения перспективных форм и улучшения отечественного сортиamenta насаждений по критериям агробиологической, продукционной и экологической устойчивости ампелоценозов в нестабильных погодных условиях умерен-

но континентального климата юга России. Такие исследования новых гибридных форм винограда были выполнены впервые.

Материалы и методы

Объектами исследований являются новые гибридные формы винограда столового направления использования селекции С. Э. Гусева, выведенные в условиях континентального климата Поволжья, который является более засушливым в сравнении с умеренно континентальным климатом центральной зоны Краснодарского края. Учитывая данные особенности происхождения новых гибридных форм, следует ожидать проявления их адаптационного потенциала в условиях засухи в насаждениях на территории Краснодарского края. Были исследованы семь гибридных форм: Акелло, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский, Пестрый, Исполин, Гамлет, Тимоти, а также новый сорт ‘Дубовский розовый’. Краткое описание гибридных форм и сорта ‘Дубовский розовый’ приведены в таблице 1. В качестве контрольного сорта был выбран сорт ‘Ливия’. Контрольный и изучаемые генотипы были привиты на подвой СО4. Сорт ‘Ливия’ характеризуется средней устойчивостью к низким температурам, высокой – к заболеваниям (Laskavyi et al., 2015; Likhovskoi et al., 2016; Vasylyk et al., 2020), а также высокой продуктивностью винограда в агроэкологических условиях Краснодарского края (Troshin, 2014).

Исследования проводили в центральной агроэкологической зоне Краснодарского края (подзона № 4) на выщелоченных черноземах (45°15'47" N, 39°11'33" E) в укрывной культуре с капельным орошением. Отбор материала для исследований осуществляли в вегетационный период 2020–2021 гг.

Для агробиологической оценки изучаемых гибридных форм винограда использовали современные методы оценки количества побегов и соцветий, средней массы грозди и урожая ягод винограда (Serpukhovitina, 2010).

Для физиолого-биохимических исследований отбирали по 2–3 листа в средней части лозы винограда текущего прироста в пятикратной повторности для каждого образца в июле и августе. Листья помещали в холодильные переноски и в течение 40–50 минут доставляли в лабораторию для изучения.

Полевые данные выделенных гибридных форм при капельном орошении соответствовали условиям, в которых отсутствует стресс дефицита воды. Поэтому в лабораторных условиях исследовали искусственное влияние стресса путем высушивания листьев при температуре +24...+26°C в закрытых емкостях на фильтровальной бумаге в течение 2 часов. Использование отдельных листьев в экспериментальных условиях осуществляли с целью усиления влияния засухи как одного из основных стрессовых факторов (Gómez-Zeledón et al., 2016).

Физиолого-биохимические изменения хлорофиллов и каротиноидов в листьях винограда оценивали спектрофотометрическим методом (Javadi et al., 2017). Сравнение ответной реакции гибридных форм после воздействия искусственной засухи проводили по содержанию общей воды в листьях и степени повреждения клеточных мембран, которую рассчитывали по содержанию одного из конечных продуктов окисления клеточных мембран – малонового диальдегида. Анализ стрессовых параметров использовали для оценки адаптационного потенциала гибридных форм путем сравнения данных после стресса исследуемых форм винограда в соответствии с работой

Таблица 1. Краткое описание гибридных форм винограда
Table 1. Brief description of hybrid grapevine forms

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid forms	Родительские формы / Parent forms	Сила роста / Growth strength	Размер грозди / Bunch size	Ягода / Berry			Устойчивость / Resistance		Продолжительность вегетации, дни / Growing season, days
				форма / shape	цвет / color	масса, г / weight, g	к морозу / to frost	к болезням, балл / to diseases, score	
Агат Дубовский	Талисман × Кубань	сильнорослый	очень крупные	яйцевидная	фиолетово- черная	12–14	до –24°С	3,0–3,5	142
Акелло	Восторг × Кодрянка	среднерослый	крупные	удлиненная, заостренная	красно- малиновая	10–12	до –24°С	3,0–3,5	142
Гамлет	Восторг Красный × Тайсон	сильнорослый	очень крупные	яйцевидная	розовая	14	низкая, требуется укрытие	3,0–3,5	145
Дубовский розовый	Восторг Красный × Юбилей Новочеркасска	сильнорослый	крупные	удлиненная, заостренная	розовая, красно- малиновая	12–15	до –24°С	3,0	137
Исполин	Фламинго × Рошфор	сильнорослый	крупные	овально- яйцевидная	ярко розовая	13–14	до –24°С	3,0	145
Кишмиш Дубовский	Нимранг × Кишмиш Лучистый	сильнорослый	крупные	овальная	светло- розовая	5–7	до –24°С	3,0	148
Пестрый	Талисман × Кишмиш Лучистый	среднерослый	средние	яйцевидная	розовая	7–8	низкая, требуется укрытие	2,0	137
Тимоги	Талисман × Кодрянка	сильнорослый	крупные	овальная	темно- фиолетовый	13–15	до –24°С	3,5–4,0	142

J. Bota et al. (2016). В данной работе исследователи проводили сравнение показателей водного режима в листьях разных сортов винограда в условиях водного дефицита.

Общее содержание воды рассчитывали общепринятым способом (Al Juhaimi et al., 2019). Концентрацию малонового диальдегида оценивали колориметрическим методом по реакции с тиобарбитуровой кислотой (Raduykina et al., 2012). Данные представлены в виде средних значений и их ошибки. Исследования выполнены в 2-3-кратной повторности. Для выявления статистически значимых различий по анализируемым физиолого-биохимическим параметрам между гибридными формами и сортами использовали сравнительный тест Тьюки с уровнем значимости 0,05.

Результаты

Агробиологические и физиолого-биохимические особенности новых генотипов винограда установлены в нестабильных условиях умеренно континентального климата юга России. Климат на участке исследований умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха, по данным периода 1991–2020 гг., составляет +12,7°C, периода с апреля по сентябрь – +20,2°C. Средняя летняя температура – +23,9°C. Абсолютный минимум температур воздуха за последние шестьдесят лет – –28,9°C, абсолютный максимум – +40,7°C. Годовая сумма атмосферных осадков составляет 729 мм, за период вегетации с апреля по сентябрь – 350 мм, за лето – 184 мм (Petrov et al., 2020). Условия в 2020 году в целом были теплее и суше, чем в среднем за последние тридцать лет. Среднегодовая температура воздуха была +13,3°C, сумма атмосферных осадков – 573 мм.

В период вегетации с апреля по сентябрь средняя температура воздуха была ниже нормы на 0,2°C и составила +20,0°C из-за прохладных апреля, мая и августа при жарких июне, июле и сентябре. Средняя температура воздуха за лето была выше нормы на 0,1°C и составила +24,0°C. Более половины лета температура воздуха поднималась выше +30°C. Несмотря на то что сумма атмосферных осадков за апрель – сентябрь была близка к норме (361 мм), две трети пришлось на последние декады мая, июля и первую декаду сентября в форме ливневых осадков. Следующий 2021 г. был холоднее и более влажным, чем за последние тридцать лет. Средняя годовая температура воздуха составила +12,5°C, сумма атмосферных осадков за год – 850 мм. Период с конца вынужденного покоя и до начала вегетации (II декада февраля – II декада июня) был холоднее, чем обычно, поэтому начало фенологических фаз сдвинулось на 10 дней в более поздние сроки по сравнению с 2020 г. Хотя средняя температура воздуха за апрель – сентябрь была такая же, как и в 2020 г., лето было жарче нормы на 0,6°C и температура составила +24,5°C. Сумма атмосферных осадков за апрель – сентябрь была 443 мм, летом – 204 мм, что выше нормы на 26,5 и 10,9% соответственно.

В этих агроэкологических условиях наибольшим количеством плодоносных побегов выделились гибриды Гамлет, Агат Дубовский, Тимоти и Акелло. Благоприятные экологические условия способствовали закладке и формированию соцветий винограда. Наибольшее количество развитых соцветий было у гибридных форм Агат Дубовский, Акелло, Тимоти и Исполин (табл. 2). По этому показателю они превосходили контрольный сорт 'Ливия' в 1,9–2,4 раза. Одними из важнейших показателей продуктивности винограда являются коэффициенты

плодоношения (k_1) и плодоносности (k_2). По коэффициентам k_1 и k_2 в условиях Краснодарского края выделились гибриды Акелло, Агат Дубовский, Тимоти и Исполин (см. табл. 2). Для потребителя наиболее привлекательна гроздь винограда массой более 500 г. Наибольшей средней массой грозди выделились гибриды Гамлет (760 г), Кишмиш Дубовский (655 г) и Агат Дубовский (602 г) (табл. 3). Наибольшая урожайность винограда была у гибридных форм Тимоти и Агат Дубовский – на 20,4 и 2,7% больше, чем у контрольного сорта 'Ливия' (см. табл. 3). По накоплению сахаров большая часть испытываемых форм превосходили контроль. Лидерами были гибридные формы Пестрый, Исполин и Агат Дубовский. По совокупности наиболее ценных биологических признаков выделены формы: Агат Дубовский и Тимоти.

Анализ данных по содержанию хлорофилла в листьях винограда показал, что в июле 2020 г. значимых различий между гибридами не обнаружено и сумма хлорофиллов a и b в среднем составляла 5,3 мг г⁻¹ сухого вещества (рис. 1). В июле 2021 г. с наибольшими показателями были выделены две формы Агат Дубовский, Кишмиш Дубовский и сорт 'Дубовский розовый', концентрация исследуемых пигментов которых варьировала в диапазоне 4,9–5,1 мг г⁻¹ сухого вещества. В августе 2020 г. высокое содержание хлорофилла в листьях было отмечено у гибридных форм Акелло и Исполин (6,1 и 5,8 мг г⁻¹ сухого вещества соответственно), а в 2021 г. – у гибрида Кишмиш Дубовский (5,2 мг г⁻¹ сухого вещества). Следует отметить, что к окончанию летнего периода максимальные значения 2020 г. превосходили показатели 2021 г. на 15%.

Содержание каротиноидов в листьях винограда в среднем в июле 2020 и 2021 г. достоверно не различалось между исследованными сортами и гибридными формами, несмотря на максимальный показатель у гибридной формы Гамлет, равный 2,1 мг г⁻¹ (рис. 2). В июле 2020 г. этот параметр в среднем составил 1,4 мг г⁻¹, в июле 2021 г. – 1,0 мг г⁻¹ сухого вещества. В августе были выявлены максимальные значения у гибрида Акелло в 2020 г. (1,4 мг г⁻¹ сухого вещества) и у гибридов Агат Дубовский и Кишмиш Дубовский в 2021 г. – 1,1 и 1,6 мг г⁻¹ сухого вещества.

С целью увеличения негативного воздействия засухи и выявления наиболее устойчивых к ней гибридных форм винограда были проведены экспериментальные исследования, где в качестве маркерных показателей использовали общее содержание воды и уровень малонового диальдегида в листьях.

По содержанию общей воды в листьях винограда после искусственной засухи было выявлено, что в июле за 2020 г. достоверно большие значения имели гибридные формы Гамлет, Исполин и сорт 'Дубовский розовый', равные 71,8, 72,4 и 73,4% соответственно (рис. 3). В 2021 г. были выделены сорт 'Дубовский розовый' и гибриды Исполин и Кишмиш Дубовский, содержание общей воды в листьях которых составило 75,0; 74,6 и 74,2% соответственно. По окончанию летнего периода данный параметр за 2020 г. имел максимальные значения у гибридных форм Агат Дубовский, Акелло и сорта 'Дубовский розовый' в диапазоне от 70,0 до 71,2%. В 2021 г. в среднем для всех исследуемых растений винограда он был равен 67,8%.

Маркер окислительного стресса после воздействия искусственной засухи – малоновый диальдегид – в июле 2020 г. в наименьших концентрациях был обнаружен у гибридной формы Исполин (0,23 мМоль г⁻¹ сырого вещества), а в 2021 г. у сорта 'Дубовский розовый' (0,15 мМоль г⁻¹ сырого вещества; рис. 4). В августе

Таблица 2. Агробиологические показатели гибридных форм винограда, Краснодарский край
 Table 2. Agrobiological indicators of hybrid grapevine forms, Krasnodar Territory

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid form	Число побегов, шт./куст / Number of shoots per bush				Число соцветий, шт./куст / Number of inflorescences per bush			Коэффициент плодородности / Fruitfulness coefficient k1			Коэффициент плодородности / Fruitfulness coefficient k2				
	всего / total		плодоносных / fruit-bearing		2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021		
Ливия (контроль)	17	19	18	16	15	16	16	16	16	0,94	0,84	0,89	1,00	1,07	1,04
Исполин	31	32	32	26	26	26	25	37	31	0,84	1,16	1,00	0,96	1,42	1,19
Тимоги	30	37	34	26	30	28	31	38	34	1,03	1,03	1,03	1,19	1,27	1,23
Кишимш Дубовский	26	26	26	19	22	21	16	22	19	0,62	0,85	0,74	0,84	1,00	0,92
Пестрый	8	26	17	8	21	14	6	24	15	0,75	0,92	0,84	0,75	1,14	0,95
Дубовский розовый	17	18	18	16	16	16	5	17	11	0,29	0,94	0,62	0,31	1,06	0,69
Агат Дубовский	39	32	36	30	29	30	36	42	39	0,92	1,31	1,12	1,20	1,45	1,33
Гамлет	38	28	33	35	25	30	24	22	23	0,63	0,79	0,71	0,69	0,88	0,79
Акелло	33	35	34	28	29	28	38	40	39	1,15	1,14	1,15	1,36	1,38	1,37
НСР₀₅ / LSD₀₅							2,68	1,65							

Таблица 3. Продуктивность гибридных форм винограда в агроэкологических условиях Краснодарского края
 Table 3. Productivity of hybrid grapevine forms under the agroecological conditions of Krasnodar Territory

Сорт, гибридная форма / Cultivar, hybrid form	Средняя масса грозди, г / Average bunch weight, g			Средняя масса урожая, кг / куст / Average yield weight, kg/ bush			Урожайность, т /га / Yield, kg/ha			Сахар, г /дм ³ / Sugar content, g/dm ³			Глюкоацидо-метрический показатель (ГАП) / Glucoacidometric index (GAI)		
	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021	2020	2021	2020- 2021
Ливия (контроль)	580	590	585	9,2	8,8	9,0	18,5	18,6	18,6	9,5	9,9	9,7	3,12	3,33	3,22
Исполин	550	580	565	13,7	15,0	14,3	13,3	13,2	13,2	15,9	15,6	15,7	2,04	2,21	2,12
Тимоги	459	683	571	14,2	20,4	17,3	16,3	28,5	22,4	13	13,2	13,1	2,95	2,93	2,94
Кишмиш Дубовский	640	670	655	10,2	14,7	12,4	8,4	11,1	9,7	14,8	14,3	14,5	3,52	3,55	3,53
Пестрый	320	250	285	1,9	9,4	5,6	8,8	11,7	10,2	22,5	11,3	16,9	7,03	2,76	4,89
Дубовский розовый	470	460	465	2,3	7,3	4,8	5,3	6,2	5,7	9,8	10,1	9,9	1,05	1,02	1,03
Агат Дубовский	550	653	602	19,8	18,9	19,4	18,6	19,6	19,1	17,2	14	15,6	1,51	1,79	1,65
Гамлет	585	935	760	14,0	23,3	18,6	12,1	10,1	11,1	13,5	10,6	12	2,87	2,72	2,79
Акелло	460	478	469	17,4	13,8	15,6	13,1	13,8	13,4	11,9	11,4	11,6	3,63	3,80	3,71
НСР₀₅ / LSD₀₅	7,48	10,68		1,92	1,75		1,57	1,97							

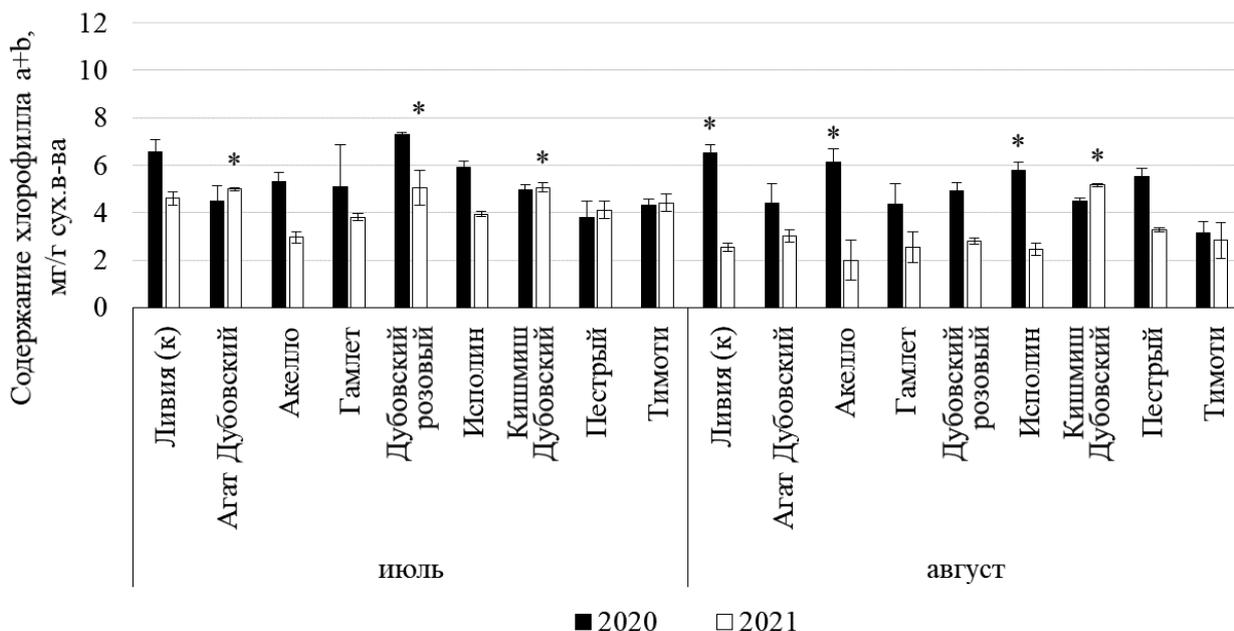


Рис. 1. Содержание хлорофилла в листьях винограда
(достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 1. Chlorophyll content in grapevine leaves
(the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

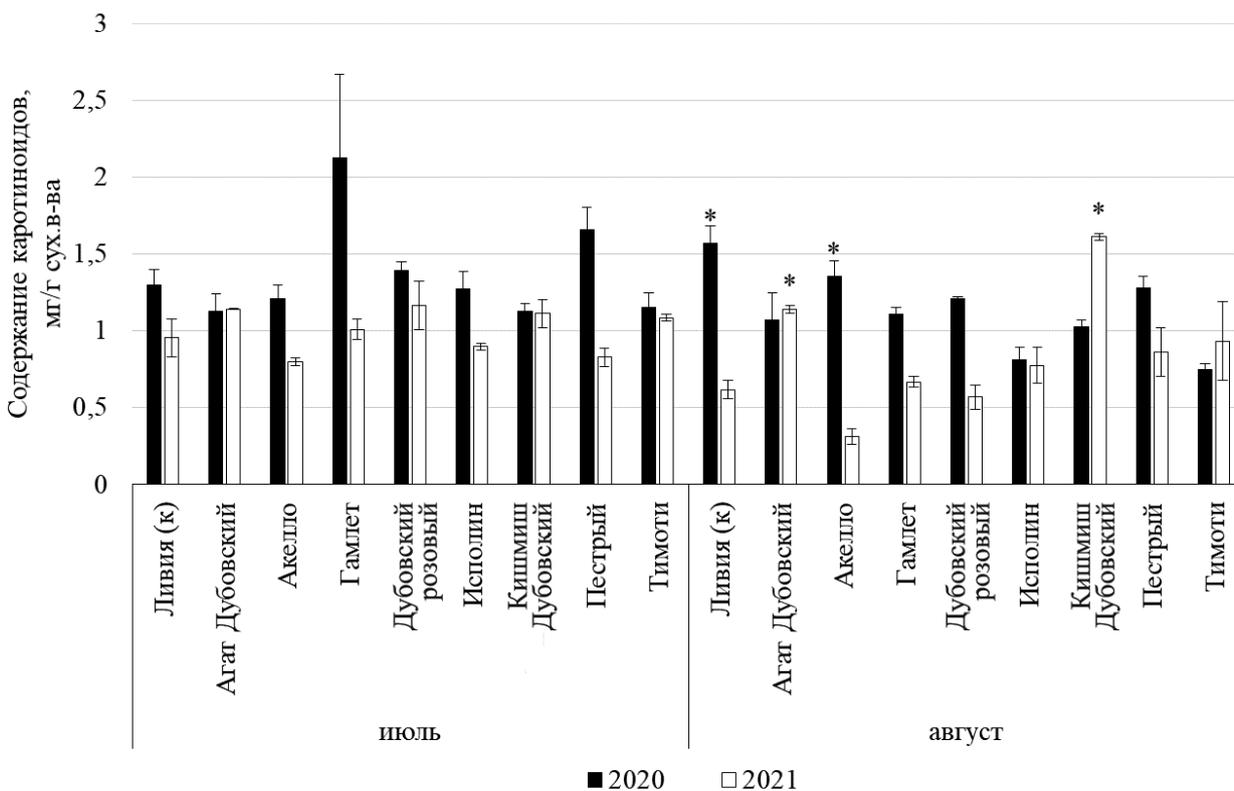


Рис. 2. Содержание каротиноидов в листьях винограда
(достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 2. Carotenoid content in grapevine leaves
(the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

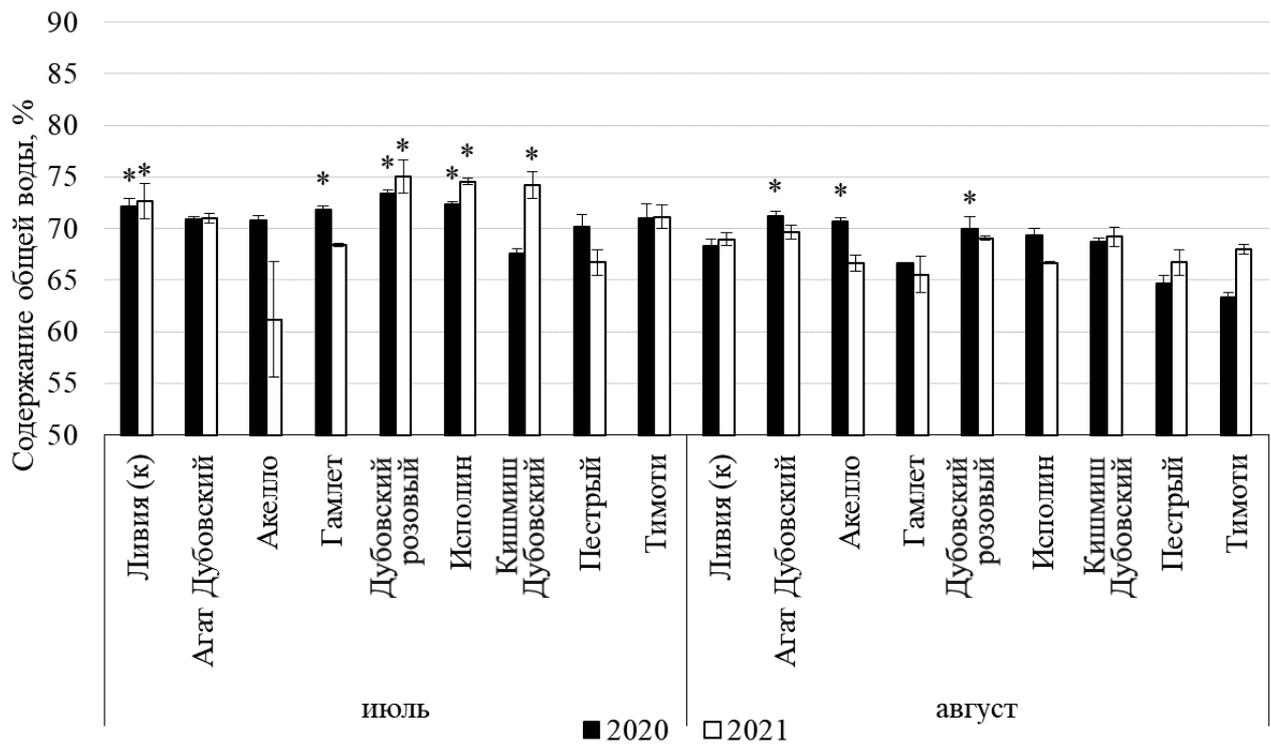


Рис. 3. Содержание общей воды в листьях винограда после воздействия искусственной засухи (достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 3. Total water content in grapevine leaves under simulated drought conditions (the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

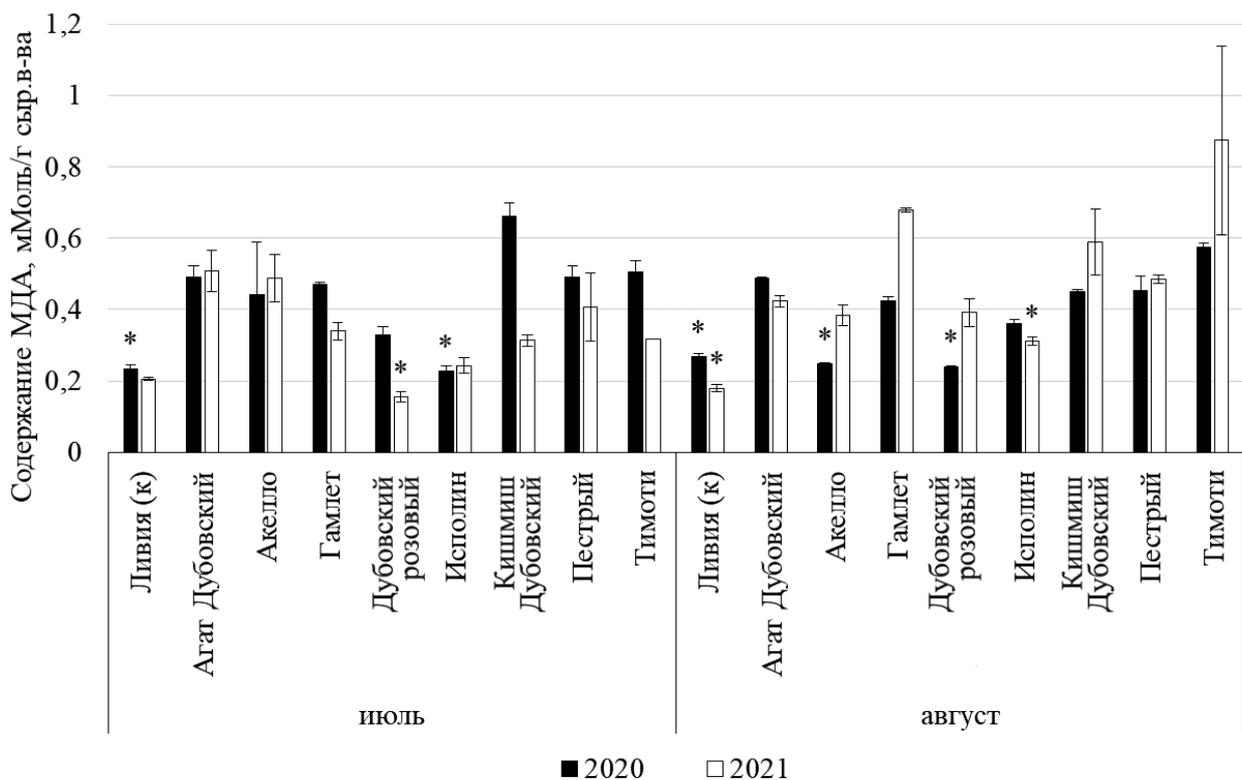


Рис. 4. Содержание малонового диальдегида в листьях винограда после воздействия искусственной засухи (достоверно наибольшие показатели ($p < 0,05$) отмечены «*»)

Fig. 4. Malondialdehyde content in grapevine leaves under simulated drought conditions (the highest statistically significant values ($p < 0.05$) are marked with *)

2020 г. по данному параметру минимальные показатели были характерны для гибрида Акелло и сорта 'Дубовский розовый', а за 2021 г. – для гибрида Исполин. Значения концентраций были равны 0,25, 0,24 и 0,31 мМоль г⁻¹ сырого вещества соответственно.

Обсуждение результатов

Суммируя полученные экспериментальные данные, можно заключить, что за исследованный период были выявлены различные проявления агробιοлогического и физиологического состояния растений винограда.

Выявлен различный биологический потенциал изучаемых новых гибридных форм винограда с наследственно обусловленными положительными биологическими и хозяйственно ценными признаками. Генотипы Гамлет, Кишмиш Дубовский, Агат Дубовский, Тимоти с высоким продукционным потенциалом существенно превосходили контрольный сорт 'Ливия' по массе грозди и урожайности, что является основанием для улучшения сортимента винограда. Важным условием практического использования новых гибридов винограда является их высокий адаптивный потенциал в нестабильных погодных условиях умеренно континентального климата.

В наиболее неблагоприятные месяцы (июль и август), когда высокие температуры воздуха в полевых условиях усиливают развитие окислительных процессов в листьях винограда, у более устойчивых растений происходит активация защитных механизмов, тормозящих процессы окисления в клетках (Sucu et al., 2018). Высоким адапционным потенциалом обладали гибридные формы Акелло, Агат Дубовский, Исполин и сорт 'Дубовский розовый'. Выделенные растения характеризовались высоким содержанием пигментов, превышающим показатели контрольного сорта 'Ливия'. После искусственного высушивания листьев у этих генотипов винограда стрессовые параметры соответствовали уровню низкого развития вторичного окисления клеточных структур, что было подтверждено низкими концентрациями малонового диальдегида на фоне достаточно высокого содержания воды. Данные показатели гибридных форм являются проявлением адаптивных способностей к негативному воздействию, комбинированных с исходным высоким уровнем фотосинтеза (Carvalho, Amancio, 2019). Также у гибридов Акелло, Агат Дубовский и Кишмиш Дубовский в августе были получены высокие значения содержания каротиноидов, выполняющих защитные функции при стрессовых воздействиях (Sucu et al., 2018).

Заключение

Полученные результаты исследований являются основанием для выделения перспективных гибридных форм с целью более глубокого изучения и улучшения генофонда винограда, улучшения отечественного сортимента столовых сортов по совокупности положительных агробιοлогических и физиолого-биохимических признаков. Гибридная форма Агат Дубовский обладает высоким продукционным потенциалом и, согласно проведенной физиолого-биохимической оценке, проявила себя в условиях водного стресса как более устойчивая форма, что имеет большое значение для сортового состава виноградников при отсутствии в них систем искусственного орошения.

References / Литература

- Al Juhaimi F., Uslu N., Özcan M.M., Gulcu M., Ahmed I.A., Alqah H.A.S. et al. Effect of fermentation on antioxidant activity and phenolic compounds of the leaves of five grape varieties. *Journal Food Processing and Preservation*. 2019;43(7):e13979. DOI: 10.1111/jfpp.13979
- Banilas G., Korkas E., Kaldis P., Hatzopoulos P. Olive and grapevine biodiversity in Greece and Cyprus – A review. In: E. Lichtfouse (ed.). *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms*. Berlin: Springer; 2009. p.401-428. DOI: 10.1007/978-90-481-2716-0_14
- Bota J., Tomas M., Flexas J., Medrano H., Escalona J.M. Differences among grapevine cultivars in their stomatal behavior and water use efficiency under progressive water stress. *Agricultural Water Management*. 2016;164(Pt 1):91-99. DOI: 10.1016/j.agwat.2015.07.016
- Carvalho L.C., Amancio S. Cutting the Gordian Knot of abiotic stress in grapevine: From the test tube to climate change adaptation. *Physiologia Plantarum*. 2019;165(2):330-342. DOI: 10.1111/ppl.12857
- Dryagin V.B., Nikolenko A.A. The current state of winemaking in the Russian Federation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;(1):28-30. [in Russian] (Дрягин В.Б., Николенько А.А. Состояние виноградарства Российской Федерации. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2017;(1):28-30).
- Egorov E.A., Petrov V.S. Variety policy in the modern viticulture of Russia. *Viticulture and Winemaking*. 2020;49:147-151. [in Russian] (Егоров Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России. *Виноградарство и виноделие*. 2020;49:147-151).
- Gómez-Zeledón J.G., Kaiser M., Spring O. An extended leaf disc test for virulence assessment in *Plasmopara viticola* and detection of downy mildew resistance in *Vitis*. *Plant Pathology and Microbiology*. 2016;7:353. DOI: 10.4172/2157-7471.1000353
- Ильницкая Е.Т., Петров В.С., Нудьга Т.А., Ларькина М.Д., Николушкина Г.Е. Improvement of assortment and grapes breeding methods for unstable climatic conditions of South of Russia. *Winemaking and Viticulture*. 2016;(4):36-41. [in Russian] (Ильницкая Е.Т., Петров В.С., Нудьга Т.А., Ларькина М.Д., Николушкина Г.Е. Совершенствование сортимента и методов селекции винограда для нестабильных климатических условий юга России. *Виноделие и виноградарство*. 2016;(4):36-41).
- Javadi T., Rohollahi D., Ghaderi N., Nazari F. Mitigating the adverse effects of drought stress on the morpho-physiological traits and anti-oxidative enzyme activities of *Prunus avium* through β -amino butyric acid drenching. *Scientia Horticulturae*. 2017;218:156-163. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.02.019
- Laskavyi V.N., Kuzmenko E.R., Getman N.G. The agrobιοlogical aspects of the early table grape varieties in the Zaporozhye region. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;(3):70-71. [in Russian] (Ласкавый В.Н., Кузьменко Е.Р., Гетьман Н.Г. Агробιοлогическая характеристика ранних столовых сортов винограда в Запорожской области. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2015;(3):70-71).
- Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Oleinikov N.P., Vasylyk I.A. Inheritance of oidium resistance during breeding of table grape varieties. *Russkiy vinograd = Russian Grapes*. 2016;3:30-37. [in Russian] (Лиховской В.В., Волинкин В.А., Олейников Н.П., Васылык И.А. Наследование устойчивости

- к оидиуму при выведении столовых сортов винограда. *Русский виноград*. 2016;3:30-37).
- Petrov V.S. (ed.). Анапа ampelographic collection (biological plant resources) [Анапская ампелографическая коллекция [biologicheskkiye rastitelnyye resursy]]. Krasnodar; 2018. [in Russian] [Анапская ампелографическая коллекция (биологические растительные ресурсы) / под ред. В.С. Петрова. Краснодар; 2018).
- Petrov V.S. Potential of economic productivity of grapes and its realization in a temperate continental climate in the South of Russia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;(1):20-22. [in Russian] (Петров В.С. Потенциал хозяйственной продуктивности винограда, его реализация в условиях умеренно континентального климата юга России. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2016;(1):20-22).
- Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshstein A.A. Agricultural zoning for optimized variety placement, sustainable viticulture and quality winemaking (Agroekologicheskoye zonirovaniye territorii dlya optimizatsii razmeshcheniya sortov, ustoychivogo vinogradarstva i kachestvennogo vinodeliya). Krasnodar; 2020. [in Russian]. (Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия. Краснодар; 2020).
- Radyukina N.L., Ivanov YU.V., Shevyakova N.I. Methods for assessing the content of reactive oxygen species, low molecular weight antioxidants and the activities of the main antioxidant enzymes (Metody otsenki soderzhaniya aktivnykh form kisloroda, nizkomolekulyarnykh antioksidantov i aktivnostey osnovnykh antioksidantnykh fermentov). In: VI.V. Kuznetsov, V.V. Kuznetsov, G.A. Romanov (eds). *Molecular genetic and biochemical methods in modern plant biology (Molekulyarno-geneticheskkiye i biokhimicheskkiye metody v sovremennoy biologii rasteniy)*. Moscow: BINOM; 2012. p.347-365. [in Russian] (Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Шевякова Н.И. Методы оценки содержания активных форм кислорода, низкомолекулярных антиоксидантов и активностей основных антиоксидантных ферментов. В кн.: *Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений* / под ред. Вл.В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. Москва: БИНОМ; 2012. С.347-365).
- Serpukhovitina K.A. (ed.). Methodological and analytical support for the organization and conduct of research on the technology of grape production (Metodicheskoye i analiticheskoye obespecheniye organizatsii i provedeniya issledovaniy po tehnologii proizvodstva vinograda). Krasnodar; 2010. [in Russian] (Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. К.А. Серпуховитиной. Краснодар; 2010).
- Serpukhovitina K.A., Petrov V.S., Nud'ga T.A., Ulitin V.O., Pavlyukova T.P., Talash A.I. et al. Adaptive potential of grapes under stressful conditions of low temperatures in the winter period (Adaptivnyy potentsial vinograda v stressovykh usloviyakh nizkikh temperatur zimnego perioda). *Horticulture and Viticulture*. 2006;(4):28-31. [in Russian] (Серпуховитина К.А., Петров В.С., Нудьга Т.А., Улитин В.О., Павлюкова Т.П., Талаш А.И. и др. Адаптивный потенциал винограда в стрессовых условиях низких температур зимнего периода. *Садоводство и виноградарство*. 2006;4:28-31).
- Sucu S., Yağci A., Yildirim K. Changes in morphological, physiological traits and enzyme activity of grafted and ungrafted grapevine rootstocks under drought stress. *Erwerbs-Obstbau*. 2018;60(1):127-136. DOI: 10.1007/s10341-017-0345-7
- Troshin L.P. Modernization of assortment of table grapes for farmers and croft viticulture. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2014;(95):541-565. [in Russian] (Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014;(95):541-565).
- Troshin L.P., Kravchenko R.V., Matuzok N.V., Kufanova R.N. Improvement of the assortment to optimize grape production technology in the Анапа-Таман zone. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(2):120-124. [in Russian] (Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Матузок Н.В., Куфанова Р.Н. Совершенствование сортимента для оптимизации технологии производства винограда в Анапа-Таманской зоне. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2021;23(2):120-124). DOI: 10.35547/IM.2021.23.2.003
- Vasylyk I.A., Likhovskoi V.V., Zarmayev A.A., Zlenko V.A., Rybachenko N.A. Diagnostics of frost resistance of grape varieties in the conditions of stress modeling. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(2):105-110. [in Russian] (Васылык И.А., Лиховской В.В., Зармаев А.А., Зленко В.А., Рыбаченко Н.А. Диагностика морозоустойчивости сортов винограда при моделировании стресса. *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2020;22(2):105-110). DOI: 10.35547/IM.2020.17.22.004

Информация об авторах

Валерий Семёнович Петров, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, petrov_53@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

Алиса Евгеньевна Мишко, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, mishko-alisa@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Дамир Муратович Цику, аспирант, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, mr.tsiku@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6464-1673>

Анна Александровна Марморштейн, аспирант, младший научный сотрудник, Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, 350901 Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, am342@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>

Information about the authors

Valery S. Petrov, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, petrov_53@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>

Alisa E. Mishko, Cand. Sci. (Biology), Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, mishko-alisa@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8425-5216>

Damir M. Tsiku, Postgraduate Student, Junior Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, mr.tsiku@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6464-1673>

Anna A. Marmorshtein, Postgraduate Student, Junior Researcher, North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40 let Pobedy St., Krasnodar 350901, Russia, am342@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>

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 16.02.2022; одобрена после рецензирования 19.05.2022; принята к публикации 03.06.2022.

The article was submitted on 16.02.2022; approved after reviewing on 19.05.2022; accepted for publication on 03.06.2022.