

Совершенствование технологии хранения винограда с помощью ультрафиолетового излучения

Романов А.В.[✉], Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач»
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия

[✉]cod7-4orever@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки лежкоспособности интродуцированных сортов винограда и совершенствование технологии их хранения, с целью определения допустимых сроков хранения и внедрения экологически чистой альтернативы в хранении винограда. Исследование проводилось в 2023–2024 гг. на базе виноградников ООО «ВПС Плюс» (г. Судак) и лаборатории хранения винограда НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач» (г. Ялта). Виноградники не укрывные, схема посадки – 3,5 × 1,25 м, формировка – Тендоне, контрольный сорт – Шасла белая, интродуцированные сорта – Виктория и Иза. Хранение контрольных партий винограда в свежем виде проводилось в холодильной камере Института «Магарач» с обработкой SO₂ при температуре 0–2 °C и относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 28 суток. Опытные партии винограда хранились в аналогичных условиях с применением бактерицидного излучателя открытого типа «Armed» F30 T8 (интенсивность бактерицидного потока – 9 Вт/м²). Применение ультрафиолетового (УФ) излучения позволило снизить рост массовой концентрации сахаров у сортов Виктория, Иза и Шасла белая до уровня 10, 4,5 и 17,1 % соответственно, что в среднем на 3,8 % ниже контрольного варианта хранения. Активность окислительного фермента монофенол-монооксигеназы в следствии применения УФ-излучения была снижена в среднем на 30,9 % относительно контроля. Также УФ-излучение позволило снизить потери, обусловленные естественной убылью массы грозди винограда в среднем на 15 %. Установлено, что для сортов Виктория и Иза допустимый срок хранения может быть пролонгирован, а хранение сорта Шасла белая более 21 суток является нецелесообразным. Таким образом полученные данные позволяют значительно пролонгировать период хранения интродуцированных сортов Виктория и Иза, а также позволяют рекомендовать УФ-излучение в качестве безопасной альтернативы для хранения винограда.

Ключевые слова: столовый виноград; хранение; УФ-излучение; кондиционные показатели; естественная убыль массы.

Для цитирования: Романов В.А., Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю. Совершенствование технологии хранения винограда с помощью ультрафиолетового излучения // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(4):332-336. EDN PFUTSV.

ORIGINAL RESEARCH

Improving grape storage technology using UV radiation

Romanov A.V.[✉], Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]cod7-4orever@mail.ru

Abstract. The article presents the results of assessing keeping quality of introduced grape varieties, and improvements in grape storage technology, aimed at determining permissible storage periods, and implementing an environmentally friendly grape storage alternative. The research was conducted in 2023–2024 in the vineyards of LLC "VPS Plus" (Sudak), and in the Laboratory of Grape Storage of the NRC "Kurchatov Institute" – "Magarach" (Yalta). The vineyards are open earth, with a planting pattern of 3.5 x 1.25 m, trained in the Tendone system, with the control variety being 'Chasselas Blanc', and introduced varieties being 'Victoria' and 'Iza'. The control batches of grapes were stored fresh in the cold chamber at the Institute Magarach with SO₂ treatment at a temperature of 0–2 °C and relative humidity of 90–95 % for 28 days. Experimental batches of grapes were stored under similar conditions using an open-type bactericidal irradiator "Armed" F30 T8 (bactericidal flow intensity of 9 W/m²). The use of ultraviolet (UV) radiation allowed for a reduction in the mass concentration of sugars for the varieties 'Victoria', 'Iza', and 'Chasselas Blanc' to the levels of 10 %, 4.5 %, and 17.1 %, respectively, which, on average, is 3.8 % lower than the control storage variant. The activity of oxidative enzyme MPhMO due to UV radiation application decreased by an average of 30.9 %, compared to the control. Additionally, UV radiation allowed reducing natural weight loss of grape bunches by an average of 15 %. It was established that for 'Victoria' and 'Iza' varieties, the permissible storage period can be extended, but storing the 'Chasselas Blanc' variety for more than 21 days is considered to be inappropriate. Thus, the obtained data allows for a significant extension of storage period for introduced varieties 'Victoria' and 'Iza', and also recommends UV radiation as a safe grape storage alternative.

Key words: table grapes; storage; UV radiation; compliance indicators; natural weight loss.

For citation: Romanov A.V., Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu. Improving grape storage technology using UV radiation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(4):332-336. EDN PFUTSV (in Russian).

Введение

Виноградарство – это ведущая сельскохозяйственная отрасль, которая имеет в Российской Федерации высокое экономическое и социальное значение. Современное состояние рынка Российской Федерации и Республики Крым требует увеличения объемов производства и доступности отечественной продукции виноградарства.

Одним из методов продления сроков потребле-

ния свежего винограда, позволяющим перекрыть выпады между поступлением в торговые сети столового винограда различных сроков созревания, является хранение. Технология хранения с использованием синтетических фунгицидов показала высокую эффективность, однако использование подобных средств приводит к загрязнению окружающей среды, вредному воздействию на организм человека и эволюции устойчивости патогенных организмов. Также данный способ имеет недостатки, связанные с возможным потемнени-

ем или обесцвечиванием кожицы ягод, ожогами и появлением трещин на кожице, а также остаются сульфиды, которые могут дать привкус серы или вызвать реакцию гиперчувствительности [1–3].

Актуальной задачей является внедрение экологически чистых альтернатив в хранении винограда: использование бактерицидного ультрафиолетового облучения (УФ), озона (O₃), применение термических обработок различными растворами, аэрозольных обработок бактериальными и биологически активными препаратами, эфирными маслами и др. [4–7].

Ультрафиолетовое излучение С спектра (200–280 нм), метод дезинфекции, используемый при хранении фруктов и овощей, вызывает повреждение ДНК микроорганизмов, что предотвращает порчу сельскохозяйственной продукции [8]. Также УФ-облучение является абиотическим стрессом, который способствует образованию активных форм кислорода, а также синтезу вторичных метаболитов [9, 10]. УФ-облучение оказывает влияние на общее содержание фенолов и антиоксидантную активность [11].

В Китае изучалось влияние различных доз УФ-облучения на качество и антиоксидантную способность плодов персика. Результаты показали, что облучение привело к повышению твердости плодов и общего содержания растворимых сухих веществ, а также к снижению естественной убыли массы. Также облученные плоды характеризовались повышенной выработкой активных форм кислорода, что стимулировало синтез общих фенолов, общих флавоноидов, а также повысило активность супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы и аскорбатпероксидазы [12].

Польские ученые испытывали применение озонирования и УФ-облучения для повышения сроков хранения плодов клюквы. Комплексное применение озонирования и бактерицидного излучения способствовало снижению микробиологической нагрузки, позволило увеличить срок хранения и снизить естественную убыль массы плодов при хранении [13].

Ученые из Аргентины исследовали эффективность сочетания антимикробных веществ и воздействия УФ-излучения с местными биоконтрольными дрожжами для снижения микробиологических поражений, вызываемого *P. expansum*, на столовом винограде при хранении. Комбинация снизила на 90 % степень микробиологических поражений в виноградных гроздях, хранившихся в течение 30 дней, и эффективно подавляла рост *P. expansum* на столовом винограде [14].

Цель работы – оценка лежкоспособности интродуцированных сортов винограда и совершенствование технологии хранения винограда для определения допустимых сроков хранения и внедрения экологически чистой альтернативы в хранении винограда.

нении винограда.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в 2023–2024 гг. на базе ООО «ВПС плюс», расположенном в горно-долинном приморском виноградарском районе Республики Крым и лаборатории хранения винограда НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач». Система ведения культуры винограда – не укрывная. Схема посадки – 3,5 × 1,25 м. Формировка – Тендоне. Объектами исследования являлись столовые сорта винограда, контрольный районированный сорт Шасла белая и интродуцированные сорта Виктория и Иза.

Шасла белая – древний египетский столовый сорт винограда раннего срока созревания. Гроздь средней величины, цилиндроконическая или коническая, средней плотности или плотная. Средняя масса грозди – 193 г. Ягода средней величины, округлая, желто-зеленой окраски, с умеренным восковым налетом, золотистым оттенком и коричневыми пятнами. Кожица тонкая, но сравнительно прочная. Мякоть очень нежная, тающая. Сорт в сильной степени поражается пятнистым некрозом и милдью.

Виктория – (Кардинал × Карабурну) – столовый сорт винограда раннего срока созревания (Лепэдату Виктория, Румыния, 1964 г.). Грозди крупные, цилиндроконические и конические, средней плотности, реже плотные. Ягоды очень крупные, удлинено-овальные, покрыты средней густоты восковым налетом, зеленой окраски. Кожица плотная, средней толщины, мякоть мясистая, хрустящая, вкус гармоничный. Устойчивость к грибным болезням низкая, особенно сильно восприимчив к оидиуму.

Иза – (Глория × Кардинал) – столовый сорт винограда раннего срока созревания (Поль Труел, Франция, 1964 г.). Грозди средней величины, компактные. Ягоды круглой или короткой овальной формы, размером от среднего до большого, зелено-желтой окраски. Вкус ароматный, с нотами муската. Слабо восприимчив к мучнистой росе.

Для выполнения поставленных задач была использована установка, включающая в себя холодильную камеру объемом 10,8 м³ и бактерицидный излучатель открытого типа «Armed» F30 T8 (двухцокольная газоразрядная лампа низкого давления мощностью 30 Вт при интенсивности бактерицидного потока 9 Вт/м²).

Непрерывное включение бактерицидной лампы производилось один раз в сутки в течение 13 мин [15]. Хранение винограда в свежем виде проводилось при температуре 0–2 °С и относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 28 суток. Хранение контрольных партий проводилось с использованием обработки холодильной камеры SO₂. Отбор образцов для изучения пока-

зателей качества винограда в динамике хранения проводился поэтапно: в свежем виде, через 7, 14, 21 и 28 суток хранения. Исследования проводили в трехкратной повторности в каждом варианте опыта.

Оценка эффективности технологии хранения проводилась по следующим показателям: массовая концентрация сахаров – ареометрическим и рефрактометрическим методом, согласно ГОСТ 27198-87; массовая концентрация титруемых кислот – прямым титрованием 0,1N раствором NaOH, согласно ГОСТ 25555-82; активность монофенол-монооксигеназы (МФМО) в винограде – колориметрическим методом, основанном на скорости образования окрашенного продукта окисления [16]; естественная убыль массы грозди – рассчитывалась, как соотношение массы грозди после хранения и до ее закладки, умноженное на 100 %.

Статистическая обработка данных по методике Доспехова Б.А. [17] с использованием дисперсионного анализа при помощи пакета анализа данных электронной таблицы Excel.

Результаты и их обсуждение

Был проведен анализ кондиционных показателей исследуемых сортов винограда в динамике краткосрочного хранения как в контрольных условиях (К), так и с использованием бактерицидного УФ-излучения (УФ). В результате исследования были выявлены закономерности изменения массовых концентраций сахаров и титруемых кислот (табл.).

К концу хранения наблюдалось увеличение

Таблица. Динамика изменения массовой концентрации сахаров и титруемых кислот во время хранения, 2023–2024 гг.

Table. Dynamics of changes in the mass concentration of sugars and titratable acids during storage, 2023–2024

Сорт	Спо- соб хра- нения	Массовая концентрация									
		сахаров, г/100 см ³					титруемых кислот, г/дм ³				
		количество суток									
		0	7	14	21	28	0	7	14	21	28
Шасла белая (К)	К	21,6	22,9	24,1	25,0	25,8	5,6	5,9	6,5	7,3	7,3
	УФ		22,7	23,5	24,4	25,3		5,6	6,0	6,6	6,9
Виктория	К	14,5	13,8	15,6	16,0	16,6	4,3	4,1	4,1	4,5	6,7
	УФ		13,7	14,7	15,1	16,0		4,1	4,2	4,2	5,5
Иза	К	20,2	20,4	21,2	21,6	22,4	6,8	6,7	6,4	7,1	7,2
	УФ		20,2	20,5	20,8	21,1		6,6	6,4	6,3	6,8
НСР ₀₅		–	0,1	0,2	0,3	0,3	–	–	0,3	0,4	0,3

массовой концентрации сахаров во всех вариантах опыта за счет расхода углеводов на дыхание и испарения влаги [18]. Сорта Виктория и Иза характеризовались увеличением массовой концентрации сахаров в конце хранения на 14,5 и 10,9 %, в то время как увеличение у сорта Шасла белая достигло 19,4 % в контрольном варианте хранения, применение УФ-излучения позволило снизить рост данного показателя до уровня 10; 4,5 и 17,1 % соответственно. Увеличение массовой концентрации титруемых кислот для сортов Шасла белая и Виктория в среднем составило 43 % в контрольном варианте и 26 % в опытном. У сорта Иза было отмечено незначительное увеличение массовой концентрации кислот в процессе хранения.

Исследована активность фермента МФМО, как основного окислительно-восстановительного фермента винограда (рис. 1). В свежем винограде активность данного фермента обусловлена сорто-

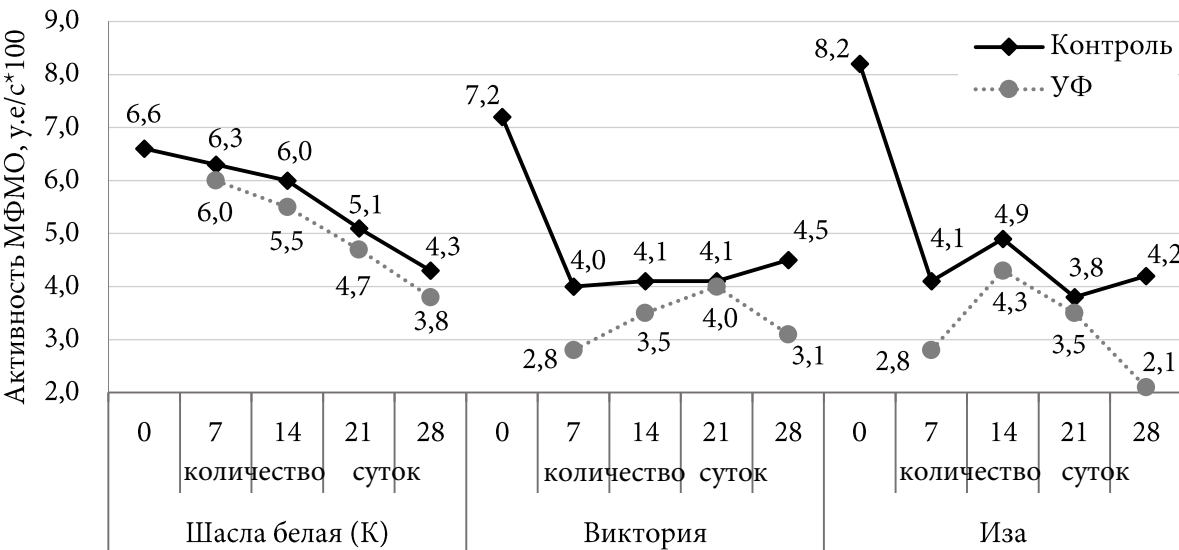


Рис. 1. Динамика изменения активности МФМО во время хранения, 2023–2024 гг., $p \leq 0,05$
Fig. 1. Dynamics of changes in MPhMO activity during storage, 2023–2024, $p \leq 0,05$

выми особенностями винограда.

МФМО является одной из главных причин ферментативного потемнения винограда при хранении, что приводит к ухудшению качества продукта [19]. Установлено, что у сортов Виктория и Иза активность фермента характеризовались резким снижением к 7 суткам хранения, в среднем снижение составило 47,2 и 63,5 % для К и УФ соответственно. У сорта Шасла белая была отмечена наивысшая активность фермента на протяжении всего срока хранения. К концу хранения применение бактерицидного УФ-излучения позволило дополнительно инактивировать действие фермента в среднем на 30,9 % относительно контрольного варианта хранения.

Влияние бактерицидного излучения отразилось на потерях, обусловленных естественной убылью массы грозди винограда (рис. 2).

Высокие показатели лежкоспособности были отмечены у интродуцированных сортов Виктория и Иза: при контрольном способе хранения к 28 суткам убыль варьировала в диапазоне 5,6–6,3 %, а с использованием УФ – в диапазоне 4,9–5,2 %. Сорт Шасла белая характеризовался наивысшими показателями естественной убыли массы к концу срока хранения: 14,6 и 12,8 % соответственно в контрольном и опытном вариантах. В среднем использование УФ излучения позволило снизить естественную убыль массы на 14,5 %.

В связи с вышеперечисленным можно сделать вывод о высокой лежкоспособности интродуцированных сортов Виктория и Иза, а также о эффективности использования бактерицидного излучения с целью пролонгации периода хранения

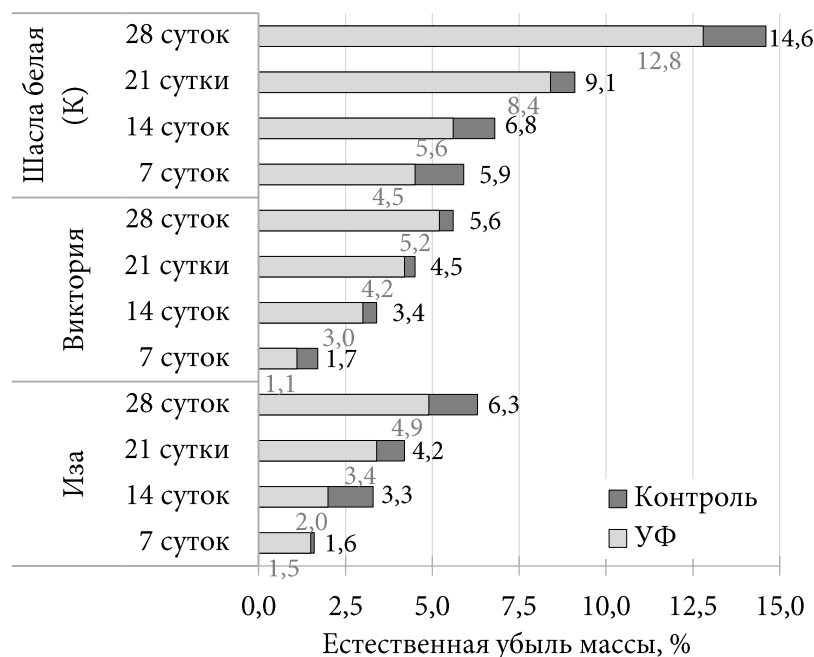


Рис. 2. Динамика изменения естественной убыли массы во время хранения, 2023–2024 гг., $p \leq 0,05$

Fig. 2. Dynamics of changes in natural weight loss during storage, 2023–2024, $p \leq 0,05$

винограда различных сроков созревания. Установлено, что для сортов Виктория и Иза допустимый срок хранения может быть свыше 28 суток, так как за время краткосрочного хранения естественная убыль массы не достигла 10 %, что позволяет рекомендовать данные сорта для использования при длительном хранении. Хранение сорта Шасла белая более 21 суток является нецелесообразным, так как потери к 28 суткам хранения превысили норму по ГОСТ 29181-91.

Выводы

На основании двухлетних исследований по оценке эффективности использования бактерицидного УФ-излучения на интродуцированных сортах для совершенствования технологии хранения можно сделать следующие выводы.

Применение УФ-излучения позволило снизить рост массовой концентрации сахаров сортов Виктория, Иза и Шасла белая до уровня 10; 4,5 и 17,1 % соответственно, что в среднем на 3,8 % ниже контрольного варианта хранения.

Активность окислительного фермента МФМО в следствии применения УФ-излучения была снижена в среднем на 30,9 % относительно контроля.

Применение бактерицидного УФ-излучения в динамике хранения позволило снизить естественную убыль массы исследуемых сортов в среднем на 15 %.

Установлено, что для сортов Виктория и Иза допустимый срок хранения может быть пролонгирован, а хранение сорта Шасла белая более 21 суток является нецелесообразным.

Таким образом, полученные данные позволяют значительно пролонгировать период хранения интродуцированных сортов Виктория и Иза, а также позволяют рекомендовать УФ-излучение в качестве безопасной альтернативы для хранения винограда.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках аспирантской работы, государственного задания № FNZM-2024-0002 и гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым им. Н.Я. Данилевского.

Financing source

The work was carried out within the framework of postgraduate work, public assignment No. FNZM-2024-0002 and grant of State Council of the Republic of Crimea to young scientists of the Republic of Crimea named after N.Ya. Danilevskiy.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Zhao P., Gao L., Li X., Zhang L., Li F., Hu J., Ma H., Li Y. Effect of sulfur dioxide treatment on storage quality of red grape. *Applied Mechanics and Materials*. 2015;713:2677-2680. DOI 10.4028/www.scientific.net/AMM.713-715.2677.
2. Waterhouse A., Sacks G., Jeffery D. Sulfur dioxide. *Understanding wine chemistry*. 2016;17:140-148. DOI 10.1002/9781118730720.ch17.
3. Lou T., Huang W., Wu X., Wang M., Zhou L., Lu B., Zheng L., Hu Y. Monitoring, exposure and risk assessment of sulfur dioxide residues in fresh or dried fruits and vegetables in China. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2017;34(6):918-927. DOI 10.1080/19440049.2017.131345.
4. González-Villagra J., Reyes-Díaz M., Alberdi M., Mora M.L., Ulloa-Inostroza E.M., Ribera-Fonseca A.E. Impact of cold-storage and UV-C irradiation postharvest treatments on quality and antioxidant properties of fruits from blueberry cultivars grown in Southern Chile. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2020;20(2):1751-1758. DOI 10.1007/s42729-020-00247-5.
5. Boyko V., Levchenko S., Belash D., Romanov A., Chervyak S. The effect of aerosol spraying with calcium-containing preparations on basic grape quality indicators of CV Shokoladny during long-term storage. *E3S Web of Conferences*. 2022;361:04010. DOI 10.1051/e3sconf/202236104010.
6. Kazimova I., Mikayilov V., Omarova E., Gasimova A., Nabiye A. Establishment of regularities of biochemical transformations in grape berries during refrigerated storage with preliminary thermal treatment. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025;1(3(81)):31-38. DOI 10.15587/2706-5448.2025.323631.
7. Romanazzi G., Feliziani E., Sivakumar D. Chitosan, a biopolymer with triple action on postharvest decay of fruit and vegetables: eliciting, antimicrobial and film-forming properties. *Frontiers in Microbiology*. 2018;9:2745. DOI 10.3389/fmicb.2018.02745.
8. Xu Y., Charles M.T., Luo Z., Mimeo B., Tong Z., Véronneau P.Y., Rolland D., Roussel D. Preharvest ultraviolet C treatment affected senescence of stored strawberry fruit with a potential role of microRNAs in the activation of the antioxidant system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66(46):12188-12197. DOI 10.1021/acs.jafc.8b04074.
9. Urban L., Charles F., de Miranda M.R.A., Aarouf J. Understanding the physiological effects of UV-C light and exploiting its agronomic potential before and after harvest. *Plant Physiology and Biochemistry: PPB*. 2016;105:1-11. DOI 10.1016/j.plaphy.2016.04.004.
10. Lv Y., Fu A., Song X., Wang Y., Chen G., Jiang Y. 1-Methylcyclopropene and UV-C treatment effect on storage quality and antioxidant activity of 'Xiaobai' apricot fruit. *Foods*. 2023;12(6):1296. DOI 10.3390/foods12061296.
11. Farzana F., Basit A., Osaidullah & Heba I. M. Role of UV radiation management strategies: towards mitigating postharvest losses, quality, phenolic and antioxidant activity and ripening rate of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Applied Fruit Science*. 2024;66(4):1431-1439. DOI 10.1007/s10341-024-01116-6.
12. Han S., Wang Xu., Cong H., Wu Y., Cai H. Assessment of quality and antioxidant capacity of peach in response to different UV-C dose irradiation. *Journal of Food Science*. 2024;89(12):8900-8909. DOI 10.1111/1750-3841.17479.
13. Matok N., Piechowiak T., Zardzewiały M., Saletnik B., Balawejder M. Continuous ozonation coupled with UV-C irradiation for a sustainable post-harvest processing of *Vaccinium macrocarpon* Ait. Fruits to Reduce Storage Losses. *Sustainability*. 2024;16(13):5420. DOI 10.3390/su16135420.
14. Pedrozo L., Kuchen B., Flores B., Rodríguez L., Pesce V., Maturano P., Nally C., Vazquez F. Optimization of sustainable control strategies against blue rot in table grapes under cold storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 2024;213:112946. DOI 10.1016/j.postharvbio.2024.112946.
15. Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю., Романов А.В. Оценка влияния бактерицидного излучения на биохимические показатели столовых сортов винограда при длительном хранении // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):55-59. DOI 10.34919/IM.2024.91.68.009.
Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu., Romanov A.V. The effect of bactericidal rays on biochemical indicators of table grape varieties during long-term storage. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):55-59. DOI 10.34919/IM.2024.91.68.009 (in Russian).
16. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Аппазова Н.Н., Верик Г.Н., Левченко С.В. Методические рекомендации по оценке столовых сортов винограда. Ялта: НИВиВ «Магарач». 2012:1-62.
Modonkayeva A.E., Boiko V.A., Appazova N.N., Verik G.N., Levchenko S.V. Methodological recommendations for the evaluation of table grape varieties. Yalta: NIV&W Magarach. 2012:1-62 (in Russian).
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
18. Левченко С.В., Бойко В.А., Белаш Д.Ю., Романов А.В. Повышение лежкоспособности столовых сортов винограда на основе применения кальцийсодержащих препаратов в послеуборочных обработках // Современное садоводство. 2023;2:73-85. DOI 10.52415/23126701_2023_0206.
Levchenko S.V., Boyko V.A., Belash D.Yu., Romanov A.V. Increasing the keeping quality of table grape varieties based on the use of calcium-containing preparations in post-harvest treatments. *Contemporary Horticulture*. 2023;2:73-85. DOI 10.52415/23126701_2023_0206 (in Russian).
19. Duygu Kaya E., Bağcı O. Purification and biochemical characterization of polyphenol oxidase extracted from Kirmizi Kismis grape (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Food Biochemistry*. 2021;45(2):e13627. DOI 10.1111/jfbc.13627.

Информация об авторах

Александр Вадимович Романов, аспирант, мл. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-mail: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

Владимир Александрович Бойко, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-mail: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

Светлана Валентиновна Левченко, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-mail: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

Дмитрий Юрьевич Белаш, мл. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-mail: dima-244@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3525-2948>.

Information about the authors

Aleksandr V. Romanov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

Vladimir A. Boiko, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

Svetlana V. Levchenko, Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

Dmitriy Yu. Belash, Junior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: dima-244@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3525-2948>.

Статья поступила в редакцию 12.09.2025, одобрена после рецензии 28.10.2025, принята к публикации 19.11.2025.