

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-78-86>  
УДК: 634.317.34:631.535:631544

П.О. Казаков<sup>1,2\*</sup>, С.В. Акимова<sup>1\*</sup>,  
И.В. Нечипоренко<sup>1,2</sup>, Д.П. Паламарчук<sup>1,2</sup>,  
А.В. Соловьев<sup>1</sup>, А.В. Зубков<sup>1</sup>, А.П. Демидова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева  
127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49

<sup>2</sup> Всероссийский Научно-Исследовательский  
Институт Фитопатологии  
143050, Россия, р.п. Большие Вязёмы,  
ул. Института, д.5

## \*Авторы для переписки:

paulkazako@gmail.com, akimova@rgau-msha.ru

**Финансирование:** Данное исследование не имеет внешнего финансирования.

**Вклад авторов:** Казаков П.О.: проведение исследований, концептуализация. Казаков П.О., Нечипоренко И.В., Паламарчук Д.П.: проведение исследований, верификация данных, формальный анализ. Акимова С.В., Соловьев А.В., Зубков А.В.: методология. Казаков П.О., Акимова С.В.: администрирование данных. Нечипоренко И.В., Паламарчук Д.П., Демидова А.П.: создание черновика рукописи. Казаков П.О., Акимова С.В.: создание рукописи и её редактирование.

**Конфликт интересов.** Акимова С.В. является членом редакционной коллегии журнала «Овощи России» с 2023 года, но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляют.

**Для цитирования:** Казаков П.О., Акимова С.В., Нечипоренко И.В., Паламарчук Д.П., Соловьев А.В., Зубков А.В., Демидова А.П. Разработка приемов ускоренного размножения зелеными черенками перспективных для защищенного грунта подвоев цитрусовых культур. *Овощи России*. 2025;(6):78-86.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-78-86>

**Поступила в редакцию:** 27.09.2025

**Принята к печати:** 11.11.2025

**Опубликована:** 18.12.2025

Pavel O. Kazakov<sup>1,2\*</sup>, Svetlana V. Akimova<sup>1\*</sup>,  
Ivan V. Nechiporenko<sup>1,2</sup>, Diana P. Palamarchuk<sup>1,2</sup>,  
Alexandr V. Solovyev<sup>1</sup>, Alexandr V. Zubkov<sup>1</sup>,  
Alena P. Demidova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Russian State Agrarian University - Moscow  
Timiryazev Agricultural Academy  
Timiryazevskaya street, 49,  
Moscow, 127434, Russia

<sup>2</sup> All-Russian Phytopathology Research Institute  
St. Institute, Big Vyazyomy, 143050, Russia

\*Corresponding Authors: paulkazako@gmail.com,  
akimova@rgau-msha.ru

**Authors' Contribution:** Kazakov P.O.: investigation, conceptualization. Kazakov P.O., Nechiporenko I.V., Palamarchuk D.P.: investigation, validation, formal analysis. Akimova S.V., Solovyev A.V., Zubkov A.V.: methodology. Kazakov P.O., Akimova S.V.: data curation. Nechiporenko I.V., Palamarchuk D.P., Demidova A.P.: writing – original draft. Kazakov P.O., Akimova S.V.: writing – review & editing.

**Conflict of interest.** Akimova S.V. has been a member of the editorial board of the Journal "Vegetable crops of Russia" since 2023, but had nothing to do with the decision to publish this manuscript. The manuscript passed the journal's peer review procedure. The authors declare no other conflicts of interest.

**For citations:** Kazakov P.O., Akimova S.V., Nechiporenko I.V., Palamarchuk D.P., Solovyev A.V., Zubkov A.V., Demidova A.P. Development of techniques for accelerated propagation of perspective citrus rootstocks for protected ground using green cuttings. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(6):78-86. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-6-78-86>

**Received:** 27.09.2025

**Accepted for publication:** 11.11.2025

**Published:** 18.12.2025

# Разработка приемов ускоренного размножения зелеными черенками перспективных для защищенного грунта подвоев цитрусовых культур

Check for updates



## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В настоящее время цитрусовые культуры занимают ведущую позицию в мире по производству продукции. Альтернативой промышленному выращиванию цитрусовых в условиях открытого грунта могут служить интенсивные технологии выращивания в защищенном грунте, для которых важно разрабатывать приемы ускоренного получения посадочного материала. Поэтому, целью наших исследований было выявление оптимальных компонентов состава смеси смачивающего порошка ИМК и ИУК для ускоренного размножения зелеными черенками перспективных подвоев цитрусовых культур, круглогодично выращиваемых в условиях защищенного грунта.

**Методы.** Зеленые черенки подвоев цитрусовых культур цитрумело (*C. trifoliata* (L.) Raf × *C. paradise* Mcf), цитрус волкамериана (*C. volkameriana* Ten. & Pasq), цитрус макрофилла (*C. macrophylla* Wester) обрабатывали опытными смесями стимуляторов корнеобразования ИМК (индолил-3-масляная кислота) и ИУК (индол-3-уксусная кислота), соответствующих вариантам эксперимента (ИМК 0,5% (контроль); ИМК 1,0%; ИМК 0,5% + ИУК 0,5%; ИМК 0,5% + ИУК 1,0%; ИМК 1,0% + ИУК 0,5%; ИМК 1,0% + ИУК 1,0%) и высаживали в кассеты с субстратом, после чего укореняли в пленочном тоннеле с туманообразующей установкой, при влажности 85-90% и температуре +20...+25°C.

**Результаты.** При размножении исследуемых подвоев выявлена видоспецифическая реакция на разрабатываемые приемы. Для обработки зеленых черенков перед посадкой на укоренение для каждого подвоя эффективно использовать смачивающийся порошок с различным компонентным составом ИМК и ИУК: для *C. trifoliata* × *C. paradisi* смесь ИМК 1,0% + ИУК 1,0%; *C. volkameriana* – смесь ИМК 1,0% + ИУК 0,5%, для *C. macrophylla* смесь ИМК 0,5% + ИУК 0,5%.

**Заключение.** Основываясь на полученных результатах, применение оптимальных компонентов состава позволяет получить не только максимальные показатели укореняемости зеленых черенков (66,7-100%), но и достоверные различия по числу и суммарной длине корней.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

цитрусовые культуры, подвой, зелёные черенки, укоренение, фитогормоны, защищенный грунт

## Development of techniques for accelerated propagation of perspective citrus rootstocks for protected ground using green cuttings

## ABSTRACT

**Relevance.** Currently, citrus crops occupy a leading position in the world in terms of production. An alternative to industrial cultivation of citrus fruits in open ground can be intensive cultivation technologies in protected ground, for which it is important to develop methods for accelerated production of planting material. Therefore, the aim of our research was to identify the optimal components of the mixture of IBA and IAA wetting powder for the accelerated propagation of green cuttings of promising citrus rootstocks grown year-round in protected ground conditions.

**Methods.** Green cuttings of citrus rootstocks citrumelo (*C. trifoliata* (L.) Raf × *C. paradise* Mcf), citrus volkameriana (*C. volkameriana* Ten. & Pasq), and citrus macrophylla (*C. macrophylla* Wester) were treated with experimental mixtures of root formation stimulants IBA (indolyl-3-butyric acid) and IAA (indole-3-acetic acid) corresponding to the experimental variants (IBA 0.5% (control); IAA 1.0%; IBA 0.5% + IAA 0.5%; IBA 1.0%; IBA 1.0% + IAA 0.5%; IBA 1.0% + IAA 1.0%) and planted in cassettes with substrate, after which they were rooted in a film tunnel with a fogging unit, at a humidity of 85-90% and a temperature of +20...+25°C.

**Results.** During propagation of the rootstocks under study, a species-specific reaction to the techniques being developed was observed. For the treatment of green cuttings before planting for rooting, it is effective to use a wettable powder with different component compositions of IBA and IAA for each rootstock: for *C. trifoliata* × *C. paradisi*, a mixture of IBA 1.0% + IAA 1.0%; *C. volkameriana* – a mixture of IBA 1.0% + IAA 0.5%, for *C. macrophylla* a mixture of IBA 0.5% + IAA 0.5%.

**Conclusion.** Based on the results obtained, the use of optimal components of the composition allows not only to achieve maximum rooting rates of green cuttings (66.7-100%), but also to obtain reliable differences in the number and total length of roots.

## KEYWORDS:

Citrus crops, rootstock, green cuttings, rooting, phytohormones, protected ground  
Funding. This research received no external funding.

## Введение

В настоящее время цитрусовые культуры занимают лидирующие позиции в мире по площади насаждений и объемам производства продукции [1, 2]. Их выращивают в субтропических и тропических регионах более чем в 140 стран мира, благодаря популярности среди потребителей из-за высоких вкусовых качеств и значительного содержания биологически активных веществ – фенольных соединений (флавоноидов, фенольных кислот и кумаринов), терпеноидов (лимоненоидов и каротиноидов), а также пектина [3, 4].

Ежегодные объемы мирового производства цитрусовых составляют около 162 миллиона тонн, при этом основные объемы приходятся на апельсины (46%), мандарины (27%), лимоны и лаймы (13%) [5, 6]. Причем за последние 60 лет мировое производство цитрусовых увеличилось почти в 5,5 раз, а основными производителями являются: Китай, Бразилия, Индия, США, Австралия, ЮАР, а также страны средиземноморского бассейна, такие как Греция, Италия, Испания, Тунис и Турция [7, 8, 9]. При этом, Российская Федерация является одним из крупнейших потребителей цитрусовых в мире, занимая в 2024 году 3 место по объему импорта в размере 1,9 млн. тонн [10, 11, 12]. На фоне значительного объема потребления цитрусовых, внутреннее производство сильно ограничено. Во многом, это связано с высокими требованиями цитрусовых культур к почвенно-климатическим условиям. Помимо этого, выращивание в России в условиях открытого грунта возможно только на ограниченной территории субтропического региона Черноморского побережья Краснодарского края [13].

Альтернативой традиционному выращиванию цитрусовых в условиях открытого грунта могут быть многочисленные способы выращивания в защищенном грунте в условиях лимонариев, оранжерей, зимних садов и теплиц. Историческими примерами могут служить оранжерейное выращивание в Российской Империи, а также траншейная культура, получившая широкое распространение в Южных республиках СССР [14, 15]. В настоящее время, в Российской Федерации также существуют крупные лимонарии, например – Учебно-опытное хозяйство ГБПОУ "Уфимский лесотехнический техникум" площадью 1 га с объемом производства 20-22 тонн плодов в год [16].

Однако вследствие высоких затрат на строительство и обслуживание культивационных сооружений, выращивание цитрусовых растений в защищенном грунте может быть экономически выгодно только при разработке и применении интенсивных технологий круглогодичного выращивания, значительно повышающих урожайность на ограниченной площади теплиц [17, 18].

Одним из вариантов повышения продуктивности насаждений цитрусовых при интенсивном выращивании в условиях защищенного грунта и обеспечивающих непрерывность роста, является применение перспективных вечнозеленых подвоев [19], позволяющих управлять силой роста привитых сортов и контролировать период вегетации [20, 21, 22, 23].

Наиболее распространенный способ получения подвоев цитрусовых – семенное размножение [24]. Высокая эффективность этого метода основана на свойственном некоторым видам явлению полиэмбриональности (многозародышевости). Это тип спорофитного апомиксиса, когда ранний эмбриогенез в семязпочке способствует развитию нуцеллярных зародышей, сформированных бесполом путем из центральной части семязпочки. Нуцеллярные сеянцы генетически идентичны материнскому растению, поэтому полученные из них подвои отличаются высокой однородностью [25].

Однако при производстве привитого посадочного материала может наблюдаться недостаток качественных подвоев. Это вызвано ограниченной доступностью семян, низкой урожайности семенных маточных насаждений и длительным сроком вступления в фазу полного плодоношения новых маточных насаждений [26, 27, 28].

Решение данной проблемы – ускоренное вегетативное размножение перспективных подвоев зелеными черенками. Помимо скорости размножения, полученный материал также является генетически однородным, что способствует использованию в интенсивном производстве [29, 30].

Наиболее распространенным подвоем для цитрусовых насаждений субтропического района Черноморского побережья Краснодарского края является лимон трехлисточковый (*C. trifoliata* (L.) Raf) [31]. Однако из-за сдержанного роста, ярко выраженного периода покоя и несовместимости со многими сортами лимона [32], данный подвой мало пригоден для интенсивного выращивания цитрусовых в условиях защищенного грунта.

Альтернативой могут являться основные мировые интенсивные коммерческие подвои цитрусовых, не имеющие ярко выраженного периода покоя и обладающие высокой энергией роста – цитрумело (*C. trifoliata* (L.) Raf × *C. paradise* Mcf), цитрус волкамериана (*C. volkameriana* Ten. & Pasq), цитрус макрофилла (*C. macrophylla* Wester).

Выбор данных подвоев обусловлен их видовой специализацией:

*C. trifoliata* × *C. paradisi* – один из наиболее подходящих подвоев для производства посадочного материала апельсинов и грейпфрутов [33, 34];

*C. volkameriana* – наиболее подходящий подвой для лимонов, вследствие высокой совместимости сорто-подвойных комбинаций и обеспечивающий высокое качество плодов [35];

*C. macrophylla* – благодаря генетической близости является наиболее подходящим подвоем для получения посадочного материала кафрского лайма (*C. hystrix* DC), плоды и особенно листья которого широко используются в пищевых, косметических и лекарственных целях. При этом, экспорт свежей продукции кафрского лайма в Российскую Федерацию ограничен короткими сроками хранения, а переработка влечет за собой естественную потерю качества, поэтому данный вид цитрусовых культур имеет большие перспективы для расширения площадей возделывания в защищенном грунте [36, 37].

При вегетативном размножении подвоев цитрусовых культур зелеными черенками важным этапом технологии является применение стимуляторов корнеобразования – фитогормонов класса ауксинов, которые по многочисленным исследованиям положительно влияют на укореняемость зеленых черенков [38, 39, 40].

Поэтому целью наших исследований было выявление оптимальных компонентов состава смеси смачивающего порошка (СП) ИМК и ИУК для ускоренного размножения зелеными черенками перспективных подвоев цитрусовых культур, круглогодично выращиваемых в условиях защищенного грунта.

## 1. Материалы и методы

Опыты проводили в 2023 году в учебно-научно-производственном центре садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева по методикам М.Т. Тарасенко [41, 42].

Объектами исследований служили подвои цитрусовых культур *C. trifoliata* × *C. paradisi*, *C. volkameriana*, *C.*

Таблица 1. Схема опыта и состав используемых смесей стимуляторов корнеобразования  
Table 1. Experimental scheme and composition of root formation stimulant mixtures used

| Вариант             | Масса навески талька, г | Масса навески ИМК, г | Масса навески ИУК, г |
|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| ИМК 0,5% (контроль) | 99,5                    | 0,5                  | -                    |
| ИМК 1,0%            | 99,0                    | 1,0                  | -                    |
| ИМК 0,5% + ИУК 0,5% | 99,0                    | 0,5                  | 0,5                  |
| ИМК 0,5% + ИУК 1,0% | 98,5                    | 0,5                  | 1,0                  |
| ИМК 1,0% + ИУК 0,5% | 98,5                    | 1,0                  | 0,5                  |
| ИМК 1,0% + ИУК 1,0% | 98,0                    | 1,0                  | 1,0                  |

*macrophylla*, с которых нарезали зеленые черенки для укоренения.

При подготовке зеленых черенков к укоренению использовали смеси стимуляторов корнеобразования ИМК (индол-3-масляная кислота) и ИУК (индол-3-уксусная кислота или гетероауксин) (табл.1.).

Стимуляторы корнеобразования применяли в препаративной форме смачивающегося порошка (СП) (ГОСТ 21507-2013), который готовили за трое суток до эксперимента.

Подготовленные навески ИМК (производитель: HiMedia Laboratories), ИУК (производитель: HiMedia Laboratories), соответствующие исследуемым вариантам, растворяли в 50 мл этилового спирта 96%. Далее готовили навески выступавшего буферным наполнителем фармацевтического талька (производитель: ООО «Тальксиб»), после чего смешивали навески талька и спиртовые растворы фитогормонов.

Полученные смеси тщательно перемешивали, после чего высушивали в термостате при температуре +25°C в течение 48 часов. После полного высыхания смесей, производили их измельчение в фарфоровых ступках, затем исследуемые варианты стимуляторов корнеобразования были готовы к использованию.

Перед началом эксперимента с опытных растений подвоев растений рода *Citrus* L. срезали вызревшие зеленые черенки. При этом их отбирали из средней части побегов, длиной 8-10 см с двумя-тремя междоузлиями и листьями, (нижний лист и колючки удаляли). Срезы выполняли прямыми, нижний располагали на 1 см под почкой, верхний – на 0,5 см над верхней почкой.

После обработки базальной части зеленых черенков опытными СП стимуляторов корнеобразования, их высаживали в пластиковые кассеты (25 ячеек, объем ячейки 380 см<sup>2</sup>) с торфяным субстратом, состоящим из смеси верхового нейтрализованного торфа низкой степени разложения «Агробалт-Н» (производитель: ООО «Пиндstrup») с агроперлитом (производитель: ООО «Завод минеральных удобрений») в соотношении 5:1. Укоренение черенков проводили в пленочном тоннеле с туманообразующей установкой низкого давления. Режим работы установки с 8:00 до 20:00 составлял 5 секунд работы с интервалом 15 минут. В ночное время увлажнение не производили. Влажность воздуха в тоннеле поддерживали на уровне 85-90%, температура воздуха +20...+25°C.

Учет морфометрических показателей развития корневой и надземной системы проводили на 40 сутки укоренения и при этом учитывали: % укорененных черенков, количество корней (шт.), длина корней (см), суммарная длина корней

(см), суммарную длину приростов (см), количество листьев (шт.).

Повторность опытов трёхкратная, по 10 черенков в повторности. Статистическую обработку проводили методом однофакторного дисперсионного анализа по методикам В.Ф. Моисейченко и А.В. Исачкина [43, 44] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019 и PAST 4., что подтвердило достоверность полученных результатов исследований. Статистически значимые различия средних значений проверяли с помощью t-критерия ( $P < 0.05$ ). Данные представлены в виде средних значений и стандартной ошибки среднего ( $M \pm SEM$ ).

## 2. Результаты исследований

Результаты исследований, полученные на 40 день укоренения зеленых черенков, перспективных для круглогодичного интенсивного выращивания в условиях защищенного грунта подвоев цитрусовых культур, показали видовую реакцию на разрабатываемые приемы.

При укоренении зеленых черенков подвоя *C. trifoliata* × *C. paradisi*, выявлено преимущество совместного применения ИМК и ИУК в концентрациях 1,0%, при применении которых укореняемость составила 66,7% против 0% в контроле. Помимо этого в данном варианте были выявлены лучшие морфометрические показатели развития корневой системы, превосходящие показатели укорененных черенков в остальных вариантах. Так, количество корней составило 6,07 ± 0,83 шт. против 1,47 ± 0,28–1,93 ± 0,48 шт. в остальных вариантах; длина корней составила 6,07 ± 0,83 см против 1,05 ± 0,31–3,47 ± 0,65 см в остальных вариантах; суммарная длина корней составила 37,40 ± 5,12 см против 6,15 ± 1,76–10,56 ± 2,68 см в остальных вариантах (табл. 2, рис. 1).

Что касается результатов наблюдений за морфометрическими показателями развития надземной системы у подвоя *C. trifoliata* × *C. paradise*, то на момент проведения учетов (40 суток укоренения), приросты у укорененных черенков отсутствовали.

На 40 день укоренения зеленых черенков подвоя цитрусовых культур *C. volkameriana* установлено преимущество всех вариантов смесей стимуляторов корнеобразования, при применении которых укореняемость составила 86,7-100%. Однако, только в варианте с применением ИМК 1,0% + ИУК 0,5% выявлены достоверные различия с контролем по всем учитываемым показателям, за исключением длины корней. При этом, число корней составило 9,17 ± 0,49 шт. против 6,27 ± 0,54 шт. в контроле, суммарная длина корней – 54,72 ± 1,41 см по сравнению с 37,69 ± 3,24 см в контроле,



Таблица 2. Морфометрические показатели развития корневой системы укорененных черенков подвоя *C. trifoliata* × *C. paradise*  
 Table 2. Morphometric parameters of root system development in rooted cuttings of *C. trifoliata* × *C. paradise* rootstock

| Вариант             | Укореняемость, % | Количество корней, шт. | Длина корней, см | Суммарная длина корней, см |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------|
| ИМК 0,5% (контроль) | 0                | -                      | -                | -                          |
| ИМК 1,0%            | 0                | -                      | -                | -                          |
| ИМК 0,5% + ИУК 0,5% | 36,7             | 1,93±0,48              | 2,08±0,54        | 10,56±2,68                 |
| ИМК 0,5% + ИУК 1,0% | 53,3             | 1,47±0,28              | 3,47±0,65        | 9,07±1,71                  |
| ИМК 1,0% + ИУК 0,5% | 30,0             | 1,80±0,52              | 1,05±0,31        | 6,15±1,76                  |
| ИМК 1,0% + ИУК 1,0% | 66,7             | 6,07±0,83a             | 4,14±0,56a       | 37,40±5,12a                |
| НСР <sub>05</sub>   | -                | 1,85                   | 1,75             | 10,32                      |

НСР<sub>05</sub> рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа: результаты выражены как среднее значение ± стандартное отклонение; разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости.



ИМК 0,5% + ИУК 1,0%



ИМК 1,0% + ИУК 0,5%



ИМК 1,0% + ИУК 1,0%

Рис. 1. Внешний вид укорененных черенков подвоя *C. trifoliata* × *C. paradise* на 40 сутки наблюдений  
 Fig. 1. External appearance of rooted cuttings of *C. trifoliata* × *C. paradise* rootstock on the 40th day of observation

Таблица 3. Морфометрические показатели развития укорененных черенков подвоя *C. volkameriana*  
 Table 3. Morphometric indicators of rooting development in *C. volkameriana* rootstock cuttings

| Вариант             | Укореняемость, % | Количество корней, шт. | Длина корней, см | Суммарная длина корней, см | Длина прироста, см | Количество листьев, шт. |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| ИМК 0,5% (контроль) | 83,3             | 6,27±0,54              | 5,06±0,44        | 37,69±3,24                 | 10,90±0,95         | 5,87±0,52               |
| ИМК 1,0%            | 86,7             | 7,90±0,62              | 5,68±0,45        | 50,96±3,97a                | 17,60±1,40a        | 9,67±0,85a              |
| ИМК 0,5% + ИУК 0,5% | 93,3             | 5,77±0,41              | 6,13±0,44        | 38,79±2,83                 | 17,07±1,24a        | 9,40±0,77a              |
| ИМК 0,5% + ИУК 1,0% | 96,7             | 6,80±0,33              | 6,27±0,31        | 43,35±2,16                 | 16,50±0,74a        | 8,73±0,51a              |
| ИМК 1,0% + ИУК 0,5% | 100              | 9,17±0,49a             | 6,16±0,18        | 54,72±1,41a                | 22,10±0,56a        | 11,60±0,43a             |
| ИМК 1,0% + ИУК 1,0% | 96,7             | 7,67±0,36              | 6,20±0,29        | 48,31±2,15                 | 17,43±0,75a        | 8,03±0,35               |
| НСР <sub>05</sub>   | -                | 1,89                   | Fe<Ft            | 11,10                      | 3,97               | 2,42                    |

НСР<sub>05</sub> рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа: результаты выражены как среднее значение ± стандартное отклонение; разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости. «Fe<Ft» – F эмпирическое < F теоретическое, не доказана разница между средними с НСР на 5 % уровне значимости



ИМК 0,5%



ИМК 1,0%



ИМК 0,5% + ИУК 0,5%



ИМК 0,5% + ИУК 1,0%



ИМК 1,0% + ИУК 0,5%



ИМК 1,0% + ИУК 1,0%

Рис. 2. Внешний вид укорененных черенков подвоя *C. volkameriana* на 40 сутки наблюдений  
Fig. 2. External appearance of rooted cuttings of *C. volkameriana* on the 40th day of observation

Таблица 4. Морфометрические показатели развития укорененных черенков подвоя *C. macrophylla*  
Table 4. Morphometric indicators of rooting development in *C. macrophylla* rootstock cuttings

| Вариант             | Укореняемость, % | Количество корней, шт. | Длина корней, см | Суммарная длина корней, см | Длина прироста, см | Количество листьев, шт. |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| ИМК 0,5%            | 93,3             | 6,23±0,41              | 6,94±0,48        | 47,44±3,19                 | 20,13±1,34         | 10,33±0,67              |
| ИМК 1,0%            | 96,7             | 8,27±0,32a             | 8,06±0,36        | 68,21±2,78a                | 24,07±0,91a        | 12,07±0,48a             |
| ИМК 0,5% + ИУК 0,5% | 100              | 11,27±0,27a            | 7,20±0,15        | 80,43±1,73a                | 23,90±0,43a        | 10,63±0,24              |
| ИМК 0,5% + ИУК 1,0% | 100              | 6,33±0,24              | 7,61±0,44        | 46,58±2,25                 | 20,87±0,65         | 9,27±0,40               |
| ИМК 1,0% + ИУК 0,5% | 100              | 6,83±0,20              | 7,80±0,39        | 52,57±2,50                 | 21,60±0,49         | 10,73±0,29              |
| ИМК 1,0% + ИУК 1,0% | 100              | 8,23±0,22a             | 7,64±0,22        | 62,13±1,65a                | 23,97±0,53a        | 9,80±0,18               |
| НСР <sub>05</sub>   | -                | 1,16                   | Fe<Ft            | 9,72                       | 3,19               | 1,67                    |

НСР<sub>05</sub> рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа: результаты выражены как среднее значение ± стандартное отклонение; разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости. «Fe<Ft» – F эмпирическое < F теоретическое, не доказана разница между средними с НСР на 5 % уровне значимости





ИМК 0,5%



ИМК 1,0%



ИМК 0,5% + ИУК 0,5%



ИМК 0,5% + ИУК 1,0%



ИМК 1,0% + ИУК 0,5%



ИМК 1,0% + ИУК 1,0%

**Рис. 3. Внешний вид укорененных черенков подвоя *C. macrophylla* на 40 сутки наблюдений.**  
**Fig. 3. External appearance of rooted cuttings of *C. macrophylla* on the 40th day of observation**



А



В

**Рис. 4. Динамика изменения надземной системы исследуемых черенков подвоя *C. macrophylla* на 1 сутки (А) и 40 сутки (В) исследований**  
**Fig. 4. Dynamics of changes in the above-ground system of the investigated *C. macrophylla* rootstock cuttings on day 1 (A) and day 40 (B) of the research**

длина приростов  $22,10 \pm 0,56$  см по сравнению с  $10,90 \pm 0,95$  см в контроле и количество листьев  $11,60 \pm 0,43$  шт. против  $5,87 \pm 0,52$  шт. в контроле (табл. 3, рис. 2).

При укоренении зеленых черенков подвоя цитрусовых культур *C. macrophylla* также установлено преимущество всех вариантов стимулятора корнеобразования с сочетаниями ИМК и ИУК, при применении которых укореняемость составила 100%.

Однако достоверные различия с контролем по числу и суммарной длине корней получены в вариантах с обработкой базальных частей зеленых черенков стимулятором корнеобразования с ИМК в концентрации 1,0%, а также при совместном применении ИМК 0,5% + ИУК 0,5% и ИМК 1,0% + ИУК 1,0%. При этом лучшие результаты получены в варианте с ИМК 0,5% + ИУК 0,5% при применении которых число корней составило  $11,27 \pm 0,27$  шт. против  $6,23 \pm 0,41$  шт. в контроле, суммарная длина корней  $80,43 \pm 1,73$  см против  $47,44 \pm 3,19$  см в контроле (Табл. 4, рис. 3).

### Обсуждение

При вегетативном размножении зелеными черенками перспективных для круглогодичного интенсивного выращивания в условиях защищенного грунта подвоев цитрусовых культур нами было установлено, что *C. trifoliata* × *C. paradisi*, *C. volkameriana* и *C. macrophylla* показали значительную видовую специфичность по всем учитываемым показателям.

Так, при укоренении зелёных черенков подвоя *C. trifoliata* × *C. paradisi*, укореняемость отмечена только в вариантах стимулятора корнеобразования с совместным применением ИМК и ИУК. Вероятно, это связано с низким уровнем эндогенной ИУК у данного подвоя, отсутствие которой, по некоторым исследованиям, может отрицательно сказываться на укоренении зеленых черенков цитрусовых культур [45]. В вариантах с компонентами смеси, включающей в своем составе ИУК (ИМК 1,0% + ИУК 1,0%), укореняемость зеленых черенков значительно возросла и достигая максимума 66,7 % против 0% в контроле (ИМК 0,5%). Также, в данном варианте были выявлены лучшие морфометрические показатели развития корневой системы, превосходящие показатели укорененных черенков в остальных вариантах. Отсутствие приростов подвоя *C. trifoliata* × *C. paradise* на 40 сутки укоренения можно объяснить медленным развитием корневой системы по сравнению с другими подвоями.

При укоренении зеленых черенков подвоя *C. volkameriana* было установлено преимущество всех опытных вариантов, в которых укореняемость составила 86,7-

100%. Однако, только в варианте ИМК 1,0% + ИУК 0,5% выявлены достоверные различия с контролем по всем учитываемым показателям. Подобное влияние ИМК и ИУК согласуется с результатами исследований Ahmed M.E.E. и др. [46], посвященных размножению и укоренению *C. volkameriana* в культуре *in vitro*. Согласно результатам исследований, наибольший процент укоренения (100%) был получен при преобладании ИМК на фоне низких концентраций других фитогормонов. А также с результатами исследований Pio, R. и др. [47], согласно которым наибольший процент укоренения регенерировавших соматических гибридов, а также *C. volkameriana* был при совместном применении ИМК и ИУК.

При укоренении зеленых черенков подвоя *C. macrophylla* установлено преимущество всех опытных смесей ИМК и ИУК, при применении которых укореняемость составила 100%. Эти результаты также согласуются с результатами исследований Tallón C.I. и др. согласно которым укоренение микропобегов *C. macrophylla* в культуре *in vitro* было наилучшим (100%) при совместном применении ИМК и ИУК в диапазоне от 0,5 до 2 мг/л на среде MS половинной концентрации [48].

При этом согласно результатам наших исследований, достоверные различия с контролем по числу и суммарной длине корней были получены в вариантах с обработкой базальных частей ИМК 1,0%; ИМК 0,5% + ИУК 0,5% и ИМК 1,0% + ИУК 1,0, что может свидетельствовать о видовой специфичности данного подвоя касательно реакции на повышенные дозы исследуемых фитогормонов или на их синергетическое действие при равных соотношениях.

### Заключение

При размножении зелеными черенками различных по происхождению перспективных для круглогодичного интенсивного выращивания цитрусовых культур в условиях защищенного грунта подвоев (*C. trifoliata* × *C. paradisi*, *C. volkameriana*, *C. macrophylla*) выявлена видоспецифическая реакция на разрабатываемые приемы.

Для обработки регуляторами роста базальных частей зеленых черенков перед посадкой на укоренение для каждого подвоя эффективно использовать смачивающийся порошок с различным компонентным составом ИМК и ИУК: для *C. trifoliata* × *C. paradisi* – смесь ИМК 1,0% + ИУК 1,0% (укореняемость 66,7 % против 0% в контроле); для *C. volkameriana* – смесь ИМК 1,0% + ИУК 0,5%; для *C. macrophylla* – смесь ИМК 0,5% + ИУК 0,5% (укореняемость 100 % против 83,3-93,3% в контроле).

### • Литература

- Li Q., Zhu L., Zeng Y., Huang Y., Ling L., Peng., Chun C. Differences in fruit quality between Jinjia Shatangju tangerine (*Citrus reticulata* 'Jinjia Shatangju') grafted on two types of rootstocks and the relationship with absorption, distribution, and utilization of nitrogen. *Scientia Horticulturae*. 2024;328:112926. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112926>
- Das A.K., Pachare H.G., Kumar A. Phytophthora spp. associated with citrus: diversity, diagnostics and integrated management with a focus on India. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2025;140:102853. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2025.102853>
- Farag M.A., Abib B., Ayad L., Khattab A.R. Sweet and bitter oranges: An updated comparative review of their bioactives, nutrition, food quality, therapeutic merits and biowaste valorization practices. *Food Chemistry*. 2020;331:127306.

- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127306>
- Vetere M.L., Iobbi V., Lanteri A.P., Minuto A., Minuto G., Tommasi N.D., Bisio A. The biological activities of *Citrus* species in crop protection. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2025;22:102139. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102139>
- Kaur S., Singh V., Vern P., Panesar S.P. From citrus waste to value-added products: Exploring biochemical routes for sustainable valorization. *Process Biochemistry*. 2025;158:81-98. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2025.08.009>
- Gonzatto M.P., Santos J.S. Citrus Research – Horticultural and Human Health Aspects; eds. Gonzatto M.P., Santos J.S. Intech Open; 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.110519>
- Lombardo M.F., Panebianco S., Azzaro A., Timpanaro G., Polizzi G., Cirvilleri G. Copper-alternative products to control anthracnose and *Alternaria* Brown spot on fruit of Tarocco sweet oranges and lemon in Italy. *Crop Protection*. 2024;176:106520.



<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106520>

8. Wang S., Xie W., Yan X. Effects of future climate change on Citrus quality and yield in China. *Sustainability*. 2022;14:9366. <https://doi.org/10.3390/su14159366>
9. Blasco J., Cubero S., Moltó E. Chapter 12 - Quality Evaluation of Citrus Fruits. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation (Second Edition); 2016; 305-325. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802232-0.00012-8>
10. Abu Hatab A. Demand relationships in orange exports to Russia: a differential demand system approach focusing on Egypt. *Agric Econ*. 2016;4(22). <https://doi.org/10.1186/s40100-016-0066-5>
11. Kelemetov E., Platonovskiy N., Shuldyakov A., Neiskashova E., Sinelnikova O. Global export and import of oranges: volume, countries, trends. *Moscow Economic Journal*. 2024;9(4). [https://doi.org/10.55186/2413046X\\_2024\\_9\\_4\\_216](https://doi.org/10.55186/2413046X_2024_9_4_216)
12. По данным информационной системы «Аргус-Фито» Россельхознадзора россияне стали больше употреблять фруктов и овощей. Россельхознадзор; 2025 [обновлено 10 января 2025; процитировано 23 октября 2025]. Доступно: <https://fsvps.gov.ru/news/po-dannym-informacionnoj-sistemy-argus-fito-rosselkhoznadzora-rossijane-stali-bolshe-upotrebljat-fruktoy-i-ovoshhei/>
13. Avdeev S.M., Belolubtse A.I. The probability of cultivation of citrus crops on the territory of the Black Sea coast of the Caucasus. *BIO Web of Conferences*. 2023;66:02005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236602005>
14. Веселова С.С. Зимние сады российских дворцов и особняков XVIII-XIX вв.: образы в живописи и литературе. *Вестник Московского университета*. 2010;3:124-142. <https://elibrary.ru/mvnpkul>
15. Григорцевич Л.Н., Сурма М.А., Алехна А.И., Телеш А.Д. Агротехнические особенности выращивания цитрусовых культур в оранжерейных условиях. *Труды БГТУ*. 2015;1(174):223-226. <https://elibrary.ru/whcphb>
16. О лимонарии. Учебно-опытное хозяйство ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум»; 2016 [обновлено 31 декабря 2016; процитировано 23 октября 2025]. Доступно: <https://lemonarium.ru/index.php/o-limonarii>
17. Kudiyarov R.I., Dyamurshayeva E.B., Sauytbayeva G.Z., Evgenievna D.G., Taiteli M.A. Tuleubayev Z. Performance Indicators of the Improved Technology of Soilless Growth the Tomato in the PreAral Sea Region. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2023;23(1):109-116. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.109.116>
18. Nyaki D.C. Comparative analysis of open-field and protected vegetable cultivation in Arusha, Tanzania. *Int J Hortic Food Sci*. 2023;5(1):120-124. <https://doi.org/10.33545/26631067.2023.v5.i1b.206>
19. Belmonte-Ureña L., Garrido-Cardenas J., Camacho-Ferrer F. Analysis of world research on grafting in horticultural plants. *HortScience*. 2020;55(1):112-120. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14533-19>
20. Rubio-Cabetas M. J., Felipe A. J., Bielsa B. Pilowred®, a nematode-resistant and low-vigor rootstock for *Prunus*. *HortScience*. 2025;60(4):565-569. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18285-24>
21. Geng F., Moran R., Day M., Halteman W., Zhang D. *In vitro* shoot proliferation of apple rootstocks «B.9», «G.30», and «G.41» grown under red and blue light. *HortScience*. 2015;50(3):430-433. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.3.430>
22. Fidanci A., Burak M., Erenoglu B., Akçay M.E. Determination of *in vitro* propagation techniques for some clonal cherry rootstocks. *Acta Hortic*. 2008;795:409-412. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.795.61>
23. Rathore M.S., Sharma P., Dhiman V.K., Thakur M. An efficient *in vitro* propagation of clonal cherry rootstock Gisela-6 and validation of genetic stability through SCoT markers. *Indian Journal of Horticulture*. 2024;81(02):181-190. <https://doi.org/10.58993/ijh/2024.81.2.10>
24. Alves S., Girardi A., Alves F., Soranz R., Coletta H. Advances in Citrus propagation in Brazil. *Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal*. 2019;41(6):e-422. <http://doi.org/10.1590/0100-29452019422>
25. Villegas-Monter, A., Del Carmen Matínez-Ochoa, E., Andrade-

- Rodriguez, M., Villegas-Velázquez, I. Citrus Polyembryony. *IntechOpen*. 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.105994>
26. Albrecht U., Bordas M., Lamb B., Meyering B., Bowman K.D. Influence of propagation method on root architecture and other traits of young Citrus rootstock plants. *HortScience*. 2017;52(11):1569-1576. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12320-17>
27. Bisi R.B., Albrecht U., Bowman K.D. Seed and seedling nursery characteristics for 10 USDA Citrus rootstocks. *HortScience*. 2020;55(4):528-532. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14598-19>
28. Tardivo C., Patel S., Bowman K. D., Albrecht U. Nursery characteristics and field performance of nine novel Citrus rootstocks under HLB-endemic conditions. *HortScience*. 2025;60(6):931-939. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18529-25>
29. Albrecht U., Bodaghi S., Meyering B., Bowman K.D. Influence of rootstock propagation method on traits of grafted sweet orange trees. *HortScience*. 2020;55(5):729-737. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14928-20>
30. Abobatta W.F. Intensive fruit orchards cultivation. *J Plant Sci Phytopathol*. 2021;5:072-075. <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001064>
31. Gorchkov V.M. P. trifoliata root system as a specialized nutrition organ of the citrus genus. *Fruit growing and viticulture of South Russia* 2022;5(77):169-175. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-5-77-169-175> <https://elibrary.ru/ntuczx>
32. Al-Jaleel, A., Zekri, M., Hammam, Y. Yield, fruit quality, and tree health of «Allen Eureka» lemon on seven rootstocks in Saudi Arabia. *Scientia Horticulturae*. 2005;105(4):457-465. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.02.008>
33. Wang P., Liu F., Sun Y., Liu X., Jin L. Physiological and Molecular Insights into Citrus Rootstock–Scion Interactions: Compatibility, Signaling, and Impact on Growth, Fruit Quality and Stress Responses. *Horticulturae*. 2025;11:1110. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11091110>
34. Wutscher H.K., Shull A.V. Performance of 13 Citrus Cultivars as Rootstocks for Grapefruit 1. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1972;97(6):778–781. <https://doi.org/10.21273/JASHS.97.6.778>
35. Zogas V., Kokkinos E., Karagianni A., Ntamposi E., Voulgarakis A.S., Hussain S.B. Effect of Rootstock Selection on Tree Growth, Yield, and Fruit Quality of Lemon Varieties Cultivated in Greece. *Agronomy*. 2023;13:2265. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092265>
36. Luro F., Baccati C., Paoli M., Marchi E., Costantino G., Gibernau M., Ollitrault P., Tomi F. Phylogenetic and taxonomic status of *Citrus halimii* B.C. Stone determined by genotyping complemented by chemical analysis of leaf and fruit rind essential oils. *Scientia Horticulturae*. 2022;299:111018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111018>
37. Budiarto R., Wathoni N., Mubarak S., Hamdani J., Ujilestari T., Darsih C., Sari R., Rukmana R., Sholikin M. Recent overview of kaffir lime (*Citrus hystrix* DC) dual functionality in food and nutraceuticals. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2024;18:1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101384>
38. Pinto K.G.D., Albertino S.M.F., Leite B.N., Pereira Soares D.O., Castro F.M.D., Gama L.A., Clivati D., Atroch A.L. Indole-3-butyric acid improves root system quality in Guarana Cuttings. *HortScience*. 2020;55(10):1670-1675. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14984-20>
39. Supriya B., Singh R., Effect of auxin and media for rooting of different fruit crop cuttings: A review. *Int J Res Agron*. 2024;7(7S):687-691. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i7Sj.1176>
40. Saini N., Anmol. The potential of plant growth regulator (auxin) in enhancing fruit crop propagation via Stem Cuttings. *Int. J. Adv. Biochem. Res*. 2024;8(5):1001-1007. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i5l.1230>
41. Тарасенко М.Т. Разработка научных основ вегетативного размножения садовых культур и промышленной технологии выращивания посадочного материала. *Известия ТСХА*. 1982;(6):120-131.
42. Тарасенко М.Т. Размножение растений зелёными черенками. М.: Колос; 1967. 351 с.
43. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Основы научных исследований в садоводстве: учебник для вузов; под редакцией А.В. Исачкина. Санкт-Петербург: Лань; 2020. 420 с. <https://elibrary.ru/adexkc>



44. Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. М.: Колос, 1994. 383 с.
45. Sagee O., Raviv M., Medina S., Becker D., Cosse A. Involvement of rooting factors and free IAA in the rootability of citrus species stem cuttings. *Scientia Horticulturae*. 1992;51(3-4):187-195. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(92\)90118-V](https://doi.org/10.1016/0304-4238(92)90118-V)
46. Ahmed M.E.E., Abido A.I.A., Aly M.A., Abdulla M.M., Abo EL-Fadl R.E.E. *In vitro* propagation of Volkamer lemon using nodal cutting segments. *J. Adv. Agric. Res. (Fac. Agric. Saba Basha)*. 2017;22(3):498-513.
47. Pio R., de Assis Alves Mourão Filho F., Mendes B.M.J., Entelmann F.A., Alves A.S.R. Propagation of citrus somatic hybrids with potential for utilization as rootstocks. *Fruits*. 2006;61:1-7. <https://doi.org/10.1051/fruits:2006001>
48. Tallón C.I., Porras I., Pérez-Tornero O. Efficient propagation and rooting of three citrus rootstocks using different plant growth regulators *in vitro*. *Cell.Dev.Biol.-Plant*. 2012;48:488-499. <https://doi.org/10.1007/s11627-012-9457-9>

## • References

12. According to data from the Rosselkhoznadzor's Argus-Fito information system, Russians are consuming more fruit and vegetables. Rosselkhoznadzor; 2025. [Electronic resource]. Access mode: [https://fsvps.gov.ru/news/po-dannym-informacionnoj-sistemy-argus-](https://fsvps.gov.ru/news/po-dannym-informacionnoj-sistemy-argus-fito-rosselkhoznadzora-rossijane-stali-bolshe-upotrebljat-fruktoy-i-ovoshhej)

- [fito-rosselkhoznadzora-rossijane-stali-bolshe-upotrebljat-fruktoy-i-ovoshhej](https://fsvps.gov.ru/news/po-dannym-informacionnoj-sistemy-argus-fito-rosselkhoznadzora-rossijane-stali-bolshe-upotrebljat-fruktoy-i-ovoshhej). Date of access (23.10.2025)
14. Veselova S.S. Winter gardens of Russian palaces and mansions of the 18th-19th centuries: images in painting and literature. *Moscow university bulletin. Series 8: history*. 2010;3:124-142. (In Russ.) <https://elibrary.ru/mvvpkul>
15. Grigortsevich L.N., Surma M.A., Alekhna A.I., Telesh A.D. Agrotechnical features of cultivation of citrus crops in the greenhouse conditions. *Works of BGTU*. 2015;1(174):223-226. (In Russ.) <https://elibrary.ru/whcphb>
16. About lemonaria. Educational and experimental farm of the Ufa Forestry Technical College; 2016 [Electronic resource]. Access mode: <https://lemonarium.ru/index.php/o-limonarii>. Date of access (23.10.2025)
41. Tarasenko M.T. Development of scientific foundations for vegetative propagation of garden crops and industrial technology for growing planting material. *Izvestiya TSHA*. 1982;(6):120-131. (In Russ.)
42. Tarasenko M.T. Propagation of plants green cuttings. M. Kolos; 1967. P. 351. (In Russ.)
43. Isachkin A.V., Kryuchkova V.A. Fundamentals of scientific research of horticulture: textbook for universities; ed. Isachkin A.V. Saint Petersburg: Lan; 2020. 420 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/adexkc>
44. Moiseyichenko V.F. Fundamentals of Scientific Research in Fruit Growing, Vegetable Growing and Viticulture. Moscow: Kolos; 1994. 383 p. (In Russ.)

## Об авторах:

**Павел Олегович Казаков** – аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия, института Садоводства и ландшафтной архитектуры (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), младший научный сотрудник (ФГБНУ ВНИИФ), SPIN-код 6777-1099, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>; автор для переписки, [paulkazako@gmail.com](mailto:paulkazako@gmail.com)

**Светлана Владимировна Акимова** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, SPIN-код 1786-0008, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>, Scopus ID: 56872788000; автор для переписки, [akimova@rgau-msha.ru](mailto:akimova@rgau-msha.ru)

**Иван Владиславович Нечипоренко** – аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения (ФГБНУ ВНИИФ), SPIN-код 2977-7349, <https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>, Scopus ID: 57946985700, Researcher ID: HHS-2436-2022; [vannechiporenko@gmail.com](mailto:vannechiporenko@gmail.com)

**Диана Павловна Паламарчук** – аспирант кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), младший научный сотрудник (ФГБНУ ВНИИФ), SPIN-код 8544-3181, <https://orcid.org/0000-0003-3787-4118>; [dianapalamar22@mail.ru](mailto:dianapalamar22@mail.ru)

**Александр Валерьевич Соловьев** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>, Scopus ID: 57204731886; SPIN-код: 8245-2748, [a.solovev@rgau-msha.ru](mailto:a.solovev@rgau-msha.ru)

**Александр Валерьевич Зубков** – кандидат экономических наук, доцент кафедры плодоводства, виноградарства и виноделия института Садоводства и ландшафтной архитектуры, <https://orcid.org/0000-0003-2410-152X>, Scopus ID: 57946823000; SPIN-код: 7829-0105, [a.zubkov@rgau-msha.ru](mailto:a.zubkov@rgau-msha.ru)

**Алена Павловна Демидова** – ассистент кафедры ландшафтной архитектуры института Садоводства и ландшафтной архитектуры, <https://orcid.org/0000-0003-2522-2470>, Scopus ID: 59189195300, SPIN-код: 8245-6901, [a.demidova@rgau-msha.ru](mailto:a.demidova@rgau-msha.ru)

## About the Authors:

**Pavel O. Kazakov** – PhD Student of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9387-9015>;

SPIN-code: 6777-1099, Corresponding Author, [paulkazako@gmail.com](mailto:paulkazako@gmail.com)

**Svetlana V. Akimova** – Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0002-7267-1220>,

Scopus ID: 56872788000; SPIN-code 1786-0008,

Corresponding Author, [akimova@rgau-msha.ru](mailto:akimova@rgau-msha.ru)

**Ivan V. Nechiporenko** – PhD Student of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Junior Researcher,

<https://orcid.org/0000-0002-1904-2695>,

Scopus ID: 57946985700, Researcher ID:

HHS-2436-2022, SPIN-code: 2977-7349, [vannechiporenko@gmail.com](mailto:vannechiporenko@gmail.com)

**Diana P. Palamarchuk** – PhD Student of the Department

of fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Junior Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-3787-4118>,

SPIN-code: 8544-3181, [dianapalamar22@mail.ru](mailto:dianapalamar22@mail.ru)

**Alexandr V. Solovyev** – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9767>, Scopus ID: 57204731886; SPIN-code: 8245-2748, [a.solovev@rgau-msha.ru](mailto:a.solovev@rgau-msha.ru)

**Alexandr V. Zubkov** – Cand. Sci. (Economics), Associate Professor of the Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0003-2410-152X>,

Scopus ID: 57946823000; SPIN-code: 7829-0105, [a.zubkov@rgau-msha.ru](mailto:a.zubkov@rgau-msha.ru)

**Alena P. Demidova** – Assistance Lecturer of the Department of Landscape Architecture, Institute of Horticulture and Landscape Architecture, <https://orcid.org/0000-0003-2522-2470>,

Scopus ID: 59189195300, SPIN-code: 8245-6901, [a.demidova@rgau-msha.ru](mailto:a.demidova@rgau-msha.ru)