

DOI 10.54596/2958-0048-2025-3-148-152

УДК 635.25

МРНТИ 68.35.49

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЗДОРОВЛЕНИЮ И СЕЛЕКЦИИ
КАРТОФЕЛЯ (SOLANUM TUBEROSUM L.) В КАЗАХСТАНЕ И
СТРАНАХ ЕВРАЗИИ****Сураганова А.М.^{1*}, Сураганов М.Н.¹**^{1*}*Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан***Автор для корреспонденции: aishan_rm@mail.ru***Аннотация**

Картофель остаётся одной из стратегически важных сельскохозяйственных культур, играющих ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности Республики Казахстан. Однако отсутствие организованной системы массового производства безвирусного посадочного материала существенно ограничивает потенциал урожайности, устойчивости к фитопатогенам и конкурентоспособности отечественного картофелеводства. В настоящей статье представлен обзор современных биотехнологических подходов к оздоровлению картофеля, включая культуру апикальных меристем, микроклональное размножение *in vitro*, термотерапию, а также методы молекулярной диагностики и маркерной селекции. Проанализированы национальные и региональные практики, применяемые в Казахстане, России, Кыргызстане, Беларуси и Китае. Особое внимание уделено примерам успешной реализации биотехнологических программ на базе казахстанских университетов и агропредприятий. Представлена сравнительная таблица с оценкой эффективности различных методов оздоровления. Отдельно рассмотрены перспективы формирования национальной системы безвирусного семеноводства с опорой на научно-инновационный потенциал аграрного сектора.

Ключевые слова: картофель, оздоровление, *in vitro*, апикальная меристема, термотерапия, ПЦР, маркерная селекция, Казахстан.

**КАРТОПТЫ (SOLANUM TUBEROSUM L.) САУЫҚТЫРУ МЕН
СЕЛЕКЦИЯЛАУДЫҢ БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ:
ҚАЗАҚСТАН МЕН ЕУРАЗИЯ ЕЛДЕРІНІҢ ТӘЖІРИБЕСІ****Сураганова А.М.^{1*}, Сураганов М.Н.¹**^{1*}*Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан***Хат-хабар үшін автор: aishan_rm@mail.ru***Аңдатпа**

Картоп – Қазақстан Республикасының азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаратын стратегиялық ауыл шаруашылығы дақылдарының бірі. Алайда, вирустардан таза тұқымдық материалды жаппай өндіру жүйесінің болмауы картоптың өнімділік әлеуетін, фитопатогендерге төзімділігін және отандық картоп шаруашылығының бәсекеге қабілеттілігін шектейді. Бұл мақалада картопты сауықтырудың қазіргі заманғы биотехнологиялық әдістеріне шолу жасалады. Оларға апикальды меристемалар культурасы, *in vitro* микроклоналды көбейту, термотерапия, молекулалық диагностика және маркерлік селекция әдістері жатады. Қазақстан, Ресей, Қырғызстан, Беларусь және Қытайдағы өңірлік тәжірибелер талданған. Қазақстандағы университеттер мен агроқұрылымдар базасында іске асырылып жатқан табысты жобаларға ерекше назар аударылған. Әдістердің тиімділігін салыстырмалы түрде көрсететін кесте ұсынылған. Сонымен қатар, аграрлық сектордың ғылыми-инновациялық әлеуетіне сүйене отырып, вирустардан таза тұқым шаруашылығын дамытудың ұлттық жүйесін қалыптастыру перспективалары сипатталған.

Кілт сөздер: картоп, сауықтыру, *in vitro*, апикальды меристема, термотерапия, ПЦР, маркерлік селекция, Қазақстан.

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) SANITATION AND SELECTION IN KAZAKHSTAN AND EURASIA

Suraganova A.M.^{1*}, Suraganov M.N.¹

^{1*}*Kokshetau University named after sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan*

**Corresponding author: aishan_rm@mail.ru*

Abstract

Potato remains one of the strategically important agricultural crops contributing significantly to the food security of the Republic of Kazakhstan. However, the lack of a nationwide system for the large-scale production of virus-free seed material limits yield potential, resistance to phytopathogens, and the competitiveness of domestic potato production. This article provides an overview of modern biotechnological approaches to potato sanitation, including apical meristem culture, *in vitro* microclonal propagation, thermotherapy, molecular diagnostics, and marker-assisted selection. The study examines regional practices implemented in Kazakhstan, Russia, Kyrgyzstan, Belarus, and China. Particular attention is given to successful projects conducted by local universities and agro-enterprises in Kazakhstan. A comparative table is presented to assess the effectiveness of various virus-elimination methods. The paper also outlines prospects for the development of a national virus-free seed production system, with emphasis on leveraging the scientific and innovative capacity of the agricultural sector.

Keywords: potato, sanitation, *in vitro*, apical meristem, thermotherapy, PCR, marker-assisted selection, Kazakhstan.

Введение

Картофель занимает важное место в структуре сельскохозяйственного производства Казахстана. Ежегодно культура возделывается на площади около 180–190 тысяч гектаров, а урожайность достигает в среднем 17–18 тонн с гектара, что позволяет производить до 3,5 млн тонн продукции [1]. Однако при потребности в семенном картофеле 750–800 тысяч тонн, значительная его часть по-прежнему импортируется. Это связано с дефицитом качественного безвирусного материала отечественных сортов, что приводит к удорожанию производства и повышенным фитосанитарным рискам [2]. Проблемы, такие как отсутствие сертификации, высокая степень заражённости семенного материала и технологическая отсталость производств, подчеркивают необходимость внедрения современных биотехнологических решений [3].

Одним из эффективных методов оздоровления картофеля является микроклональное размножение *in vitro*. Эта технология позволяет быстро получать генетически однородные и свободные от вирусов растения из стерильных эксплантов, предварительно прошедших очистку [4]. Эксплант (верхушечная почка или меристема) стерилизуется, высаживается на питательную среду Мурасиге–Скуга, дополненную гормонами роста, и культивируется в контролируемых условиях. По данным Токбергеновой Ж.А. и др. [5], коэффициент размножения достигает 15–20 растений на один эксплант, а Тастанбекова Г. и др. [6] отметили положительное влияние технологии на продуктивность.

Апикальная меристема, как зона активного роста с минимальной вирусной нагрузкой, широко используется в программах оздоровления. При этом применяется термотерапия – воздействие повышенной температуры (35–38°C в течение 3–4 недель), что способствует инаktivации вирусов и повышает вероятность получения регенерантов. Работы Арзыбаевой Ж.Т. [7] и Ким И.В. и др. [8] показали, что сочетание термотерапии с культурой меристем позволяет добиться до 50% выживаемости растений без признаков вирусной инфекции.

Не менее важным является подбор и оптимизация питательных сред. Согласно данным Артюховой С.И. и Киргизовой И.В. [9], добавление аминокислот,

антиоксидантов и микроэлементов в стандартную среду МС повышает коэффициент размножения на 20–25% и уменьшает частоту появления химер.

Материалы и методы

Молекулярные методы диагностики, такие как ИФА и ПЦР, используются для идентификации вирусов PVX, PVY, PLRV и других, а также для оценки качества полученного материала [10]. В дополнение применяются маркерные методы (SCAR, SSR), позволяющие проводить отбор по признакам устойчивости. В исследованиях Ажимахан и др. [11] и Адильбаевой К. и др. [12] доказано, что селекция с использованием генетических маркеров (например, гена устойчивости *Ryadg*) позволяет ускорить выведение сортов, адаптированных к местным условиям.

На международном уровне активно применяются различные модели получения безвирусного посадочного материала. Например, в Южной Корее картофель размножается в закрытых теплицах до четырёх раз в год [13], в то время как в США и Канаде используется двухцикловая система *in vitro* + теплица [14]. В России, Беларуси и Казахстане преимущественно используется комбинированный подход, включающий апикальные меристемы и термотерапию [15].

Результаты и обсуждение

Казахстан демонстрирует значительный прогресс в области применения этих технологий. В частности, в Кокшетауском университете им. Ш. Уалиханова реализуется проект по получению безвирусного посадочного материала картофеля с использованием микроклонального размножения и апикальных меристем [16]. Проводились исследования по ведению экологических испытаний картофеля, где биологическая урожайность была увеличена с 11,5 т/га до 20,7 т/га. Однако, несмотря на положительную динамику, этот показатель всё ещё далёк от биологического потенциала современных сортов, который может достигать 40–60 т/га [17]. Кроме того, предприятия «Кироль Сарыарка» и АО «Биосем» внедряют технологии оздоровления и хранения, приближаясь к международным стандартам [18].

В других странах региона также предпринимаются меры по развитию собственного семеноводства. В России с 2000-х годов создана система стадийного размножения от меристем до суперэлиты [19]. Кыргызстан развивает технологию культуры меристем на базе КНАУ [7]. Беларусь использует обогащённые среды *in vitro* и наладила массовое производство миниклубней [15]. Китай применяет полностью автоматизированные линии с до 6 циклов размножения в год и обязательной RT-PCR-диагностикой [13].

Таблица 1. Сравнительный анализ методов оздоровления картофеля в странах Евразии

Казахстан	Апикальная меристема + <i>in vitro</i>	ELISA / RT-PCR / SCAR	Урожайность до 20 т/га; формирование банка безвирусных линий [16, 18]
Россия	Термотерапия + меристема, микроклубни	ELISA / PCR	Стадии размножения от регенеранта до суперэлиты [19]
Кыргызстан	Меристемы + термотерапия	ELISA	Адаптация к местным сортам; ограниченные масштабы [7]
Беларусь	<i>In vitro</i> + оптимизация среды	ELISA	Массовое производство мини клубней [15]
Китай	Автоматизация <i>in vitro</i>	RT-PCR / ELISA	4–6 циклов размножения в год, высокая производительность [13]

Будущее безвирусного семеноводства картофеля. Будущее безвирусного семеноводства картофеля в Казахстане связано с решением нескольких ключевых задач.

Необходимо создать национальную базу данных по генотипам с указанием их устойчивости, урожайности и происхождения [20]. Следует развивать международное сотрудничество с профильными исследовательскими центрами [4, 14]. Не менее важно укрепление лабораторной инфраструктуры, оснащённой оборудованием для ПЦР-диагностики и *in vitro*-культуры [10]. Кроме того, агротехнические меры (внекорневое питание, органические удобрения, защита от стрессов) должны быть интегрированы в общую систему [6].

Выводы

Современные биотехнологии оздоровления картофеля являются эффективным инструментом повышения урожайности, устойчивости и продовольственной независимости. Казахстан, обладая потенциалом и научными кадрами, способен сформировать национальную систему безвирусного семеноводства, которая будет соответствовать международным стандартам и способствовать развитию агропромышленного комплекса.

Информация о финансировании: Статья написана в рамках реализации проекта № AP25795105 конкурса на грантовое финансирование исследований молодых ученых по проекту «Жас ғалым» на 2025-2027 годы, Комитет науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Литература:

1. Министерство сельского хозяйства РК. Годовой отчет о развитии растениеводства в Казахстане. – Астана, 2022. – 38 с.
2. Сагадиев, А.Т., Мукашева, Л.С. Современные проблемы семеноводства картофеля в Казахстане // Агробиология. – 2021. – Т. 56. - №2. – С. 122–128.
3. Корнейчук, В.Ф., Иванов, П.С. Селекция и семеноводство картофеля. – М.: Колос, 2018. – 248 с.
4. Gopal, J., Khurana, S.M.P. Handbook of Potato Production, Improvement, and Postharvest Management. – CRC Press, 2021. – 624 p.
5. Tokbergenova Z., Aitbayev T., Sharipova D., Ibraiyimova M., Konysbayeva H. Potato (*Solanum tuberosum* L.) healthy planting material development through innovative methods // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2025. – Vol. 57, №3. – С. 1168–1179.
6. Tastanbekova G. et al. Enhanced tomato yield and soil biological properties through compost and foliar fertilization // Eurasian Journal of Soil Science. – 2024. – Vol. 13, № 4. – С. 366–375.
7. Арзыбаев М.А. Безвирусное семеноводство картофеля в Кыргызстане // Вестник КНАУ. – 2022. – № 1. – С. 33–39.
8. Ким И.В. и др. Применение методов биотехнологии в безвирусном семеноводстве картофеля // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 12–17.
9. Артюхова С.И., Киргизова И.В. Биотехнологические методы оздоровления посадочного материала картофеля от вирусной инфекции // Динамика систем. – 2014. – № 1. – С. 134–139.
10. Аргынбаева Ж.Т. и др. Современные методы диагностики и оздоровления картофеля от вирусов // Бюллетень биологии растений. – 2023. – № 3. – С. 77–88.
11. Azhimakhan M. et al. Detection of PVX resistance genes in the potato gene pool of Kazakhstan // Int. J. Agric. Biosci. – 2025. – Vol. 14, № 2. – С. 201–208.
12. Adilbayeva K. et al. Genetic evaluation of Kazakhstani potato germplasm for resistance using DNA markers // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, № 9. – Article 1923.
13. Kim Y. et al. High-frequency minituber production in Korea // Potato Research. – 2022. – Vol. 65. – P. 87–95.
14. OECD. Virus-free potato seed production systems. – Paris, 2022. – 42 p.
15. Коновалова Г.И. Биотехнологические методы получения качественного семенного картофеля // Вестник БГУ. – 2005. – №1. – С. 56–60.
16. Сураганова, А.М. Безвирусное размножение картофеля методом апикальных меристем // Материалы конф. – Кокшетау, 2023. – С. 88–92.
17. Айтжанов, А.К., Туманов, А.Е. Перспективы развития картофелеводства в РК // Вестник аграрной науки. – 2023. – №5. – С. 52–56.

18. Кульжанов, Б.М. Развитие биотехнологии картофеля в условиях Сев. Казахстана // Вестник КазНИИЗР. – 2024. – №1. – С. 61–65.
19. Filippova G.I., Yanushkina N.A. History of biotech methods in potato seed production in USSR // Scientific Works of VNIICH. – 2014. – №6. – С. 7–13.
20. FAO. Seed potato systems in Europe and Central Asia: current practices and future opportunities. – Rome, 2023. – 66 p.

References:

1. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RK. Godovoj otchet o razvitii rastenievodstva v Kazahstane. – Astana, 2022. – 38 s.
2. Sagadiev, A.T., Mukasheva, L.S. Sovremennye problemy semenovodstva kartofelya v Kazahstane // Agrobiologiya. – 2021. – Т. 56, №2. – С. 122–128.
3. Kornejchuk, V.F., Ivanov, P.S. Selekcija i semenovodstvo kartofelya. – M.: Kolos, 2018. – 248 s.
4. Gopal, J., Khurana, S.M.P. Handbook of Potato Production, Improvement, and Postharvest Management. – CRC Press, 2021. – 624 p.
5. Tokbergenova Z., Aitbayev T., Sharipova D., Ibraiyeva M., Konysbayeva H. Potato (*Solanum tuberosum* L.) healthy planting material development through innovative methods // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2025. – Vol. 57, №3. – С. 1168–1179.
6. Tastanbekova G. et al. Enhanced tomato yield and soil biological properties through compost and foliar fertilization // Eurasian Journal of Soil Science. – 2024. – Vol. 13, №4. – С. 366–375.
7. Arzybaev M.A. Bezvirusnoe semenovodstvo kartofelya v Kyrgyzstane // Vestnik KNAU. – 2022. – №1. – С. 33–39.
8. Kim I.V. i dr. Primenenie metodov biotekhnologii v bezvirusnom semenovodstve kartofelya // Ovoshchi Rossii. – 2022. – №2. – С. 12–17.
9. Artyuhova S.I., Kirgizova I.V. Biotekhnologicheskie metody ozdorovleniya posadochnogo materiala kartofelya ot virusnoj infekcii // Dinamika sistem. – 2014. – №1. – С. 134–139.
10. Argybaeva Z.H.T. i dr. Sovremennye metody diagnostiki i ozdorovleniya kartofelya ot virusov // Byulleten' biologii rastenij. – 2023. – №3. – С. 77–88.
11. Azhimakhan M. et al. Detection of PVX resistance genes in the potato gene pool of Kazakhstan // Int. J. Agric. Biosci. – 2025. – Vol. 14, №2. – С. 201–208.
12. Adilbayeva K. et al. Genetic evaluation of Kazakhstani potato germplasm for resistance using DNA markers // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, №9. – Article 1923.
13. Kim Y. et al. High-frequency minituber production in Korea // Potato Research. – 2022. – Vol. 65. – P. 87–95.
14. OECD. Virus-free potato seed production systems. – Paris, 2022. – 42 p.
15. Konovalova G.I. Biotekhnologicheskie metody polucheniya kachestvennogo semennogo kartofelya // Vestnik BGU. – 2005. – №1. – С. 56–60.
16. Suraganova, A.M. Bezvirusnoe razmnozhenie kartofelya metodom apikal'nyh meristem // Materialy konf. – Kokshetau, 2023. – С. 88–92.
17. Ajtzhano, A.K., Tumanov, A.E. Perspektivy razvitiya kartofelevodstva v RK // Vestnik agrarnoj nauki. – 2023. – №5. – С. 52–56.
18. Kul'zhanov, B.M. Razvitie biotekhnologii kartofelya v usloviyah Sev. Kazakhstana // Vestnik KazNIIZR. – 2024. – №1. – С. 61–65.
19. Filippova G.I., Yanushkina N.A. History of biotech methods in potato seed production in USSR // Scientific Works of VNIICH. – 2014. – №6. – С. 7–13.
20. FAO. Seed potato systems in Europe and Central Asia: current practices and future opportunities. – Rome, 2023. – 66 p.

Information about the authors:

Suraganova A.M. – corresponding author, Associate Professor of the Department of Agriculture and Bioresources, PhD, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: aishan_rm@mail.ru;

Suraganov M. N. – Associate Professor of the Department of Agriculture and Bioresources, PhD, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan; e-mail: mikani_90@mail.ru.