

## Оценка влияния бактерицидного излучения на биохимические показатели столовых сортов винограда при длительном хранении

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

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

✉cod7-4orever@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены двухлетние данные исследований (2022–2023 гг.) по оценке эффективности применения ультрафиолетового бактерицидного излучения в целях повышения лежкоспособности и сохранения высокого товарного качества винограда. В процессе выполнения поставленных задач была использована установка, включающая в себя холодильную камеру объемом 10,8 м<sup>3</sup> и бактерицидный излучатель открытого типа «Armed» F30 T8 (двухцокольная газоразрядная лампа низкого давления мощностью 30 Вт, при интенсивности бактерицидного потока 9 Вт/м<sup>2</sup>). Дана оценка следующих показателей: массовая концентрация сахаров и титруемых кислот, активность фермента монофенол-монооксигеназы, естественная убыль массы грозди столовых сортов винограда Италия и Ред Глоуб в динамике длительного хранения. Установлено, что применение ультрафиолетового бактерицидного излучения положительно влияет на углеводно-кислотный комплекс, так как увеличение массовой концентрации сахаров к 60 суткам хранения, вызванное потерями влаги, в опытных вариантах было ниже на 4,6 % (сорт Италия) и на 5,8 % (сорт Ред Глоуб) относительно контроля; существенных изменений в массовой концентрации титруемых кислот замечено не было. Активность окислительного фермента монофенол-монооксигеназы в опытных вариантах по сравнению с контролем снизилась на 18 % у сорта Италия и на 11,6 % у сорта Ред Глоуб. Также отмечено снижение потерь, обусловленных естественной убылью массы грозди винограда на 29,0 и 15,5 % соответственно. Дисперсионный анализ свидетельствует о существенной значимости влияния применения бактерицидного излучения на исследуемые биохимические показатели винограда при хранении.

**Ключевые слова:** столовый виноград; хранение; ультрафиолетовое бактерицидное излучение; естественная убыль массы; монофенол-монооксигеназа; биохимические показатели.

**Для цитирования:** 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.

O R I G I N A L R E S E A R C H

## The effect of bactericidal rays on biochemical indicators of table grape varieties during long-term storage

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

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉cod7-4orever@mail.ru

**Abstract.** The article presents two-year research data (2022–2023) on the assessment of application effectiveness of ultraviolet bactericidal rays in order to improve keeping ability and maintain high quality of grapes. In the process of achieving the set goals, we used an installation, which included a refrigeration chamber with a volume of 10.8 m<sup>3</sup>, and an open-type bactericidal emitter "Armed" F30 T8 (a double-pin gas-discharge lamp with a power of 30 W, and a bactericidal flux intensity of 9 W/m<sup>2</sup>). Evaluation included the following indicators: mass concentration of sugars and titratable acids, monophenol monooxygenase enzyme activity, natural loss of weight of table grape varieties 'Italia' and 'Red Globe' during long-term storage. It was established that application of ultraviolet bactericidal rays had a positive effect on the carbohydrate-acid complex, since the increase in the mass concentration of sugars by 60 days of storage, caused by moisture loss, in the experimental variants was lower by 4.6% ('Italia' variety) and 5.8% ('Red Globe' variety) relative to the control; no significant changes in the mass concentration of titratable acids were observed. The activity of oxidative enzyme monophenol monooxygenase in the experimental variants decreased by 18 % ('Italia' variety), and by 11.6 % ('Red Globe' variety) compared to the control. A reduction in losses due to the natural loss of bunch weight by 29.0 and 15.5 %, respectively, was also observed. Analysis of variance indicates the significant impact of using bactericidal rays on the studied biochemical indicators of grapes during storage.

**Key words:** table grapes; storage; ultraviolet bactericidal rays; natural loss of weight; monophenol monooxygenase; biochemical indicators.

**For citation:** 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).

### Введение

Виноград (*Vitis vinifera* L.) – культура, имеющая большое экономическое значение и обширную зону произрастания, плоды которого можно употреблять в свежем или переработанном виде. Свежий виноград

считается неклиматическим плодом и характеризуется коротким сроком хранения в естественных условиях [1].

Различные обработки перед закладкой на хранение винограда играют важную роль в увеличении сроков хранения, сохранении товарных качеств и свежести продукта, а также в обеспечении его поставок на рынок в течение всего года [2–4].

Перспективным элементом в технологии хранения является применение ультрафиолетового излучения (УФ) в области УФ-С с диапазоном длины волн 100–280 нм, так как эта область имеет наиболее эффективное бактерицидное действие [5].

Существует множество научных исследований, подтверждающих эффективность применения УФ-С излучения для обработки овощей и фруктов с целью увеличения срока их хранения и снижения риска заболеваний [6–9]. В исследованиях Ргајарати и др. обработку УФ-С использовали как альтернативу обычным дезинфицирующим средствам из-за его способности повреждать ДНК и РНК микроорганизмов [10].

Ученые из Китая изучали влияние обработки УФ-С на качество хранения плодов дынной груши (*Solanum muricatum*). Обработка УФ-С позволила эффективно сохранить летучие ароматические компоненты и вкусовые качества плодов, снизить интенсивность дыхания и выработку этилена во время хранения. Так же обработка позволила снизить степень повреждения плодов от переохлаждения и продлить период хранения без повреждений [11].

В Австралии провели исследование воздействия УФ-С на персидский лайм (*Citrus latifolia*) во время хранения. Результаты показали, что при обработке УФ-С сохранился зеленый цвет кожуры лайма после 28 дней хранения. Обработка УФ-С поддерживала низкую выработку этилена и низкую интенсивность дыхания во время хранения. Плоды лайма, подвергшиеся воздействию УФ-С, имели индекс приемлемости на уровне 60 % после хранения, в то время как необработанные контрольные плоды сохраняли приемлемость на уровне 39 %. В целом обработка УФ-С не повлияла на потерю веса плодов, массовую концентрацию сахаров и кислот во время хранения [12].

Турецкие ученые исследовали влияние обработки УФ-С на качество ягод столового винограда сорта Альфонс Лавалле при хранении в холодильнике. Обработка позволила сохранить визуальное качество ягод, а также консистенцию кожицы и мякоти ягод. В сусле ягод, подвергнутых обработке УФ-С, было отмечено более высокое содержание антиоксидантов и фенольных веществ [13].

**Цель работы** – оценка эффективности применения ультрафиолетового бактерицидного излучения при длительном хранении винограда на основе биохимических и товарных показателей винограда.

#### Материалы и методы исследования

Экспериментальные исследования проводились в период 2022–2023 гг. на базе филиала «Морское» АО «ПАО «Массандра» и лаборатории хранения винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Объектами исследований являлись столовые сорта винограда Италия и Ред Глоуб, заложенные на длительное хранение.

**Италия** (Бикан х Мускат Гамбургский) – столовый сорт винограда позднего срока созревания. Гроздь крупная, цилиндрикоконическая, часто ветвистая, сравнительно рыхлая. Ягода очень крупная, овальная и яйцевидная, желтовато-янтарная, матовая, покрыта

густым пруиновым налётом. Кожица прочная, толстая. Мякоть мясистая, высоких вкусовых качеств, с оригинальным мускатно-цитронным ароматом. Кусты сильнорослые. Сорт транспортабельный и лежкий, пригоден для длительного хранения.

**Ред Глоуб** – столовый сорт винограда (гибрид *Vitis vinifera* L.) позднего или средне-позднего периода созревания. Корнесобственные кусты слабо или среднерослые, в зависимости от почвенно-климатических условий. Урожайность высокая. Грозди крупные, конические, средней плотности. Ягоды крупные, округлые, от розового до красно-фиолетового цвета, в зависимости от условий выращивания. Мякоть мясистая, сочная, приятного вкуса с нейтральным ароматом. Кожица тонкая, но прочная, устойчивая к растрескиванию. Транспортабельность высокая, виноград пригоден для длительного хранения.

Для выполнения поставленных задач была использована установка, включающая в себя холодильную камеру объёмом 10,8 м<sup>3</sup> и бактерицидный излучатель открытого типа «Armed» F30 T8 (двухцокольная газоразрядная лампа низкого давления мощностью 30 Вт при интенсивности бактерицидного потока 9 Вт/м<sup>2</sup>) на основании МУ 2.3.975-00 «Применение ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами» и Р 3.5.1904-04 «Инструкции по применению ультрафиолетового излучения при производстве, хранении и перевозке сырья и продуктов животного происхождения».

Уравнение математической модели процесса обеззараживания воздушной среды ультрафиолетовым излучением описывается следующим выражением:

$$N_0 = \frac{V N_v K_3}{N_{\lambda} \Phi_{\text{б.к.л}} K_{\phi} 3600},$$

где

V – объём помещения, м<sup>3</sup>;

N<sub>v</sub> – бактерицидная доза, Дж/м<sup>3</sup>;

N<sub>λ</sub> – число ламп в облучателе, шт.;

Φ<sub>б.к.л</sub> – бактерицидный поток лампы, Вт;

K<sub>φ</sub> – коэффициент использования бактерицидного потока лампы;

K<sub>3</sub> – коэффициент запаса позволяет учесть снижение эффективности бактерицидных установок в реальных условиях эксплуатации из-за ряда факторов, влияющих на параметры бактерицидных ламп.

Согласно расчётам исходя из математической модели, непрерывное включение бактерицидной лампы производилось один раз в сутки в течение 13 минут. Хранение винограда в свежем виде проводилось при температуре 0...+2 °С и относительной влажности воздуха 90...95 % в течение 60 суток. Хранение контрольных партий проводилось с использованием обработки холодильной камеры SO<sub>2</sub>. Отбор образцов для изучения показателей качества винограда в динамике хранения проводился поэтапно: в свежем виде, через 30

суток и 60 суток хранения. Исследования проводили в четырехкратной повторности в каждом варианте опыта.

Эффективность применения бактерицидного излучения оценивали по следующим показателям:

– массовая концентрация сахаров (ареометрическим способом ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий, методы определения массовой концентрации сахаров»);

– массовая концентрация титруемых кислот методом прямого титрования 0,1 н раствором NaOH (ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности»);

– активность монофенол-монооксигеназы (МФМО) (оценивали в свежееотжатом сусле по скорости образования сине-фиолетовой окраски окисленного диэтилпарафенилендиаминсульфата колориметрическим методом);

– величина естественной убыли массы грозди (ЕУМ), которую рассчитывали, как соотношение массы грозди после хранения и до ее закладки, умноженное на 100 %.

Для определения эффективности применения ультрафиолетового бактерицидного излучения на биохимические показатели винограда при хранении был проведен дисперсионный анализ полученных экспериментальных данных и был рассчитан критерий Фишера в программе SPSS Statistics 17.0 [14].

### Результаты и их обсуждение

Для проведения эксперимента был отобран виноград с массовой концентрацией сахаров 18,0 г/100 см<sup>3</sup> (сорт Италия) и 17,6 г/100 см<sup>3</sup> (Ред Глоуб). Массовая концентрация титруемых кислот перед закладкой винограда на длительное хранение составила 6,3 г/дм<sup>3</sup> у сорта Италия, а у сорта Ред Глоуб – 4,1 г/дм<sup>3</sup> (табл. 1).

На протяжении всего периода хранения наблюдалось постепенное увеличение массовых концентраций сахаров у исследуемых сортов винограда, которое связано прежде всего с испарением влаги из ягод. К концу длительного хранения с применением ультрафиолетового бактерицидного излучения массовая концентрация сахаров у сорта винограда Италия была выше на 4,6 %, а у сорта Ред Глоуб на 5,8 % относительно контроля.

Существенных изменений массовой концентрации титруемых кислот в виноградной ягоде в процессе хранения между контрольными и опытными партиями винограда не наблюдалось.

Монофенол-монооксигеназа является ключевым

**Таблица 1.** Изменение кондиционных показателей исследуемых сортов винограда при длительном хранении, 2022–2023 гг.

**Table 1.** Changes in conditional indicators of the studied grape varieties during long-term storage, 2022–2023

Варианты	Массовая концентрация сахаров, г/100 см <sup>3</sup>			Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>		
	0 суток	30 суток	60 суток	0 суток	30 суток	60 суток
<b>Италия</b>						
Контроль	18,0	19,6	19,8	6,3	5,8	5,2
Опыт		18,1	18,9		6,0	5,4
<b>Ред Глоуб</b>						
Контроль	17,6	18,6	18,8	4,1	4,0	3,9
Опыт		17,7	18,2		4,1	4,0

**Таблица 2.** Активность фермента монофенол-монооксигеназы столовых сортов винограда при длительном хранении, 2022–2023 гг.

**Table 2.** Activity of monophenol monoxygenase enzyme of table grape varieties during long-term storage, 2022–2023

Варианты	Активность МФМО, у.е./сек*100		
	0 суток	30 суток	60 суток
<b>Италия</b>			
Контроль	5,2	8,0	7,8
Опыт		6,3	6,4
<b>Ред Глоуб</b>			
Контроль	4,7	8,5	4,3
Опыт		6,9	3,8

ферментом, ответственным за потемнение, которое происходит при повреждении или длительном хранении, вследствие катализа гидроксирования монофенолов до орто-дифенолов и их последующего окисления до орто-хинонов [15]. Применение бактерицидного излучения в процессе длительного хранения способствовало снижению активности окислительного фермента монофенол-монооксигеназы у исследуемых сортов винограда (табл. 2).

Установлено, что в конце хранения активность фермента в опытных вариантах была ниже, чем в контрольных на 18 % у сорта Италия и на 11,6 % у сорта Ред Глоуб.

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

Потери массы грозди винограда сорта Италия и Ред Глоуб в течение первых 30 суток хранения в контроле составили 4,5 %, а в опытных вариантах – 3,7 и 3,9 % в зависимости от сорта. К 60 суткам хранения естественная убыль массы грозди винограда сорта Италия в опыте была меньше, чем в контроле на 29,0 %, у сорта Ред Глоуб – на 15,5 %.

По полученным результатам был проведён дисперсионный анализ, целью которого являлась оценка значимости влияния применения бактерицидного

излучения на исследуемые биохимические показатели винограда (табл. 3).

Математическими расчётами доказано, что при сравнении полученных значений между контрольными и опытными вариантами наблюдаются существенные различия во всех показателях, так как выполняется условие  $F > F_{крит}$  при  $P < 0,005$ , за исключением массовой концентрации титруемых кислот ( $F = 4,0 < F_{крит} = 5,32$  при  $P = 0,08$  у сорта Италия и  $F = 1,0 < F_{крит} = 5,32$  при  $P = 0,35$  у сорта Ред Глоуб).

### Выводы

Получены экспериментальные двухлетние данные о влиянии ультрафиолетового бактерицидного излучения на биохимические показатели винограда в процессе длительного хранения. Установлено, что:

- применение ультрафиолетового бактерицидного излучения оказало положительное влияние на динамику изменения массовой концентрации сахаров, так в конце длительного хранения у сорта винограда Италия она была ниже на 4,6 %, а у сорта Ред Глоуб – на 5,8 % относительно контроля;

- активность окислительного фермента в опытных вариантах после 60 суток хранения была меньше, чем в контрольных на 18 % у сорта Италия и на 11,6 % у сорта Ред Глоуб;

- снижение потерь, обусловленных естественной убылью массы грозди винограда, у сорта Италия в опыте было меньше, чем в контроле на 29,0 %, у сорта Ред Глоуб – на 15,5 %;

- проведённый дисперсионный анализ свидетельствует о существенной значимости влияния применения бактерицидного излучения на исследуемые биохимические показатели винограда при хранении.

Таким образом, полученные данные позволяют рассматривать ультрафиолетовое бактерицидное излучение как один из перспективных методов в целях совершенствования технологии длительного хранения столовых сортов винограда.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0022.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0022.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

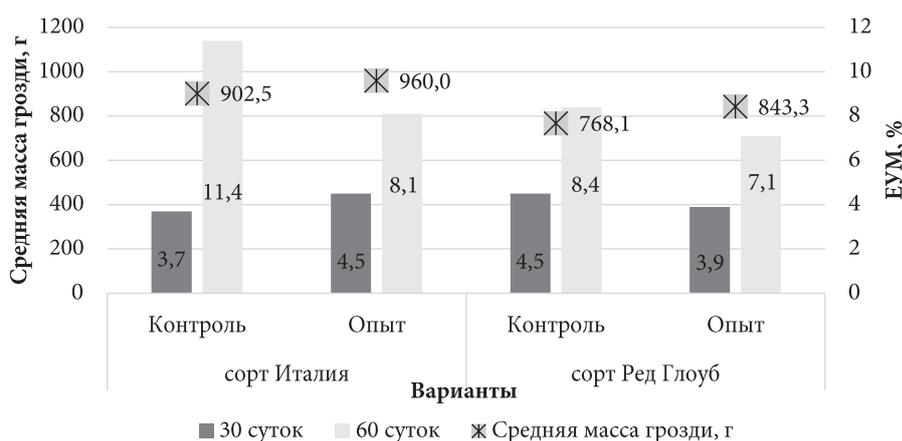


Рис. Естественная убыль массы грозди сортов винограда при длительном хранении, 2022–2023 гг.

Fig. Natural loss of bunch weight of grape varieties during long-term storage, 2022–2023

Таблица 3. Дисперсионный анализ полученных данных после длительного хранения исследуемых сортов винограда

Table 3. Analysis of variance of the data obtained after long-term storage of the studied grape varieties

Показатели	Сорт Италия			Сорт Ред Глоуб		
	F	$F_{крит}$	P	F	$F_{крит}$	P
Массовая концентрация сахаров, г/100 см <sup>3</sup>	65,0		$1,85 \cdot 10^{-5}$	36		0,0003
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	4,0	5,32	0,08	1,0	5,32	0,35
Активность МФМО, у.е/с*100	196,0		$1,57 \cdot 10^{-7}$	25		0,001
Естественная убыль массы, %	201,7		$5,89 \cdot 10^{-7}$	51,2		$9,65 \cdot 10^{-5}$

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы / References

- Ropelewska E., Noutfia Y. Application of image analysis and machine learning for the assessment of grape (*Vitis L.*) berry behavior under different storage conditions. *European Food Research and Technology*. 2023;250(1):1-10. DOI 10.1007/s00217-023-04441-4.
- Nwaigwe K.N. An overview of cereal grain storage techniques and prospects in Africa. *International Journal of Bioengineering & Biotechnology*. 2019;4(2):19-25.
- 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).
- Navarro-Calderón Á., Falagán N., Terry L., Alamar C. Biomarkers of postharvest resilience: unveiling the role of abscisic acid in table grapes during cold storage. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1266807. DOI 10.3389/fpls.2023.1266807.
- González-Villagra J., Reyes-Díaz M., Alberdi M., Mora M. L., Ulloa E., Ribera F. A. 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.
6. Promyou S., Supapvanich S. Effect of ultraviolet-C (UV-C) illumination on postharvest quality and bioactive compounds in yellow bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.) during storage. *African Journal of Agricultural Research*. 2012;7:4084-4096. DOI 10.5897/AJAR12.242.
  7. Chairat T., Amnat J., Chonlada S., Hataitip N. Postharvest UV-C treatment affects bioactive compounds and maintains quality of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) during storage. *The Horticulture Journal*. 2024;93(1):15-22. DOI 10.2503/hortj.QH-092.
  8. Unal S., Sabir F. UV-C treatments extend the postharvest quality of '0900 Ziraat' sweet cherries by protecting the physical and biochemical features of the fruits during the storage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023;51:13037. DOI 10.15835/nbha51113037.
  9. 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.
  10. Prajapati U., Asrey R., Varghese E., Singh A.K., Singh M.P. Effects of postharvest ultraviolet-C treatment on shelf-life and quality of bitter melon fruit during storage. *Food Packaging and Shelf Life*. 2021;28(4):100665. DOI 10.1016/j.foodpack.2021.100665.
  11. Zhao Y., Ning M., Zuo J., Shi J., Shi W., Huang Y., Wang Q., Feng B. Effect of UV-C treatment on chilling injury and flavor quality of *Solanum muricatum* fruit during storage. *Journal of South China Agricultural University*. 2021;42(5):87-96. DOI 10.7671/j.issn.1001-411X.202010026.
  12. Pristijono P., Bowyer M.C., Papoutsis K., Scarlett C.J., Vuong Q.V., Stathopoulos C.E. Improving the storage quality of Tahitian limes (*Citrus latifolia*) by pre-storage UV-C irradiation. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(3):1438-1444. DOI 10.1007/s13197-019-03623-x.
  13. Sabir F., Sabir A., Unal S. Quality response of minimally processed 'Alphonse Lavallée' table grapes during cold storage as influenced by preharvest sustained deficit irrigation and postharvest UV-C irradiation. *Erwerbs-Obstbau*. 2021;63(1):141-148. DOI 10.1007/s10341-021-00592-4.
  14. Рагимов А.О., Мазиров М.А. Статистический анализ данных в сельском хозяйстве. Владимир: Изд-во ВлГУ. 2022:1-454.  
Ragimov A.O., Mazirow M.A. Statistical analysis of data in agriculture: a textbook. Vladimir: Publishing house of VSU. 2022:1-454 (*in Russian*).
  15. Choma I., Nikolaichuk H. TLC bioprofiling – a tool for quality evaluation of medicinal plants. *Evidence-Based Validation of Herbal Medicine*. 2022:407-422. DOI 10.1016/B978-0-323-85542-6.00014-7.

### Информация об авторах

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

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

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

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

### Information about authors

**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., Scientific Secretary, 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>;

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

Статья поступила в редакцию 14.02.2024, одобрена после рецензии 21.02.2024, принята к публикации 21.02.2024.