

УДК 634.8.03:57.085.23

Научная статья



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-408-07-113-118

В.П. Клименко

И.А. Павлова ✉

Е.А. Лушчай

А.С. Абдурашитова

Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарах» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Ялта, Республика Крым, Россия

✉ irinaalexpavlova@mail.ru

Поступила в редакцию: 04.03.2026

Одобрена после рецензирования: 16.06.2026

Принята к публикации: 30.06.2026

© Клименко В.П., Павлова И.А., Лушчай Е.А., Абдурашитова А.С.

Совершенствование технологических подходов, направленных на повышение адаптивной способности виноградных растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Биотехнологические подходы позволяют создавать новые эффективные способы размножения и оздоровления сельскохозяйственных культур, в том числе винограда. Одним из самых важных этапов технологии клонального микроразмножения, от которого напрямую зависит эффективность процесса, является адаптация растений *in vitro* к условиям *ex vitro*.

Методы. Было проведено исследование по изучению технологических возможностей для повышения адаптивной способности виноградных растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro*. В качестве объектов исследования использовали подвой Гравесак 11, Гравесак 12, Рюгжери 140 и Феркаль клон 242. Операции по клональному микроразмножению винограда осуществляли в ламинарном кабинете АНС-4Д1. Для адаптации растений к условиям *ex vitro* применяли фитотрон ЛиА-2. Опытная партия растений *in vitro* подвоя Феркаль клон 242 проходила адаптацию и доращивание на установках АОБМ.

Результаты. В ходе проведения эксперимента разработан регламент работы с фитотроном ЛиА-2, который предусматривает семь последовательных схем. В процессе эксперимента получено 65 растений подвоев Гравесак 11, Гравесак 12, Рюгжери 140 и Феркаль клон 242, адаптированных к условиям *ex vitro*. Результаты свидетельствуют о дифференцированной жизнеспособности растений, что объясняется высокой летальностью на начальном этапе работы. Тестирование опытной партии посадочного материала в количестве 146 шт. подвоя Феркаль клон 242, полученного *in vitro*, прошедшего адаптацию к условиям *ex vitro* и доращивание на АОБМ, показало высокую приживаемость саженцев в почвенных условиях, на уровне 75%.

Ключевые слова: виноград, посадочный материал, подвой, *in vitro*, *ex vitro*, технология, адаптация

Для цитирования: Клименко В.П., Павлова И.А., Лушчай Е.А., Абдурашитова А.С. Совершенствование технологических подходов, направленных на повышение адаптивной способности виноградных растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro*. *Аграрная наука*. 2026; 408 (07): 113–118.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-408-07-113-118>

Research article



DOI: 10.32634/0869-8155-2026-408-07-113-118

Viktor P. Klimenko

Irina A. Pavlova ✉

Ekaterina A. Lushchai

Anife S. Abdurashitova

Crimean Research Centre of Viticulture and Winemaking «Magarach» of Kurchatov complex of Viticulture and Winemaking of the National Research Centre «Kurchatov Institute», Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉ irinaalexpavlova@mail.ru

Received by the editorial office: 04.03.2026

Accepted in revised: 16.06.2026

Accepted for publication: 30.06.2026

© Klimenko V.P., Pavlova I.A., Lushchai E.A., Abdurashitova A.S.

Developing technological approaches aimed at increasing the adaptive capacity of *in vitro*-produced grape plants to *ex vitro* conditions

ABSTRACT

Relevance. The use of biotechnological methods can lead to innovative and efficient ways to propagate and health improvement agricultural crops, including grapes. The adaptation of plants from *in vitro* to *ex vitro* conditions is one of the most important stages of clonal micropropagation technology, which directly determines the efficiency of the process.

Methods. A study was conducted to investigate technological possibilities for increasing the adaptive capacity of *in vitro*-produced grape plants to *ex vitro* conditions. The rootstocks Gravesac 11, Gravesac 12, Ruggeri 140 and Fercal clone 242 were used as research objects. Clonal micropropagation of grapes was carried out in the laminar flow cabinet АНС-4Д1. The phytotron LiA-2 was used to adapt plants to *ex vitro* conditions. An experimental batch of *in vitro* plants of the Fercal clone 242 rootstock underwent adaptation and further growth on ALVM installations.

Results. The operating instructions for the LiA-2 phytotron, which include seven sequential schemes, were developed during the experiment. 65 plants of the rootstocks Gravesac 11, Gravesac 12, Ruggeri 140 and Fercal clone 242, adapted to *ex vitro* conditions, were obtained during the experiment. The results indicated differentiated plant viability, which is due to the high level of lethality at the initial stage of the work. Testing of a pilot batch of 146 plants of Fercal clone 242 rootstock, obtained *in vitro*, adapted to *ex vitro* conditions, and further grown on АОБМ, demonstrated a high survival rate of 75% in soil conditions.

Key words: grape, planting material, rootstock, *in vitro*, *ex vitro*, technology, adaptation

For citation: Klimenko V.P., Pavlova I.A., Lushchai E.A., Abdurashitova A.S. Developing technological approaches aimed at increasing the adaptive capacity of *in vitro*-produced grape plants to *ex vitro* conditions. *Agrarian science*. 2026; 408 (07): 113–118 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2026-408-07-113-118>

Введение/Introduction

Распространение виноградной лозы исторически основывалось на создании сортов, клоновом отборе и вегетативном размножении. Виноград стал широко распространенной сельскохозяйственной культурой, а последствия вегетативного размножения существующих сортов, новых сортов и новых клонов имеют важнейшее значение для жизнеспособности кустов, урожайности и качества вина [1]. Методы размножения, включая прививку и методы *in vitro*, значительно влияют на генетическое разнообразие, устойчивость к болезням и качество винограда [2]. При выборе метода размножения необходимо учитывать факторы окружающей среды, устойчивости к болезням и экономической целесообразности.

Традиционный способ размножения винограда является трудоемким и допускает передачу болезней из поколения в поколение. Кроме того, улучшить эту культуру с помощью традиционных методов селекции сложно. Поэтому разрабатываются протоколы размножения с использованием культуры *in vitro* [3–7]. Биотехнологические подходы позволяют создавать новые эффективные способы размножения и оздоровления сельскохозяйственных культур, в том числе винограда. Работы в области производства оздоровленного материала способствуют повышению качества саженцев, увеличению прибыльности виноградников и в целом развитию виноградо-винодельческой отрасли [8–11].

Наряду с улучшением качества посадочного материала и его оздоровлением, большое значение имеет увеличение разнообразия сортимента подвоев. Установлено, что вследствие существенного влияния генотипа на скорость размножения необходимо оптимизировать условия культивирования для конкретного привойного или подвойного сорта [12]. Исследована регенерационная активность ряда подвойных сортов на этапах клонального микроразмножения и выявлены наиболее продуктивные подвои при культивировании *in vitro* [13]. Одним из самых важных этапов технологии клонального микроразмножения, от которого напрямую зависит эффективность процесса, является адаптация растений *in vitro* к условиям *ex vitro* [14].

Цель данной работы — исследовать технологические возможности современного оборудования для повышения адаптивной способности растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro* для получения посадочного материала винограда.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследование по изучению технологических возможностей для повышения адаптивной способности виноградных растений, полученных *in vitro*, к условиям *ex vitro*, проводили в лабораторных условиях на базе лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда института «Магарач» (г. Ялта, Республика Крым) в 2025 году. В качестве объектов исследования использовали перспективные виноградные подвои Гравесак 11, Гравесак 12, Рюгжери 140 и Феркаль клон 242, имеющие сложное межвидовое происхождение в пределах рода *Vitis* L.

Получение, культивирование и клональное микроразмножение растений винограда *in vitro* осуществляли на основе собственных разработок института «Магарач»^{1–3}. Для работы с культурой *in vitro* использовали следующие питательные среды: MS — основная питательная среда⁴; PG — питательная среда Plant Growth⁵.

Исходным материалом для исследования являлись растения четырех виноградных подвоев из вегетирующей коллекции растений *in vitro* перспективных сортов, гибридов и клонов винограда института «Магарач»⁶. Для получения необходимого количества экспериментального материала, растения размножали микрочеренкованием. В стерильных условиях побеги разрезали на двухглазковые экспланты и высаживали на среду PG, содержащую α-нафтилуксусную кислоту в концентрации 0,05 мг/л (поставщик реактивов «Диаэм», Россия). Культивирование осуществляли при 16-ти часовом фотопериоде с освещенностью 1500 люкс и температуре 27 °С. Пассажи проводили с интервалом 40–45 дней. Операции по клональному микроразмножению винограда осуществляли в ламинарном кабинете АНС-4D1 (Esco, Сингапур).

Для адаптации растений к условиям *ex vitro* применяли фитотрон ЛиА-2 (ООО НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ», Россия). Исследовали основные принципы работы с фитотроном: ресурсы прибора, продолжительность использования, режимы факторов воздействия (освещение, температура, влажность), возможные проблемы с оборудованием, составление и установка программ, последовательность работы и особенности работы с объектами. Полное освещение одной панели фитоторона составляет 12 тыс. лк, в фитотроне всего четыре панели. Освещение полок предполагает

¹ Голодрига П.Я., Зленко В.А., Чекмарев Л.А., Бутенко Р.Г., Левенко Б.А., Пивень Н.М. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда. Ялта: ВНИИВиП. 1986; 56.

² Лиховской В.В., Клименко В.П., Павлова И.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И. Методологические основы сертификации маточников и посадочного материала винограда Симферополь: ИТ «Ариал». 2022; 84. ISBN 978-5-907587-75-5

³ Pavlova I., Luschay E., Kosyuk M., Abdurashitova A., Klimenko V. The effect of cultivation conditions on the growing processes of grape plants *in vitro*. BIO Web Conf. International Scientific and Practical Conference "Modern Trends in Science, Innovative Technologies in Vineyards and Wine Making". 2021; 39: 03001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213903001>

⁴ Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. Physiologia Plantarum. 1962; 15(3): 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

⁵ Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V. An optimized medium for clonal micropropagation of grapevine. Vitis. 1995; 34(2): 125–126. <https://doi.org/10.5073/vitis.1995.34.125-126>

⁶ Павлова И.А., Лушай Е.А., Абдурашитова А.С., Клименко В.П., Григоренко М.И. Оптимизация углеводного питания для сохранения генетических ресурсов винограда в системе *in vitro*. Аграрная наука. 2024; 388(11): 104–108. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-388-11-104-108>

выбор из трех режимов: одновременное включение ламп; использование каждого из трех уровней отдельно; имитация рассвета/заката. Освещение полок во втором режиме предусматривает три уровня освещенности. Всего адаптация осуществлена на 100 шт. растений *in vitro* четырех подвоев.

Опытная партия растений *in vitro* подвоя винограда Феркаль клон 242, выращенных в институте «Магарах», проходила адаптацию и доращивание на установках Агрегатопонных осветительно-вегетационных модулей (АОВМ), принадлежащих ООО «Биоагротех» (Договор о сотрудничестве № 209/2022 от 12.10.2022 г.) в течение пяти месяцев. Каждый модуль снабжен баком для питательного раствора и освещением с системой автоматического включения по заданной программе для выращивания конкретной культуры. Модуль имеет светоотражательный экран для равномерного бестеневого освещения растений. Плотность посадки растений — от 100 до 200 микроклонов на 1 м². Питание растений осуществляется гравитационным способом, путем отлива и прилива на нейтральном безвирусном субстрате с гравитационной контролируемой подачей питательного раствора. Питательный раствор и температура подбираются по специальной методике, в зависимости от времени и фазы роста и развития растения. Расход питательного раствора 0,18 м³/мес. на модуль. Адаптация и доращивание производится по технологии в один этап без дополнительных пересадок.

Опыты проводили, как минимум, в трехкратной повторности. Статистическую обработку данных осуществляли по общепринятой методике⁷. Рассчитывали средние значения изучаемых параметров (M) и стандартные отклонения ($\pm SD$). Различия между вариантами считали статистически значимыми при уровне достоверности $p \leq 0.05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В ходе проведения эксперимента разработан регламент работы с фитотроном ЛиА-2. Срок работы должен быть не меньше трех недель. Целесообразно использовать фотопериод 16/8 часов и освещение полок с использованием каждого из трех уровней отдельно (рис. 1).

Исследования, проведенные в фитотронах, указывают на разнообразное влияние спектральных характеристик освещения на морфометрические показатели и физиологические процессы у растений [15]. Опубликованы результаты оценки с помощью биохимических методов влияния фитоламп (светодиодных источников искусственного освещения) с разным соотношением синего и красного светового потока фотосинтетической активной радиации на адаптацию саженцев винограда [16].

Рис. 1. Фитотрон ЛиА-2 в режиме адаптации растений к условиям *ex vitro*. Фото авторов

Fig. 1. Phytotron LiA-2 in the mode of plant adaptation to *ex vitro* conditions. Author's photo



Исследованные модели светодиодных фитоламп показали потенциальную пригодность для адаптации растений *ex vitro*, что позволяет рекомендовать их для использования в практике питомниководства.

С целью поиска оптимальных режимов работы составлено и апробировано десять программ моделирования условий в фитотроне с целью оптимизации адаптации растений винограда, полученных в культуре *in vitro*, к условиям *ex vitro*. Отработана последовательность работы, установка и запуск оптимальной на данный момент программы. Поскольку фитотрон функционирует только в режиме фиксированных (непрограммируемых) показателей, организация работы предусматривает семь последовательных схем, как представлено в таблице 1.

Таблица 1. Последовательность работы фитотрона ЛиА-2 для адаптации растений винограда, полученных в культуре *in vitro*, к условиям *ex vitro*

Table 1. The operating sequence of the LiA-2 phytotron for the adaptation of grape plants obtained *in vitro* to *ex vitro* conditions

Схема	Срок, сутки	Температура, день/ночь, °С	Влажность, день/ночь, %	Уровень освещенности	Освещенность, тыс. лк	Время, часы
1	5	20/20	90/95	1	1,0	16,0
2	5	22/20	80/85	1	1,0	12,0
				2	2,5	4,0
3	5	25/21	80/85	1	1,0	1,0
				2	2,5	12,0
				3	3,5	3,0
4	3	28/24	80/85	1+2	3,5	16,0
				1+2+3	7,0	0,1
5	5	24/20	70/70	1	1,0	1,0
				2	2,5	12,0
6	5	20/16	60/60	3	3,5	3,0
				1	1,0	4,0
7	5	16/12	50/50	2	2,5	12,0
				1	1,0	8,0
				2	2,5	8,0

⁷ Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд. (перераб. и доп.). Москва: Высшая школа. 1990; 352: илл. ISBN 5-06-000471-6

Рис. 2. Растения винограда *ex vitro* в фитотроне ЛиА-2: а — в начале культивирования, б — в период завершения культивирования. Фото авторов

Fig. 2. *Ex vitro* grape plants in the LiA-2 phytotron: a — at the beginning of cultivation, b — at the end of cultivation. Author's photo



а (a)



б (b)

1-я схема — начальная. В начале работы необходимо обеспечить максимально комфортные условия для растений *in vitro*: максимальную влажность, невысокую температуру, слабое освещение (рис. 2).

4-я схема имеет определяющее значение. К пику работы необходимо обеспечить оптимальные для роста и развития растений *ex vitro* условия: поддержка высокой влажности, повышение до максимальной степени температуры, максимально допустимое освещение.

7-я схема — завершающая. К завершению работы необходимо обеспечить условия для перехода к условиям *in vivo*: снижение до минимальной степени влажности, температуры и освещения.

В процессе освоения фитотрона получено 65 растений перспективных виноградных подвоев Гравесак 11, Гравесак 12, Рюгжери 140 и Феркаль клон 242, адаптированных к условиям *ex vitro*, как представлено в таблице 2. Результаты свидетельствуют о сравнительно невысокой и дифференцированной жизнеспособности растений, что объясняется высокой летальностью на этапе работы по первой схеме. Эту летальность можно значительно снизить проведением перед началом культивирования в фитотроне предадаптации нестерильных растений в климатической камере по ранее созданной программе.

Особое внимание должно быть уделено повышению жизнеспособности растений подвоя Феркаль клон 242, который является перспективным для возделывания, отличается высокой устойчивостью к филлоксеру, считается одним из наиболее устойчивых к карбонатам подвоев, способным выдерживать до 50% активной извести в почвенном составе. Эта особенность делает его ценным для использования в условиях известковых почв.

Поскольку технологические возможности фитотрона ЛиА-2 допускают одновременное культивирование 160 шт. растений винограда *ex vitro*, он может быть использован только для небольших партий посадочного материала. Для производства саженцев крупными партиями рекомендуется применять установки типа АОВМ

Таблица 2. Жизнеспособность растений виноградных подвоев *ex vitro* после культивирования в фитотроне ЛиА-2

Table 2. Viability of grape rootstocks *ex vitro* after cultivation in LiA-2 phytotron

Подвой	Количество растений в начале эксперимента, шт.	Выживаемость растений, %
Гравесак 11	24	95,8 ± 6,8
Гравесак 12	16	68,8 ± 8,2
Рюгжери 140	37	59,5 ± 5,4
Феркаль клон 242	23	39,1 ± 7,2

(ООО «Биоагротех») на этапе адаптации к нестерильным условиям и последующего доращивания. Важно определить приживаемость саженцев винограда непосредственно после адаптации и доращивания на данных установках в почвенном субстрате, т.е. потенциальную способность культивирования непосредственно на маточных участках.

После адаптации и доращивания на установках АОВМ в ООО «Биоагротех» полученные саженцы виноградного подвоя Феркаль клон 242 в количестве 146 шт. были переданы в институт «Магарах» и высажены в шеды с почвенным субстратом. Тестирование опытной партии посадочного материала подвоя Феркаль клон 242, полученного *in vitro*, прошедшего адаптацию и доращивание на АОВМ, в почвенных условиях возделывания показало высокую приживаемость саженцев, на уровне 75% (рис. 3). Наблюдалась достаточная сила роста и мощное развитие корневой системы саженцев, как представлено на рисунке 4. В конце вегетации отмечено полное вызревание лозы. По окончании вегетации саженцы подвоя были выкопаны и помещены на хранение до посадки в полевых условиях.

В рамках программы создания и развития селекционно-семеноводческого центра в области виноградарства и питомниководства [17] на базе института «Магарах» создан вегетационный комплекс для адаптации и доращивания растений *in vitro*, который включает в себя 30 установок АОВМ и предполагает одновременное

Рис. 3. Растения виноградного подвоя Феркаль клон 242 в почвенном субстрате: а — май 2025 г., б — октябрь 2025 г. Фото авторов

Fig. 3. Plants of grape rootstock Ferkal clone 242 in soil substrate: a — May 2025, b — October 2025. Author's photo



а (a)



б (b)

культивирование 12 тыс. шт. растений. Вегетационный комплекс должен обеспечивать ускоренную адаптацию и дорастивание растений из условий *in vitro* к условиям *ex vitro* путем инновационных процессов питания растений, системы полива, системы освещения и микроклимата с использованием автоматизированной системы управления. Технологический процесс может занимать от трех до пяти месяцев. Для тестирования работы установки АОВМ с помощью технологии клонального микроразмножения подготавливается посадочный материал подвоя Феркаль клон 242. Получено 2000 шт. растений *in vitro*. Процесс размножения продолжается (рис. 5).

Технический прогресс в области светотехники, материаловедения, электроники и агротехнологий позволяет использовать простые и высокоэффективные модули, такие как АОВМ [18], для ускоренного размножения привойных и подвойных сортов винограда.

Conclusions/Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что разработанный регламент работы с фитотроном ЛиА-2 позволяет адаптировать растения винограда, полученные в культуре *in vitro*, к условиям *ex vitro*. В ходе тестирования опытной партии посадочного материала виноградного подвоя Феркаль клон 242 установлена высокая

Рис. 4. Саженьцы виноградного подвоя Феркаль клон 242 после тестирования в почвенном субстрате. Фото авторов

Fig. 4. Plants of grape rootstock Ferkal clone 242 after testing in soil substrate. Author's photo



Рис. 5. Растения *in vitro* виноградного подвоя Феркаль клон 242. Фото авторов

Fig. 5. In vitro plants of grape rootstock Ferkal clone 242. Author's photo



приживаемость саженцев, достаточная сила роста и значительное одревеснение лозы в условиях почвенного субстрата. Создание вегетационного комплекса для адаптации и дорастивания растений *in vitro* позволит выйти на полный цикл массового производства оздоровленного посадочного материала винограда. Современная техника и новейшее оборудование обеспечат выращивание посадочного материала винограда высоких биологических категорий сортов отечественной селекции, высокоурожайных клонов и автохтонных сортов России, а также создание новых сертифицированных маточников.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2026-011 от 08.04.2026 г.

FUNDING

This research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, agreement No. 075-15-2026-011 dated April 08, 2026.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Reynolds A.G. The Grapevine, Viticulture, and Winemaking: A Brief Introduction. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. (eds.). Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management. Cham: Springer. 2017; 3–29. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57706-7_1

REFERENCES

1. Reynolds A.G. The Grapevine, Viticulture, and Winemaking: A Brief Introduction. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. (eds.). Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management. Cham: Springer. 2017; 3–29. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57706-7_1

2. Thagunna S.S. A review on propagation methods of grape (*Vitis vinifera* L.). *Reviews in Food and Agriculture*. 2023; 4(1): 28–31. <https://doi.org/10.26480/rfna.01.2023.28.31>
3. Батукеев А.А., Собралиева Э.А., Батукеев М.С. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом. Грозный: Чеченский государственный университет. 2019; 151. ISBN 978-5-91127-254-8. <https://doi.org/10.36684/18-2019-1-152>
4. Dev R., Singh S.K., Dayal V., Kumar K., Singh T. Standardization of *in vitro* Hardening Strategies for Tissue Cultured Wine Grape (*Vitis vinifera* L.) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019; 8(2): 2108–2117. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.244>
5. Kinfe B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. *African Journal of Biotechnology*. 2017; 16(43): 2083–2091. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15803>
6. Kumsa F., Feyssa T. *In vitro* regeneration of two grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties from leaf explants. *African Journal of Biotechnology*. 2019; 18(4): 92–100. <https://doi.org/10.5897/AJB2018.16700>
7. San Pedro T., Peiró R., Villanova J., Olmos A., Gisbert C. *In vitro* propagation of *Vitis vinifera* L. cv. 'Monastrell'. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2017; 27: 80–83. <http://doi.org/10.1016/j.ejbt.2017.03.006>
8. Ребров А.Н., Лопаткина Е.В., Фатахетдинова М.В. Развитие базисных виноградных растений в условиях неоднородности почвенного покрова Нижнекундырчюнского песчаного массива. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023; 79: 154–170. <http://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-1-79-154-170>
9. Golino D.A., Fuchs M., Sim S., Farrar K., Martelli G.P. Improvement of Grapevine Planting Stock Through Sanitary Selection and Pathogen Elimination. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. (eds.). *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*. Cham: Springer. 2017; 561–579. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57706-7_27
10. Li J., Troendle J., Gómez M.I., Ifft J., Golino D., Fuchs M. Returns to public investments in clean plant centers: A case study of leafroll virus-tested grapevines in support of cost-effective grape production systems. *Journal of Wine Economics*. 2022; 17(3): 209–224. <https://doi.org/10.1017/jwe.2022.31>
11. Naik S., Banerjee K., Dhekney S.A. Quality Planting Material of Grape: Need to Develop Plant Certification Standards for the Indian Grape and Wine Industry. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2023; 12(1): 15–26.
12. Yancheva S., Marchev P., Yaneva V., Roichev V., Tsvetkov I. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018; 24(5): 801–806.
13. Арестова Н.О., Рябчун И.О. Особенности продуктивной регенерации подвойных сортов винограда при клональном микроразмножении. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2018; 20(3): 7–9. EDN XZOU LJ
14. Павлова И.А. и др. Факторы эффективной адаптации растений винограда *in vitro* к условиям ex vitro. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2021; 23(3): 226–232. <https://doi.org/10.35547/IM.2021.30.22.003>
15. Щербёнок С.В. Влияние соотношения красного и дальнего красного света на морфометрические показатели картофеля *in vitro*. *Аграрная наука*. 2025; (8): 78–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-78-83>
16. Янчевская Т.Г., Никонович Т.В., Олешук Е.Н., Гриц А.Н. Биохимическая оценка развития саженцев винограда ex vitro под влиянием LED-источников различного спектрального состава. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2018; 20(3): 61–63. EDN XZOURN
17. Лачуга Ю.Ф., Плугатарь Ю.В., Пашетский В.С., Лиховской В.В. 10 лет крымской сельскохозяйственной науке РАН. *Вестник Российской академии наук*. 2025; (1): 3–15. <https://doi.org/10.7868/S3034520025010011>
18. Павлова И.А., Кулев О.А., Харитонов М.В., Григоренко М.И., Крюков В.Б. Применение агрегатопонных автоматизированных осветительных вегетационных модулей АОВМ для адаптации и доращивания растений винограда, полученных в условиях *in vitro*. *Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов*. 2023; 52: 56–58. EDN FNCKCK
2. Thagunna S.S. A review on propagation methods of grape (*Vitis vinifera* L.). *Reviews in Food and Agriculture*. 2023; 4(1): 28–31. <https://doi.org/10.26480/rfna.01.2023.28.31>
3. Batukayev A.A., Sobraliyeva E.A., Batukayev M.S. Optimization of the main elements of grape propagation by the biotechnological method. Grozny: Chechen State University. 2019; 151 (in Russian). ISBN 978-5-91127-254-8. <https://doi.org/10.36684/18-2019-1-152>
4. Dev R., Singh S.K., Dayal V., Kumar K., Singh T. Standardization of *in vitro* Hardening Strategies for Tissue Cultured Wine Grape (*Vitis vinifera* L.) Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019; 8(2): 2108–2117. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.244>
5. Kinfe B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. *African Journal of Biotechnology*. 2017; 16(43): 2083–2091. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15803>
6. Kumsa F., Feyssa T. *In vitro* regeneration of two grapevine (*Vitis vinifera* L.) varieties from leaf explants. *African Journal of Biotechnology*. 2019; 18(4): 92–100. <https://doi.org/10.5897/AJB2018.16700>
7. San Pedro T., Peiró R., Villanova J., Olmos A., Gisbert C. *In vitro* propagation of *Vitis vinifera* L. cv. 'Monastrell'. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2017; 27: 80–83. <http://doi.org/10.1016/j.ejbt.2017.03.006>
8. Rebrov A.N., Lopatkina E.V., Fatakhettinova M.V. Development of basic grape plants in conditions of heterogeneity of the soil cover of Nizhnekundryuchensky sandy massif. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2023; 79: 154–170 (in Russian). <http://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-1-79-154-170>
9. Golino D.A., Fuchs M., Sim S., Farrar K., Martelli G.P. Improvement of Grapevine Planting Stock Through Sanitary Selection and Pathogen Elimination. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. (eds.). *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*. Cham: Springer. 2017; 561–579. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57706-7_27
10. Li J., Troendle J., Gómez M.I., Ifft J., Golino D., Fuchs M. Returns to public investments in clean plant centers: A case study of leafroll virus-tested grapevines in support of cost-effective grape production systems. *Journal of Wine Economics*. 2022; 17(3): 209–224. <https://doi.org/10.1017/jwe.2022.31>
11. Naik S., Banerjee K., Dhekney S.A. Quality Planting Material of Grape: Need to Develop Plant Certification Standards for the Indian Grape and Wine Industry. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2023; 12(1): 15–26.
12. Yancheva S., Marchev P., Yaneva V., Roichev V., Tsvetkov I. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018; 24(5): 801–806.
13. Arestova N.O., Ryabchun I.O. Peculiarities of productive regeneration of rootstock vines under clonal micro-propagation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018; 20(3): 7–9 (in Russian). EDN XZOU LJ
14. Pavlova I.A. et al. Factors of effective adaptation of grape plants *in vitro* to ex vitro conditions. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021; 23(3): 226–232 (in Russian). <https://doi.org/10.35547/IM.2021.30.22.003>
15. Shcherbyonok S.V. The influence of the ratio of red and far-red light on the morphometric indicators of potato *in vitro*. *Agrarian science*. 2025; (8): 78–83 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-397-08-78-83>
16. Yanchevskaya T.G., Nikanovich T.V., Oleshuk E.N., Gritz A.N. Biochemical assessment of *ex vitro* development of grape seedlings under the influence of LED sources of various spectral composition. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018; 20(3): 61–63 (in Russian). EDN XZOURN
17. Lachuga Yu.F., Plugatar Yu.V., Pashetsky V.S., Likhovskoy V.V. 10 years of the Crimean science of the Russian Academy of Sciences. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2025; (1): 3–15 (in Russian). <https://doi.org/10.7868/S3034520025010011>
18. Pavlova I.A., Kulev O.A., Kharitonov M.V., Grigorenko M.I., Kryukov V.B. Application of aggregatoponic automated lighting vegetation modules ALVM to adapt and complete growing of grape plants obtained in the conditions *in vitro*. *Viticulture and Winemaking. Collection of scientific papers*. 2023; 52: 56–58 (in Russian). EDN FNCKCK

ОБ АВТОРАХ

Виктор Павлович Клименко

доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, лаборатории биотехнологий селекции и размножения винограда
vikpaulklm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>

Ирина Александровна Павлова

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатории биотехнологий селекции и размножения винограда
irinaalexpavlova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>

Екатерина Александровна Луццай

младший научный сотрудник, лаборатории биотехнологий селекции и размножения винограда
lea_rs@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>

Анифе Смаиловна Абдурашитова

младший научный сотрудник, лаборатории биотехнологий селекции и размножения винограда
abdurashitova97@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2419-6477>

Крымский научно-исследовательский центр виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», ул. Кирова, 31, Ялта, Республика Крым, 298600, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Viktor Pavlovich Klimenko

Doctor of Agricultural Sciences, Leading Staff Scientist, Laboratory of genetics, biotechnologies of selection and propagation of grapes
vikpaulklm@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7452-0776>

Irina Alexandrovna Pavlova

Candidate of Biological Sciences, Leading Staff Scientist, Laboratory of genetics, biotechnologies of selection and propagation of grapes
irinaalexpavlova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>

Ekaterina Alexandrovna Lushchay

junior researcher, Laboratory of genetics, biotechnologies of selection and propagation of grapes
lea_rs@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>

Anife Smailovna Abdurashitova

junior researcher, Laboratory of genetics, biotechnologies of selection and propagation of grapes
abdurashitova97@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2419-6477>

Crimean Research Centre of Viticulture and Winemaking “Magarach” of Kurchatov complex of Viticulture and Winemaking of the National Research Centre “Kurchatov Institute”, 31 Kirov st., Yalta, Republic of Crimea, 298600, Russia