

areas were identified, trends in the development of grain storage warehouses were identified in terms of the number of places, the volume of one-time storage capacity and the level of workload in the regional context, characterizing the potential of the country in terms of infrastructure modernization and changes in the agricultural policy of the state. The assessment of the grain industry of the Russian Federation confirmed the correlation between the indicators of its dynamics and the level and characteristics of the functioning of the state support system, especially in the context of accelerated commissioning of additional capacities and technological modernization, taking into account innovative achievements and digitalization of grain storage processes in the context of the implementation of the strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2035.

**Keywords:** food supply, grain storage industry, one-time storage indicators, grain elevators, grain storage facilities, government support, industry innovations.

МРНТИ 68.35.53; 68.35.03

DOI <https://doi.org/10.37884/2-2025/22>

*С.Г. Долгих, Б.Ж. Кабылбекова\*, С.С. Солтанбеков, А.К. Ташкенбаева,  
М.Ж. Саршаева, З.Я. Юсупова*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», Алматы,  
Казахстан, [dolgikhsvet@mail.ru](mailto:dolgikhsvet@mail.ru), [k\\_b\\_zh@mail.ru](mailto:k_b_zh@mail.ru)\*, [agi.soltanbekov@mail.ru](mailto:agi.soltanbekov@mail.ru),  
[etashkenbayeva@mail.ru](mailto:etashkenbayeva@mail.ru), [moka-1993@mail.ru](mailto:moka-1993@mail.ru), [zarina19851005@mail.ru](mailto:zarina19851005@mail.ru)*

## **ПРОИЗВОДСТВО БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ ТКАНЕЙ И ТЕРМОТЕРАПИИ**

### *Аннотация*

Современное садоводство требует саженцы с низким ростом и компактностью крон, безвирусные и высококачественные, что обеспечивает интенсивность и высокую продуктивность сада. В системе производства безвирусного посадочного материала методу клонального микроразмножения отводится значительное место. Использование биотехнологических методов в питомниководстве позволяет повысить эффективность оздоровления растений до 100%, в 5-10 раз и более увеличить коэффициент размножения и на 2-3 года ускорить внедрение новых оздоровленных сортов и форм в производство. В представленных исследованиях определён состав вирусных болезней в маточных насаждениях подвоев яблони и оптимизированы этапы клонального микроразмножения с модификацией состава питательной среды на этапах регенерации апексов после введения в культуру тканей, пролиферации и ризогенеза, а также их адаптации к условиям *ex vitro*. Проведена диагностика и идентификация сокопереносимых вирусов ACLSV и ASGV методом биологического тестирования. Для исключения вирусных инфекции из растений в условиях защищенного грунта проведена термотерапия при температуре  $\approx 38^{\circ}\text{C}$  и влажностью  $\approx 60-70\%$  продолжительностью 30 дней. Из активно отросших верхушечных побегов в условия *in vitro* введена меристематическая ткань. В результате работы в контейнерной культуре при черенковании безвирусных пребазисных маточных растений получено 126 базовых растений подвоя Арм 18 и 31 базовых растений подвоя Жетысу 5.

**Ключевые слова:** клоновые подвои, яблоня, вирусы, биотехнология, размножение *in vitro*, питательная среда, безвирусный материал.

### **Введение**

Эффективность плодового хозяйства определяется качеством посадочного материала и его свободой от вирусной инфекции. Наиболее патогенные вирусы способны вызывать потери урожая плодовых культур на 20–70%. Поэтому производство высококачественного безвирусного посадочного материала является одним из важнейших направлений развития современного садоводства. Развитие питомниководства должно опираться на производство сертифицированных саженцев. Однако без отлаженной системы сертификации, основанной на современных научных достижениях и включающей тестирование на вредоносные вирусы, ведение интенсивного садоводства в Казахстане невозможно. Отечественный рынок посадочного материала на 80–90% наполнен саженцами рядовой категории качества. Чаще всего такой посадочный материал поражен различными вирусными заболеваниями. Среди них по основным культурам идентифицированы наиболее опасные и вредоносные вирусы. Зараженный бактериальной и грибной инфекцией посадочный материал перед закладкой насаждений выбраковывают. Однако зараженный вирусными болезнями материал остается практически бесконтрольным. Многие исследователи отмечают широкое распространение вирусов плодовых культур в различных странах мира. Установлено, что многие промышленные сорта плодовых культур заражены одним или несколькими вирусами, заражение отдельных сортов достигает 100 % [1]. Подобная ситуация складывается и в Молдове, Литве, Белоруссии, Казахстане, России, Украине. В Казахстане зараженность яблони латентными вирусами достигает 50 % и более процентов от числа тестируемых растений. Из комплексов вирусов наиболее распространенным (более 50%) на яблоне является сочетание ACLSV (хлоротическая пятнистость листьев яблони) и ASGV (бороздчатость древесины яблони) [2]. А также, средние показатели распространения ACLSV, ASPV и ASGV составили 42,1%, 57% и 12,6% соответственно. Отечественные ученые выявили высокую частоту смешанных инфекций тремя вирусами яблони в Казахстане, при этом 60,6% зараженных растений яблони содержат более одного вида вируса. Наиболее частой комбинацией вирусов была ACLSV+ASPV с частотой 31,7%, далее ACLSV+ASGV (10,9%), ASPV+ASGV (10%) и ACLSV+ASPV+ASGV (8,2%) [3]. Высокая распространенность вирусных инфекций подчеркивает необходимость комплексных подходов к мониторингу, идентификации и оздоровлению ценных генотипов.

В этих условиях выделяются основные задачи по производству безвирусного посадочного материала:

- создание правовой основы обеспечения биологической безопасности производства высококачественного посадочного материала, гармонизация нормативно-технических документов с международными требованиями;
- организация разветвленной сети современного национального питомниководства на основе оригинальных (базисных) и репродуктивных маточников (производящих сертифицированный посадочный материал) и обеспечение контроля качества посадочного материала;
- разработка современных биотехнологий и научное сопровождение практической реализации производства посадочного материала, отвечающего современным требованиям качества;
- содействие замещению на внутреннем казахстанском рынке импортного посадочного материала высококачественными саженцами отечественного производства, полностью адаптированными к запросам казахстанских потребителей.

Большинство свободных от вирусов базовых насаждений клоновых подвоев плодовых культур в странах Западной Европы были оздоровлены и выращены с использованием культуры апикальных меристем, термотерапии и хемотерапии. Часто применяется их комплексное использование, что значительно снизило уровень инфицированности вирусными и вирусоподобными патогенами в маточных и промышленных насаждениях [4, 5]. Термотерапия как отдельный элемент оздоровления широко используется для освобождения вегетативно размножаемых растений от вирусов как в культуре тканей *in vitro*, так и *ex vitro*.

Температурный стресс снижает скорость распространения вирусных частиц к меристематическим тканям. Это ингибирует синтез вирусной РНК и способствует элиминации вирусов в активно растущих тканях растений [6]. Методы культивирования *in vitro* представляют собой наиболее успешную стратегию получения безвирусных растений. Элиминация возбудителя может быть достигнута с помощью различных методов, таких как термотерапия, культура меристем, комбинация термотерапии и культуры меристем, *in vitro* микропрививка, *in vitro* хемотерапия [7-9]. Известно, что производство безвирусного посадочного материала основано на отборе здоровых растений и их последующем размножении [10-11]. При тотальном заражении сорта оздоровление проводят с использованием комбинированных биотехнологических методов. К ним относятся *in vitro* термотерапия, культура меристем, хемотерапия и криотерапия [12-15]. Целью данной работы являлась разработка технологии производства безвирусного посадочного материала клоновых подвоев яблони. Основа технологии — клональное микроразмножение *in vitro* с термотерапией пребазисных растений в условиях защищённого грунта.

В представленных исследованиях был определён состав вирусных болезней в маточных насаждениях подвоев яблони. Кроме того, были оптимизированы этапы клонального микроразмножения с модификацией состава питательной среды на этапах регенерации апексов после введения в культуру тканей, пролиферации и ризогенеза, а также их адаптации к переводу в условия *ex vitro*.

#### **Методы и материалы**

Объектами исследований взяты клоновые подвои яблони: Арм.18 и 62-396 - карликовые, Б16-20 и Жетысу 5 – полукарликовые клоновые подвои яблони. Исходные растения подвоев хранятся в контейнерной культуре в теплице.

Диагностика и идентификация сокопереносимых вирусов ACLSV и ASGV проведена методом биологического тестирования: проведен посев травянистых индикаторов - семян однолетних культур: *Chenopodium quinoa*, *Cucumis sativus* L и *Cucurbita maxima* Duch. [16]. Тестирование на вирусы пребазисных растений проводилось до проведения термотерапии и введения их в культуру тканей. Индикаторы выращивали в зимней теплице в сосудах с простерилизованной почвой. Индикаторы *Chenopodium quinoa* инокулировали в возрасте четырех-шести листьев, *Cucumis sativus* и *Cucurbita maxima* Duch. – в стадии семядолей до распускания первого листа. Для тестирования одного образца использовали пять растений-индикаторов, дополнительно одно контрольное растение обрабатывали дистиллированной водой. Растительный материал гомогенизировали в соответствии 1:5 – 1:6 с экстрагирующим буфером в ступке. Для проведения теста использовали следующие экстрагирующие буферы:

Яблоня и подвои (тест-органы – молодые листья):

- 0,03М фосфатный буфер, рН 8,5 + ДИЕКА (0,015М) + дифенилдитиомочевина (0,015М) + кофеин (0,03М);
- 0,02М Гепес-буфер, рН 8,0 +ПВП (1%);
- 0,02М калийфосфатный буфер, рН 8,0 + ДИЕКА (0,014М) + никотин-основание (2,5%) + полиэтиленгликоль (2%) + меркаптоэтанол (0,02М) + кофеин (0,04М).

Оптимальная температура воздуха для проведения теста 18-22<sup>0</sup>С, продолжительность теста 25-30 дней. Визуальную оценку проявления симптомов проводили через три недели после инокуляции. После диагностики на индикаторах и термотерапии здоровые растения были введены в культуру тканей для дальнейшего размножения *in vitro*.

При проведении исследований использованы существующие общепринятые апробированные многолетней практикой методы. Организация работ проводилась на основе методических указаний [17, 18] и запатентованных исследований (№ 46336 от 2004 г.).

В период второй волны роста (июнь-июль) проводили обрезку маточных кустов. В течение месяца активировали рост терминальных побегов убирая апикальное доминирование при высокой температуре (<40<sup>0</sup>С). Отросшие терминальные побеги с апикальной меристемой (1–3 см) вводили в культуру тканей. Микрорастения подвоев (n = 40 по каждой форме) культивировали *in vitro* в стеклянных тарах для культуры тканей, на каждый из которых

выделялось 25 мл среды Мурасиге и Скуга. Температура культуральной комнаты поддерживалась на уровне  $24 \pm 0,5$  °C с переменным световым режимом, включающим 16 ч освещения (25 мкмоль м<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>) и 8 ч темноты. Для получения пролиферации *in vitro* было проведено семь пассажа по 20-30 дней. Также для определения оптимальной среды для ризогенеза модифицированы среды Mclown, Lloyd (WPM) и Schenk, Hildebrandt.

Установлен оптимальный режим стерилизации: 5–10% гипохлорит натрия в течение 5–10 минут, в зависимости от генотипа и используемой части вегетативного побега (почки, растущий побег в первую волну роста).

Для повышения регенерации и снижения фенольного окисления в период стерилизации апексов в промывочную стерильную воду добавляли витамины в ампулах для инъекций — тиамин, пиридоксин, никотиновую кислоту и витамин С в разных концентрациях. Также применяли таблетки бисептола и нистатина, предварительно обработанные в этиловом спирте и растворённые в стерильной воде. Это позволяло исключить эндогенную бактериальную и грибковую инфекцию при культивировании апексов *in vitro*.

Для пересадки растений из асептических условий (*in vitro*) в нестерильные (*in vivo*) с целью получения безвирусной контейнерной культуры подобраны субстраты: торф+песок 1:1.

### Результаты и обсуждение

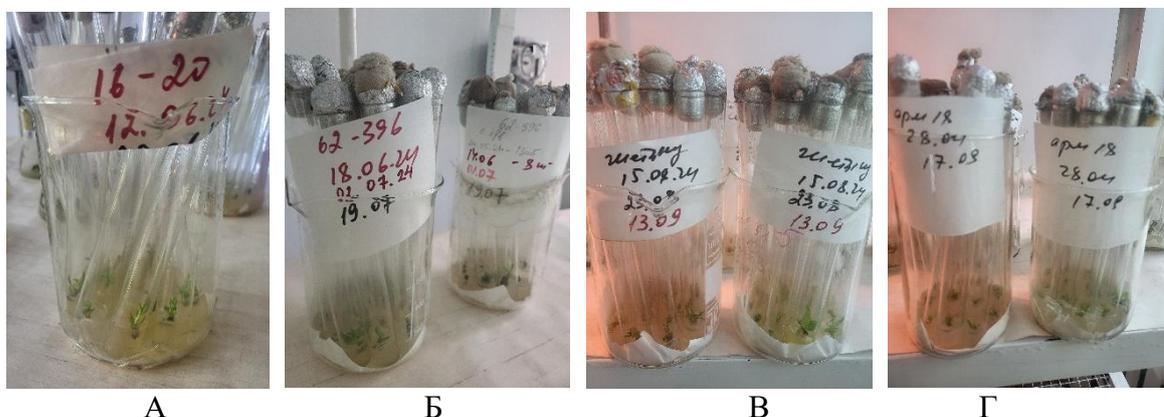
Проведено тестирование отобранных образцов 4-х форм подвоев на травянистых индикаторах. Установлено наличие вирусов хлоротической пятнистости листьев яблони (ACLSV) и вирус бороздчатости древесины (ASGV) на 2-х изучаемых клоновых подвоях Б16-20 и Жетысу 5 (табл. 1).

**Таблица 1-** Идентификация сокопереносимых вирусов яблони методом травянистых индикаторов

Индикаторы	Подвой			
	Арм.18	62-396	Б16-20	Жетысу 5
<i>Chenopodium quinoa</i>	-	-	ACLSV	ASGV
<i>Cucumis sativus</i> L	-	-	ACLSV	ASGV

С целью оздоровления эксплантов от вирусной инфекции поставлен вегетационный опыт по термотерапии пребазисных растений клоновых подвоев в условиях закрытого грунта.

Выход стерильных апексов при введении в первую волну роста (апрель – июнь) в среднем по всем формам подвоев составил 70%. Оптимальный срок введения яблони в культуру *in vitro* соответствует фазе выхода почек из зимнего покоя и активного роста побегов (вторая половина апреля – первая половина июня). В этот период скорость разрастания эксплантов значительно выше по сравнению с другими сроками — мартом, июлем и августом. Регенерация апексов начинается через месяц после введения тканей в культуру. На рисунке 1 представлен этап регенерации четырёх форм клоновых подвоев яблони.



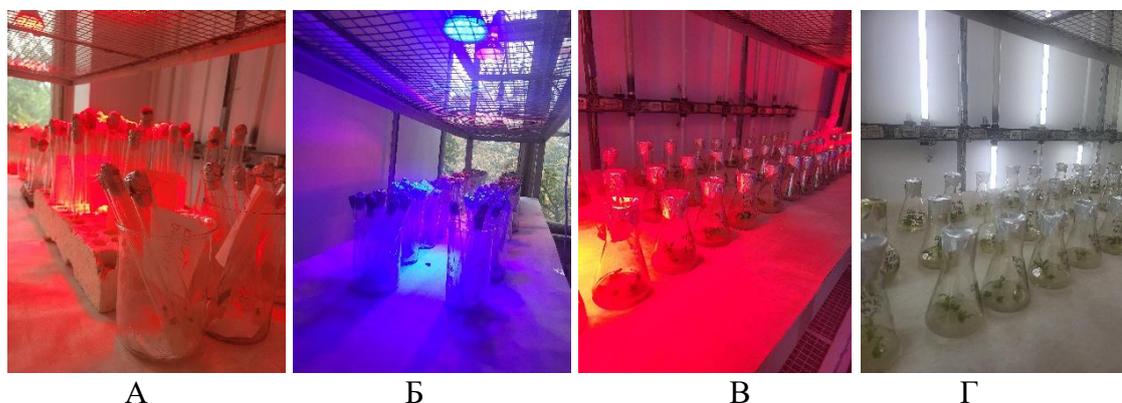
**Рисунок 1** — Регенерация апексов подвоев яблони Б16-20 (А), 62-396 (Б), Жетысу 5 (В) и Арм18 (Г)

Регенерация в среднем по подвоям отмечена у 47% введенных в культуру тканей апексов, при этом отмечены генотипические особенности введенных в культуру тканей подвоев. Апексы формы подвоев Арм 18 и Б16-20 в два раза интенсивнее регенерировали после введения в культуру тканей по сравнению с подвоями Жетысу 5 и 62-396. В конце июня клоновый подвой Арм 18 перешел на этап пролиферации (рисунок 2), коэффициент размножения за один пассаж составил 1:2.



**Рисунок 2** — Начало пролиферации апексов подвоя Арм.18

Изучали влияние спектрального состава света на регенерацию и пролиферацию апексов клоновых подвоев яблони. Установлено, что использование светодиодных ламп с красным светом в световом потоке положительно влияет на регенерацию апексов при введении тканей в культуру (рисунок 3). Кроме того, такое освещение увеличивает коэффициент размножения клоновых подвоев яблони по сравнению с использованием ламп с белым светом (рисунок 4). Синий свет, напротив, снижал регенерационные процессы и уменьшал способность растительных тканей к пролиферации (рисунок 3).



**Рисунок 3** — Влияние спектрального состава света на регенерацию апексов клоновых подвоев яблони при введении (А, Б) и пролиферацию (В, Г) *in vitro*

Изучали влияние цитокинина 6-БАП на пролиферацию клоновых подвоев в культуре тканей и качество побегов, пригодных к укоренению. Наибольшую эффективность показал 6-

БАП в концентрации 2,0 мг/л, обеспечивающий лучшее развитие побегов и максимальный коэффициент размножения до 1:6 у карликового подвоя Арм 18 (таблица 2).

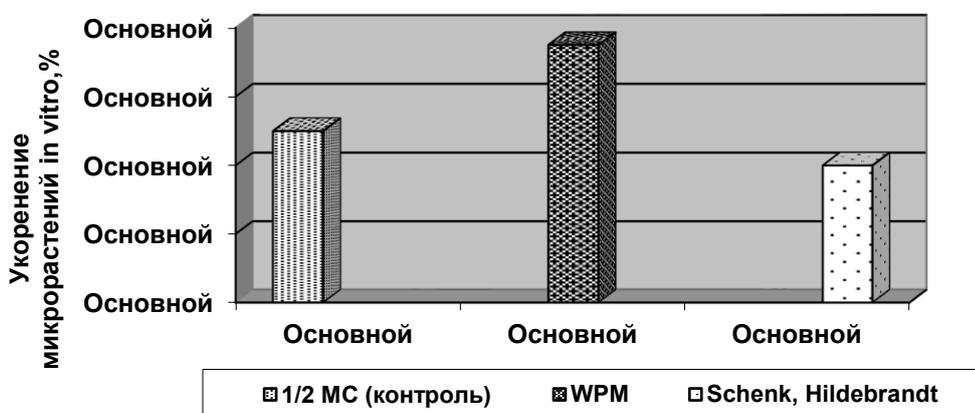
**Таблица 2** – Пролиферация клоновых подвоев яблони

Подвой	Коэффициент размножения к 7 пассажи, шт. /1 апекс, 6-БАП, мг/л		Количество побегов, пригодных для укоренения, %	
	1 мг/л (А)	2 мг/л (Б)	1 мг/л	2 мг/л
Арм 18	1:4±0,6	1:6±1,5	75	80
62-396	1:2±0,2	1:3±0,5	15	25
Б16-20	1:1±0,1	1:2± 0,3	20	20
Жетысу 5	1:1±0,1	1:2±0,3	10	15
Среднее по фактору А и Б	1:2 ±0,25	1:3,3±0,65	-	-

Как видно из таблицы 2, у карликового подвоя Арм 18 коэффициент размножения достоверно составил 1:6. У подвоя 62-396 этот показатель составил 1:3. У полукарликовых подвоев коэффициент размножения был ниже — 1:2 за один пассаж, что в большей степени определяется особенностями генотипа. Содержание цитокинина 6-БАП в питательной среде на этапе пролиферации достоверно увеличивало коэффициент размножения. При этом оно не оказывало отрицательного влияния на качество побегов. Наибольшее количество побегов, пригодных к укоренению, наблюдалось у подвоя Арм 18 — 80%. У остальных подвоев этот показатель составлял от 10 до 25%. Это указывает на необходимость дальнейшего усовершенствования регламента питательной среды на этапе размножения.

Установлено, что побеги длиной менее 1,0 см плохо укореняются. Даже при укоренении они практически не адаптируются в нестерильных условиях. Перед высадкой микрорастений на среду с ауксинами необходимо провести один пассаж на среде с пониженным содержанием 6-БАП (0,1–0,2 мг/л). Побеги, пересаженные на такую среду, достигают необходимой длины. Это позволяет в два раза повысить процент укоренения и впоследствии улучшить адаптацию растений в условиях *ex vitro*.

С целью изучения ризогенеза был поставлен лабораторный опыт *in vitro* по изучению влияния модифицированных сред (Mclown, Lloyd (WPM) и Schenk, Hildebrandt) на образование корней. Установлено, что в качестве минеральной основы на этапе ризогенеза наиболее эффективными являются разбавленная вдвое среда Мурасиге–Скуга и среда WPM. Обе содержат витаминный состав, аналогичный средам для размножения, и 20 г/л сахарозы. В среднем на этих средах укоренялось до 75% микрорастений подвоя. На среде Schenk, Hildebrandt этот показатель составлял 40% (рисунок 4).



**Рисунок 4** - Влияние питательной среды на ризогенез подвоев яблони *in vitro*

В контейнерной культуре при черенковании безвирусных пребазисных маточных растений получено 46 базовых растений подвоя Арм 18, что составило 50% от всех заготовленных черенков и 31 базовых растений подвоя Жетысу 5, соответственно 20% от заготовленных черенков. На рисунке 6 представлены базовые растения клонового подвоя Арм18 и Жетысу 5.



Рисунок 5 – Базовые растения подвоев Арм.18 и Жетысу 5

Современное садоводство требует саженцы с низким ростом и компактностью крон [19], безвирусные и высококачественные, что обеспечивает интенсивность и высокую продуктивность сада. В системе производства безвирусного посадочного материала методу клонального микроразмножения отводится значительное место. Преимущества этого метода: высокая скорость размножения, защита от вирусов и патогенных микроорганизмов, быстрый отборочный процесс, однородность саженцев. Его сочетание с химио- и термотерапией открывает возможность освобождения растений от патогенных организмов и вирусов [20].

#### **Заклучение**

Разработана технология оздоровления клоновых подвоев яблони от вирусной инфекции путём сочетания культуры апикальных меристем с термотерапией пребазисных растений в условиях защищённого грунта. Установлен оптимальный режим стерилизации: обработка 5–10% раствором гипохлорита натрия в течение 5–10 минут, в зависимости от генотипа и используемой части вегетативного побега (почка или растущий побег в первую волну роста). Для повышения регенерации и снижения фенольного окисления в период стерилизации апексов в промывочную стерильную воду добавляли витамины в ампулах для инъекций — тиамин, пиридоксин, никотиновую кислоту и витамин С в различных концентрациях. Оптимальный срок введения яблони в культуру *in vitro* соответствует фазе выхода почек из зимнего покоя и активному росту побегов (вторая половина апреля – первая половина июня). В этот период скорость разрастания эксплантов значительно превышала показатели при мартовском и летнем (июль – август) введении. Апексы форм подвоев Арм 18 и Б16-20 регенерировали в два раза интенсивнее по сравнению с подвоями Жетысу 5 и 62-396.

Изучено влияние спектрального состава света на регенерацию и пролиферацию апексов клоновых подвоев яблони. Установлено, что использование светодиодных ламп с преобладанием красного спектра положительно влияет на регенерацию апексов при введении тканей в культуру. Кроме того, такое освещение увеличивает коэффициент размножения по сравнению с белым светом. Синий свет, напротив, тормозил регенерационные процессы и снижал способность тканей к пролиферации.

На этапе пролиферации наибольшую эффективность показал 6-БАП в концентрации 2,0 мг/л. Он обеспечивал лучшее развитие побегов и максимальный коэффициент размножения до 1:6 у карликового подвоя Арм 18. У подвоя 62-396 этот показатель составил 1:3. У полукарликовых подвоев Жетысу 5 и Б16-20 коэффициент размножения был ниже — 1:2 за один пассаж. Это связано с генотипическими особенностями этих форм. Наибольшее количество побегов, пригодных к укоренению, наблюдалось у подвоя Арм 18 — 80%. На этапе ризогенеза в качестве минеральной основы наиболее подходящими оказались разбавленная вдвое среда Мурасиге–Скуга и среда WPM. Они содержали витаминный состав, аналогичный средам для размножения, а также 20 г/л сахарозы. В среднем на этих средах укоренялось до 75% микрорастений. Для сравнения, на среде Schenk, Hildebrandt этот показатель составил 40%.

В контейнерной культуре при черенковании безвирусных пребазисных маточных растений было получено 126 базовых растений подвоя Арм 18 и 31 базовое растение подвоя Жетысу 5.

**Благодарность.** Работа выполнена при поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования программы BR22885401.

#### Список литературы

- 1 Rodríguez-Verástegui L. L. et al. Viruses infecting trees and herbs that produce edible fleshy fruits with a prominent value in the global market: An evolutionary perspective //Plants. – 2022. – Т. 11. – №. 2. – С. 203.
- 2 Li Y. et al. Characterization of apple stem grooving virus and apple chlorotic leaf spot virus identified in a crab apple tree //Archives of virology. – 2017. – Т. 162. – №. 4. – С. 1093-1097.
- 3 Kerimbek N. et al. Assessment of occurrence and diversity of apple viruses in south kazakhstan //Ġylym žāne bilim. – 2024. – Т. 1. – №. 2 (75). – С. 79-85.
- 4 Hu G. et al. Virus elimination from in vitro apple by thermotherapy combined with chemotherapy //Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). – 2015. – Т. 121. – С. 435-443.
- 5 Tan R. et al. Enhanced efficiency of virus eradication following thermotherapy of shoot-tip cultures of pear //Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). – 2010. – Т. 101. – С. 229-235.
- 6 Wang L.P. et al. Effect of thermotherapy on elimination of Apple stem grooving virus and Apple chlorate leaf spot virus for in vitro cultured pear shoot tips//Hort.Science. – 2006. – Т.41. – P.729-732.
- 7 Laimer M., Barba M. Elimination of systemic pathogens by thermotherapy, tissue culture, or in vitro micrografting //Virus and virus-like diseases of pome and stone fruits. – 2011. – С. 389-393.
- 8 Panattoni A., Luvisi A., Triolo E. Elimination of viruses in plants: twenty years of progress //Spanish journal of agricultural research. – 2013. – Т. 11. – №. 1. – С. 173-188.
- 9 Smith G. R. et al. Plant pathogen eradication: determinants of successful programs //Australasian Plant Pathology. – 2017. – Т. 46. – №. 3. – С. 277-284.
- 10 Кухарчик Н.В., Кастрицкая М.С., Колбанова Е.В. и др. Размножение плодовых, ягодных растений, винограда и хмеля в культуре тканей *in vitro*- Минск.- «Колорград».- 2021.-397 с.
- 11 Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П., Ходаков Г.В. Биотехнология в селекции и оздоровлении косточковых плодовых и субтропических культур / Фактори

экспериментальной эволюции организмов: 36. наук. пр. Укр. т-ва генетики и селекционеров И.Вавилова /За ред. Б.И. Ройка. – К.: Логос, 2006. –Е.3. –С.619-624

12 Barba M. et al. Viroid elimination by thermotherapy, cold therapy, tissue culture, in vitro micrografting, or cryotherapy //Viroids and Satellites. – Academic Press, 2017. – С. 425-435.

13 Sedlák J., Semerák M., Rejlová M. Sanitation of Apple Cultivars from AP Phytoplasma and ApMV and ACLSV Viruses Using In Vitro Culture and Cryo-Knife Therapy in Liquid Nitrogen //Applied Sciences. – 2023. – Т. 13. – №. 13. – С. 7527.

14 Sedlák J. et al. Elimination of Solanum nigrum ilarvirus 1 and apple hammerhead viroid from apple cultivars using antivirals ribavirin, rimantadine, and zidovudine //Viruses. – 2023. – Т. 15. – №. 8. – С. 1684.

15 Wang M. R. et al. In vitro thermotherapy-based methods for plant virus eradication //Plant methods. – 2018. – Т. 14. – С. 1-18.

16 Огородникова О. В. Биологическое тестирование невовирусоз земляники садовой на индикаторном растении *Cucumis sativus* //Генофонд и селекция растений. – 2020. – С. 78-82.

17 Колбанова Е.В., Кухнарчик Н.В. Методика микроразмножения плодовых культур *in vitro* // ж. Плодоводство: науч. тр. ин-т плодоводства НАН Белоруссии. – Самохваловичи, 2006. – т. 18, ч.2 – с.163-168.

18 Долгих С.Г. Рекомендации «Технология производства безвирусного посадочного материала плодовых, ягодных культур и винограда».- 2020.- 57 с.

19 Уразаева М., Ефремова Ю., Ормакаев А. Интродуцированные клоновые подвои косточковых //Izdenister natigeler. – 2023. – №. 2 (98). – С. 143-153.

20 Рахаткызы А. и др. М9 клонды телітушісін микрорклонды көбейту //Izdenister natigeler. – 2024. – №. 4 (104). – С. 192-200.

## References

1 Rodríguez-Verástegui L. L. et al. Viruses infecting trees and herbs that produce edible fleshy fruits with a prominent value in the global market: An evolutionary perspective //Plants. – 2022. – Т. 11. – №. 2. – С. 203.

2 Li Y. et al. Characterization of apple stem grooving virus and apple chlorotic leaf spot virus identified in a crab apple tree //Archives of virology. – 2017. – Т. 162. – №. 4. – С. 1093-1097.

3 Kerimbek N. et al. Assessment of occurrence and diversity of apple viruses in south kazakhstan //Gylym žāne bilim. – 2024. – Т. 1. – №. 2 (75). – С. 79-85.

4 Hu G. et al. Virus elimination from in vitro apple by thermotherapy combined with chemotherapy //Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). – 2015. – Т. 121. – С. 435-443.

5 Tan R. et al. Enhanced efficiency of virus eradication following thermotherapy of shoot-tip cultures of pear //Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). – 2010. – Т. 101. – С. 229-235.

6 Wang L.P. et al. Effect of thermotherapy on elimination of Apple stem grooving virus and Apple chlorate leaf spot virus for in vitro cultured pear shoot tips//Hort.Science. – 2006. – Т.41. – P.729-732.

7 Laimer M., Barba M. Elimination of systemic pathogens by thermotherapy, tissue culture, or in vitro micrografting //Virus and virus-like diseases of pome and stone fruits. – 2011. – С. 389-393.

8 Panattoni A., Luvisi A., Triolo E. Elimination of viruses in plants: twenty years of progress //Spanish journal of agricultural research. – 2013. – Т. 11. – №. 1. – С. 173-188.

9 Smith G. R. et al. Plant pathogen eradication: determinants of successful programs //Australasian Plant Pathology. – 2017. – Т. 46. – №. 3. – С. 277-284.

10 Kukharchik N.V., Kastritskaya M.S., Kolbanova E.V. i dr.Razmnozhenie plodovykh, yagodnykh rastenij, vinograda i khmelya v kul'ture tkanej in vitroy- Minsk.- «Kolorgrad».- 2021.- 397 s.

11 Mitrofanova O.V., Lesnikova-Sedoshenko N.P., KHodakov G.V. Biotekhnologiya v seleksii i ozdorovlenii kostochkovykh plodovykh i subtropicheskikh kul'tur / Faktori

ehksperimental'noj ehvolyutsii organizmov: Zb. nauk. pr. Ukr. t-va genetikovi selektsionerov I.Vavilova /Za red. 'I. Rojka. – K.: Logos, 2006. –E.3. –S.619-624

12 Barba M. et al. Viroid elimination by thermotherapy, cold therapy, tissue culture, in vitro micrografting, or cryotherapy //Viroids and Satellites. – Academic Press, 2017. – C. 425-435.

13 Sedlák J., Semerák M., Rejlová M. Sanitation of Apple Cultivars from AP Phytoplasma and ApMV and ACLSV Viruses Using In Vitro Culture and Cryo-Knife Therapy in Liquid Nitrogen //Applied Sciences. – 2023. – T. 13. – №. 13. – C. 7527.

14 Sedlák J. et al. Elimination of Solanum nigrum ilarvirus 1 and apple hammerhead viroid from apple cultivars using antivirals ribavirin, rimantadine, and zidovudine //Viruses. – 2023. – T. 15. – №. 8. – C. 1684.

15 Wang M. R. et al. In vitro thermotherapy-based methods for plant virus eradication //Plant methods. – 2018. – T. 14. – C. 1-18.

16 Ogorodnikova O. V. Biologicheskoe testirovanie nepovirusov zemlyaniki sadovoj na indikatornom rastenii Cucumis sativus //Genofond i selektsiya rastenij. – 2020. – S. 78-82.

17 Kolbanova E.V., Kukhnarchik N.V. Metodika mikrorazmnozheniya plodovykh kul'tur in vitro // zh. Plodovodstvo: nauch. tr. in-t plodovodstva NAN Belorussii. – Samokhvalovich, 2006. – t. 18, ch.2 – s.163-168.

18 Dolgikh S.G. Rekomendatsii «Tekhnologiya proizvodstva bezvirusnogo posadochnogo materiala plodovykh, yagodnykh kul'tur i vinograda».- 2020.- 57 s.

19 Urazaeva M., Efremova YU., Ormakaev A. Introdutsirovannye klonovye podvoi kostochkovykh //Izdenister natigeler. – 2023. – №. 2 (98). – S. 143-153.

20 Rakhatkyzy A. i dr. M9 klondy telitushisin mikroklondy kobejtu //Izdenister natigeler. – 2024. – №. 4 (104). – S. 192-200.

**С.Г. Долгих, Б.Ж. Кабылбекова\*, С.С. Солтанбеков, А.К. Ташкенбаева,**

**М.Ж. Саршаева, З.Я. Юсупова**

«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан, [dolgikhsvet@mail.ru](mailto:dolgikhsvet@mail.ru), [k\\_b\\_zh@mail.ru](mailto:k_b_zh@mail.ru)\*, [agi.soltanbekov@mail.ru](mailto:agi.soltanbekov@mail.ru), [etashkenbayeva@mail.ru](mailto:etashkenbayeva@mail.ru), [moka-1993@mail.ru](mailto:moka-1993@mail.ru), [zarina19851005@mail.ru](mailto:zarina19851005@mail.ru)

## **ҰЛПАЛАР МӘДЕНИЕТІ ЖӘНЕ ТЕРМОТЕРАПИЯНЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП АЛМАНЫҢ КЛОНДЫҚ ТЕЛІТУШІЛЕРІНІҢ ВИРУССЫЗ КӨШЕТТЕРІН ӨНДІРУ**

### **Аңдатпа**

Қазіргі заманғы бау-бақша шаруашылығы бақшаның қарқындылығы мен жоғары өнімділігін қамтамасыз ететін вируссыз, жоғары сапалы, аласа бойлы және жинақы бөрікбасты көшеттерді қажет етеді. Вируссыз отырғызу материалын өндіру жүйесінде клондық микрокөбейту әдісіне айтарлықтай орын берілген. Көшет шаруашылығында биотехнологиялық әдістерді қолдану өсімдіктерді сауықтырудың тиімділігін 100% - ға дейін арттыруға, көбею коэффициентін 5-10 есе әрі одан да көп арттыруға және өндіріске жаңа сауықтырылған сорттар мен формаларды енгізуді 2-3 жылға жеделдетуге мүмкіндік береді. Ұсынылған зерттеулерде алма телітушісінің аналық екпелеріндегі вирустық аурулардың құрамы анықталды және клондық микрокөбейтудің ризогенез сатысында қоректік ортаның құрамын өзгертумен, сондай-ақ оларды *in vivo* жағдайларына ауыстыруға бейімдеу жолдары оңтайландырылды. Контейнерлік культуралармен жұмыс нәтижесінде вируссыз пребазистік аналық өсімдіктерді қалемшелеу кезінде Арм 18 алма телітушісінің 126 және Жетісу-5 телітушісінің 31 базалық өсімдіктері алынды.

**Кілт сөздер:** клонды телітушілер, алма, вирустар, биотехнология, *in vitro* көбейту, қоректік орта, вируссыз материал.

*S. Dolgikh, B. Kabyzbekova\*, S. Soltanbekov, A. Tashkenbayeva,  
M. Sarshayeva, Z. Yusupova*

*«Kazakh Fruit and Vegetable Research Institute», Almaty, Kazakhstan,  
dolgikhsvet@mail.ru, k\_b\_zh@mail.ru\*, agi.soltanbekov@mail.ru, etashkenbayeva@mail.ru,  
moka-1993@mail.ru, zarina19851005@mail.ru*

### **DETERMINATION OF THE VIRAL DISEASES COMPOSITION OF STONE FRUIT CLONAL ROOTSTOCKS IN KAZAKHSTAN AND IN VITRO REPRODUCTION FEATURES OF HEALTHY PLANTS**

#### **Abstract**

Modern horticulture requires seedlings with low growth and compact crowns, virus-free and of high quality, which ensures the intensity and high productivity of the garden. The method of clonal micropropagation has a significant place in the system of virus-free planting material production. The use of biotechnological methods in nursery production allows increasing the efficiency of plant health improvement up to 100%, 5-10 times and more increase the multiplication factor and 2-3 years accelerate the introduction of new healthy varieties and forms into production. The presented studies determined the composition of viral diseases in mother plants of apple rootstocks and optimized the stages of clonal micropropagation with modification of nutrient medium composition at the stage of rhizogenesis, as well as their adaptation to transfer to in vivo conditions. As a result of work in container culture, 126 base plants of Arm 18 and 31 base plants of Zhetysu-5 rootstock were obtained by cuttings of virus-free pre-basic mother plants.

**Key words:** clonal rootstocks, apple, viruses, biotechnology, in vitro micropropagation, nutrient medium, virus-free material.

**МРНТИ 68.35.03**

**DOI** <https://doi.org/10.37884/2-2025/23>

*Табынбаева Л.К. \*, Бастаубаева Ш.О., Конысбеков К.Т., Оспанбекова А.О.,  
Нусубалиева Ф., Мырзамуратов К.*

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и  
растениеводства», п. Алмалыбак, Алматинская область, Казахстан,  
tabynbaeva.lyaylya@mail.ru\*, sh.bastaubaeva@mail.ru, kerimtay58@mail.ru, akgul92@list.ru,  
nusubaliyeva79@mail.ru, myrzamuratov70@mail.ru*

### **ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СОРТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ГИБРИДА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ «БОЛАШАК» В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА**

#### *Аннотация*

В статье рассматривается влияние густоты посадки сахарной свеклы при различных способах посева на урожайность и качество продукции. Ключевыми факторами, определяющими оптимальную площадь питания растений для достижения максимальной урожайности и качества, являются сроки посева, способы посева и норма высева.

Традиционный широкорядный посев с междурядьем 50 см имеет преимущество в виде повышенной конкурентоспособности свеклы по отношению к сорнякам, что иногда позволяет избежать междурядных обработок. Выбор способа посева и густоты стояния растений зависит от влагообеспеченности почвы в конкретном регионе, что обуславливает различные рекомендации по норме высева.

В ходе исследований выявлены сортовые различия в урожайности свеклы при увеличении густоты стояния растений от 84 до 110 тыс. растений на гектар. Разработка сортовой технологии возделывания свеклы, включая определение оптимальных сроков посева