

Е.В. Шищенко, ✉
Е.Н. Барсукова,
И.В. Ким,
О.А. Собко,
А.С. Чибизова

Федеральный научный центр
агробиотехнологий Дальнего Востока
им. А.К. Чайки, Уссурийск, Россия

✉ chagovec75@mail.ru

Поступила в редакцию:
26.06.2023

Одобрена после рецензирования:
14.08.2023

Принята к публикации:
29.08.2023

Elena V. Shishchenko, ✉
Elena N. Barsukova,
Irina V. Kim,
Olga A. Sobko,
Alena S. Chibizova

Federal Scientific Center of Agricultural
Biotechnology of the Far East named after
A.K. Chaika, Ussuriysk, Russia

✉ chagovec75@mail.ru

Received by the editorial office:
26.06.2023

Accepted in revised:
14.08.2023

Accepted for publication:
29.08.2023

Оздоровление перспективных сортов картофеля с применением комбинированной терапии в культуре *in vitro*

РЕЗЮМЕ

Актуальность. На Дальнем Востоке распространение вирусной инфекции на картофеле отмечается в большинстве областей и краев региона, этому способствуют специфические погодные условия, изобилие различных насекомых-переносчиков. Освобождение семенного картофеля от вирусной инфекции и сохранение высокопродуктивных качеств сортов обеспечиваются соблюдением выполнения необходимых этапов системы современного семеноводства, в том числе процесса оздоровления. В ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» наряду с созданием новых генотипов ведется их освобождение от вирусной инфекции. В 2022–2023 гг. с целью повышения эффективности оздоровления и получения исходного материала нового перспективного сорта картофеля Посейдон была разработана и применена антивирусная термохимиотерапия.

Методы. В качестве объекта исследования использован перспективный сорт картофеля Посейдон (Ручеек × Gala), созданный селекционерами ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». Листовые пробы селекционных образцов картофеля проверяли на присутствие вирусов PVX, PVY, PVA, PVS, PVM и PLRV методом иммуноферментного анализа. Проростки исходных клубней и микрорастения на скрытую зараженность вирусами тестировали методом ПЦР-анализа RQ/Ct.

Результаты. В результате ПЦР-анализа растений картофеля со смешанной вирусной инфекцией (PVY, PVS, PVM, PLRV) установлено, что проведение комбинированной термохимиотерапии общей продолжительностью 150 дней, включающей три последовательных цикла выращивания *in vitro* растений на среде Мурасиге и Скуга (MS) с рибавирином (30 мг/л) при температуре 38 °C в течение 14 дней, обеспечивает эффективность применяемого метода.

Ключевые слова: картофель, сорт, оздоровление, вирусы, ПЦР, микрочлон, *in vitro*

Для цитирования: Шищенко Е.В., Барсукова Е.Н., Ким И.В., Собко О.А., Чибизова А.С. Оздоровление перспективных сортов картофеля с применением комбинированной терапии в культуре *in vitro*. *Аграрная наука*. 2023; 374(9): 116–119. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-116-119>

© Шищенко Е.В., Барсукова Е.Н., Ким И.В., Собко О.А., Чибизова А.С.

Virus elimination in promising potato varieties with the use of a combined therapy *in vitro*

ABSTRACT

Relevance. Viral infection is detected in most of the territories in the Russian Far East due to specific weather conditions and the abundance of insect-vectors. Eliminating viruses in seed potatoes and preserving the reproductive qualities of potato varieties can be achieved by the system of modern seed production, which consists of several essential steps. In FSBSI «FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika» creates new potato genotypes and eliminates viral infection in already existing ones. An antiviral thermochemotherapy was developed in 2022–2023 to increase the efficacy of virus elimination and obtain virus-free material of a new promising potato variety Poseidon.

Methods. New promising potato variety Poseidon (Rucheyok × Gala) created at FSBSI «FSC of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaika» was used as the research object. Leaves of the breeding accession from the nursery of comparative variety testing were tested for potato viruses PVX, PVY, PVA, PVS, PVM, and PLRV by enzyme immunoassay. Sprouts of initial tubers and plantlets were tested for latent infection by the PCR method.

Results. The combined thermochemotherapy was utilized for 150 days, including three consecutive cycles of plant growth *in vitro* on MS media with ribavirin (30 mg/l) at 38 °C for 14 days. The performed PCR analysis of potato plants with a mixed viral infection (PVY, PVS, PVM, and PLRV) established that this method for virus elimination was effective.

Key words: potato, variety, virus elimination, viruses, PCR, *in vitro*

For citation: Shishchenko E.V., Barsukova E.N., Kim I.V., Sobko O.A., Chibizova A.S. Virus elimination in promising potato varieties with the use of a combined therapy *in vitro*. *Agrarian science*. 2023; 374(9): 116–119 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-116-119>

© Shishchenko E.V., Barsukova E.N., Kim I.V., Sobko O.A., Chibizova A.S.

Введение/Introduction

Современный картофель (*S. tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) представляет собой тетраплоид, полученный путем продолжительной селекции интродуцированного в Европе культивируемого картофеля *Andigena* (*S. tuberosum* ssp. *andigena*). Одну из наиболее серьезных угроз для сельского хозяйства и экономики в целом (как в России, так и за рубежом) представляют фитовирусы. Урожайность и качество картофеля зависят от степени его зараженности патогенами, включая бактерии, грибы, вирусы и вириды. Вирусная инфекция способна наносить этой продовольственной культуре значительный ущерб [1].

В результате многолетней селекционной работы созданные сорта картофеля являются носителями фитопатогенов в латентной форме, которые передаются клоновому потомству. Освобождение семенного материала от вирусных инфекций и сохранение высокопродуктивных качеств новых сортов обеспечиваются соблюдением системы безвирусного семеноводства картофеля. Реализация утвержденной Правительством России Подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» предусматривает повышение урожайности картофеля за счет создания и быстрого продвижения новых высокопродуктивных сортов в производство на основе современных технологий выращивания качественного семенного материала [2, 3].

Производство семенного картофеля в России регламентировано ГОСТ 33996–2016¹ и ГОСТ Р 59551–2021², которые предусматривают технические условия получения и воспроизводства посадочного материала картофеля и применение методов диагностики фитопатогенов картофеля. В данных нормативных документах отмечается, что семенной картофель должен быть свободен от:

- вируса скручивания листьев картофеля, ВСЛК (*potato leaf roll virus*, PLRV);
- Y вируса картофеля, YBK (*Potato virus Y*, PVY);
- X вируса картофеля, XBK (*Potato virus X*, PVX);
- S вируса картофеля, SBK (*Potato virus S*, PVS);
- M вируса картофеля, MBK (*Potato virus M*, PVM).

Для получения достаточного количества качественного семенного материала картофеля, свободного от вирусов, существуют способы оздоровления с применением различных биотехнологических методов элиминации вирусов в культуре *in vitro*, которые непрерывно совершенствуются исследователями. Культура меристем используется отдельно или в сочетании с термо-, электро-, крио- и химиотерапией [4–11]. Сотрудниками ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха» (Красково, Московская обл., Россия) разработан новый способ оздоровления сортов картофеля, основанный на применении термотерапии микрорастений с последующим вычлениением из них меристем, который существенно сокращает время на проведение работ по оздоровлению и обеспечивает круглогодичный выход здорового *in vitro* материала [12, 13].

Элиминация вируса картофеля в значительной степени зависит от сорта картофеля, противовирусных средств, типа вируса, продолжительности термической обработки [14]. Приемы противовирусной терапии

неодинаковы по эффективности, а в ряде случаев одни и те же подходы в разных лабораториях дают противоречивые результаты.

Таким образом, разработка способов оздоровления растений картофеля от вирусных инфекций остается крайне актуальной.

Цель исследования — разработать эффективную схему комплексной противовирусной термохимиотерапии оздоровления растений картофеля от вирусной инфекции *in vitro* с использованием в безвирусном семеноводстве.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

В качестве объекта исследования был взят перспективный сорт картофеля Посейдон (селекционный № При-14-36-3), полученный в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (Уссурийск, Приморский край, Россия). Полевые растения из питомника конкурсного испытания в количестве 20 шт. анализировали на присутствие вирусов PVX, PVY, PVA, PVS, PVM и PLRV методом иммуноферментного анализа³ в испытательной лаборатории диагностики болезней картофеля, уполномоченной в Системе добровольной сертификации «Россельхозцентр»⁴. Проростки исходных клубней и микрорастения на скрытую зараженность вирусами тестировали методом RT-PCR⁵. Тотальную РНК выделяли коммерческими наборами для нуклеиновых кислот из растительного материала «ФитоСорб» (ООО «НПК «Синтол», Россия) с использованием магнитных частиц на автоматической станции выделения KingFisher Duo Prime (Thermo Fisher Scientific, Сингапур). Эффективность выделения определяли методом электрофореза в 1%-ном агарозном геле, окрашенном бромистым этидием, с последующей визуализацией облучением ультрафиолетом в геледокументирующей системе GelDoc Go (BioRad, USA). Наличие/отсутствие фитовирусов в пробах проводили одношаговой ОТ-ПЦР с флуоресцентной детекцией в реальном времени в амплификаторе Applied Biosystems QuantStudio 5 RealTime PCR Instrument (Thermo Fisher Scientific, Сингапур) с использованием коммерческих наборов серии «Фито-скрин» Potato Virus X. Y. M. L. S. A — PB (ООО «НПК «Синтол», Россия), предназначенных для выявления вирусов PVX, PVY, PVM, PLRV, PVS, PVA⁶.

В процессе оздоровления совмещали метод культуры ткани с комбинированной противовирусной термохимиотерапией микрорастений, применяя противовирусный препарат рибавирин (30 мг/л). В культуру *in vitro* изолировали верхушечные (апексы) и пазушные почки крупного (2–4 мм) размера, взятые от клубней с наименьшей вирусной нагрузкой. Для введения в культуру использовали этиолированные ростки. Первичные экспланты культивировали на питательной среде с минеральной основой по Мурасиге и Скугу (MS)⁷ модифицированного состава (мг/л): тиамин — 0,5, пиридоксин — 0,5, аскорбиновая кислота — 0,5, гидролизат казеина — 50, мезоинозит — 80, сахара — 20 000, агар — 6000, рибавирин — 30.

¹ ГОСТ 33996–2016 Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ. 2017; 31.

² ГОСТ Р 59551–2021 Картофель семенной. Отбор проб и методы диагностики фитопатогенов. М.: Стандартинформ. 2021; 19.

³ Жевора С.В. и др. Передовые методы диагностики патогенов картофеля. М.: Росинформагротех. 2019; 92.

⁴ <https://rosselkhozcenter.ru/sistema-dobrovolnoy-sertifikatsii-rosselkhoztsentr/>

⁵ Real-time PCR, qPCR, qRT-PCR) — метод, основанный на методе полимеразной цепной реакции, используется для одновременной амплификации и измерения количества данной молекулы ДНК.

⁶ Kim I.V. et al. Methods of biotechnology in the improvement of promising potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.). Research on Crops. 2021; 22 (Special Is): 96–99. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2021.023>

⁷ Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 1962; 15(13): 473–497.

Культивирование пробирок с эксплантами проводили в климатической камере MLR-352H (Sanyo, Япония) при температуре плюс $23 \pm 1^\circ\text{C}$, освещенности 4 клк, световом дне 16 ч., влажности воздуха 60–70%. Микроклоны картофеля выращивали в культуральной комнате на фитостеллажах со светодиодным освещением серии X-bright Fito (ООО «ЭЛСИС БелГУ», Россия) и фитостеллажах с люминесцентными лампами белого света в сочетании с фитолампами (ООО «АВТех», Россия) при освещенности 4,5–5 клк, температуре плюс $22 \pm 3^\circ\text{C}$, 16-часовом световом дне, влажности воздуха 60–70%.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате диагностики 20 растений сорта картофеля Посейдон, находящихся в питомнике конкурсного сортоиспытания, методом ИФА выявлены и отобраны три клона с наименьшей вирусной нагрузкой (№ 2, 3, 10). Данные образцы содержали комплекс вирусов PVY, PVS, PVM и PLRV, при этом установлено отсутствие вирусов PVX и PVA (табл. 1).

В связи с этим, в процедуру по оздоровлению в культуре *in vitro* были взяты три ранее отобранных клона, которые отличились минимальным содержанием вирусов. Далее асептические экспланты трех клонов картофеля (№ 2, 3, 10) изолировали в культуру *in vitro* на питательную среду с антивирусным препаратом рибавирин в концентрации 30 мг/л.

Комбинированная терапия включала три этапа общей продолжительностью 150 дней, на каждом из которых экспланты и микропобеги картофеля пассировали на питательную среду MS с рибавирином (30 мг/л):

1-й этап — введение и культивирование первичных эксплантов на питательной среде MS с добавлением рибавирина (30 мг/л) при $23 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 50 дней;

2-й этап состоял из нескольких последовательных циклов:

- пассирование микропобегов на питательную среду с рибавирином (30 мг/л) и культивирование в течение 36 дней при $23 \pm 1^\circ\text{C}$;
- культивирование микропобегов в климатической камере с последовательным повышением температуры с 23 до 38°C и выдерживание в течение 14 дней при 38°C ;
- культивирование микропобегов при $23 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 10 дней;

3-й этап — черенкование и культивирование микро-растений на среде MS с добавлением рибавирина (30 мг/л) при $23 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 30 дней.

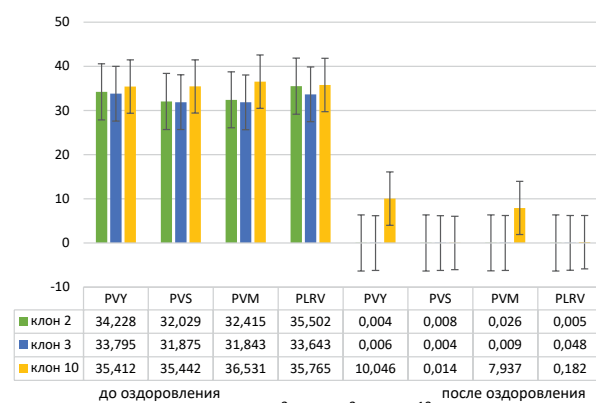
В процессе выполнения работы проводили ПЦР-диагностику растительного материала на наличие вирусов. Микропобеги картофеля с полным отсутствием

Таблица 1. Исходная зараженность клубней картофеля сорта Посейдон вирусной инфекцией
Table 1. Starting degree of the damage caused to potato tubers of variety Poseidon by the viral infection

№ клона	Наличие вирусной инфекции					
	PVX	PVA	PVY	PVS	PVM	PLRV
2	–	–	+	+	+	+
3	–	–	+	+	+	+
10	–	–	+	+	+	+

Примечание: (–) Вирус не обнаружен, (+) вирус обнаружен.

Рис. 1. Эффективность применения термохимиотерапии на образцах картофеля сорта Посейдон
Fig. 1. Efficacy of the new thermochemotherapy for potato variety Poseidon



вирусной инфекции после проведения антивирусной термохимиотерапии удалось получить только для двух клонов (№ 2, 3). Полная элиминация вирусов PVS и PLRV и частичная элиминация PVY и PVM были отмечены для клона № 10 (рис. 1).

Выводы/Conclusion

Для получения оздоровленных растений перспективного сорта картофеля Посейдон и ингибирования комплексной инфекции вирусов PVY, PVS, PVM, PLRV разработана эффективная схема комплексной термохимиотерапии общей продолжительностью 150 дней, включающая три последовательных цикла выращивания *in vitro* растений на среде Мурасиге и Скуга (MS) с рибавирином (30 мг/л) при одновременном воздействии повышенной температуры (38°C) на микропобеги картофеля в течение 14 дней. В результате проведенных работ, применив разработанную схему, получены оздоровленные растения картофеля сорта Посейдон, которые включены в процесс безвирусного семеноводства ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа проведена в рамках научных исследований гранта Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 122041400009-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макарова С.С., Макаров В.В., Тальянский М.Э., Калинина Н.О. Устойчивость картофеля к вирусам: современное состояние и перспективы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017; 21(1): 62–73. <https://doi.org/10.18699/VJ17.224>
2. Симаков Е.А. и др. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России. *Картофель и овощи*. 2020; (12): 22–26. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

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

FUNDING

The research was conducted under the funding program of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation on the subject No 122041400009-1.

REFERENCES

1. Makarova S.S., Makarov V.V., Talyanskiy M.E., Kalinina N.O. Resistance to viruses of potato: current status and prospects. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017; 21(1): 62–73 (In Russian). <https://doi.org/10.18699/VJ17.224>
2. Simakov E.A. et al. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Potato and Vegetable*. 2020; (12): 22–26 (In Russian). <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>

3. Kim I.V., Shishchenko E.V., Fisenko P.V., Chibizova A.S., Klykov A.G. Применение методов биотехнологии в безвирусном семеноводстве картофеля. *Овощи России*. 2022; (5): 29–34. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-29-34>
4. Беспалова Е.С., Агаханов М.М., Архимандритова С.Б., Ерастенкова М.В., Ухатова Ю.В. Оздоровление сортов картофеля из коллекции ВИР от вирусов. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020; 181(4): 164–172. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>
5. Куликова В.И., Ходаева В.П., Гантимурова А.Н., Лапшинов Н.А., Исачкова О.А. Оздоровление перспективных гибридов картофеля методом химиотерапии в культуре *in vitro*. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2019; (1-2): 14–18. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.79.1.031>
6. Куликова В.И., Ходаева В.П., Лапшинов Н.А. Оценка различных способов оздоровления перспективных сортов и гибридов картофеля. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2020; 50(4): 23–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-4-3>
7. Яловик А.В., Федорова Ю.Н., Яловик Л.И. Эффективность действия химиотерапии на растениях картофеля в условиях *in vitro*. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019; (10): 28–33. <https://www.elibrary.ru/swvplp>
8. Юрьева Н.О., Воронкова Е.В., Терешонков Д.В., Мелешин А.А., Мелешина О.В., Беляев Д.В. Введение в асептическую культуру дигаметоидов картофеля с использованием адвентивных побегов и химиотерапии. *Защита картофеля*. 2017; (2): 23–27. <https://elibrary.ru/vusbjj>
9. Dhital S.P., Sakha B.M., Lim H.T. Utilization of Shoot Cuttings for Elimination of PLRV and PVY by Thermotherapy and Chemotherapy from Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nepal Journal of Science and Technology*. 2006; 7: 1–6.
10. Максимов И.В., Сорочань А.В., Шейн М.Ю., Хайруллин Р.М. Биологические методы защиты растений от вирусов: проблемы и перспективы (обзор). *Прикладная биохимия и микробиология*. 2020; 56(6): 536–550. <https://doi.org/10.31857/S0555109920060100>
11. Антонова О.Ю. и др. Оздоровление микропобегов трех культурных видов картофеля (*Solanum tuberosum* L., *S. phureja* Juz. & Buk. и *S. stenotomum* Juz. & Buk.) от вирусов методом комбинированной термохимиотерапии. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 52(1): 95–104. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.1.95rus>
12. Овэс Е.В., Гаитова Н.А. Новые элементы технологии оздоровления и получения базовых клонов перспективных сортов и гибридов картофеля. *Достижения науки и техники АПК*. 2016; 30(11): 60–62. <https://elibrary.ru/vifsvu>
13. Овэс Е.В., Гаитова Н.А., Бойко В.В., Фенина Н.А., Колесова О.С. Оздоровление сортов картофеля с применением термотерапии микропобегов. *Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВНИИХХ. М.: ВНИИХХ*. 2015; 143–148. <https://elibrary.ru/yswuff>
14. Gong H., Igraneza C., Dusengetungu L. Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review. *American Journal of Potato Research*. 2019; 96(5): 379–389. <https://doi.org/10.1007/s12230-019-09720-z>
3. Kim I.V., Shishchenko E.V., Fisenko P.V., Chibizova A.S., Klykov A.G. Biotechnology methods in virus-free potato seed production. *Vegetable crops of Russia*. 2022; (5): 29–34 (In Russian). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-5-29-34>
4. Bespalova E.S., Agakhanov M.M., Arkhimandritova S.B., Erastenkova M.V., Uhatova Yu.V. Sanitization of potato varieties from the VIR collection against viruses. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(4): 164–172 (In Russian). <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-164-172>
5. Kulikova V.I., Khodaeva V.P., Gantimurova A.N., Lapshinov N.A., Isachkova O.A. Improvement of perspective hybrids of potatoes by chemotherapy method in culture *in vitro*. *International Research Journal*. 2019; (1-2): 14–18 (In Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.79.1.031>
6. Kulikova V.I., Khodaeva V.P., Lapshinov N.A. Assessment of different ways of improving promising potato varieties and hybrids. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2020; 50(4): 23–31 (In Russian). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-4-3>
7. Yalovik A.V., Fedorova Yu.N., Yalovik L.I. The effect of chemotherapy method effect on *in vitro* potato plants. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2019; (10): 28–33 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/swvplp>
8. Yurieva N.O., Voronkova E.V., Tereshonok D.V., Meleshin A.A., Meleshina O.V., Belyaev D.V. Potato dihaploid introduction into aseptic culture using adventitious shoots and chemotherapy. *Zashchita kartofelya*. 2017; (2): 23–27 (In Russian). <https://elibrary.ru/vusbjj>
9. Dhital S.P., Sakha B.M., Lim H.T. Utilization of Shoot Cuttings for Elimination of PLRV and PVY by Thermotherapy and Chemotherapy from Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nepal Journal of Science and Technology*. 2006; 7: 1–6.
10. Maksimov I.V., Sorokan A.V., Shein M.Yu., Khairullin R.M. Biological methods of plant protection against viruses: problems and prospects. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2020; 56(6): 536–550. <https://doi.org/10.1134/S0003683820060101>
11. Antonova O.Yu. et al. Eradication of viruses in microplants of three cultivated potato species (*Solanum tuberosum* L., *S. phureja* Juz. & Buk., *S. stenotomum* Juz. & Buk.) using combined thermochemotherapy method. *Agricultural Biology*. 2017; 52(1): 95–104 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.1.95rus>
12. Oves E.V., Gaitova N.A. New elements in technology of improvement and obtaining of basic potato clones of promising cultivars and hybrids. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016; 30(11): 60–62 (In Russian). <https://elibrary.ru/vifsvu>
13. Oves E.V., Gaitova N.A., Boiko V.V., Fenina N.A., Kolesova O.S. Eliminating potato viruses using thermotherapy treatment for plantlets. *Potato production: history and research results. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of Potato Research Institute*. Moscow: Potato Research Institute. 2015; 143–148 (In Russian). <https://elibrary.ru/yswuff>
14. Gong H., Igraneza C., Dusengetungu L. Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review. *American Journal of Potato Research*. 2019; 96(5): 379–389. <https://doi.org/10.1007/s12230-019-09720-z>

ОБ АВТОРАХ

Елена Васильевна Шищенко,

младший научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии
chagovec75@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1204-0515>

Елена Николаевна Барсукова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии
enbar9@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7880-252X>

Ирина Вячеславовна Ким,

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства
kimira-80@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Ольга Абдулалиевна Собко,

аспирант, научный сотрудник лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур
o.eyvazova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>

Алена Сергеевна Чибизова,

младший научный сотрудник лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии
chibizova1991@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2160-5589>

Федеральный научный центр агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки,
ул. Воложенина, 30, пос. Тимирязевский, Уссурийск, Приморский край, 692539, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Elena Vasilevna Shishchenko,

Junior Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology
chagovec75@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1204-0515>

Elena Nikolaevna Barsukova,

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology
enbar9@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-7880-252X>

Irina Vyacheslavovna Kim,

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, the Department of Potato Breeding and Horticulture
kimira-80@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0656-0645>

Olga Abdulalievna Sobko,

Postgraduate Student, Researcher at the Laboratory of Breeding and Genetic Research of Field Crops
o.eyvazova@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4383-3390>

Alena Sergeevna Chibizova,

Junior Researcher at the Laboratory of Agricultural Biotechnology
chibizova1991@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2160-5589>

Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika,
30 Volozhenin Str., village Timiryazevsky, Ussuriysk, Primorsky krai, 692539, Russia