

**Ромаданова Н.В., Мишустина С.А., Матакова Г.Н., Рахимбаев И.Р.,  
Кушнарченко С.В.**

*РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МОН РК, Алматы*

## ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ *IN VITRO* И МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ, КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ И ДИКОРАСТУЩИХ ФОРМ ЯБЛОНИ

Для получения растений *Malus in vitro* наиболее эффективным является способ стимулирования роста побегов из покоящихся почек в лабораторных условиях. В результате был получен высокий процент стерильных эксплантов с использованием меньшей продолжительности обработки в стерилизующих агентах (0,1% раствор  $HgCl_2$  в течение 7 минут). На этапе введения в культуру *in vitro* оптимальна жидкая питательная среда МС, содержащая 30 г/л сахарозы с добавлением 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП), 0,01 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), 1 мг/л гибберелловой кислоты и 1 мг/л аскорбиновой кислоты, рН 5,7. Для дальнейшего размножения асептических побегов яблони эффективна твердая среда МС с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 4 г/л агар, 1,75 г/л джелрайт, рН 5,7.

*Ключевые слова:* яблоня, введение в культуру *in vitro*; микрклональное размножение, сорта, клоновые подвои, дикорастущие формы.

### **Введение**

Биотехнологические методы микрклонального размножения тканей и органов растений на искусственных питательных средах получили широкое распространение [1-4]. Клонирование ценных сортов, подвоев, уникальных форм из минимального количества исходного материала по сравнению с традиционным (вегетативным) методом размножения имеет ряд преимуществ: возможность получать саженцы круглый год независимо от сезона; сокращение селекционного процесса за счет отбора форм по нужным признакам непосредственно в культуре *in vitro*; высокий коэффициент размножения. Использование асептических оздоровленных растений *in vitro* в международном обмене гермоплазмой облегчает процедуру прохождения карантинного контроля, так как современные стандарты на посадочный материал требуют оздоровления его от вирусной и микоплазменной инфекции [2,4, 5-8].

Микрклональное размножение включает несколько этапов. В первую очередь – это отбор первичного экспланта, его стерилизация, подбор оптимальных условий культивирования для роста и развития побегов на питательной среде [1, 5-6]. Трудность введения древесных культур, особенно яблони, в асептические условия, связана с высоким процентом инфицированности растительного материала при отборе его в полевых условиях, а также значительным содержанием фенольных соединений в тканях, приводящих к некрозу изолированных эксплантов. Инфицированность растительного материала связана с высокой зараженностью его бактериальной, микоплазменной, а также вирусной инфекцией.

В плодовых насаждениях юга и юго-востока республики выявлено 7 вирусных заболеваний на яблоне, из которых наиболее вредоносные – хлоротическая пятнистость листьев яблони, вирус (ямчатости древесины) растрескивания ствола и вирус борозчатости древесины [6, 9, 10]. Среди грибных заболеваний яблони наиболее

распространенными являются: парша, мучнистая роса, ржавчина, черный рак. Из бактериальных чаще всего встречаются: рак корня, черная пятнистость, бактериальный ожог и другие, чаще всего эти заболевания носят инфекционный характер, для их предотвращения проводят корчевание и сжигание на месте пораженных деревьев [11-13].

В связи с этим на данный момент остро встал вопрос о закладке маточных садов чистосортным материалом, размноженным в учреждениях, занимающихся производством здорового посадочного материала класса супер-суперэлиты, где вегетативное потомство получают в культуре *in vitro* от единичного исходного растения, отобранного по сортовой (клоновой) типичности с гарантированной чистотой от всех известных вирусных, бактериальных и микоплазменных заболеваний, свободное от карантинных объектов [14].

Ранее мы описывали усовершенствованный способ введения в культуру *in vitro* некоторых сортов и форм яблони [4]. В данной работе мы продолжили оптимизировать способы введения в культуру *in vitro* для клоновых подвоев и для вновь исследуемых сортов и дикорастущих форм.

Целью настоящей работы являлось создать коллекцию *in vitro* перспективных сортов, клоновых подвоев яблони Казахской и зарубежной селекции, а так же дикорастущих форм, отработать эффективные режимы стерилизации при введении в культуру *in vitro*, оптимизировать питательные среды на этапах введения и размножения асептических растений.

#### **Материалы и методы**

Объектами исследования служили перспективные сорта яблони (*Malus domestica* Borkh.) казахской и зарубежной селекции из коллекции Помологического сада КазНИИ плодоводства и виноградарства (ИПВ): Апорт Александр, Восход, Голден Делишес, Егемен, Заря Алатау, Максат, Рашида, Рояль Ред Делишес, Салтанат, Синап Алматинский, Талгарское и из коллекции Иле-Алатауского национального парка (ИАНП) Апорт Александр. Клоновые подвои: Арм 18, Жетысу 5, Б16-20, Б7-35, М9, ММ106, 62-396 (из коллекции ИПВ) и дикорастущие формы *Malus sieversii* (Ledeb. M. Roem.) КГ, КГ1, КГ4, КГ6, КГ7, КГ8, КГ9, КГ13 (ИАНП) и ТМ6 (ИПВ) [11].

Первый способ введения в культуру *in vitro*. Черенки длиной 20-30 см срезали в феврале-марте однолетних побегов, промывали в мыльном растворе и проточной воде, затем в течение 5 мин обрабатывали разбавленным раствором отбеливателя «Белизна» (1:1) и промывали в проточной воде. Для стимуляции побегообразования из покоящихся почек черенки помещали в сосуды с раствором, содержащим 1/2 концентрацию минеральных солей Мурасиге и Скуга (МС) [15], с добавлением 1 мг/л гибберелловой кислоты (ГК) и 1 мг/л аскорбиновой кислоты (АК), рН 5,6. Через 2-4 недели отросшие побеги длиной 1-2 см срезали и в ламинарном боксе стерилизовали в 0,1% растворе сулемы ( $HgCl_2$ ) в течение 5 и 7 мин, или в 0,1% растворе  $HgCl_2$  в течение 3 мин, а затем в растворе отбеливателя «Белизна» (1:1) в течение 2 мин с последующим промыванием в стерильной воде.

Второй способ введения в культуру *in vitro*. Отросшие в полевых условиях побеги срезали с деревьев на опытном участке с конца апреля по июнь. Апексы побегов длиной 2-3 см обрабатывали мыльным раствором и промывали в проточной воде. Далее в ламинаре верхушки побегов поверхностно стерилизовали в 0,1% растворе  $HgCl_2$  в течение 5, 7 и 10 мин.

Далее, как при I, так и при II способе введения, асептические верхушки побегов помещали на мостики из фильтровальной бумаги в пробирки с жидкой средой МС, содержащей 30 г/л сахарозы с добавлением регуляторов роста: 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП), 0,01 мг/л индолилмасляной кислоты (ИМК), 1 мг/л ГК и 1 мг/л

АК, рН 5,7. Ежедневно побеги переносили на свежую среду. Через 2-4 недели выжившие микропобеги пересаживали на твердую среду МС с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 1,75 г/л джелрата, 4 г/л агара, рН 5,7.

Введённые в культуру *in vitro* экспланты были протестированы на отсутствие эндофитной инфекции. Для этого срезанные основания микрочеренков (3-5 мм) помещали в чашки Петри с питательной средой Vissc 10 г/л сахарозы, 8 г/л гидролизата казеина, 4 г/л дрожжевого экстракта, 2 г/л  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,15 г/л  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и 6 г/л джелрайта[16] и выдерживали при температуре 25°C в течение 1 недели.

В экспериментах использовали 10-20 апексов побегов. Опыт проводили в 2-3 повторностях (n = 20-60). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам, описанным в пособии Г.Ф. Лакина[17].

### Результаты и их обсуждение

На первоначальном этапе работы был использован режим стерилизации апексов побегов в 0,1% растворе сулемы в течение 5 минут с последующей обработкой разбавленным 1:1 раствором «Белизны» в течение 2 минут после чего был отмечен некроз и гибель всех эксплантов сортов Салтанат, Синап Алматинский, Рашида и Заря Алатау, по-видимому, раствор «Белизны» губителен для нежных слабо-опушенных побегов яблони, отросших в лабораторных условиях. После 7 минутной экспозиции в  $\text{HgCl}_2$  процент регенерации побегов был выше (55,0%), по сравнению с 5 минутной обработкой (30,7%) (рисунок 1).

В статье Трушечкина с соавторами говорится об использовании в качестве исходных эксплантов при введении в культуру *in vitro* меристематических верхушек размером до 1 мм, что дало положительные результаты для сеянцев яблони и отрицательные для сортов и клоновых подвоев. Авторы рекомендуют для сортов и клоновых подвоев использовать верхушки побегов размером 1-2 см [18]. В наших экспериментах при первом способе введения, размеры вводимых в культуру *in vitro* побегов не превышали 2 см, однако при втором способе в поле срезали черенки 5-6 см, а во время стерилизации в ламинарном боксе при обновлении среза, побеги вводились размером 2-3 см.

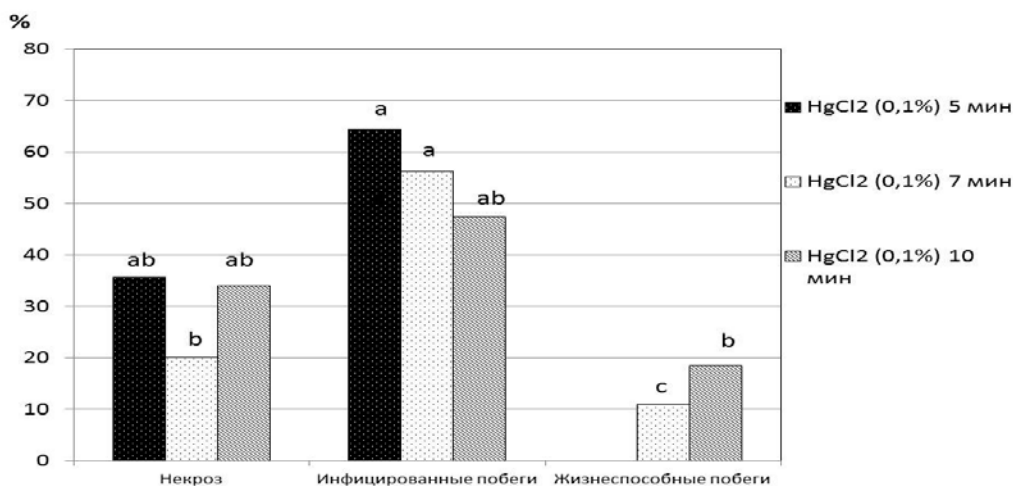


Рисунок 1 – Результаты введения в культуру *invitro* апексов побегов яблони с использованием первого способа (проращивание побегов из зимующих почек в лабораторных условиях)

Примечание – значения, обозначенные одинаковыми буквами, достоверно не различаются между собой при  $p \leq 0,05$

Для введения в культуру *in vitro* II способом использовали 5, 7 и 10 минутную стерилизацию эксплантов в 0,1% растворе HgCl<sub>2</sub>. После 5 минутной экспозиции установлено 64,3% инфицированности эксплантов и 35,7% погибли в результате некроза (рисунок 2). Не выявлено статистически достоверных отличий жизнеспособности растений после экспозиции 7 и 10 минут в растворе сулемы, однако процент жизнеспособности после 10 минутной обработки (18,4%) был несколько выше по сравнению с 7 минутной обработкой (10,9%).

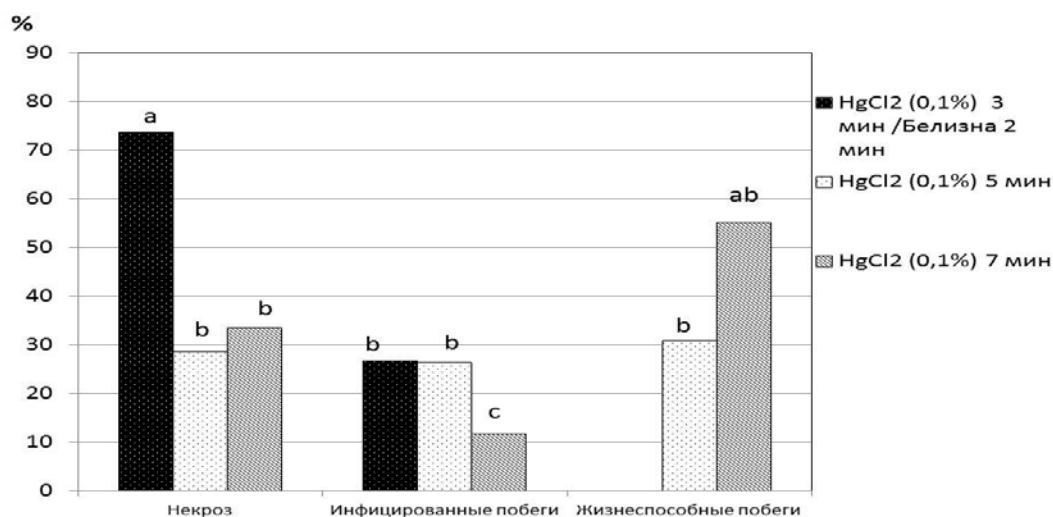


Рисунок 2 – Результаты введения в культуру *in vitro* апексов побегов яблони вторым способом (использование побегов, проросших в полевых условиях)  
Примечание – значения, обозначенные одинаковыми буквами, достоверно не различаются между собой при  $p \leq 0,05$

Сравнение двух способов введения в культуру *in vitro* показало, что количество выживших микропобегов было значительно выше при I способе введения: до 55% эксплантов успешно развивались на питательной среде, тогда как при II способе выживало максимально 18,5% микрочеренков. Это связано с высокой инфицированностью побегов при II способе введения – 56,0%, по сравнению с 21,5% инфицированности при I способе, что и повлияло в целом на эффективность I способа введения в условия *in vitro*.

При первом способе введения, когда побеги проращивают в лабораторных условиях, длительность обработки стерилизующим раствором (0,1% HgCl<sub>2</sub>) может быть снижена до 7 мин. Тогда как при втором способе введения, с использованием молодых побегов, проросших в полевых условиях, продолжительность стерилизации должна быть не менее 10 минут.

При введении яблони в культуру *in vitro* необходимым приемом для снижения влияния токсичных фенольных соединений, выделяемых микропобегамив среду, является ежедневное пассирование эксплантов на свежую среду в течение первых 2-4 недель до прекращения видимого специфического окрашивания среды. Экспериментально было также установлено, что большое значение для выживания изолированных эксплантов яблони имеет структура питательной среды. Более эффективной на этапе введения яблони в культуру *in vitro* является жидкая среда. Возможно, это связано с лучшей диффузией и более равномерным распределением выделяемых фенольных соединений в жидкой среде.

Кроме того, для побегов небольшого размера 1-2 см в пробирки необходимо помещать фильтровальные мостики, чтобы предотвратить полное погружение их в жидкую среду.

Одним из наиболее актуальных моментов при введении побегов в условия *in vitro* и их дальнейшего успешного микроклонального размножения является контроль чистоты пробирочных растений. Бактериальную инфекцию не всегда легко обнаружить, т.к. она часто локализована во внутренних тканях, при этом растения не имеют видимых симптомов заражения, могут несколько месяцев культивироваться на питательных средах, но через какое-то время инфекция проявляется, и весь растительный материал становится непригодным. Для проверки чистоты растительных тканей использовали специализированную питательную среду для роста бактерий Viss [16, 19]. В качестве затвердевающего компонента в ней используется джелрайт, который в отличие от агара придает среде прозрачность. Основания побегов помещали в чашки Петри на среду Viss, и наблюдали в течение недели. Чашки со стерильными эксплантами остаются прозрачными, тогда как помутнение среды и рост колоний указывают на инфицированность микропобегов, которые следует сразу же отбраковывать.

Большое значение при введении в культуру *in vitro* имеет состав питательной среды. Так, добавление в среду МС для размножения ГК стимулировало вытягивание побегов, что важно только на первых этапах введения в культуру *in vitro*. Это свойство ГК отмечено и другими авторами [2, 6]. Но дальнейшее добавление ГК в питательную среду для размножения приводит к чрезмерному истончению побегов яблони.

Введение аскорбиновой кислоты в питательную среду уменьшало количество фенольных веществ, выделяемых эксплантами яблони. Поэтому аскорбиновая кислота в питательной среде также необходима только на начальных этапах введения в культуру *in vitro*. Оптимальной для введения в культуру *in vitro* являлась жидкая питательная среда следующего состава: МС содержащей 30 г/л сахарозы с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 1 мг/л ГК и 1 мг/л АК, pH 5,7, на которой наблюдали хорошее развитие побегов (рисунок 4, А). Для дальнейшего микроклонального размножения использовали твердую питательную среду МС содержащей 30 г/л сахарозы с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 4 г/л агар и 1,75 г/л джелрайт, pH 5,7 (рисунок 4Б). В качестве затвердевающего компонента, кроме агара, в питательную среду также добавляли джелрайт, что увеличивало прозрачность среды и облегчало контроль за стерильностью культур *in vitro*.



А

Б

А – Клоновый подвой Арм 18 на жидкой питательной среде МС с 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 1 мг/л ГК и 1 мг/л АК: 1) в день посадки, 2) 1 неделя культивирования; 3) 3 недели культивирования; 4) 4 недели культивирования.

Б – Дикая форма яблони Сиверса КГ8 на твердой питательной среде МС с 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 4 г/л агар и 1,75 г/л джелрайта после 3 недель культивирования.

Рисунок 4 – Развитие побегов яблони *in vitro*

### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований по введению яблони в культуру *in vitro* было показано, что наибольший процент выживших побегов и наименьший процент инфицированности был при первом способе введения, когда экспланты получали, стимулируя рост побегов из покоящихся вегетативных почек в лабораторных условиях. При этом требовалась меньшая длительность обработки стерилизующими агентами для достижения высокой степени стерильности эксплантов. Установлено, что наиболее эффективным режимом стерилизации микропобегов яблони при этом способе введения является выдерживание эксплантов в 0,1% растворе сулемы в течение 7 минут.

Наиболее благоприятной для введения в культуру *in vitro* является жидкая питательная среда МС, содержащая 30 г/л сахарозы, с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 1 мг/л ГК и 1 мг/л АК и, рН 5,7. Для дальнейшего размножения микрочеренков яблони оптимальной является твердая среда МС с добавлением 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 4 г/л агара, 1,75 г/л джелрайта, рН 5,7.

В дальнейшем, полученные асептические растения, будут использованы для создания криобанка растений яблони Казахстана в жидком азоте, и могут быть вовлечены в селекционный процесс по улучшению существующих и созданию новых сортов, а также для международного обмена растительными ресурсами

Работа выполнена в рамках проекта 0491/ГФЗ «Создание криогенного банка перспективных сортов и клоновых подвоев яблони на основе методов биотехнологии» по бюджетной программе: 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований».

### Литература

1. Трускинов Э.В. Культура *in vitro* как современный способ воспроизведения, сохранения и интродукции вегетативно размножаемых растений // Биолог.разнообразие. Интродукция растений. – С.П., 2007. – С. 85.
2. Brischia R., Piccioni E., Standardi A. Micropropagation and synthetic seed in M.26 apple rootstock (II): A new protocol for production of encapsulated differentiating propagules // Plant Cell. Tissue and Organ Cultures. – 2002. – V. 68, – N 2. – P. 137-141.
3. Ковальчук И.Ю., Волгина М.А., Насибулина А.Х. Использование клонального микроразмножения в селекции плодовых и ягодных культур // Ускорение размножения посадочного материала плодовых и ягодных культур с использованием биотехнологических методов. – Алма-Ата: КАСХН. – 1991. – С. 6-14.
4. Ромаданова Н.В., Кушнарченко С.В. Микроклональное размножение некоторых сортов яблони: введение в культуру *in vitro* // Поиск. Серия естественных и технических наук. – № 1. – 2006. – С. 54-58.
5. Матушкина О.В. Оптимизация процессов регенерации при размножении клоновых подвоев и сортов яблони и груши: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х наук: 06.01.07. – Мичуринск. 2008 г. 22 с.

6. Долгих С.Г., Карычев К.Г., Остаркова Л.В. Клонально-микроразмножение и оздоровление сортов и подвоев яблони // Научные достижения в биотехнологии, виноградарстве и ягодоводстве – Алматы, НИЦ «Бастау». – 1997. – С. 3-7.
7. Pence V.C., Engelmann F., Guarino L., RamanathaRao V., Goldberg E. Collecting *in vitro* for genetic resources conservation // In: Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. Bioversity International. – Rome. – 2011. – 5 p.
8. Engelmann F., Altman A., Hasegawa M.H. Germplasm collection, storage, and conservation // Plant Biotechnology and Agriculture. Oxford: Academic Press. – 2011. – P. 255-268.
9. Бриндаров Д.Д. Диагностика вирусных болезней яблони: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х наук: 06.01.11. – Москва. – 2005 г. – 20 с.
10. Омашева М.Е., Качиева З.С., Копытина Д.А., Касенова А.М., Аубакирова К.П., Ережепов Д.А., Галиакпаров Н.Н., Рябушкина Н.А. Разработка диагностической тест системы на основе мультиплекс ОТ-ПЦР трех вирусов яблони ACLSV, ASGV, ASPV // «Поиск» серия естественных и технических наук. – №2 (1). – 2012. – С. 27-34.
11. Сальников Е.М. Перспективные сорта яблони для Юга и Юго-Востока Казахстана // Пособие для фермеров и садоводов-любителей. – Алматы, 2010. – 80 с. Сальников, Е. М.
12. Сальников Е.М., Петров С. Е. Селекционная оценка гибридного материала яблони на устойчивость к парше // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2008. – № 10. – С. 16-18.
13. Нурмуратулы Т., Карычев Р.К., Култаев А.К. В помощь фермерам-плодоводам. – Алматы, 2011. – 96 с.
14. Избасаров Д.С., Калтаев С.К., Маденов Э.Д., Нурмуратулы Т.Н., Карычев К.Г., Янкова А.И., Уразаева М.В., Нуртазина Н.Ю., Сальников Е.М., Береснева Л.В. Рекомендации о порядке производства посадочного материала плодовых культур и винограда в Алматинской области. – Алматы, 2010. – 30 с.
15. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol Plant.* – 1962. – V. 15. – P. 473-479.
16. Viss P.R., Brooks E.M., Driver J.A. A simplified method for the control of bacterial contamination in woody plant tissue culture // *In Vitro Cell. Dev. Biol.* – 1991. – V. 27. – С. 42.
17. Лакин Г.Ф. Биометрия // М.: Высшая школа, 4 изд. – 1990. – 213 с.
18. Трушечкин В.Г. Высоцкий А.В., Леонтьев-Орлов О.А. Размножение клоновых подвоев яблони методом культуры ткани // Сельскохозяйственная биология. – 1982. – Т. XVII, – № 4. – С. 455-457.
19. Reed B.M., Tanprasert P. Detection and control of bacterial contaminants of plant tissue cultures. A review of recent literature // *Plant Tissue Culture and Biotechnology.* – 1995. – V. 1, N. 3. – P. 137-142.

Н.В. Ромаданова, С.А. Мишустина, Г.Н. Матакова, И.Р. Рахимбаев,  
С.В. Кушнаренко

### АЛМАНЫҢ ПЕРСПЕКТИВТІ СОРТТАРЫ КЛОНДЫ ПОДВОЙЛАРЫМЕН ЖАБАЙЫ ӨСЕТІН ФОРМАЛАРЫН IN VITRO КУЛЬТУРАСЫНА ЕНГІЗУ ЖӘНЕ МИКРОКЛОНДЫ КӨБЕЙТУ

*In vitro Malus* өсімдіктерін алудың ең тиімді әдісі лабораторлық жағдайда тыныштық күйіндегі бүршіктерден өркендердің өсуін ынталандыру болып табылады. Нәтижесінде

залалсыздандырушы агенттерде (HgCl<sub>2</sub>-нің 0,1% ерітіндісінде 7 минут бойы өңдеу) ең аз уақыт өңдеуді пайдалану арқылы залалсыз экспланттардың жоғары пайызы алынды. *In vitro* культурасына енгізу сатысында құрамында 30 г/л сахароза, 0,5 мг/л 6-бензиламинопурин (БАП), 0,01 мг/л индолилмай қышқылы (ИМК), 1 мг/л гибберелл қышқылы және 1 мг/л аскорбин қышқылы бар, ал рН 5,7 сұйық МС қоректік ортасы қолайлы. Алматының асептикалық өркендерін одан әрі көбейту үшін 0,5 мг/л БАП, 0,01 мг/л ИМК, 4 г/л агар, 1,75 г/л джелрайт қосылған және рН 5,7 қатты МС қоректік ортасы тиімді.

*Кілтті сөздер:* алма, *in vitro* культурасына енгізу, микроклонды көбейту, сорттар, клонды подвоилар, жабайы өсетін формалар.

N. Romadanova, S. Mishustina, G. Matakova, I Rakhimbaev, S. Kushnarenko

### ***In vitro* culture initiation and micropropagation of perspective cultivars, rootstocks and wild forms of *Malus***

The most effective mode of *in vitro* *Malus* shoots initiation was stimulation of dormant buds growth at laboratory conditions. It resulted in higher percentage of aseptic explants using lower exposition duration of disinfecting agents (0.1% HgCl<sub>2</sub> for 7 min). MS liquid medium with sucrose 30 g/l, 6-benzylaminopurine (BAP) 0.5mg/l, indole-3-butyric acid (IBA) 0.01 mg/l, gibberellic acid 1.0 mg/l and L-ascorbic acid 1.0 mg/l, pH 5.7 and daily transfer of explants into fresh medium were optimal at the first step of *in vitro* culture initiation. MS medium with BAP 0.5 mg/l, IBA 0.01 mg/l, agar 4 g/l, gelrite 1.75 g/l, pH 5.7 was effective for further micropropagation of apple shoots.

*Keywords:* *Malus*, *in vitro* culture initiation, micropropagation, cultivars, rootstocks, wild forms.

УДК 333.93:628.12.70.85

**Рау А.Г. – академик НАН РК, д.т.н., профессор; Калыбекова Е.М. – д.т.н., доцент, Абикенова С.М. – докторант PhD**

*Казахский национальный аграрный университет*

### **МОНИТОРИНГ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА НА КУЛЬТУРАХ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА АҚДАЛИНСКОГО МАССИВА ОРОШЕНИЯ**

**Аннотация:** В водном и солевом режиме и балансе Акдалинской рисовой системы отмечается цикличность: рассоление почв и подъем уровня грунтовых вод на посевах риса в период орошения, снижение уровня грунтовых вод и подъем солей от них в осеннее – зимний период. На полях люцерны происходит перераспределение солей по почвенному профилю, с незначительным повышением их содержания от капиллярного поднятия грунтовых вод.

*Ключевые слова:* Акдалинский массив орошения, рисовые системы, технология орошения риса, люцерны, дренаж, засоление, заболачивание почвы.