

**Skripkin Dmitry Vladimirovich**, Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), e-mail: umka525@mail.ru.

**Meznikova Marina Viktorovna**, Senior Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Romenskaya Olga Nikolaevna**, Research Associate of the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Sidorov Aleksander Nikolaevich**, Senior Researcher at the Research Institute of Fundamental and Applied Agrobiotechnologies, Candidate of Agricultural Sciences, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

**Gagarina Elena Viktorovna**, Graduate student of the Department of Agriculture and Agrochemistry, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-38

## IMPROVING THE QUALITY OF IRRIGATION WATER BY VACUUM TREATMENT

**E. P. Borovoy<sup>1</sup>, O. N. Volskaya<sup>2</sup>, S. M. Grigorov<sup>1</sup>, A. A. Churakov<sup>2</sup>, L. W. Kamyschanova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Volgograd State Agrarian University*

<sup>2</sup>*Volgograd State Technical University*

<sup>3</sup>*Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President  
of the Russian Federation  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: borovoy.e.p@mail.ru

Received 01.08.2023

Submitted 20.11.2023

### Abstract

**Introduction.** The relevance is due to the maintenance of water-ecological balance on irrigation systems during operation. The water-ecological balance on irrigation systems takes place if the intake of water for irrigation from a water source during the acute arid periods of vegetation does not exceed the established sanitary norm. Currently, water sources, both surface and underground, due to man-made impacts on them, exceed the sanitary norm in various indicators, which leads to the development and implementation of new water purification technologies in irrigation systems. In the specific studies at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village" presented in the article, water treatment, namely, groundwater was intended for drip irrigation systems, since this irrigation method is being introduced in steppe, semi-desert and desert areas suffering from water scarcity, which includes the Volgograd region.

The selected site for the drip irrigation system took into account the specific characteristics of the cultivated crops, the duration of vegetation, the spread of the root system, as well as the requirements for soil, climatic, hydrogeological and relief conditions and the qualitative composition of water. Having studied the composition of groundwater from a well located near the irrigated area, the authors proposed not only their patented method of groundwater purification, but also a method of its activation.

The simultaneous use of both methods in the installation scheme for the purification and activation of groundwater is the main advantage that distinguishes this technology from all existing ones. This scheme allows you to increase the yield and quality of tomatoes grown with minimal energy consumption, prostrate and maintenance safety, achieving high quality purification and activation of water for drip irrigation. **Object.** The research area is a drip irrigation system at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village" **Materials and methods.** The bulk of the research work was carried out at the experimental production site of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village". The study is based on reagent-free purification from suspensions, iron and other impurities by vacuum-ejection method and activation of water by vacuum method using a vacuum

activator developed by the authors. An integrated approach, which provides for the need to simultaneously solve a number of related root problems of water treatment, makes the proposed technology universal for both irrigation systems and domestic drinking water supply. **Results and conclusions.** The first stage of research of the water purification plant was carried out in laboratory conditions on a hydraulic model at the Department of Water Supply of the Volgograd State Agrarian University "Innovative Village", the second stage of tests for purification and activation of water was carried out at the pilot production site before the start of sowing tomatoes in the ground, at the installation with a capacity of 10 m<sup>3</sup>/ day. The second stage included the work performed in the following sequence: first, we achieved stable operation of the water purification unit by vacuum-ejection method, and then we achieved stable operation of the water activation unit using a vacuum activator. The final tests were carried out at the start of both installations. The installations worked in semi-automatic mode. It should be noted that the vacuum-ejection unit includes a vacuum-ejection oxidizer and a semi-automatic sand filter, working as a single unit.

**Key words:** *semi-automatic sand filters, vacuum activators, vacuum-ejection oxidizers, water activation technologies, drip irrigation.*

**Citation.** Borovoy E. P., Volskaya O. N., Grigorov S. M., Churakov A. A., Kamyshanova L. V. Improving the quality of irrigation water by vacuum treatment. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 379-388 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-38.

**Author's contribution.** The authors of this study conducted a number of laboratory and pilot-industrial tests, the results of which are presented in this article.

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 628.1.034.3

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ

**Е. П. Боровой<sup>1</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**О. Н. Вольская<sup>2</sup>**, кандидат технических наук, доцент  
**С. М. Григоров<sup>1</sup>**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**А. А. Чураков<sup>2</sup>**, кандидат технических наук  
**Л. В. Камышанова<sup>3</sup>**, старший преподаватель

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

<sup>3</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации  
г. Волгоград, Российская Федерация

**Актуальность** обусловлена поддержанием водно-экологического равновесия на оросительных системах в период эксплуатации. «Водно-экологическое равновесие на оросительных системах имеет место, если забор воды для орошения из водоисточника в острозасушливые периоды вегетации не превышает установленной санитарной нормы». В настоящее время источники воды, как поверхностные, так и подземные, вследствие техногенного воздействия на них превышают санитарную норму по различным показателям, что приводит к разработке и внедрению новых технологий очистки воды на оросительных системах. В намеченных исследованиях на опытно-производственном участке ВолгГАУ «Инновационная деревня», представленных в статье, подготовка воды, а именно подземной воды, будет выполнена для системы капельного орошения, так как этот способ полива внедряется в степных, полупустынных и пустынных областях, страдающих дефицитом воды, к которым относится и Волгоградская область.

Выбранный участок под систему капельного орошения учитывает видовые признаки выращиваемых сельскохозяйственных культур, продолжительность вегетации, распространение

корневой системы, также требования к почвенным, климатическим, гидрогеологическим и рельефным условиям и качественному составу воды. Изучив состав подземной воды из скважины, находящейся вблизи орошаемого участка, авторы предложили не только запатентованный ими способ очистки подземной воды, но и способ ее активации.

Одновременное применение обоих способов в схеме установки для очистки и активации подземной воды является основным преимуществом, отличающим данную технологию от всех существующих. Данная схема позволяет повысить урожайность и качество выращиваемых томатов при минимальных затратах энергии, при простоте и безопасности обслуживания, достигая высокого качества очистки и активации воды для капельного орошения. **Объект.** Территория исследования – система капельного орошения на опытно-производственном участке ВолГАУ «Инновационная деревня». **Материалы и методы.** Основной объем исследовательских работ авторы намереваются проводить на опытно-производственном участке ВолГАУ «Инновационная деревня». Исследование будет основано на безреагентной очистке от взвесей, железа и др. примесей вакуумно-эжекционным способом и активации воды вакуумным способом с помощью вакуумного активатора, разработанного авторами. Комплексный подход, предусматривающий необходимость одновременного решения целого ряда сопутствующих коренных проблем водоочистки, делает предлагаемую технологию универсальной как для оросительных систем, так и для хозяйственно-питьевого водоснабжения. **Результаты и выводы.** Первый этап исследований установки по очистке воды проводили в лабораторных условиях на соответствующей гидравлической модели, второй этап испытаний по очистке и активации воды планируется провести на опытно-производственном участке ВолГАУ «Инновационная деревня» до начала посева томатов в грунт, на установке производительностью 10 м<sup>3</sup>/сут. Второй этап предусматривает работы, которые будут выполняться в следующей последовательности: стабилизация режима работы установки по очистке воды вакуумно-эжекционным способом, далее стабилизация режима работы установки по активации воды с помощью вакуумного активатора. Окончательные испытания запланированы при пуске обеих установок, которые будут работать в полуавтоматическом режиме. Необходимо отметить, что вакуумно-эжекционная установка включает в себя вакуумно-эжекционный окислитель и полуавтоматический песчаный фильтр.

**Ключевые слова:** *полуавтоматические песчаные фильтры, вакуумные активаторы, вакуумно-эжекционные окислители, технологии активации воды, капельное орошение.*

**Цитирование.** Боровой Е. П., Вольская О. Н., Григоров С. М., Чураков А. А., Камышанова Л. В. Улучшение качества оросительной воды методом вакуумной обработки. *Известия НВ АУК.* 2023. 4(72). 379-388. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-38.

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования провели ряд лабораторных и опытно-промышленных испытаний, результаты которых представлены в данной статье.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Водно-экологическое равновесие на оросительных системах будет иметь место, если забор воды для орошения из водных источников в острозасушливые периоды вегетации не превысит установленной санитарной нормы, а следствием орошения не окажутся формирование эрозионно-опасного стока, нежелательное изменение природного режима грунтовых вод и неблагоприятные изменения водно-солевого режима орошаемых площадей и прилегающих к ним территорий.

Ограничения на нормы изъятия природных вод из водоисточников и нормы водоподдачи известны [1]. Все они ставят своей целью сохранение водно-экологического равновесия, характерного для автоморфного почвообразования на орошаемых площадях, а также не нарушение природной экологической ситуации, сложившейся до начала орошения на прилегающих территориях. К нормативам функционирования оросительных систем, характеризующим водно-экологическое равновесие, можно отнести показатели

качества поливной воды» [7]. Вопросами качества поливной воды ученые занимаются на протяжении многих лет [3, 4, 5]. Авторы также занимаются этой проблемой более одного десятилетия. Нами разработана эффективная схема очистки подземных вод с одновременной активацией ее для капельного орошения. Лабораторные исследования, проводимые по вышеупомянутой схеме, как и исследования многих ученых, ставили своей целью, разработать способ и устройства для очистки и активации подземных вод для капельного орошения, которые дадут возможность повысить урожайность и качество выращиваемых растений при минимальных затратах энергии, простоте и безопасности их обслуживания [1].

**Объект исследования.** Территория испытания – система капельного орошения на опытно-производственном участке ВолГАУ «Инновационная деревня» с предварительными лабораторными исследованиями модели установки по очистке воды.

**Материалы и методы.** Исследования основаны на внедрении двух способов обработки воды: первый – вакуумно-эжекционный, второй – вакуумная активация. Обе установки относятся к мелиорации, в частности к установкам для проведения мелиоративных процессов: орошения с одновременной активацией воды для получения высоких урожаев и качественной продукции растениеводства. Для анализа положительного воздействия активированной воды на рост, урожайность и качество томатов авторами предлагается поделить орошаемый участок на 2 участка. Орошение томатов на первом участке планируется проводить простой водой из скважины, а на втором участке – по разработанной схеме (рисунок 1).

Комплекс устройств и оборудования, показанных на схеме (рисунок 1), содержал насос 4, соединенный всасывающим трубопроводом 3 через задвижку 2 со скважиной 1 и напорным трубопроводом 5 через задвижку 22 – с линией подключения к системе капельного орошения участка. Вакуумно-эжекционная установка 8, предназначенная для очистки подземной воды от взвесей, железа и др. примесей, вакуумный активатор 16, предназначенный для активации воды, циркуляционная емкость 19 соединены между собой последовательно трубопроводами 6, 9, 11, 12, 15, 18, 21 через задвижки 7, 10, 13, 14, 17, 20. Схема работает следующим образом. Подземная вода из скважины 1 по всасывающему трубопроводу 3 через открытую задвижку 2 подается на насос 4 и далее по напорному трубопроводу 6 через открытую задвижку 7 на вакуумно-эжекционную установку 8. При этом задвижки 13, 14, 10, 20 закрыты, задвижка 17 открыта. В этом режиме вода после очистки от взвесей, железа и др. примесей через открытую задвижку 17 подается в циркуляционный бак 19, где происходит его заполнение. При заполнении водой бака (по показаниям расходомеров или уровня воды в емкости 19) насос 4 отключается, закрывается задвижки 2 и 6, открывается задвижка 14 и 20, включается насос и очищенная вода по контуру позиций 20, 21, 12, 13, 3, 4, 14, 15 поступает на дегазатор 16. При этом задвижки 2, 7, 17 закрыты. В дегазаторе 16 вода активизируется и циркулирует по контуру 16, 18, 19, 20, 21, 12, 13, 3, 4, 14, 15, 16, 18, 19 «до показателя оптической плотности  $D = 0,09 - 0,12$ , как основного показателя кавитационных процессов, определяемого на турбидиметрическом анализаторе жидкости АЖСТ-94. В процессе исследования активированной воды определялись дополнительно температура нагрева  $t^{\circ}\text{C}$ , кислотность воды – рН, общая жесткость воды» [7]. Как только активированная вода достигала указанных показателей оптической плотности, в течение часа, эту воду подавали в систему капельного орошения на полив томатов. Причем полив томатов чередовали, т.е. первый полив проводили очищенной водой по контуру 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 3, 4, 22, 23, второй активированной водой по контуру 3, 4, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 12, 13, 3, 4, 22, 23. Процесс очистки от взвесей, железа и др. примесей проходил на вакуумно-



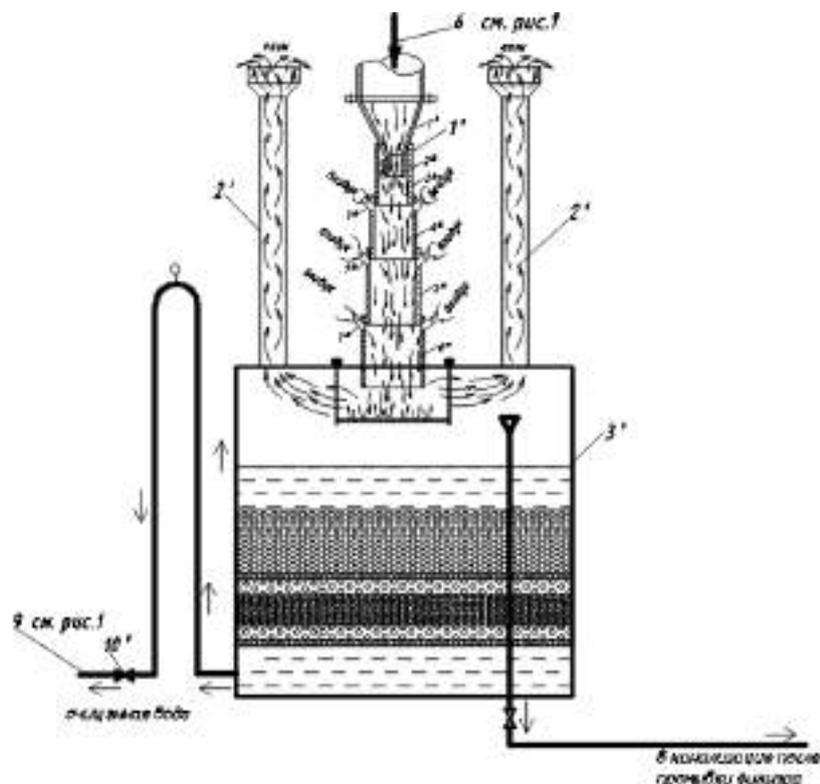


Рисунок 2 – Установка по очистке воды от взвесей, железа и др. примесей.  
Figure 2 – Installation for water purification from suspensions, iron and other impurities

Фильтрующая загрузка – кварцевый песок стандартного эквивалентного диаметра. Вакуумно-эжекционный окислитель и фильтр работают как единый механизм. Суть его заключается в том, что, пройдя вакуумно-эжекционный окислитель 1', вода с окисленным железом, но уже без газов поступает на песчаный фильтр 3'. «Проходя через незатопленную фильтрующую загрузку, вода освобождается от трехвалентного железа, органических веществ и взвесей» [2, 9].

После очистки вода первоначально идет на заполнение циркуляционного бака 19, который аккумулирует объем воды для процесса активации и дальнейшего полива томатов в течение нескольких часов.

Активация очищенной воды осуществляется с помощью вакуумного активатора 16 (рисунок 1).

Вакуумный активатор 16 работает следующим образом. Вода под давлением поступает через соединительный патрубок 1''' и далее в конфузор 2''' с прикрепленным на конце патрубком Вентури в вакуумную камеру 3''' (рисунок 3). «Образующийся на выходе камеры поток газовой эмульсии подается в замкнутую коническую зону 4''' под углом к ее оси, тем самым создавая потоку вращательное и поступательное движение. Поток начинает образовывать спиральный вихрь с вертикальной осью и уменьшающимся книзу радиусом закрутки вихря. Под действием центробежной силы поток разделяется на жидкую и газовую фазы. При этом происходит глубокое выделение и отделение агрессивных газов из потока, которые направляются вверх и выходят в атмосферу через патрубок 6''', а очищенная от газов вода, изменившая свою структуру, направляется к патрубку 5''' и далее в систему капельного орошения участка» [2].

Необходимо отметить, что очистка и активация поливной воды по предложенной схеме капельного орошения даст возможность не только повысить урожайность, но и улучшить изменение химического состава плодов томатов. Исследования планируется

проводить на двух одинаковых по площади и по распределению капельниц участках с той лишь разницей, что один участок будет поливаться простой водой, второй – очищенной и активированной водой. Причем полив активированной водой будет проводиться следующим образом: в период цветения – 3 раза; образование плодов – 3 раза; молочная спелость – 2 раза; полная спелость – 1 раз. Все остальные поливы на опытном участке предусмотрены очищенной водой. В конце каждого межфазного периода будем определять максимальную площадь листьев на обоих участках [3]. Ожидаемые результаты сведены в таблице 1.

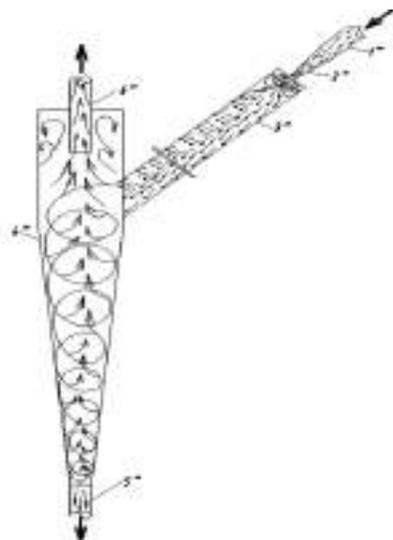


Рисунок 3 – Вакуумный активатор  
Figure 3 – Vacuum activator

Таблица 1 – Динамика нарастания листовой поверхности томатов при поливе простой и активированной водой в межфазные периоды  
Table 1 – The dynamics of the growth of the leaf surface of tomatoes when irrigated with plain and activated water in the interphase periods

№№ п/п	Межфазные периоды, тыс. м <sup>2</sup> /га	Контроль (простая вода)	Опыт (активированная вода)
1.	Цветение	15,4	22,2
2.	Образование плодов	32,6	41,8
3.	Молочная спелость	29,8	42,0
4.	Полная спелость	18,0	24,5

В конце периода полной спелости необходимо провести сравнение качества плодов томатов, взятых с обоих участков по 100 кг с разных делянок. Ожидаемые результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение показателей качества плодов томатов при поливе простой и активированной водой/ Table 2 – Comparison of quality indicators of tomato fruits when irrigated with plain and activated water

№№ п/п	Химический состав томатов (на сырую массу)	Контроль (простая вода) при урожайности 55,0 т/га	Опыт (активированная вода) при урожайности 60,8 т/га
1	Органические и минеральные соединения без воды (сухое вещество), %	5,8	6,6
2	Сахароза, %	3,8	3,3
3	Витамин С, мг/100 г	15,6	16,8
4	Нитраты, мг/кг	74,8	34,6

**Выводы.** Ожидаемые результаты исследования, запланированные авторами, должны показать тесную связь между урожайностью и его качеством (таблица 2). При поливе простой водой урожайность томатов взята средняя по региону и составила 55,0 т/га, а при поливе очищенной и активированной водой планируется получить до 60,8 т/га. При этом качество химического состава должно быть лучше по основным показателям у томатов, поливаемых активированной водой, чем у томатов, поливаемых простой водой. Поливная вода, полученная с помощью вакуумной установки, способна бороться с нитратами, что очень важно для продовольственной сельскохозяйственной продукции.

**Conclusions.** The expected results of the study planned by the authors should show a close relationship between yield and its quality (Table 2). When watered with plain water, the yield of tomatoes was taken as the average for the region and amounted to 55.0 t/ha, and when watered with purified and activated water, it is planned to get up to 60.8 t/ha. At the same time, the quality of the chemical composition should be better in basic terms for tomatoes watered with activated water than for tomatoes watered with plain water. Irrigation water obtained with the help of a vacuum installation is able to fight nitrates, which is very important for agricultural food products.

#### Библиографический список

1. Ахмедов А. Д., Джамалетдинова Е. Э. Особенности водосберегающей технологии полива овощных культур на юге России. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4 (36). С. 17-30.
2. Боровой Е. П., Вольская О. Н., Чураков А. А., Камышанова Л. В. Совершенствование технологий очистки и активации подземных вод для эффективного использования в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения. Волгоград: ВолгГТУ, 2020. 100 с.
3. Кавцевич В. Н., Деревинский А. В. Оценка компонентов продуктивного и биохимического состава плодов у гибридов F1, полученных на основе кистевидных форм томата. Вестник Белорусского государственного политехнического университета им. М. Танка. 2016. № 1 (47). С. 22-27.
4. Михневич Э. И., Пропольский Д. Э. Анализ методов обезжелезивания воды и условия их применения. Мелиорация. 2017. № 2 (80). С. 59-65.
5. Новикова И. В., Лунева Е. Н., Грицай А. В. Средства и технологии водоподготовки для капельного орошения сельскохозяйственных угодий. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 3 (35). С. 1-17.
6. Овчинников А. С., Бочарников В. С., Бочарникова О. В., Пустовалов Е. В., Денисова М. А. Анализ эффективности работы фильтрующих загрузок при обезжелезивании воды из подземных водоисточников для систем капельного орошения. Известия НВ АУК. 2021. № 2 (62). С. 330-338.
7. Лойко А. В., Шибанов И. В., Каграманов Г. Г., Бланко-Педрехон А. М. Опыт внедрения мембранной технологии очистки артезианских вод с высоким содержанием железа и марганца. Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2018. № 4 (124). С. 58-62.
8. Fraser P. D., Truesdale M., Bird C. R. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. *Plant Physiol.* 2014. V. 105. Pp. 405-413.
9. Matsak A., Tsylishvili K. Using different filter media of stormwater treatment performance. *Norwegian Journal of development of the International Science.* 2018. V. 1 (20). Pp. 19-22.
10. Kruzhilin I. P., Ovchinnikov A. S., Kuznetsova N. V., Kozinskaya O. V., Fomin S. D., Bocharnikov V. S., Vorontsova E. S. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access.* 2018. V. 13. Pp. 4181-4184.

#### References

1. Akhmedov A. D., Jamaletdinova E. E. Features of water-saving technology for watering vegetable crops in the south of Russia. *Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems.* 2019. No 4 (36). Pp. 17-30.

2. Borovoy E. P., Volskaya O. N., Churakov A. A., Kamyshanova L. W. Improvement of technologies for purification and activation of groundwater for effective use in the system of household and drinking water supply. Volgograd: VolgSTU, 2020. 100 p.
3. Kavtsevich V. N., Derevenskiy A. V. Evaluation of the components of the productive and biochemical composition of fruits in F1 hybrids obtained on the basis of tomato racemes. Bulletin of the Belarusian State Polytechnic University named after M. Tank. 2016. № 1 (47). Pp. 22-27.
4. Mikhnevich E. I., Propolsky D. E. Analysis of water deferrization methods and conditions for their application. Melioration. 2017. No. 2 (80). Pp. 59-65.
5. Novikova I. V., Luneva E. N., Gritsay A. V. Means and technologies of water treatment for drip irrigation of agricultural land. Scientific journal of the Russian Research Institute of Melioration Problems. 2019. No. 3 (35). Pp. 1-17.
6. Ovchinnikov A. S., Pustovalov E. V. The results of research on the use of zeolite-containing rocks as a filter material in the treatment of livestock wastewater. News of the Nizhnevolzhsky agrouniversity complex: Science and higher professional education. 2017. No. 4 (48). Pp. 71-77.
7. Loiko A. V., Shibanov I. V., Kagamanov G. G., Blanco-Pedrekxon A. M. Experience of introduction of membrane technology of purification of artesian waters with a high content of iron and manganese. Water treatment. Water supply. 2018. No. 4 (124). Pp. 58-62.
8. Fraser P. D., Truesdale M., Bird C. R. Carotenoid biosynthesis during tomato fruit development. Plant Physiol. 2014. V. 105. Pp. 405-413.
9. Matsak A., Tsytlivili K. Using different filter media of stormwater treatment performance. Norwegian Journal of development of the International Science. 2018. V. 1 (20). Pp. 19-22.
10. Kruzhilin I. P., Ovchinnikov A. S., Kuznetsova N. V., Kozinskaya O. V., Fomin S. D., Bocharnikov V. S., Vorontsova E. S. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences Open access. 2018. V. 13. Pp. 4181-4184.

#### Информация об авторах

**Боровой Евгений Павлович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), e-mail: borovoy.e.p@mail.ru

**Вольская Ольга Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (Российская Федерация, г. Волгоград, проспект Ленина, д. 28), e-mail: olgavolska@mail.ru

**Григоров Сергей Михайлович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Мелиорация земель и комплексное использование водных ресурсов» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, д. 26), e-mail: gsm.dtn@mail.ru

**Чураков Алексей Александрович**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений» ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (Российская Федерация, г. Волгоград, проспект Ленина, д. 28), e-mail: alexei.churakov@yandex.ru

**Камышанова Лилия Вячеславовна**, старший преподаватель кафедры лингвистики и межкультурной коммуникации, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Гагарина, д. 8), e-mail: cot.milka@yandex.ru

#### Author's Information

**Borovoy Evgeny Pavlovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department "Land Reclamation and Integrated Use of Water Resources, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), e-mail: borovoy.e.p@mail.ru

**Volskaya Olga Nikolaevna**, Candidate of Engineering Sciences, and Associate Professor of the Department "Construction Structures, Foundations and Reliability of Structures, Volgograd State Technical University (Russian Federation, Volgograd, Lenin Avenue, 28), e-mail: olgavolska@mail.ru

**Grigorov Sergey Mikhailovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Land Reclamation and Integrated Use of Water Resources, Volgograd State Agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Avenue, 26), e-mail: gsm.dtn@mail.ru

**Churakov Aleksey Aleksandrovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Structures, Foundations and Reliability of Structures, Volgograd State Technical University (Russian Federation, Volgograd, 28 Lenin Avenue), e-mail: alexei.churakov@yandex.ru

**Kamyshanova Lilia Vyacheslavovna**, Senior Lecturer, Department of Linguistics and Intercultural Communication, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation (Russian Federation, Volgograd, Gagarina St., 8), e-mail: cot.milka@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-39

## PROSPECTS FOR ROBOTIZATION OF THE PROCEDURE MICROCLONAL PROPAGATION OF PLANTS

N. S. Vorobeva<sup>1</sup>, A. Kh. Gafiatullin<sup>2</sup>, N. G. Sharonov<sup>2,3</sup>, A. V. Maloletov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Innopolis University  
Innopolis, Tatarstan, Russian Federation*

<sup>3</sup>*Volgograd State Technical University  
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: a.maloletov@innopolis.ru

Received 17.10.2023

Submitted 23.11.2023

*The study was funded by the Russian Science Foundation (grant No. 22-29-01589, <https://rscf.ru/en/project/22-29-01589/>)*

### Summary

The paper presents the results of analysis of tasks arising in microclonal propagation of plants in vitro and proposes means of robotization of the laboratory. A robotic cell was developed to perform the procedure of microcropping and planting of cuttings in nutrient medium.

### Abstract

**Introduction.** The procedure of microclonal propagation by in vitro microcutting requires a large amount of routine labor. An experienced laboratory technician can plant up to 700 microcuttings per shift. However, this work is very monotonous and, as a consequence, extremely tiring. In addition, fatigue makes people less attentive and they start making mistakes, which often lead to rejects – sterility violations and introduction of infections into the nutrient medium. As far back as 30 years ago, robotization of this procedure was sought. A number of known attempts at robotization have demonstrated the potential solvability of this problem, but have not led to the introduction of robotization tools in this industry, and until now these operations are still performed manually. **Object.** Robotic complex for maintenance of the laboratory on microclonal propagation of plants. **Materials and methods.** The research includes analyzing the requirements for robotization of a laboratory for microclonal plant propagation and developing a concept for robotization of such a laboratory. **Results and conclusions.** As a result of the analysis, the needs for robotic equipment in the laboratory of microclonal plant propagation were determined and the main provisions for robotization of the laboratory were formulated.

**Key words:** *microclonal plant reproduction, in vitro, micropropagation, robotization, industrial robotic manipulators, delta robot.*

**Citation.** Vorob'eva N. S., Gafiatullin A. Kh., Sharonov N. G., Maloletov A. V. Prospects of robotization of the procedure of microclonal propagation of plants. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 4(72). 388-397 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-04-39.

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.