

УДК 634.8.037:581.143.6

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-103-114

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ПРИЕМОВ ПЕРЕВОДА
ОЗДОРОВЛЕННЫХ *IN VITRO*
ВИНОГРАДНЫХ РАСТЕНИЙ
В УСЛОВИЯ ПОЧВЕННОЙ
КУЛЬТУРЫ**

Лопаткина Екатерина Викторовна
научный сотрудник
лаборатории экологии винограда
e-mail: zontanga@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0002-2067-4606

Ребров Антон Николаевич
канд. биол. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории биотехнологии
e-mail: rebrow-anton@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9022-4627

*Всероссийский научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия
имени Я.И. Потанина – филиал
Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный Ростовский
аграрный научный центр»,
Новочеркасск, Россия*

В статье рассматриваются приемы
улучшения свойств питательного
субстрата, применяемого для посадки
оздоровленных в культуре *in vitro*
растений винограда. Исследования
проводились на базе лаборатории
биотехнологии ВНИИВиВ – филиал
ФГБНУ ФРАНЦ на межвидовом гибриде
Красностоп Карпи. Цель исследования –
совершенствование способов адаптации
оздоровленных *in vitro* растений
к нестерильным условиям.

При микроклональном размножении
винограда чаще всего происходят выпадения
при переносе пробирочных растений
в нестерильные условия. Подбор состава
почвогрунтового субстрата и улучшение его
водно-физических и биологических свойств
помогает снизить риск гибели растений.
В наших исследованиях в составе субстрата
использовался торф, садовая земля и речной

UDC 634.8.037:581.143.6

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-103-114

**IMPROVEMENT
OF TECHNIQUES
FOR TRANSPLANTING HEALTHY
IN VITRO GRAPE PLANTS
IN SOIL CULTURE
CONDITIONS**

Lopatkina Ekaterina Viktorovna
Research Associate
of Laboratory of grape Ecology
e-mail: zontanga@rambler.ru
https://orcid.org/0000-0002-2067-4606

Rebrov Anton Nikolaevich
Cand. Biol. Sci.
Leading Research Associate
of Biotechnology Laboratory
e-mail: rebrow-anton@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9022-4627

*All-Russian Research Institute
named after Ya.I. Potapenko
for Viticulture and Winemaking –
Branch of Federal State
Budget scientific Institution
«Federal Rostov Agricultural
Research Center»,
Novocherkassk, Russia*

The article discusses techniques
for improving the properties of a nutrient
substrate used for planting healthy
in vitro grape plants. The research was
carried out on the basis of the laboratory
of biotechnology ARRIV&W – branch
of FSBSI FRARC on an interspecific
hybrid Krasnostop Carpi. The purpose
of the study is to improve the ways
of adapting healthy *in vitro* plants
to non-sterile conditions. With microclonal
reproduction of grapes, death most
often occurs when transferring test tube plants
to non-sterile conditions.

The selection of the composition
of the soil substrate and the improvement
of its water-physical and biological
properties helps to reduce the risk
of plant death. In our studies, peat, garden
soil and river sand (1:1:1) were used
as part of the substrate,

песок (1:1:1), в который добавляли гидрогель «Аквасин» и эндомикоризный препарат «Триходерма Вериде», содержащий мицелий и споры грибов *Trichoderma viride*, штамм 471. Растения высаживали в емкости объемом 500 мл, адаптировали к нестерильным условиям и доращивали в течение 90 дней на стеллажах ускоренного выращивания растений (СУВР). В процессе отмечали показатели сохранности инициальных растений, их рост, развитие и распространение корневой системы. В результате можно сделать вывод, что совместное использование гидрогеля и микоризы обеспечивает наилучшие приживаемость и сохранность растений сорта Красностоп Карпи. Микоризный препарат способствует активному развитию листовой поверхности, а добавление гидрогеля обеспечивает интенсивное формирование корневой системы, что обеспечит растениям лучшую приживаемость в условиях открытого грунта базисного маточника.

Ключевые слова. ОЗДОРОВЛЕННЫЙ *IN VITRO* ВИНОГРАД, ГИДРОГЕЛЬ, МИКОРИЗА, СУБСТРАТ, АДАПТАЦИЯ К НЕСТЕРИЛЬНЫМ УСЛОВИЯМ

to which “Aquasin hydrogel” and “Trichoderma Veride” endomycorrhizal preparation containing mycelium and spores of *Trichoderma viride* fungi, strain 471, were added. The plants were planted in a 500 ml container, had been adapted to non-sterile conditions and had been grown for 90 days on racks of accelerated plant cultivation (RAPC). In the process, the indicators of the preservation of initial plants, their growth, development and spread of the root system were noted. As a result, it can be concluded that the combined use of hydrogel and mycorrhiza ensures the best survival and preservation of plants of the Krasnostop Carpi variety. The mycorrhizal preparation promotes better development of the leaf surface, and the addition of hydrogel ensures better development of the root system, which will provide plants with better survival in open ground conditions of the basic mother plantation.

Key words: HEALTHY *IN VITRO* GRAPES, HYDROGEL, MYCORRHIZA, SUBSTRATE, ADAPTATION TO NON-STERILE CONDITIONS

Введение. Технология микроклонального размножения винограда в культуре *in vitro*, необходимая для перехода к использованию сертифицированного посадочного материала, в последние годы подробно исследована и освещена в научной литературе [1, 2]. При этом одним из самых проблемных мест данной технологии остается этап адаптации оздоровленных растений к почвенной культуре и доращивание растений перед высадкой в открытый грунт базисного маточника. На этом этапе чаще всего происходит гибель растений, поскольку листья винограда, выращенного в стерильных условиях культуры *in vitro*, не обладают хорошо развитым устьичным аппаратом [3].

В связи с этим постоянно проводятся исследования, направленные на совершенствование технологии адаптации оздоровленных растений к нестерильным условиям среды и перевода их в почвенную культуру.

В настоящее время широко применяют методы адаптации оздоровленных растений с использованием стеллажей ускоренного выращивания (СУВР) [4, 5]. Исследуются различные составы субстрата [6, 7, 8], а также способы улучшения его водно-физических свойств [9]. Например, в качестве одного из компонентов питательного субстрата на этапе адаптации возможно применение суперабсорбентов – веществ, способных улучшать свойства почвы [10, 11, 12]. Главным преимуществом этих веществ на этапе адаптации является то, что их можно предварительно насыщать питательными веществами, которые будут постепенно высвобождаться в количестве, необходимом растению [13].

Как правило, субстрат перед использованием стерилизуют – это приводит к тому, что вся микрофлора, находящаяся в компонентах субстрата, гибнет. В связи с этим проводятся исследования, направленные на изучение возможности заражения ризосферы эндомикоризными препаратами, способствующими лучшему развитию. Доказано, что при выращивании винограда в вегетационных сосудах наиболее эффективным приемом является добавление эндомикоризных препаратов непосредственно в почвенный субстрат, а не предварительное замачивание корней в растворе препарата. Добавление препаратов в субстрат способствует более длительному их действию и благоприятно отражается на росте и развитии саженцев [14, 15].

Возможности использования гидрогелей и микоризных препаратов активно исследуются на многих культурах: плодоносящие виноградники, зерновые, древесные растения, плодовые и декоративные [16-22].

Способы адаптации оздоровленных *in vitro* растений к нестерильным условиям постоянно совершенствуются. Однако эффективность данного этапа имеет свои проблемы. Растения при переводе на почвенный субстрат могут погибать из-за того, что не успевают образовать достаточное количество основных корней, могут пересыхать и увядать. Основной задачей этапа адаптации растений к условиям нестерильной среды является подготовка растений для высадки в открытый грунт. Таким образом, целью настоящего

исследования является совершенствование способов адаптации оздоровленных *in vitro* растений к нестерильным условиям путем добавления в субстрат веществ, способствующих лучшему и более быстрому развитию инициальных растений, что в свою очередь обеспечит хорошую приживаемость и сохранность растений в условиях базисного маточника.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2022-2023 гг. на базе лаборатории биотехнологии ВНИИВиВ на межвидовом гибриде Красностоп Карпи. При проведении исследований по адаптации к нестерильным условиям применяли модифицированный способ и разработанные рекомендации «Клональное микроразмножение и оздоровление посадочного материала винограда для создания из него сортовых маточников интенсивного типа» [23]. При статистической обработке данных для морфометрических параметров развития использовали программу Excel 2013, доверительный интервал рассчитывали на 90 % вероятности, данные по приживаемости рассчитывали методом Уилсона, описанным в изложении А.М. Гржабовского [24]. Достоверность опытов рассчитывали при помощи однофакторного дисперсионного анализа полевого опыта по Б.А. Доспехову [25] в программе Excel 2013 (Надстройка CXSTAT).

В исследованиях применяли субстрат, состоящий из смеси торфа, садовой земли и речного песка в соотношении 1:1:1. Перед использованием компоненты субстрата были предварительно автоклавированы для обеспечения стерильности.

Субстрат помещали в стаканчики объемом 0,5 литра и в соответствии с вариантами опыта добавляли гидрогель «Аквафин» и эндомикоризный препарат «Триходерма Вериде», содержащий в себе мицелий и споры грибов *Trichoderma viride*, штамм 471.

Гидрогель добавляли в сухом виде в количестве 1 грамма на каждое растение и равномерно распределился в субстрате, что помогало сохранять влагу и обеспечивать оптимальные условия для роста растений.

Микоризный препарат разводили в воде в концентрации 2 г/л и получившуюся суспензию добавляли в субстрат по 50 мл на растение.

Обсуждение результатов. Высадку растений осуществляли в подготовленный и увлажненный субстрат по следующей схеме:

1. Контроль.
2. Гидрогель
3. Микориза
4. Гидрогель+микориза.

Адаптацию и доращивание производили в течение 90 дней. В течение первых двух недель после высадки растений *in vitro* поддерживали высокую влажность воздуха, близкую к 100 %, чтобы помочь растениям адаптироваться к условиям. Затем, в течение следующих двух недель, постепенно снижали влажность воздуха до естественного уровня, который составлял 65-75 %. Растения проходили процесс адаптации и доращивания при световом дне продолжительностью 15 часов на специальной системе СУВР. В качестве источника света использовались светодиодные лампы с определенным спектром и интенсивностью излучения, которые обеспечивали уровень освещенности от 8000 до 12000 люкс. Спектр света, близкий к 2700 К, был подобран таким образом, чтобы соответствовать потребностям листового аппарата растений. Температура воздуха в помещении поддерживалась в диапазоне 22-26 °С.

После месяца произрастания провели учет приживаемости оздоровленных растений. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Приживаемость растений на 30 день адаптации и сохранность инициальных саженцев после 90 дней доращивания

Вариант	Приживаемость (30 дней), %	Сохранность (90 дней), %
Контроль	95,0	93,0
Гидрогель	97,0	97,0
Микориза	95,0	95,0
Гидрогель+микориза	100,0	100,0

Приживаемость растения в контроле и в варианте с микоризой была несколько ниже – 95 %. Максимальный процент приживаемости наблюдался у растений в варианте совместного применения гидрогеля и микоризы. Так же необходимо отметить, что в контроле отмечались выпадения растений на поздних стадиях адаптации. В итоге сохранность растений перед высадкой в открытый грунт в этом варианте составила 93 %. Максимальная сохранность отмечена в варианте с гидрогелем и при совместном применении гидрогеля и микоризы (97 % и 100 %).

Результаты наблюдений за развитием растений представлены в таблице 2. После 30 дней адаптации лучшие показатели развития наблюдались в контроле и в варианте с добавлением эндомикоризного препарата. Растения в варианте совместного применения гидрогеля и микоризы по высоте не уступали растениям с чистой микоризой, однако площадь листьев была меньше на 36 %. Наименьшие показатели по высоте и по площади листьев отмечались в варианте с гидрогелем.

Таблица 2 – Развитие оздоровленных виноградных растений сорта Красностоп Карпи при адаптации к нестерильным условиям

Вариант	Высота, см	Число листьев, шт.	Длина междоузлия, см	Площадь, см ²	
				листа	общая
30 дней адаптации					
Контроль	11,1 ±1,0	6,7 ±0,4	1,5 ±0,1	7,6 ±1,0	53,3 ±10,1
Гидрогель	9,5 ±1,2	6,2 ±0,4	1,4 ±0,1	5,6 ±0,7	36,5 ±6,4
Микориза	9,9 ±1,3	6,7 ±0,5	1,3 ±0,1	7,9 ±1,5	58,5 ±16,6
Гидрогель + микориза	9,9 ±1,6	5,7 ±0,5	1,5 ±0,2	6,0 ±1,1	37,1 ±9,5
60 дней адаптации					
Контроль	33,3 ±2,8	8,4 ±0,5	3,1 ±0,2	27,7 ±2,7	243,2 ±31,8
Гидрогель	27,0 ±2,6	8,0 ±0,3	2,7 ±0,2	23,1 ±2,1	189,3 ±22,2
Микориза	31,8 ±3,9	8,5 ±0,5	3,1 ±0,3	26,6 ±3,3	235,9 ±41,7
Гидрогель + микориза	27,1 ±3,8	7,9 ±0,5	2,7 ±0,3	23,4 ±3,4	196,7 ±39,8
90 дней адаптации					
Контроль	72,4 ±2,9	11,8 ±0,3	4,9 ±0,2	47,1 ±2,4	559,0 ±37,5
Гидрогель	62,7 ±4,0	10,8 ±0,4	4,7 ±0,2	44,7 ±2,1	488,4 ±37,8
Микориза	73,1 ±3,9	11,9 ±0,4	5,0 ±0,2	47,6 ±2,3	565,7 ±35,6
Гидрогель + микориза	59,6 ±5,1	10,3 ±0,4	4,7 ±0,2	41,7 ±2,6	434,8 ±38,7
НСР ₀₅	15,7	-	-	-	148,6

На 60 день адаптации эта тенденция сохранилась: лучше всего развивались растения в контроле – они имели большую высоту и большую площадь листовой поверхности. Растения в варианте с добавлением микоризы несколько уступали им. Растения в варианте с гидрогелем и в варианте с совместным применением гидрогеля и микоризы развивались менее интенсивно.

После 90 дней адаптации растения в варианте с микоризой имели большую высоту (73,1 см) и большую площадь листьев (565,7 см²). Растения в контроле лишь немного уступали в развитии (высота составила 72,4 см, площадь листьев – 559,0 см²).

На рисунке 1 показано влияние гидрогеля и микоризного препарата на показатели вызревания и диаметра побегов растений на этапе адаптации.

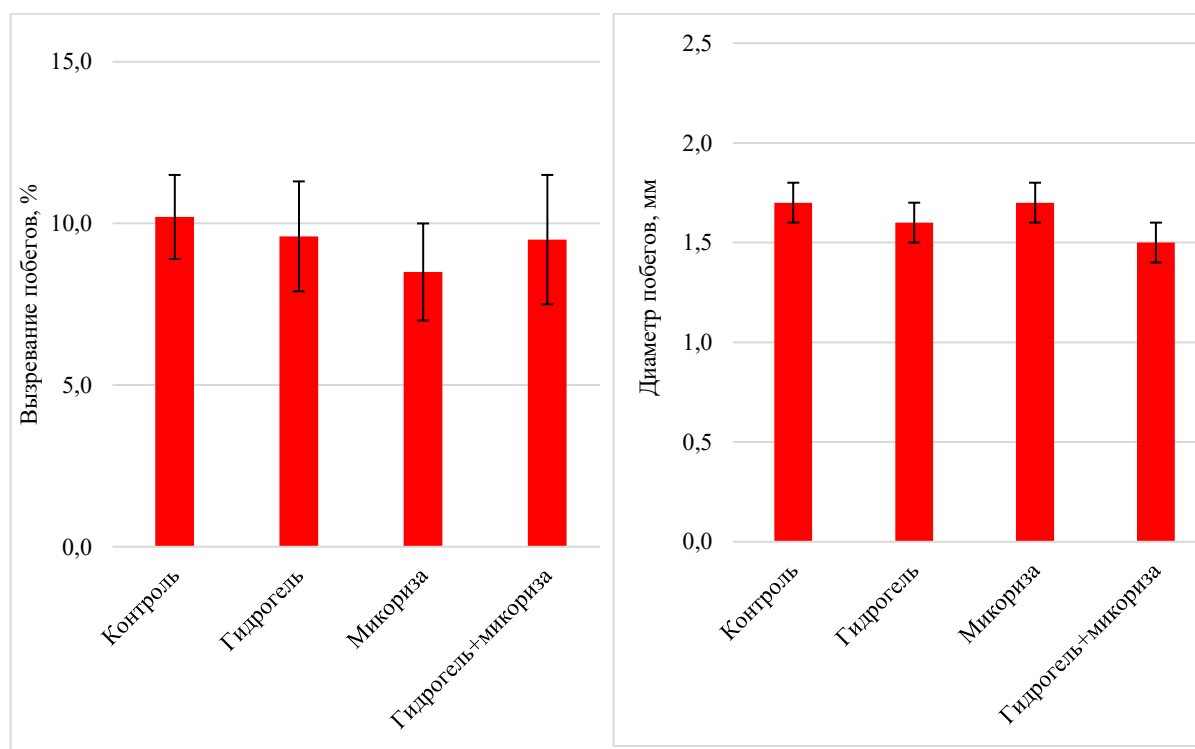


Рис. 1. Показатели вызревания и диаметра побегов сорта Красностоп Карпи на этапе адаптации к нестерильным условиям

Наибольший процент вызревшей части отмечен в контроле – 10,2 %. У растений в варианте с гидрогелем и с совместным применением гидрогеля и микоризного препарата этот показатель был чуть ниже – 9,6 % и 9,5 % соответственно. Минимальный процент вызревания отмечен у растений в

контрольном варианте – 8,5 %. Диаметр побегов был максимальным в контроле и варианте с добавлением микоризы (1,7 мм).

Высадка оздоровленных вегетирующих саженцев винограда в открытый грунт осуществляется методом перевалки, то есть с сохранением кома земли вместе со всеми развитыми корнями. Поэтому одной из основных задач на этапе адаптации оздоровленных растений к нестерильным условиям является формирование хорошо развитой корневой системы. Она обеспечит саженцам лучшую приживаемость и сохранность в первые годы жизни.

Нами было исследовано влияние гидрогеля «Аквасин» и эндомикоризного препарата «Триходерма Вериде» на развитие корневой системы. Основные показатели развития корневой системы фиксировали после 90 дней доращивания, то есть непосредственно перед высадкой в открытый грунт. Результаты наблюдений представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Развитие корневой системы сорта Красностоп Карпи на этапе адаптации

Вариант	Число основных корней, шт.	Средняя длина основного корня, см	Диаметр основных корней, мм	Объем корней, см ³
Контроль	2,4 ±0,3	23,9 ±2,1	0,9 ±0,1	0,41 ±0,1
Гидрогель	3,4 ±0,3	22,0 ±1,7	1,3 ±0,1	1,1 ±0,1
Микориза	2,7 ±0,3	25,9 ±2,6	1,3 ±0,1	1,1 ±0,1
Гидрогель+микориза	2,9 ±0,5	22,2 ±1,9	1,3 ±0,1	0,9 ±0,3
НСР ₀₅	-	-	-	0,23

В варианте с добавлением к субстрату гидрогеля развилось большее количество основных корней. Максимальный объем корневой массы и наибольшую длину основных корней наблюдались у растений в варианте с добавлением эндомикоризного препарата. Наименьший объем корней наблюдался в контроле.

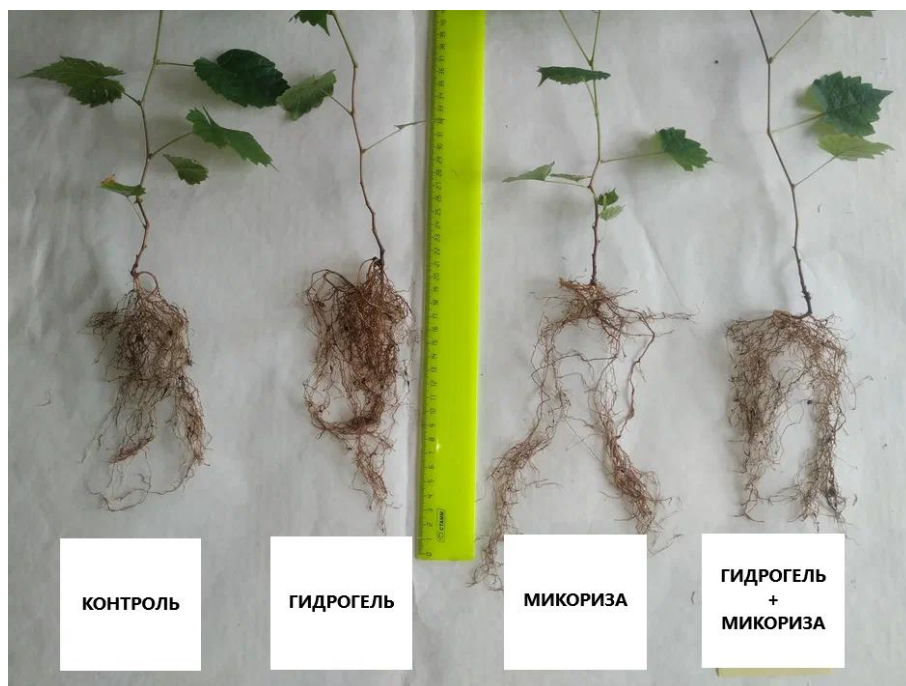


Рис. 2. Корневая система растений сорта Красностоп Карпи

У растений под действием гидрогеля развивается большее количество основных корней, объём корневой системы на 60 % больше контрольного. При высадке в открытый грунт такие растения обладают лучшими адаптивными свойствами, они лучше приживаются и развиваются.

Выводы. Применение гидрогеля и микоризного препарата на этапе адаптации к нестерильным условиям способствует обеспечению растениям лучшей приживаемости и сохранности.

В дальнейшем при доращивании использование микоризного препарата положительно сказывается на развитии адаптированных растений, что проявляется в улучшении показателей развития побега, площади листовой поверхности и объеме корневой системы.

Литература

1. Дорошенко Н.П., Пузырнова В.Г., Трошин Л.П. Усовершенствование технологии клонального микроразмножения винограда // Магарах. Виноградарство и виноделие. 2022. Т. 24(2). С. 102-111. DOI: 10.35547/IM.2022.46.55.001.
2. Биотехнологические и молекулярно-генетические методы в селекции винограда / В.В. Лиховской, [и др.] // Садоводство и виноградарство. 2022. № 6. С. 5-15. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15.

3. Лиховской В.В., Замета О.Г., Иванченко В.И. Инновационные технологии создания и эксплуатации маточных насаждений. Симферополь: Полипринт. 2022. 48 с. EDN: GNUKZJ
4. Sundryeva M., Rebrov A., Mishko A. Influence of sucrose concentration in the culture medium on the condition of the photosynthetic apparatus of grapes cultured *in vitro* // BIO Web of Conferences. 2020 Vol. 25. 04003. DOI: 10.1051/bioconf/20202504003
5. The process of embryo abortion of stenospermocarpic grape and it develops into plantlet *in vitro* using embryo rescue / Li S., et al. // Plant Cell Tiss Organ Cult. 2020. Vol. 143. P. 389-409. DOI: 10.1007/s11240-020-01926-y
6. Ребров А.Н. Адаптация оздоровленных *in vitro* растений винограда к нестерильным условиям // Новочеркасск: ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко, 2012. 28 с. EDN: STEEFJ
7. Effects of New Compounds into Substrates on Seedling Qualities for Efficient Transplanting / Han L., et al. // Agronomy. 2022. Vol. 12. 983. DOI: 10.3390/agronomy12050983
8. Rydlová J., Püschel D. Arbuscular mycorrhiza, but not hydrogel, alleviates drought stress of ornamental plants in peat-based substrate // Applied Soil Ecology. 2020. Vol. 146. 103394. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.103394
9. Mahinroosta M., Farsangi Z.J., Allahverdi A. Hydrogels as intelligent materials: A brief review of synthesis, properties and applications // Materials Today Chemistry. 2018. Vol. 8. P. 42-55. DOI: 10.1016/j.mtchem.2018.02.004.
10. Lopatkina E., Rebrov A. The use of polymer super absorbent in the adaptation of revitalized grape plants to non-sterile conditions // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 39. 04002. DOI: 10.1051/bioconf/20213904002
11. Максимова Ю.Г., Щетко В.А., Максимов А.Ю. Полимерные гидрогели в сельском хозяйстве (обзор). // Сельскохозяйственная биология. 2023. Т. 58(1). С. 23-42. DOI: 10.15389/agrobiology.2023.1.23rus
12. Behera S., Mahanwar P.A. Superabsorbent polymers in agriculture and other applications: a review // Polymer-Plastics Technology and Materials. 2020. Vol. 59(4). P. 341-356. DOI: 10.1080/25740881.2019.1647239
13. Лопаткина Е.В., Ребров А.Н. Применение гидрогеля на этапе адаптации оздоровленных виноградных растений к нестерильным условиям // Русский виноград. 2022. Т. 20. С. 33-40. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-33-40
14. Korkutal I., Bahar E., Teksöz Özakin T. Applying mycorrhizas by different methods on grafted rooted vines (*Vitis vinifera* L.) sapling performance and growth characteristics // Mediterranean Agricultural Sciences. 2020. Vol. 33 (2). P. 149-157. DOI: 10.29136/mediterranean.496268
15. Application of arbuscular mycorrhizal fungi in vineyards: water and biotic stress under a climate change scenario: new challenge for Chilean grapevine crop / P. Aguilera, et al. // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. 826571. DOI: 10.3389/fmicb.2022.826571
16. Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А., Буйвал Р.А. Повышение приживаемости и развитие саженцев винограда при использовании биопрепарата на основе эндомикоризных грибов // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2019. № 3 (152). С. 93-99. DOI: 10.36305/2019-3-152-93-99
17. Mycorrhizal Fungi Enhance Yield and Berry Chemical Composition of in Field Grown “Cabernet Sauvignon” Grapevines (*V. vinifera* L.). / K. Marko, et al. // Agriculture. 2021. Vol. 11. 615. DOI: 10.3390/agriculture11070615
18. Nogales A. The effects of field inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi through rye donor plants on grapevine performance and soil properties // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2021. Vol. 313. 107369. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107369

19. Repáč I., Parobeková Z., Belko M. Ectomycorrhiza-hydrogel additive enhanced growth of Norway spruce seedlings in a nutrient-poor peat substrate // Journal of Forest Science. 2022. Vol. 68(5). P. 170-181. DOI: 10.5555/20220281135
20. Potential of superabsorbent hydrogels to improve agriculture under abiotic stresses / C. Vasconcelos do Nascimento, et al. // Journal of Arid Environments. 2021. Vol. 189. 104496. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104496
21. Тохтарь Л.А., Третьяков М.Ю., Жилыева Н.В. Использование штаммов *Pseudomonas migula* при адаптации к нестерильным условиям растений *Rubus Occidentalis* Cumberland, полученных методом *in vitro* // Research success. 2021. С. 158-165. DOI:10.46916/08122021-2-978-5-00174-398-9
22. Use of substrates and hydrogel to produce desert rose seedlings / Monteiro J.L.L., et al. // Ornamental Horticulture. 2020. Vol. 25. P. 336-344. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2004
23. Дорошенко Н.П. Клональное микроразмножение и оздоровление посадочного материала винограда для создания из него сортовых маточников интенсивного типа. Рекомендации. М.: Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы, 1998. 211 с. EDN: WLKCNL
24. Гржибовский А.М. Доверительные интервалы для частот и долей // Экология человека 2008. №5. С. 57-60. EDN: IJTRKV
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Агропромиздат. 1985. 351 с.

References

1. Doroshenko N.P., Puzyrnova V.G., Troshin L.P. Improvements in the technology of grapevine clonal micropropagation // Magarach. Viticulture and vinemaking. 2022. Vol. 24(2). P. 102-111. DOI: 10.35547/IM.2022.46.55.001 ([in Russian](#))
2. Biotechnological and molecular genetic methods in grape breeding / V.V. Likhovskoi, et al. // Horticulture and viticulture. 2022. № 6. P. 5-15. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15 ([in Russian](#))
3. Likhovskoi V.V., Zameta O.G., Ivanchenko V.I. Innovative technologies for the creation and operation of uterine plantations. Simferopol: Polyprint. 2022. 48 p. EDN: GNUKZJ ([in Russian](#))
4. Sundyrev M., Rebrov A., Mishko A. Influence of sucrose concentration in the culture medium on the condition of the photosynthetic apparatus of grapes cultured *in vitro* // BIO Web of Conferences. 2020 Vol. 25. 04003. DOI: 10.1051/bioconf/20202504003
5. The process of embryo abortion of stenospermocarpic grape and it develops into plantlet in vitro using embryo rescue / Li S., et al. // Plant Cell Tiss Organ Cult. 2020. Vol. 143. P. 389-409. DOI: 10.1007/s11240-020-01926-y
6. Rebrov A.N. Adaptation of healthy in vitro grape plants to non-sterile conditions // Novocherkassk: ARRIV&W named after Ya. I. Potapenko, 2012. 28 p. EDN: STEEFJ ([in Russian](#))
7. Effects of New Compounds into Substrates on Seedling Qualities for Efficient Transplanting / Han L., et al. // Agronomy. 2022. Vol. 12. 983. DOI: 10.3390/agronomy12050983
8. Rydlová J., Püschel D. Arbuscular mycorrhiza, but not hydrogel, alleviates drought stress of ornamental plants in peat-based substrate // Applied Soil Ecology. 2020. Vol. 146. 103394. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.103394
9. Mahinroosta M., Farsangi Z.J., Allahverdi A. Hydrogels as intelligent materials: A brief review of synthesis, properties and applications // Materials Today Chemistry. 2018. Vol. 8. P. 42-55. DOI: 10.1016/j.mtchem.2018.02.004.

10. Lopatkina E., Rebrov A. The use of polymer super absorbent in the adaptation of revitalized grape plants to non-sterile conditions // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 39. 04002. DOI: 10.1051/bioconf/20213904002
11. Maksimova Yu.G., Shchetko V.A., Maksimov A.Yu. Polymer hydrogels in agriculture // Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]. 2023. Vol. 58(1). P. 23-42. DOI: 10.15389/agrobiology.2023.1.23rus ([in Russian](#))
12. Behera S., Mahanwar P.A. Superabsorbent polymers in agriculture and other applications: a review // Polymer-Plastics Technology and Materials. 2020. Vol. 59(4). P. 341-356. DOI: 10.1080/25740881.2019.1647239
13. Lopatkina E.V., Rebrov A.N. Hydrogel at the stage of adaptation of healthy grapevine plants to non-sterile conditions // Russian grapes. 2022. Vol. 20. P. 33-40. DOI: 10.32904/2712-8245-2022-20-33-40
14. Korkutal I., Bahar E., Teksöz Özakin T. Applying mycorrhizas by different methods on grafted rooted vines (*Vitis vinifera* L.) sapling performance and growth characteristics // Mediterranean Agricultural Sciences. 2020. Vol. 33 (2). P. 149-157. DOI: 10.29136/mediterranean.496268
15. Application of arbuscular mycorrhizal fungi in vineyards: water and biotic stress under a climate change scenario: new challenge for Chilean grapevine crop / P. Aguilera, et al. // Frontiers in Microbiology. 2022. Vol. 13. 826571. DOI: 10.3389/fmicb.2022.826571
16. Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A., Buival R.A. Increase survival and development of growing grapes by use of the biopreparation on the basis of an endomycorrhizal fungi // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2019. Vol. 152. P. 93-99. DOI: 10.36305/2019-3-152-93-99 ([in Russian](#))
17. Mycorrhizal Fungi Enhance Yield and Berry Chemical Composition of in Field Grown "Cabernet Sauvignon" Grapevines (*V. vinifera* L.). / K. Marko, et al. // Agriculture. 2021. Vol. 11. 615. DOI: 10.3390/agriculture11070615
18. Nogales A. The effects of field inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi through rye donor plants on grapevine performance and soil properties // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2021. Vol. 313. 107369. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107369
19. Repáč I., Parobeková Z., Belko M. Ectomycorrhiza-hydrogel additive enhanced growth of Norway spruce seedlings in a nutrient-poor peat substrate // Journal of Forest Science. 2022. Vol. 68(5). P. 170-181. DOI: 10.5555/20220281135
20. Potential of superabsorbent hydrogels to improve agriculture under abiotic stresses / C. Vasconcelos do Nascimento, et al. // Journal of Arid Environments. 2021. Vol. 189. 104496. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104496
21. Tokhtar L.A., Tretyakov M.Yu., Zhilyaeva N.V. Use of *Pseudomonas migula* strains when adapting to non-sterile conditions *Rubus Occidentalis* Cumberland plants, obtained by *in vitro* method // Research success. 2021. P. 158-165. DOI:10.46916/08122021-2-978-5-00174-398-9 ([in Russian](#))
22. Use of substrates and hydrogel to produce desert rose seedlings / Monteiro J.L.L., et al. // Ornamental Horticulture. 2020. Vol. 25.P. 336-344. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2004
23. Doroshenko N.P. Clonal micropropagation and improvement of grape planting material to create varietal queen cells of intensive type from it. Recommendations. M.: Center for Scientific and Technical Information, Propaganda and Advertising, 1998. 211 p. EDN: WLKCNL ([in Russian](#))
24. Grjibovski, A.M. Confidence intervals for proportions // Human Ecology. 2008. № 5. P.57-60. EDN: IJTRKV ([in Russian](#))
25. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. ([in Russian](#))