

Иван Викторович Горбунов^{1✉}, Станислав Сергеевич Михайловский², Юрий Федорович Якуба³

^{1,2}Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия, Анапа, Краснодарский край, Россия

³Северо-Кавказский ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

¹wunsch27@mail.ru

^{2,3}ckp346166@yandex.ru

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИЧЕСКИХ ГИБРИДОВ ВИНОГРАДА СЕЛЕКЦИИ АЗОСВиВ

Цель исследования – изучение новых гибридных форм винограда по основным биохимическим показателям с перспективой получения из них новых высокотехнологичных сортов. Показаны результаты научных исследований биохимических показателей новых технических гибридных форм винограда. Данные формы получены селекционерами Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия – филиала ФГБНУ Северо-Кавказского ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия (АЗОСВиВ – филиал ФГБНУ СК ФНЦ СВВ) и характеризуются поздним сроком созревания, высокой урожайностью, зимостойкостью и толерантностью к филлоксере. Биохимический анализ суслу ягод исследуемых гибридов проводился на базе института. При этом исследовались сахара, титруемые кислоты, аммонийные соединения, катионы и органические кислоты. В качестве контроля для сравнительного анализа основных биохимических признаков использовался технический сорт винограда позднего срока созревания Красностоп анапский. Актуальной проблемой для селекционеров всегда было и остается создание новых устойчивых и высокотехнологичных сортов винограда с дальнейшей рекомендацией их для внедрения в производственный процесс. Результаты исследований показали, что изучаемые гибриды 59-39 и 62-23 ежегодно имеют стабильные урожаи, высокое сахаронакопление по сравнению с контрольным сортом: 59-39 – 24,2 г/100 см³, 62-23 – 24,1, контроль – 24,0 г/100 см³. Содержание аммонийных соединений у гибридных форм невелико и сопоставимо с контролем. Так, например, у формы 59-39 содержание аммонийных соединений – 20 мг/дм³, что находится на уровне контрольного сорта. Концентрация катионов металлов в соке ягод свидетельствует о высоком содержании этих соединений в почве. Особенно велико содержание в сусле калия. Изучаемые гибридные формы винограда имеют перспективу для дальнейшего изучения с целью получения нового сорта.

Ключевые слова: виноград, технический сорт, гибрид, биохимические показатели, сахаронакопление, механический состав

Для цитирования: Горбунов И.В., Михайловский С.С., Якуба Ю.Ф. Биохимическая характеристика технических гибридов винограда селекции АЗОСВиВ // Вестник КрасГАУ. 2024. № 8. С. 57–64. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-57-64.

Ivan Viktorovich Gorbunov^{1✉}, Stanislav Sergeevich Mikhailovsky², Yuri Fedorovich Yakuba³

^{1,2}Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking – branch of the North Caucasus FSC of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Anapa, Krasnodar Region, Russia

³North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

¹wunsch27@mail.ru

^{2,3}ckp346166@yandex.ru

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TECHNICAL HYBRIDS OF AZOSViV GRAPE BREEDING

The aim of the study is to investigate new hybrid grape forms by their main biochemical parameters with the prospect of obtaining new high-tech varieties from them. The paper presents the results of scientific studies of biochemical parameters of new technical hybrid grape forms. These forms were obtained by breeders of the Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking, a branch of Federal State Budget Scientific Institution North Caucasian FSC of Horticulture, Viticulture, Wine-making (AZOSViV, a branch of the North Caucasus FSC for Horticulture, Viticulture and Winemaking) and are characterized by late ripening, high productivity, winter hardiness and phylloxera tolerance. Biochemical analysis of the berry must of the studied hybrids was carried out at the institute. Sugars, titratable acids, ammonium compounds, cations and organic acids were studied. The technical grape variety of late ripening Krasnostop Anapsky was used as a control for a comparative analysis of the main biochemical characteristics. A pressing issue for breeders has always been the creation of new sustainable and high-tech grape varieties with their subsequent recommendation for implementation in the production process. The research results showed that the studied hybrids 59-39 and 62-23 annually have stable yields, high sugar accumulation compared to the control variety: 59-39 – 24.2 g / 100 cm³, 62-23 – 24.1, control – 24.0 g/100 cm³. The content of ammonium compounds in hybrid forms is small and comparable to the control. For example, in form 59-39, the content of ammonium compounds is 20 mg/dm³, which is at the level of the control variety. The concentration of metal cations in the juice of berries indicates a high content of these compounds in the soil. The content of potassium in the must is especially high. The studied hybrid forms of grapes have prospects for further study in order to obtain a new variety.

Keywords: grapes, technical variety, hybrid, biochemical indicators, sugar accumulation, mechanical composition

For citation: Gorbunov I.V., Mikhailovsky S.S., Yakuba Yu.F. Biochemical characteristics of technical hybrids of AZOSViV grape breeding // Bulliten KrasSAU. 2024;(8): 57–64 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-8-57-64.

Введение. Ведущий регион России по возделыванию винограда – Краснодарский край, так как он располагает более благоприятными почвенно-климатическими условиями. Основные площади (65 %) сосредоточены в Черноморской зоне, где виноград возделывают без укрытия кустов на зиму. Здесь производят около 75 % валового количества винограда [1–5].

Существует необходимость в селекции новых сортов винограда технического направления использования, отвечающих следующим основным требованиям: устойчивость к филлоксеру, хлорозу, бактериальным заболеваниям, способность давать урожай винограда высокого качества.

Научная работа ученых-селекционеров Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия – филиала ФГБНУ Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (АЗОС-ВиВ – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ) связана с выведением новых районированных сортов винограда. Сорта должны быть адаптивны к изменяющимся условиям климата, технологичны, иметь высокое качество конечной продукции – вина [6–9].

Данные исследования актуальны, они ведутся ежегодно, проводятся работы по гибридизации, создаются новые гибридные формы, которые исследуются, и лучшие из них выделяются в элиту. В дальнейшем эти элитные формы становятся претендентами в новые сорта [10–12].

Цель исследования – изучение новых гибридных форм винограда по основным биохимическим показателям с перспективой получения из них новых высококачественных сортов.

Объекты и методы. Объекты исследования – технические гибридные формы, исследуемые в течение трех лет (2021–2023 гг.) и выделенные в элиту, это будущие сорта винограда селекции АЗОСВиВ – 59-39, 62-23. Контрольным сортом по биохимическим исследованиям выступал один из родителей данных форм – технический сорт винограда позднего срока созревания Красностоп анапский. Данные гибриды и контрольный сорт произрастают на Анапской ампелографической коллекции (ААК) АЗОСВиВ. Методы – полевые, лабораторные, биохимические, статистические, аналитические [13–18].

Природно-климатические условия Черноморской зоны благоприятны для развития виногра-

дарства. К отрицательным факторам при выращивании винограда данной зоны можно отнести: резкое колебание температур в зимне-весенний период, возвратные заморозки (начало марта) – до минус 5 °С, неравномерное распределение осадков в течение года, большая часть в зимний период. Наблюдаются продолжительные засухи – с весны до ранней осени. Среднее количество осадков в год 450–500 мм. Зимой часто оттепели, с неустойчивым снеговым покровом. Лето жаркое, сухое (до 38 °С). Сумма активных температур – 3500–3700 °С, безморозный период длится до 200 дней [19–21].

Результаты и их обсуждение. По данным автоматической интернет-метеостанции, расположенной непосредственно на территории ААК, установлено, что в 2023 г. среднегодовая температура воздуха составила 14,9 °С, а за вегетационный период – 21,5 °С. Сумма активных температур – 3589 °С. Самый теплый период – III декада августа (27,8 °С), самый холодный – I декада февраля (–0,3 °С). Критически низкая температура наблюдалась в I декаде января (–11 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха во II и III декадах августа – 38 °С. Среднегодовое количество атмосферных осадков за вегетацию (май – сентябрь) – 191,4 мм (рис. 1).

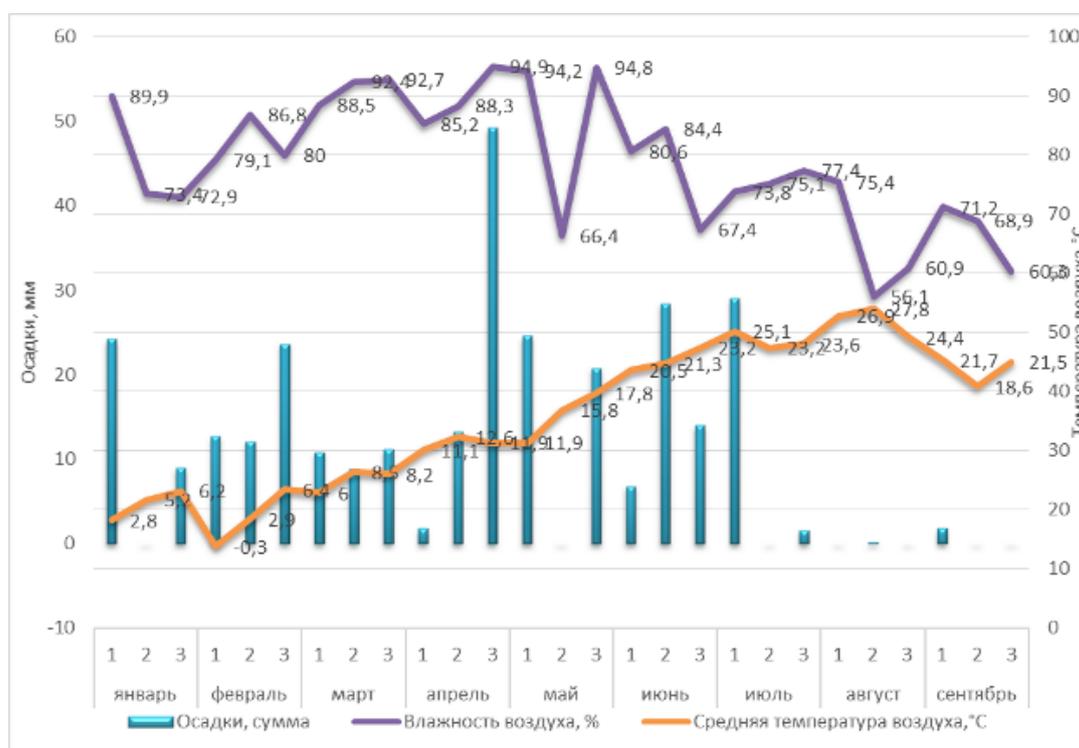


Рис. 1. График средних значений температуры и влажности воздуха, осадков (метеостанция ААК, Анапский район, 2021–2023 гг.)

Среднегодовая температура воздуха в 2022 г. составила 14,3 °С, что на 0,5 °С больше, чем в прошлом году. В период интенсивной вегетации (май-сентябрь) – 21,1 °С. Сумма активных температур – 3623,7 °С. Самый теплым был месяц август (26,4 °С), самым холодным – март (2,7 °С), при этом критически низкой температурой отмечался январь (–11,3 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха – 36,2 °С (август). Среднегодовое количество атмосферных осадков составило 492,7 мм, за период активного роста (май – сентябрь) – 139,6 мм. Засушливыми периодами во время

активной вегетации отмечались II декада июня, I и III декады августа с понижением влажности воздуха до 63,8 %.

В 2021 г. среднегодовая температура воздуха составила 13,8 °С, в период интенсивной вегетации (май-сентябрь) – 20,5 °С. Сумма активных температур – 3 323,6 °С. Самый теплый месяц – июль (25,4 °С), самый холодный – февраль (3,0 °С), при этом критически низкой температурой отмечался январь (–15,1 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха – 35,7 °С (июль, август). Среднегодовое количество атмосферных осадков составило 745 мм.

В 2023 г. были выделены в элиту технические гибридные формы винограда селекции АЗОСВиВ – 59-39, 62-23.

59-39 (*Красностоп анапский* × *Ф/У Джемете*) – гибридная форма позднего срока созревания, средней силы роста. Грозди средние, цилиндроконические, средней плотности или плотные. Ножка грозди прочная, сравнительно толстая, отходящая под углом несколько вверх. Гребень светло-зеленый. Ягоды среднего размера, округлые, темно-сине-фиолетовые. Кожица плотная, с восковым налетом. Мякоть ягоды сочная, нежная. Сок бесцветный. Семян – 1–3 (рис. 2).

62-23 (*Ф/У Джемете* × *Красностоп анапский*) – техническая гибридная форма позднего срока созревания (рис. 3). Грозди средние ширококонические, ветвистые, среднеплотные, реже рыхлые. Ягоды среднего размера, округлые, черного цвета с восковым налетом. Кожица средней плотности. Мякоть сочная. Вкус простой, довольно полный. Сок бесцветный. Семян – 2–3.

Результаты биохимического исследования суслу гибридов представлены в таблицах 1 и 2.



Рис. 2. Гибридная форма технического направления 59-39



Рис. 3. Гибридная форма технического направления 62-23

Анализ сусла технических гибридов винограда (средние значения за 2021–2023 гг.)

Номер гибридной формы	Массовая концентрация		Аммоний, мг/дм ³
	сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
59-39	24,2	7,2	20,0
62-23	24,1	5,8	26,7
Красностоп анапский (контроль)	24,2	4,3	20,0
НСР ₀₅	0,2	0,5	0,8

Содержание органических кислот и металлов сусла технических гибридов винограда (средние значения за 2021–2023 гг.)

Номер гибридной формы	Калий, мг/л	Натрий, мг/л	Магний, мг/л	Кальций, мг/л	Аскорбиновая кислота, г/дм ³	Хлорогеновая кислота, г/дм ³	Кофейная кислота, г/дм ³
59-39	3294	120	148	131	6,2	70,0	4,1
62-23	1810	100	85	100	6,0	78,0	10,0
Красностоп анапский (контроль)	660	44	75	79	2,4	23,3	1,0
НСР ₀₅	16,4	7,5	2,8	0,9	2,8	5,6	7,8

В результате установлено, что гибриды 59-39 и 62-23 имеют высокое содержание сахаров – 24,2 и 24,1 г/100 см³ соответственно. Сахаронакопление в момент уборки на уровне контрольного сорта. Содержание титруемых кислот в этот момент у гибридных форм выше, чем у контроля, но их соотношение с сахарами находится в пределах нормы, что важно для получения высококачественного вина.

Содержание аммонийных соединений в сусле гибридов невысокое и находится на уровне контроля. Так, например, у формы 59-39 содержание аммонийных соединений – 20 мг/дм³, как и у Красностопа анапского. Чем меньше содержание в сусле аммонийных соединений, тем активнее работают винные дрожжи и больше шансов, что вино не помутнеет.

В сусле исследуемых гибридов наблюдается большое содержание калия, немного превышающее контроль, что может повлиять на помутнение вина из-за образования кристаллов. Но это не сортовая особенность, а влияние почвенных условий произрастания.

Визуальное обследование кустов гибридных форм показало отсутствие поражаемости вредителями и болезнями как в условиях аномально жаркой сухой погоды 2022 и 2023 гг., так и аномально влажной погоды 2021 г. Гибриды

толерантны к филлоксере, так как в родителях у них есть донор устойчивости – сорт винограда Ф/У Джемете.

В итоге, технические гибриды 59-39 и 62-23, исследуемые в течение трех лет и выделенные в элиту, обладают стабильными высокими показателями сахаронакопления в сравнении с контролем и могут быть рекомендованы для передачи в государственное сортоиспытание.

Заключение

1. Гибриды винограда 59-39 и 62-23 обладают высокими показателями сахаронакопления – 22,4 и 24,1 г/100 см³ соответственно в сравнении с контролем – 22,9 г/100см³.

2. У данных гибридных форм содержание аммонийных соединений в сусле находится на невысоком уровне, сопоставимом с контрольным сортом, порядка 20 мг/дм³.

3. Обнаруженные в гибридах концентрации катионов несколько выше, чем у контрольного сорта, что свидетельствует о высоком содержании этих соединений в почве (в особенности калия).

4. Кусты исследуемых гибридов визуально выглядят здоровыми, при этом нет видимых проявлений вредителей и болезней.

5. Элитные технические гибриды 59-39 и 62-23 могут быть рекомендованы для передачи в государственное сортоиспытание и в дальнейшем для производственного процесса.

Список источников

1. *Кравченко Л.В.* Научное обеспечение устойчивого ведения отрасли виноградарства. Новочеркасск: ВНИИВиВ, 2005. С. 13–14.
2. *Saniya Kanwar J., Naruka I.S., Singh P.P.* Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*) // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018. № 88 (5). P. 737–745.
3. Genetic diversity analysis of cultivated and wild grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions around the Mediterranean basin and Central Asia / *S. Riaz* [et al.] // *BMC Plant Biology*. 2018. Vol. 18. № 1. P. 137.
4. *Migicovsky Z., Myles S.* Exploiting wild relatives for genomics-assisted breeding of perennial crops // *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. № MAR. P. 460.
5. Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties / *E. Maletić* [et al.] // *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2018. № 54 (Special Issue). P. 93–98.
6. *Savin Gh.* Crearea și implementarea soiurilor de viță de vie cu diferit grad de apirenție, utilizare diversă și rezistența sporită la factorii abiotici. I.N.V.V // *Teze ale conferinței științifice internaționale. Aspecte inovative în viticultură și vinificație-Chișinău*, 2005. P. 21–24.
7. *Cuharschi M., Cebanu V.* Optimizarea tehnologiei de cultivare a viței de vie în condițiile Republicii Moldova // *Viticultura și Vinificația în Moldova*. 2006. № 5. P. 8–10.
8. *Горбунов И.В., Лукьянова А.А.* Сохранение и изучение генетических ресурсов винограда на ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 4 (195). С. 47–55.
9. Анапская ампелографическая коллекция – крупнейший центр аккумуляции и изучения генофонда винограда в России / *М.И. Панкин* [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. Т. 22, № 1. С. 54–59.
10. *He F., Wang J., Duan C.-Q.* Parental selection on wine grapevine breeding for frost hardiness in China. *Interactive Ampelography and Grapevine Breeding: Collected Papers of the Int. Symp.*, 2022 Sept. 2011. Krasnodar, 2012;232.
11. Detection of downy and powdery mildew resistance QTL in a 'Regent' × 'RedGlobe' population / *C.J. Heerden* [et al.] // *Euphytica*. 2014;200(2):281–295.
12. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L.) / *L.J. Welter* [et al.] // *Mol. Breed.* 2007;20(4):359–374.
13. *Лазаревский М.А.* Изучение сортов винограда. Ростов н/Д.: Ростовский университет, 1963. 151 с.
14. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда / под ред. *К.А. Серпуховитина* [и др.]. Краснодар, 2010. 182 с.
15. Система виноградарства Краснодарского края: метод. рекомендации / под ред. *Е.А. Егорова* [и др.] / Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2007. 125 с.
16. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве / под ред. *Г.В. Еремина*. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. 569 с.
17. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / *О.Н. Артаев* [и др.]; редкол. *А.Б. Ручин* (отв. ред.) [и др.]. Саранск, 2014. 412 с.
18. *Ткаченко Ю.Ю., Денисов В.И.* Особенности климата прибрежной зоны Северо-Восточной части Черного моря. Ростов н/Д., 2015. 79 с.
19. *Горбунов И.В.* Изучение новых элитных гибридов винограда технического направления Анапской опытной станции // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021. № 68(2). С. 94–104.
20. *Горбунов И.В.* Перспективные красные технические сорта винограда селекции АЗОСВиВ // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 8 (185). С. 66–71.
21. *Горбунов И.В., Дергунов А.В.* Изучение агробиологических показателей и технологических свойств технических сортов винограда селекции Анапской опытной станции // *Аграрная наука*. 2023. № 10. С. 127–132.

References

1. *Kravchenko L.V.* Nauchnoe obespechenie ustojchivogo vedeniya otrasli vinogradarstva. Novocheerkassk: VNIViV, 2005. S. 13–14.
2. *Saniya Kanwar J., Naruka I.S., Singh P.P.* Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*) // *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 2018. № 88 (5). P. 737–745.
3. Genetic diversity analysis of cultivated and wild grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions around the Mediterranean basin and Central Asia / *S. Riaz* [et al.] // *BMC Plant Biology*. 2018. Vol. 18. № 1. P. 137.
4. *Migicovsky Z., Myles S.* Exploiting wild relatives for genomics-assisted breeding of perennial crops // *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. № MAR. P. 460.
5. Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties / *E. Maletić* [et al.] // *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2018. № 54 (Special Issue). P. 93–98.
6. *Savin Gh.* Crearea și implementarea soiurilor de viță de vie cu diferit grad de apirenie, utilizare diversă și rezistența sporită la factorii abiotici. I.N.V.V // *Teze ale conferinței științifice internaționale. Aspecte inovative în viticultură și vinificație-Chișinău*, 2005. P. 21–24.
7. *Cuharschi M., Cebanu V.* Optimizarea tehnologiei de cultivare a viței de vie în condițiile Republicii Moldova // *Viticultura și Vinificația în Moldova*. 2006. № 5. P. 8–10.
8. *Gorbunov I.V., Luk'yanova A.A.* Sohranenie i izuchenie geneticheskikh resursov vinograda na ampelograficheskoy kollektsii Anapskoj zonal'noj opytnoj stancii vinogradarstva i vinodeliya // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2020. № 4 (195). S. 47–55.
9. Anapskaya ampelograficheskaya kollekciya – krupnejshij centr akumuljatsii i izucheniya genofonda vinograda v Rossii / *M.I. Pankin* [i dr.] // *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. 2018. T. 22, № 1. S. 54–59.
10. *He F., Wang J., Duan C.-Q.* Parental selection on wine grapevine breeding for frost hardiness in China. *Interactive Ampelography and Grapevine Breeding: Collected Papers of the Int. Symp.*, 2022 Sept. 2011. Krasnodar, 2012;232.
11. Detection of downy and powdery mildew resistance QTL in a 'Regent' × 'RedGlobe' population / *C.J. Heerden* [et al.] // *Euphytica*. 2014;200(2):281-295.
12. Genetic mapping and localization of quantitative trait loci affecting fungal disease resistance and leaf morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L.) / *L.J. Welter* [et al.] // *Mol. Breed.* 2007;20(4):359-374.
13. *Lazarevskij M.A.* Izuchenie sortov vinograda. Rostov n/D.: Rostovskij universitet, 1963. 151 s.
14. Metodicheskoe i analiticheskoe obespechenie organizacii i provedeniya issledovanij po tehnologii proizvodstva vinograda / pod red. *K.A. Serpuhovitina* [i dr.]. Krasnodar, 2010. 182 s.
15. Sistema vinogradarstva Krasnodarskogo kraja: metod. rekomendacii / pod red. *E.A. Egorova* [i dr.] / Departament sel'skogo hozyajstva i pererabatyvayushej promyshlennosti Krasnodarskogo kraja. Krasnodar: SKZNIISiV, 2007. 125 s.
16. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve / pod red. *G.V. Eremina*. Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. 569 s.
17. Metody polevyh `ekologicheskikh issledovanij: ucheb. posobie / *O.N. Artaev* [i dr.]; redkol. *A.B. Ruchin* (otv. red.) [i dr.]. Saransk, 2014. 412 s.
18. *Tkachenko Yu.Yu., Denisov V.I.* Osobennosti klimata pribrezhnoj zony Severo-Vostochnoj chasti Chernogo morya. Rostov n/D., 2015. 79 s.
19. *Gorbunov I.V.* Izuchenie novyh `elitnyh gibridov vinograda tehničeskogo napravleniya Anapskoj opytnoj stancii // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2021. № 68(2). S. 94–104.
20. *Gorbunov I.V.* Perspektivnye krasnye tehničeskije sorta vinograda selekcii AZOSViV // *Vestnik KrasGAU*. 2022. № 8 (185). S. 66–71.
21. *Gorbunov I.V., Dergunov A.V.* Izuchenie agrobiologicheskikh pokazatelej i tehnologicheskikh svojstv tehničeskikh sortov vinograda selekcii Anapskoj opytnoj stancii // *Agrarnaya nauka*. 2023. № 10. S. 127–132.

Информация об авторах:

Иван Викторович Горбунов¹, научный сотрудник лаборатории виноградарства и виноделия, заведующий лабораторией виноградарства и виноделия, кандидат биологических наук

Станислав Сергеевич Михайловский², младший научный сотрудник

Юрий Федорович Якуба³, ведущий научный сотрудник, заведующий информационно-аналитической лабораторией, доктор химических наук, доцент

Information about the authors:

Ivan Viktorovich Gorbunov¹, Researcher at the Viticulture and Winemaking Laboratory, Head of the Viticulture and Winemaking Laboratory, Candidate of Biological Sciences

Stanislav Sergeevich Mikhailovsky², Junior Researcher

Yuri Fedorovich Yakuba³, Leading Researcher, Head of the Information and Analytical Laboratory, Doctor of Chemical Sciences, Docent

