

FTAMP 62.33.29

<https://doi.org/10.26577/bb20251058>

Н.К. Динанова^{1*}, К.П. Аубакирова², А. Рахатқызы²,
Л.С. Ерболова^{2,4}, Ж.Н. Бақытжанова², М. Георгиева³,
Н.Н. Галиакпаров²

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және
биохимия ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

³Мал шаруашылығы және егіншілік институты, Троян, Болгария

⁴С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ мемлекеттік медицина университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: njumad581@gmail.com

ҚҰЛПЫНАЙ (*FRAGARIA ANANASSA DUCH.*) СОРТТАРЫН *IN VITRO* ЖАҒДАЙЫНДА ЕНГІЗУ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАҢДЫРУ

Құлпынайды (*Fragaria ananassa Duch.*) *in vitro* жағдайында өсіру – вегетативті көбейтудің тиімді әдісі болып табылады. Бұл тәсіл қысқа уақыт ішінде генетикалық біртекті және вируссыз өсімдік материалын алуға мүмкіндік береді. Әдістің негізі – өсімдік экспланттарын, негізінен меристемаларды, асептикалық жағдайда арнайы қоректік ортада өсіру арқылы олардың регенерациясына және толыққанды өсімдікке айналуына жағдай жасау.

Бұл мақалада құлпынайды *in vitro* жағдайында өсірудің жекелеген кезеңдерін оңтайландыру, стерильдеуші агенттерді таңдау және экспланттарды қоректік ортаға отырғызу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нысандары ретінде Федерика (Federica), Сан-Андреас (San-Andreas), Брин (Brin) сорттары пайдаланылды. Экспланттарды *in vitro* культурасына енгізу үшін әртүрлі концентрация мен экспозиция уақытындағы стерильдеуші заттар қолданылды: 0,1% сынап хлориді (HgCl₂) (3, 4, 5 минут), натрий гипохлориді (3, 4, 5 минут) және 12% сутегі асқын тотығы (5, 7, 9 минут). Зерттеу нәтижелері бойынша, 0,1% HgCl₂ ерітіндісін 5 минут қолдану кезінде өміршең экспланттардың ең жоғары шығымдылығы байқалды, олардың тіршілік ету көрсеткіші шамамен 85%-ды құрады. Кейінірек апикальді меристемалар Мурасиге–Скуг (МС) қоректік ортасына отырғызылды, оған бензиламинопурина (БАП) әртүрлі концентрацияларда қосылды. Экспланттарды өсіру үшін ең тиімді орта – құрамында 0,5 мг/л 6-БАП бар МС ортасы болып анықталды. Бұл ортада құлпынай экспланттарының өміршеңдігі 70–80% аралығында болды.

Түйін сөздер: стерильдеуші агенттер, қоректік орта, *in vitro* культурасына енгізу, экспланттар, сорт, құлпынай (*Fragaria ananassa Duch.*)

N.K. Dinanova^{1*}, K.P. Aubakirova², A. Rakhatkizy², L.S. Yerbolova^{2,4},
Zh.N. Bakytzhanova², M. Georgieva³, N.N. Galiakparov²

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry, Almaty, Kazakhstan

³Institute of Animal Science and Crop Production, Troyan, Bulgaria

⁴S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: njumad581@gmail.com

Optimization of *in vitro* introduction conditions for strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*) varieties

The introduction of strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*) into *in vitro* culture is an effective method of vegetative propagation. This method allows for the rapid production of genetically uniform and virus-free plant material. The principle of the method involves the cultivation of plant explants—primarily meristems—under aseptic conditions on specialized nutrient media that promote their regeneration and further development into complete plants.

This article presents the results of optimizing the stages of *in vitro* culture introduction, the selection of sterilizing agents, and the planting of explants on nutrient media. The study focused on the strawberry varieties: Federica, San Andreas, and Brin. For explant introduction, the following sterilizing agents were used: 0.1% HgCl₂ (3 min, 4 min, 5 min), sodium hypochlorite (3 min, 4 min, 5 min), and 12% hydrogen peroxide (5 min, 7 min, 9 min) at different concentrations and exposure times. Based on the results of the study, the use of 0.1% HgCl₂ for 5 minutes as the sterilizing agent resulted in the highest number

of viable explants, with a survival rate of approximately 85%. Subsequently, the apical meristems were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with various concentrations of 6-benzyl-aminopurine (BAP). The optimal medium for *in vitro* cultivation of strawberry explants was MS medium supplemented with 0.5 mg/L of 6-BAP, ensuring an explant survival rate of 70–80% across the tested varieties.

Keywords: sterilizing agents, nutrient medium, *in vitro* introduction, explants, variety, strawberry (*Fragaria ananassa Duch.*)

Н.К. Динанова^{1*}, К.П. Аубакирова², А. Рахаткызы², Л.С. Ерболова^{2, 4},
Ж.Н. Бакытжанова², М. Георгиева³, Н.Н. Галиакпаров²

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биохимии
им. М.А. Айтхожина, Алматы, Казахстан

³Институт животноводства и земледелия, Троян, Болгария

⁴Казахский государственный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

*e-mail: njumad581@gmail.com

Оптимизация условий введения сортов земляники (*Fragaria ananassa Duch.*) в условиях *in vitro*

Введение земляники (*Fragaria ananassa Duch.*) в культуру *in vitro* является эффективным методом вегетативного размножения. Этот метод позволяет получить генетически однородный и безвирусный материал для выращивания в короткие сроки. Принцип метода заключается в культивировании растительных эксплантов – преимущественно меристем – в асептических условиях на специализированных питательных средах, способствующих их регенерации и последующему развитию полноценных растений.

В данной статье приведены результаты по оптимизации этапов введения в культуру *in vitro*, по подбору стерилизующих агентов и посадке эксплантов в питательные среды. Объектами исследования служили сорта земляники: Федерика (Federica), Сан-Андреас (San-Andreas), Брин (Brin). Для введения в культуру экспланта использовали стерилизующие препараты: 0,1% HgCl_2 (3 мин., 4 мин., 5 мин.), гипохлорит натрия (3 мин., 4 мин., 5 мин.) и 12% (5 мин., 7 мин., 9 мин.) перекись водорода в разных концентрациях и экспозициях времени. По результатам данного исследования использование 0,1% HgCl_2 (5 мин.) в качестве стерилизующего препарата показало наибольший выход жизнеспособных эксплантов, приживаемость эксплантов составила около 85%. В дальнейшем апикальные меристемы высаживали в питательную среду Мурасиге–Скуга (МС) с добавлением различных концентрации бензиламинопурина (БАП). Оптимальной питательной средой для культивирования эксплантов в культуре *in vitro* является среда МС с добавлением 0,5 мг/л 6-БАП, обеспечившая выживаемость эксплантов земляники в эксперименте 70–80%.

Ключевые слова: стерилизующие агенты, питательная среда, введение в культуру *in vitro*, экспланты, сорт, земляника, (*Fragaria ananassa Duch.*)

Қысқартулар: H_2O_2 – сутегі асқын тотығы, HgCl_2 – сынап бихлориді, 6-БАП – бензиламинопурин, ГҚ – гиббереллин қышқылы, МС – Мура-сиге – Скуг

Кіріспе

Қазіргі кезде заманауи ауыл шаруашылығының дамуына байланысты тұтынушыларды құнды, қауіпсіз және сапалы өніммен қамтамасыз ету өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Заманауи бақ шаруашылығында маңызды міндеттердің бірі – жидек дақылдарының ассортиментін кеңейту. Бұл салада жеміс-жидектер ерекше маңызға ие, себебі олардың құрамында бай биохимиялық қосылыстар мен адам ағзасына қажетті дәрумендер мол.

Құлпынай (*Fragaria ananassa Duch.*) – бүкіл әлемде ең кең таралған, пайдалы, шипалы әрі экономикалық тұрғыдан тиімді жидек болып саналады. Құлпынай жемістері С, В₁, В₂ дәрумендеріне, ақуызға, кальцийге, калийге, мысқа, темірге және адам ағзасына қажетті көптеген қоректік элементтерге бай [1,2,3]. Құлпынай суық тию, туберкулез, қант диабеті, несеп-тас ауруы сияқты ауруларға қарсы қолдануға ұсынылады. Аталған пайдалы қасиеттері құлпынайды жидек өсіру, көшет шаруашылығы және құнды сорттарды өсіру салаларында жоғары сұранысқа ие етеді. Соңғы жылдары құлпынай әлем бойынша кеңінен өсірілетін мәдени дақылдардың біріне айналды. Бүгінгі таңда оның әлемдік өндірісі жыл сайын артып, шамамен 400 мың гектар алқаптан 9 миллион тоннаға жуық өнім алынууда [4].

Қазақстанда органикалық ауыл шаруашылығы қарқынды дамып келеді. Құлпынайдың егіс алқаптарының ұлғаюы мен кең таралуы сапалы отырғызу материалына деген сұранысты арттырып отыр [5,6]. Вируссыз отырғызу материалын алу және оны жедел көбейту мақсатында биотехнологиялық әдістер қолданылады [7]. Солардың ішінде микроклональды көбейту – болашағы зор, тиімді әдістердің бірі болып саналады.

Микроклональды көбейту – вируссыз жоғары сапалы өсімдіктерді өндірудің ең тиімді әдісі. Құлпынайды вегетативті көбейтудің негізгі әдісі дәстүрлі түрде (мүртшаларды) қолдану болып табылады, алайда бұл әдіс көбінесе фитопатогендермен зақымдануға бейім өсімдіктердің алынуына әкеледі [8]. Микрокөбейту вирус ауруларының таралуына ықпал ететін дәстүрлі көбейту әдісімен салыстырғанда вируссыз, генетикалық тұрақты өсімдік алуға мүмкіндік береді [9,10]. Осы әдіс арқылы өсімдіктің көбею жылдамдығы мен өнімділігі артады [11]. Микроклональды көбейтудің негізгі және маңызды кезеңі – *in vitro* културасына енгізу. Тиісті зарарсыздандырушы агентті және өсу реттегіштерін дұрыс таңдау регенеранттың қоректік ортада әрі қарай дамуына әсер етеді. Эксплантты *in vitro* културасына енгізу тиімділігі тек зарарсыздандырушы агентке ғана емес, сонымен қатар генотипке, оқшаулау уақытына және экспланттың физиологиялық күйіне де байланысты [12].

Ғылыми зерттеулер көрсеткендей, зарарсыздандырушы агентті оңтайландыру және оны дұрыс таңдау өсімдіктердің микрокөбейтілуіндегі маңызды кезең болып табылады. Ғылыми зерттеулерге сәйкес, зарарсыздандырушы агенттер экспланттың өміршеңдігіне және оқшаулау маусымдарына байланысты табыстылыққа әртүрлі әсер етеді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 1,0%-дық NaClO ерітіндісімен 5 минут өңделген экспланттарда зарардану пайызы төмен, ал өміршеңдік, биіктік және жапырақ саны жоғары болды [13]. Сынапқұрамды агент – 0,1% сулема қолданылғанда, экспланттарды қыс мезгілінде оқшаулау өнімділікті арттырады, ал орташа тіршілікке бейімділік 74,4–80,7% құрайды [14]. Осы автордың басқа зерттеулеріне сәйкес, эксплантты култураға енгізудің қолайлы мерзімі – маусым айындағы белсенді өсу фазасы болып табылады. Жемісті дақылдар экспланттарының тіршілікке бейімділігі бастапқы өсімдік материалының физиологиялық күйіне, оны *in vitro* културасына енгізу мерзіміне және сорт-

тардың генотиптік ерекшеліктеріне байланысты. Зарарсыздандырудың әртүрлі әдістеріне жүргізілген зерттеу мынадай дезинфекциялық заттардың жоғары тиімділігін көрсетті: 12,0% сутегі тотығы, 0,01% мертиолят, 0,1% сулема (сынап бихлориді) 0,2% күміс нитраты [15]. Күміс нано бөлшектері эксплантты тиімді зарарсыздандырып қана қоймай, *in vitro* жағдайындағы өркендердің өсуіне әсер етеді және микрокөбейту кезеңінде этиленнің мөлшерін төмендетеді [16]. 33% пергидроль – стерильді апекстердің 63% тіршілікке бейімділігімен ерекшеленетін тиімді зарарсыздандырушы агент болып табылады. Сондай-ақ 6% хлоргексединді қолдану култураға енгізілген экспланттардың 51,9% өміршеңдігін қамтамасыз етеді [17].

Меристемаларды *in vitro* културасына енгізу үшін стерилизация кезеңдері, өсу реттегіштерін (мысалы, 6-бензиламинопурин, кинетин) оңтайлы таңдау және фенолдардың тотығуын төмендететін заттарды, мысалы, аскорбин қышқылы немесе поливинилпирролидон қосу маңызды [1, 5, 6]. Апикальды меристемалар құлпынайды *in vitro* өсіруде негізгі рөл атқарады, өйткені олар вируссыз және генетикалық тұрақты өсімдіктер алуға мүмкіндік береді. Апикальды меристемаларды бастапқы материал ретінде қолдану жоғары регенерациялық қабілеттілік пен соматоклональдық өзгерістердің ең төменгі деңгейін қамтамасыз етеді, бұл сорттық белгілерді сақтау және коммерциялық көбейту үшін өте маңызды [18,19]. Меристемалық култура вирустар мен фитоплазмаларды жою үшін де тиімді, бұл отырғызу материалының сапасын молекулалық бақылау әдістерімен дәлелденген [20, 21, 22]. Меристема мөлшері тіршілікке бейімділікке және сауықтыру тиімділігіне әсер етеді: оңтайлысы – 0,2–0,3 мм көлеміндегі фрагменттер болып саналады [10]. Қоректік ортаға аминқышқылдар мен дәрумендерді қосу регенерацияны қосымша арттырып, тіндердің тотығуын азайтады. Осылайша, апикальды меристемалар *in vitro* културасында құлпынайдың сау, біртекті және сапалы өсімдіктерін жаппай алу үшін сенімді құрал [20,21,22].

Осы зерттеудің мақсаты – *in vitro* културасына енгізу әдістерін оңтайландыру, зарарсыздандырушы агенттерді іріктеу және экспланттарды қоректік ортаға отырғызу болды. Қазақстанда құлпынайды микроклональды көбейту кезінде қоректік ортаны жетілдіруге бағытталған зерттеулер жүргізілді. Бұл зерттеулердің нәтижесіне сәйкес, жеміс-жидек дақылдарын микрокөбейту

үшін химиялық құрамдары модификацияланған Мурасиге-Скуга ортасын қолдану ұсынылады [23]. Мурасиге-Скуга ортасы өсу гормондары – 6-бензиладенин (БА), нафталинсірке қышқылы (НАА), индол-3-май қышқылы (ИМК) қосылған түрде құлпынайды микрокөбейту, өркендердің пролиферациясы және өртүрлі құлпынай сорттарының тамырлануы үшін жиі қолданылады [3,10, 23].

Зерттеу материалдары мен әдістері

2.1 Зерттеу нысандары сипаттамасы

Зерттеу нысандары ірі жемісті құлпынай сорттары болды: Федерика, Сан-Андреас, Брин (итальяндық және калифорниялық селекционерлер шығарған). Зерттелген сорттар шаруашылыққа маңызды белгілерінің жоғары көрсеткіштерімен сипатталады және Қазақстандағы көшет өсірушілер арасында кеңінен қолданылады.

Федерика (Federica) сорты – жоғары тауарлық және дәмдік қасиеттерге, жақсы сақталғыштыққа және ауруларға төзімділікке ие болашаққа үміт артатын ремонтантты бақша құлпынайының сорты. Ұзақ жеміс беру кезеңі мен жидектердің тұрақты жоғары сапасына байланысты бұл сорт коммерциялық өндіріс үшін ерекше қызығушылық тудырады. Жидектерінің орташа салмағы – 35 г, әдемі конус тәрізді пішінді, тәтті, целлюлозасы жеткілікті тығыз әрі шырынды. Бір түптен алынатын өнім 700–1000 г.

Сан-Андреас (*San-Andreas*) сорты – Калифорния селекционерлерінің сорты. Сан-Андреас (*San Andreas*) – жоғары өнімді, бейтарап күн ұзақтығына жауап беретін бақша құлпынайының сорты (*Fragaria × ananassa*), АҚШ-тың Калифорния университетінде (UC Davis) шығарылған. Жидектері ірі (25–35 г), ұзынша-конусты пішінді, тығыз, біркелкі қызыл түсті және жақсы дәмдік қасиеттерге ие. Тамыр жүйесі мен жапырақ ауруларына жоғары төзімділігімен ерекшеленеді, тасымалдауға шыдамды және қарқынды өсіру технологияларына, оның ішінде гидропоника мен субстраттық жүйелерге қолайлы.

Брин сорты (*Brin*) – италиялық селекцияға жататын қазіргі заманғы бейтарап күн ұзақтығына бейімделген бақша құлпынайының сорты (*Fragaria × ananassa* Duch.) жабық және ашық топырақ жағдайында жыл бойы өсіруге арналған. Жидектері ірі (орташа салмағы 25–30 г), біртекті, ұзынша-конус тәрізді пішінді, ашық қызыл түсті, жылтырлығымен ерекшеленеді, целлюлозасы тығыз, шырынды және үйлесімді

дәмге ие. Бұл сорт тасымалдауға және сақтауға төзімділігімен ерекшеленеді, (*Botrytis cinerea* және *Oidium fragariae*) секілді негізгі саңырауқұлақ ауруларына төзімді және қарқынды өсіруге, оның ішінде жылыжайлық және тік жүйелерге жақсы бейімделген.

2.2 Экспланттарды зарарсыздандыру

Зерттеу жұмысы М.Ә.Айтхожин атындағы молекулалық биология және биохимия ғылыми-зерттеу институтының молекулалық генетика және биотехнология зертханасында жүргізілді. Эксплант ретінде қысқы кезеңде (желтоқсан айында) оқшауланған апикальды меристемалар қолданылды.

Стерилизация келесі схема бойынша кезең-кезеңімен жүргізілді:

1. Ағынды суда жуу – 30 минут
2. Сілтілі (сабынды) ерітіндіде жуу – 30 минут
3. Сутегі тотығымен өңдеу – 5 минут
4. Автоклавталған суда жуу – 10 минут
5. Негізгі зарарсыздандырғышпен өңдеу – 3–9 минут

Автоклавталған суда үш мәрте жуу – әрқайсысы 10 минуттан. Негізгі зарарсыздандырғыш ретінде келесі заттар қолданылды: 0,1% сынап хлориді (HgCl_2), су негізіндегі ағартқыш зат – натрий гипохлориді («Белизна») 1:4 концентрациясында, және 12% сутегі тотығы (H_2O_2) өртүрлі өңдеу уақытымен.

In vitro культурасына енгізу кезеңінде фитогормондардың өртүрлі комбинациясы қосылған Мурасиге–Скуга (МС) ортасы қолданылды. Ортаның құрамына БАП (6-бензиламинопурин) 0,2, 0,4 және 0,5 мг/л концентрацияларында, кинетин 0,5 мг/л және гиббереллин 0,5 мг/л қосылды. Көміртек көзі ретінде 30 г/л концентрациясында сахароза қолданылды. Жартылай қатты қоректік орта алу үшін 6–8 г/л мөлшерінде агар-агар пайдаланылды.

Қоректік орталар ыдыстарға құйылып, автоклавта +120°C температурада және 0,8–1 атм қысымда 30 минут бойы стерилденді. Культивирленген өсімдіктер 24°C температурада, жарықтандыру деңгейі 25 мкмоль, 16 сағаттық фотопериодта жарықтық өсіру бөлмесіне орналастырылды.[23]

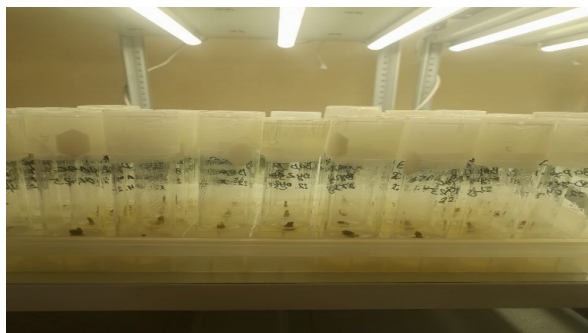
Тәжірибелер үш мәрте қайталанып орындалды. Алынған деректердің статистикалық өңдеуі мен талдауы Microsoft Excel бағдарламасын пайдаланылып жүргізілді. Зерттеу нәтижелері орташа мәндер түрінде және олардың стандартты қателіктерімен бірге ұсынылды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Өсімдіктерді *in vitro* культурасына тиімді енгізуге стерилизация әдісі, оқшаулау уақыты мен экспланттың физиологиялық күйі, сорттың генетикалық ерекшеліктері, ауа райы жағдайлары және өсімдіктің жалпы денсаулығы әсер етеді. Зерттеушілердің пікірінше, экспланттың тіршілікке бейімділігіне стерилизация агенті мен қоректік орта да әсер етеді. Олардың зерттеулері бойынша, 1% күміс нитратымен стерилизациялау және меристеманы құрамында 1 мг/л БАП бар қоректік ортаға отырғызу жақсы нәтижелер көрсетті [23]. Ғалымдардың зерттеулеріне сәйкес, құлпынайды *in vitro* культурасына енгізу кезінде

белсенді өсу фазасында (маусым айында) оқшаулау және 0,1% сулемамен стерилизациялау (64,7–71,7%) өміршең экспланттардың ең жоғары шығымын қамтамасыз етті [24].

Құлпынай экспланттарын зарарсыздандырудың оңтайлы әдісін таңдау үш түрлі нұсқада жүргізілді. Бұл нұсқаларда стерильдеуші агенттер ретінде 0,1% сулема, натрий гипохлориті, сутегі асқын тотығы және олардың әртүрлі концентрациялары, сондай-ақ зарарсыздандыру кезеңдерінің ұзақтығы қарастырылды. Әрбір нұсқада алғашқы кезең сабынды ерітіндіде жуу болды (1-сурет, А). Зарарсыздандырылған экспланттар МС қоректің ортаға енгізілді (1-сурет, Б).



А



Б

1-сурет – Экспланттарды дайындау және қоректік ортаға енгізу
А – зарарсыздандыру кезеңі, Б – енгізілген экспланттар

Құлпынай экспланттарын зарарсыздандырудың оңтайлы әдісін таңдау үш нұсқада жүргізілді:

1-нұсқа – экспланттарды 3% сутегі тотығы ерітіндісімен 5 минут өңдеу, кейін 5 минут бойы автоклавталған сумен жуу, содан кейін экспланттарды 0,1% HgCl_2 ерітіндісімен әртүрлі өңдеу уақытында (3, 4, 5 минут) зарарсыздандыру.

2-нұсқа – экспланттарды 3% сутегі тотығы ерітіндісімен 5 минут өңдеу, кейін 5 минут автоклавталған сумен жуу, содан кейін экспланттарды натрий гипохлоритімен әртүрлі экспозиция уақыттарында (3, 4, 5 минут) өңдеу.

3-нұсқа – экспланттарды 3% сутегі тотығы ерітіндісімен 5 минут өңдеу, кейін 5 минут автоклавталған сумен жуу, содан кейін 12% сутегі тотығы ерітіндісімен әртүрлі экспозиция уақыттарында (5, 7, 9 минут) өңдеу.

Біздің зерттеулерімізде құлпынайдың апикальды меристемаларын *in vitro* культурасы-

на енгізу кезінде әртүрлі зарарсыздандырушы агенттердің тиімділігіне жүргізілген талдау нәтижесінде ең жоғары регенерация пайызы (85%) 0,1% HgCl_2 ерітіндісін 5 минут қолданғанда байқалды. (1-кесте) Алайда экспланттардың регенерация деңгейі жоғары болғанына қарамастан, некроз жиілігінің артуы (2 дана) да тіркелді, бұл препараттың ұзақ әсер ету жағдайында уыттылығын көрсетеді. 0,1% HgCl_2 ерітіндісін 4 минут қолданған нұсқада бұл жағдайда апикальды меристемалардың 75% регенерациясы қамтамасыз етілді, ал инфекцияланған (3 дана) және некрозға ұшыраған (2 дана) үлгілердің саны төмен деңгейде болды. Экспозиция уақытын 3 минутқа дейін қысқарту экспланттардың зарардану санының артуына (7 дана) әкеліп, регенерация тиімділігін 35%-ға дейін төмендетті. 1:4 қатынастағы («Белизна») натрий гипохлориді ерітіндісімен жүргізілген стерилизация тұрақсыз нәтижелер көрсетті: 3–4 минуттық экспозиция кезінде реге-

нерация 35%-дан 45%-ға дейін өзгеріп отырды. бұл ретте некроз деңгейі жоғары болды (12 дана-ға дейін). Экспозиция уақытын 5 минутқа дейін арттырғанда, некроз деңгейі жоғары болды (12 данаға дейін) экспланттар «Белизна» ағартқышының химиялық күйдіру әсерінен жойылып кетті. Сол сияқты, 12% сутегі тотығын (H_2O_2) әртүрлі экспозиция ұзақтығында қолдану реге-

нерацияның өте төмен көрсеткіштерін (25–35%) көрсетті, бұл бұл агенттің құлпынай апекстерін *in vitro* культурасына енгізуге жарамсыз екенін дәлелдейді. Зерттеу нәтижелері бойынша, 1-нұсқа стерилизация (0,1% $HgCl_2$, 5 минут экспозиция) оңтайлы болып танылып, құлпынай өсімдігінің экспланттарын әрі қарай зарарсыздандыру үшін қолданылды (1-кесте).

1 кесте – Құлпынай сорттарының апикальды меристемаларын залалсыздандыру

	Зарарсыздандырушы препараттар	Енгізілген апикальді меристемалар саны, дана	Залалданған, дана	Некроз, дана	Өңдеу уақыты, мин.	Регенерацияға қабілеттілері, дана	
						дана	%
1.	0,1% $HgCl_2$	20	9	4	3	7	35
2.	0,1% $HgCl_2$	20	3	2	4	15	75
3.	0,1% $HgCl_2$	20	1	2	5	17	85
4.	Натрий гипохлориті+ H_2O (1:4)	20	10	3	3	7	35
5.	Натрий гипохлориті + H_2O (1:4)	20	8	3	4	9	45
6.	Натрий гипохлориті + H_2O (1:4)	20	3	12	5	5	25
7.	12% H_2O_2	20	15	-	5	5	25
8.	12% H_2O_2	20	14	-	7	6	30
9.	12% H_2O_2	20	12	1	9	7	35

Әртүрлі құлпынай сорттарының апекстерінің регенерациялық қабілетін салыстырмалы талдау нәтижесінде ең жоғары регенерация Федерика сортында байқалды – 51% (35 апекстің 18-сі). Сан-Андреас сортында бұл көрсеткіш 40% (35-тен 14 апекс), ал Брин сорты ең төменгі регенерациялық қабілеттілікті көрсетті – 31% (35-тен

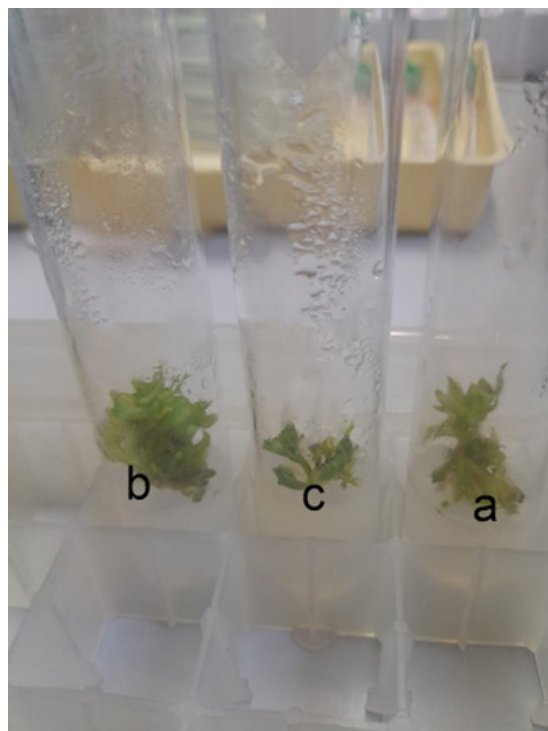
11 апекс). Осылайша, зерттелген сорттардың ішінде Федерика сорты *in vitro* культурасына енгізуге ең перспективті сорт ретінде ұсынылады. Зерттеу нәтижелері бойынша регенерацияланатын апекстердің жоғары пайызы Федерика сортында байқалды, ал ең төменгісі – Брин сортында тіркелді (2-кесте).

2 кесте – Құлпынайдың апикальды меристемаларын *in vitro* культурасына енгізу

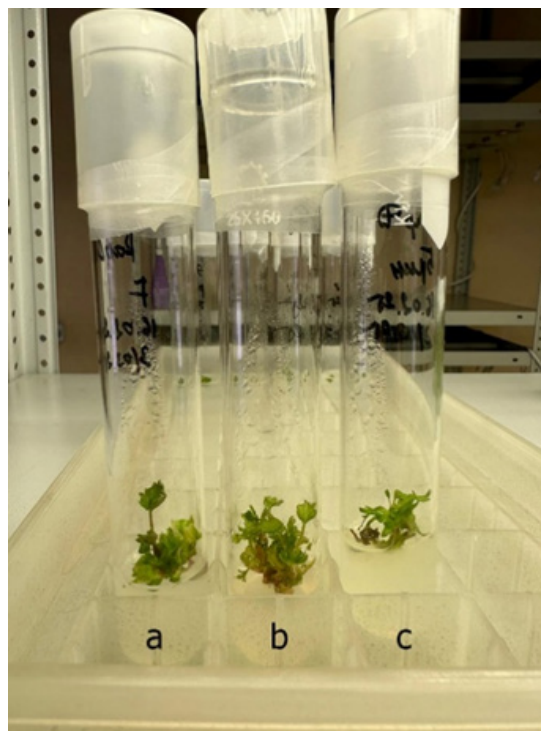
Құлпынай сорттары	Енгізілген экспланттар	Регенерация қабілеті	
		дана	%
Федерика	35	18	51
Сан -Андреас	35	14	40
Брин	35	11	31

Зерттеуіміздің келесі кезеңі *in vitro* жағдайында құлпынай өсімдігінің регенерациялық қабілетін анықтау болды. Басқа ғалымдардың зерттеулері бойынша 0,5 мг/л кинетин қосылған қоректік ортада өсірілген экспланттардан регенерацияланған өскіндер қосылмаған ортада өсірілген өскіндермен

салыстырғанда жоғары өсу көрсеткіштерін көрсетті. [25]. Біздің зерттеуімізде де кинетин қосылған орта жақсы нәтиже көрсетті. Құлпынай экспланттары фитогормондардың әртүрлі концентрациялары қосылған әмбебап Мурасиге–Скуга (МС) ортасында өсірілді (2-сурет).



А



Б

2 сурет – *In vitro* жағдайында құлпынай апикальды меристемаларының регенерациясының басталуы (А-4 аптадан кейінгі регенерация а-Сан-Андреас, в-Федерика, с-Брин; Б-6 аптадан кейінгі регенерация а-Сан-Андреас, в-Федерика, с-Брин)

Экспланттар қоректік ортаға енгізу үшін оптимальді қоректік орта таңдалды. Барлығы үш түрлі қоректік орта нұсқасы сынақтан өткізілді:

1-нұсқа: МС – 4,4 г/л, сахароза – 30 г/л, БАП (бензиламинопурин) – 0,5 мг/л, кинетин – 0,2 мг/л, ГҚ-0,5 мг/л, агар – 7 г/л, рН = 5,8

2-нұсқа: МС–4,4г/л, сахароза–30г/л, БАП–0,4 мг/л, ГҚ-0,3мг/л агар–7г/л, рН=5,8

3-нұсқа: МС–4,4 г/л, сахароза – 30г/л, БАП–0,2 мг/л, ГҚ- 0,3 мг/л, , агар –7г/л, рН=5,8

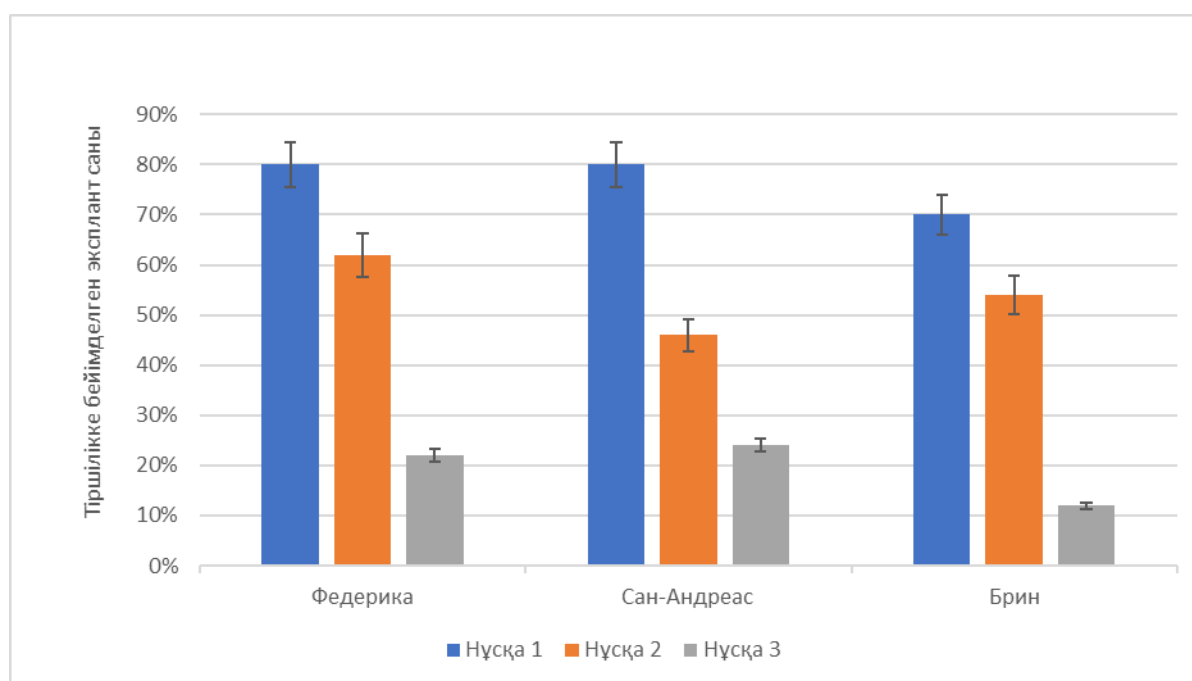
Белгілі болғандай, апикальды меристемалардың регенерациясы ең ерте мерзімде барлық сорттарда 0,5 мг/л БАП қосылған МС қоректік ортасында 9–10-шы тәулікте байқалды, ал екі нұсқада бүршіктердің алғашқы регенерациясы тек 14–16-шы тәулікте тіркелді. 3-кестеде келтірілген деректерге сәйкес, өсу реттеушілері құлпынай экспланттарының тіршілікке бейімділігіне едәуір әсер етеді. Бірінші нұсқада (Н-1) *in vitro* жағдайында «Федерика» және «Сан-Анд-

реас» сорттарының экспланттарының тіршілікке бейімділігі жоғары болды және тиісінше 80% және 70% (Брин сорты) құрады. Екінші нұсқада (Н-2) экспланттардың тіршілікке бейімділігі төмен болды: «Федерика» сорты – 62%, «Сан-Андреас» – 46%, «Брин» – 54%. Ал үшінші нұсқада (Н-3) қоректік ортада экспланттардың тіршілікке бейімділігі ең төмен көрсеткіш көрсетті: «Федерика» үшін – 22%, «Сан-Андреас» үшін – 24%, ал «Брин» сорты үшін – небәрі 12% (3-кесте).

Осылайша, зерттеу нәтижелері бойынша құлпынай экспланттарын *in vitro* культурасына енгізудің оңтайлы нұсқасы ретінде құрамында 0,5 мг/л БАП қосылған Мурасиге-Скуг (МС) қоректік ортасы анықталды. Осы ортада барлық сорттарда регенерация 9–10-шы күндері байқалды. Сонымен қатар, экспланттардың тіршілікке бейімділігі жоғары болып, зерттелген барлық сорттар үшін 70–80% аралығында болды (3-сурет).

3 кесте – Құлпынай өсімдіктері экспланттарының әртүрлі қоректік орталардағы тіршілікке бейімділігі

Сорт атауы	Экспланттардың өміршеңдігі, дана							
	Нұсқа – 1			Нұсқа – 2			Нұсқа – 3	
	Эксплант саны, дана	Тіршілікке бейімделген эксплант саны		Эксплант саны, дана	Тіршілікке бейімделген эксплант саны		Эксплант саны, дана	Тіршілікке бейімделген эксплант саны
		дана	%		дана	%		
Федерика	50	40	80±5,7	50	30	60±6,9	50	11
Сан-Андреас	50	40	80±5,7	50	24	48±7,07	50	12
Брин	50	35	70±6,5	50	27	54±7,05	50	6



3 сурет – Құлпынай өсімдіктерінің әртүрлі қоректік орталарда өсу динамикасы

Алынған нәтижелер *in vitro* культураның дағы сорттардың өзіндік ерекшеліктеріне, генотипіне және гормондар концентрациясына байланысты болатынын растады. *In vitro* культураның дағы өсімдіктердің регенерациялық қабілеті әртүрлі болғандықтан зерттелетін сорттар үшін тиімді қоректік ортаны таңдау жұмысы жүргізілді. Зерттеу нәтижелері бірінші нұсқа аталған үш сорт үшін тиімді екенін көрсетті.

Қорытынды

Өткізілген зерттеулер нәтижесінде әртүрлі стерильдеуші заттардың құлпынайдың *in vitro*

жағдайындағы пролиферациясына әртүрлі әсер ететіні анықталды. Ең тиімді стерильдеуші зат ретінде 0,1% сынап хлориді ($HgCl_2$) ерітіндісі 5 минуттық экспозициямен танылды. Бұл препарат жоғары стерильдік деңгейін көрсетіп, экспланттардың тіршілікке бейімділігі мен регенерациялық қабілетін арттырды – өңделген үлгілердің 85%-ына дейін өміршеңдік қабілеттері байқалды.

Зерттеу барысында қоректік орта құрамының әсері қарастырылып, 6-бензиламинопуриннің (БАП) 0,5 мг/л мөлшерде қосылуы экспланттардың тіршілікке бейімділігін жақсартып, морфогенез үдерістерін жеделдететі-

ні анықталды. Федерико, Сан-Андреас және Брин үш құлпынай сорттары үшін *in vitro* жағдайында экспланттарды өсіруге арналған оңтайлы қоректік орта болып, 0,5 мг/л БАП қосылған Мурасиге-Скуга (МС) ортасы танылды. Бұл ортада экспланттардың тіршілікке бейімділігі Федерико және Сан-Андреас сорттары үшін 80%, ал Брин сорты үшін 70% құрады. Мұндай БАП концентрациясы экспланттардың өсуі мен дамуы үшін қолайлы жағдай жасап, белсенді пролиферацияға және жаңа

өркендердің түзілуіне ықпал етті. Осылайша, стерилизация үшін 0,1% HgCl₂ (5 минут) ерітіндісін және қоректік ортада 0,5 мг/л БАП қосылуын қолдану құлпынайды *in vitro* жағдайында көбейтуге арналған ең тиімді протокол ретінде ұсынылады.

АЛҒЫС

Зерттеу BR28712245 бағдарламасы аясында жүргізілді.

Әдебиеттер

1. Nehra N.S., Kartha K.K., Stushnoff C., Giles K.L. Effect of *in vitro* Propagation Methods on Field Performance of Two Strawberry Cultivars // *Euphytica*. – 1994. – Vol.76.- No 1-2, – P.107-115.
2. Kulikov I.M. Innovative technologies of cultivation of strawberry // Moscow: Rosinformagrotech. (in Russian). – 2010. – P.88.
3. Hermendes-Martinez, N.B., Bianchard, C., Weles D., Salazan-Gultierrez, M.R. Текущее состояние и перспективы коммерческого производства клубники: обзор // *Sci. Hort.* – 2023. – Vol 312.
4. Barth E., E. Barth, J.T.V. de Resende, A.F.P. Moreira, K.H. Marigule, A.R. Zeist, M.B. Silva, G.C.G. Stulzer, J.G.M. Mafra, L.S.A. Gonçalves, S.R.Roberto, K. Youssef Selection of Experimental Hybrids of Strawberry Using Multivariate Analysis // *Agronomy*. – 2020. – Vol. 12. – No 4. – P.598.
5. Линник Т.А. Повышение эффективности способов размножения сортов земляники садовой (*Fragaria ananassa* Duch.), характеризующийся низкой усообразующей способностью // дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук (06.01.05). Линник Татьяна Александровна; ФГБНУ ВНИИО. – Москва. 2014. – С141.
6. Batukaev A.A., Kornatsky S.A. Garden Strawberry plants: From Test-Tubes to Plantation // *AgroSmart*.- 2019. – P.861.
7. Suleymanova, S.D. Microclonal propagation of fruit crops // *Wschodnioeuropean Czasopismo Naukowe*, Vol. 11. – No 2. – 2016.- P.47-54. (In Russian, English abstract).
8. Сингх, В., Банерджи, Д. и Тхакур, Р. Микроразмножение клубники обзор // *E3S Web of Conferences*. – 2023. – Vol 453. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345301019>
9. M. Parades, A. Lavin Massive Micropropagation of Chilean Strawberry // *HortScience HortSci*. – 2005. – Vol. 40. – No 6.- P. 16-46.
10. Valliath Sanjay Akash, Mondal Radhajogita. Micropropagation of Strawberry Crop (*Fragaria ananassa*):A Review. // *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*. – 2023. Vol. 38. – No 1.- p. 41-44.
11. Kryukov L., D.I. Vodolazhsky, R. Kamenetsky-Goldstein. Micropropagation of Grapevine and Strawberry from South Russia: Production and Genetic Uniformity. // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – No 2.- P 308.
12. Boxus P.H. The production of strawberry plants by *in vitro* micropropagation // *Journal of Horticultural Science*. 1974- Vol. 49. – No3. -P. 209–210.
13. Нери, Дж., Гоньяс, М., Уаман-Уаман, Э., Техада-Альваро, Дж., Мелендес-Мори, Дж., Вилька-Вальки, Н. и Олива, М. Оптимизированный протокол микроразмножения и акклиматизации клубники (*Fragaria × ananassa* Duch.) // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – No 4. – P 968, <https://doi.org/10.3390/agronomy12040968>.)
14. Мацнева О.В., Ташматова Л.В., Хромова Т.М., В. Шахов. Разработка протокола введения растений земляники в культуру *in vitro* // *Bulletin of Agrarian.- Science*. – 2020. Vol. 5. – No 86.- P. 45-50.
15. Хромова Т., Мацнева О. Оптимизация систем регенерации генотипов ягодных культур на этапе инициации *in vitro* // *BIO Web of Conferences*. – 2022 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224704004>.)
16. Tung H., Tran Thi Thuong, D.M. Cuong, Vu Quoc Luan, V. Hieu, Nguyen Ba Nam, H.T. Phuong, Dui Han The Vinh, H. Khai, D. Nhut. Silver nanoparticles improved explant disinfection, *in vitro* growth, runner formation and limited ethylene accumulation during micropropagation of strawberry // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 2021- Vol.145. – P. 393-403.
17. Маркова М.Г., Е.Н. Сомова. Оптимизация приёмов введения садовых растений в стерильную культуру *in vitro* // *Известия ТСХА*. – 2020. выпуск 4, – С. 71–81.
18. Хашеми-Петрудди С., Гасеми Ю. и Хагпана М. Выявление соматической изменчивости в растениях, регенерированных из различных тканей земляники (*Fragaria x ananassa*), с помощью маркера ISSR // *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding (IJGPB)*.-2018.-Vol7.-P.65-72. <https://doi.org/10.30479/IJGPB.2019.10481.1241>.
19. Ким, К., Наинг, А., Чунг, М., Парк, С. и Ким, С. Метод размножения *in vitro* для получения морфологически и генетически стабильных растений различных сортов клубники // *Plant Methods*, – 2019. – vol 15. <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0421-0>
20. Саршаева М., Ташкенбаева А., Билибаева А., Ирсалиева З. и Устемирова А. Технологические аспекты размножения органической клубники *in vitro* // *Журнал селекции и генетики САБРАО*. 2024.- Vol. 56, No 1 С. 246–257 <https://doi.org/10.54910/sabrao2024.56.1.22>

21. Кирос К., Берриос М., Карраско Б., Ретамалес Х., Калигари П. и Гарсия-Гонсалес Р. Культура меристем и последующее микроразмножение чилийской земляники (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.) // Биологические исследования. – 2017.-vol 50. P 20.<https://doi.org/10.1186/s40659-017-0125-8>.
22. Мокбель С. и Хедер А. Размножение растений клубники, свободных от фитоплазмы, в лабораторных условиях и молекулярная характеристика патогена // Ближневосточный журнал прикладных наук. 2020 – Vol. 10. – No 3. – (July–Sept 2020), С. 490–500. <https://doi.org/10.36632/mejas/2020.10.3.43>.
23. Дольгих С.Г. Технология производства безвирусного посадочного материала плодовых ягодных культур винограда. Алматы, 2020 – С. 90.
24. Matsneva O.V., Tashmatova L.V., Khromova T.M., Shakhov V.V. The introduction of strawberry varieties into in vitro culture // Pomiculture and small fruits culture in Russia. -2019.-Vol.56-P.28-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-56-28-34>
25. А. Х. Наинг, Си Хён Ким, М. Чун, Сун Ки Пак и Ч. Ким. Метод размножения *in vitro* для получения морфологически и генетически стабильных растений различных сортов клубники // Plant Methods. – 2019. – Vol 15. (. <https://doi.org/10.1186/s13007-019-0421-0>).

References

1. Barth E., Mihaljevic Z., Gvozdanovic-Varga J., Nikolic R. Selection of experimental hybrids of strawberry using multivariate analysis. *Agronomy*, 2020, vol. 10, no. 4, p. 598.
2. Batukaev A.A., Kornatsky S.A. Garden strawberry plants: From test-tubes to plantation. *AgroSmart*, 2019, p. 861.
3. Boxus P.H. The production of strawberry plants by in vitro micropropagation. *Journal of Horticultural Science*, 1974, vol. 49, no. 3, pp. 209–210.
4. Dolgikh S.G. Tekhnologiya proizvodstva bezvirusnogo posadochnogo materiala plodovykh yagodnykh kultur vinograda [Technology of virus-free planting material production of fruit and berry crops and grapes]. Almaty, 2020, 90 p.
5. Hermendes-Martinez N.B., Bianchard C., Weles D., Salazan-Gultierrez M.R. Tekushchee sostoyanie i perspektivy kommercheskogo proizvodstva klubniki: obzor [Current status and prospects of commercial strawberry production: A review]. *Scientia Horticulturae*, 2023, vol. 312
6. Khashemi-Petrudi S., Gasemi Yu., Khagpana M. Vyyavlenie somaklonal'noy izmenchivosti v rasteniyakh, regenerirovannykh iz razlichnykh tkanei zemlyaniki (*Fragaria × ananassa*), s pomoshch'yu markera ISSR [Detection of somaclonal variation in regenerated strawberry plants using ISSR markers]. *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2018, vol. 7, pp. 65–72.
7. Khromova T., Matsneva O. Optimizatsiya sistem regeneratsii genotipov yagodnykh kultur na etape initsializatsii *in vitro* [Optimization of regeneration systems for berry crop genotypes at in vitro initiation stage]. *BIO Web of Conferences*, 2022, vol. 47.
8. Kim K., Naing A., Chung M., Park S., Kim S. Metod razmnzheniya *in vitro* dlya polucheniya morfologicheskii i geneticheskii stabil'nykh rasteniy razlichnykh sortov klubniki [An in vitro propagation method to produce morphologically and genetically stable plants of various strawberry cultivars]. *Plant Methods*, 2019, vol. 15.
9. Kryukov L., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. Micropropagation of grapevine and strawberry from South Russia: Production and genetic uniformity. *Agronomy*, 2022, vol. 12, no. 2, p. 308.
10. Kulikov I.M. Innovatsionnye tekhnologii vozdeleyvaniya zemlyaniki [Innovative technologies of strawberry cultivation]. Moscow: Rosinformagrotech, 2010, 88 p.
11. Linnik T.A. Povishenie effektivnosti sposobov razmnzheniya sortov zemlyaniki sadovoy (*Fragaria × ananassa* Duch.), kharakterizuyushchikhsya nizkoy usobrazuyushchey sposobnostyu [Improving propagation methods for garden strawberry cultivars with low runner ability]. PhD Thesis. Moscow: VNIIO, 2014, 141 p.
12. Markova M.G., Somova E.N. Optimizatsiya priemov vvedeniya sadovykh rasteniy v steril'nyu kul'turu *in vitro* [Optimization of techniques for introducing garden plants into sterile in vitro culture]. *Izvestiya TSKhA*, 2020, no. 4.
13. Matsneva O.V., Tashmatova L.V., Khromova T.M., Shakhov V.V. The introduction of strawberry varieties into in vitro culture. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 2019, vol. 56, pp. 28–34.
14. Matsneva O.V., Tashmatova L.V., Khromova T.M., Shakhov V.V. Razrabotka protokola vvedeniya rasteniy zemlyaniki v kul'turu *in vitro* [Development of a protocol for introducing strawberry plants into in vitro culture]. *Bulletin of Agrarian Science*, 2020, vol. 5, no. 86, pp. 45–50.
15. Mokbel S., Kheder A. Razmnzhenie v laboratornykh usloviyakh rasteniy klubniki, svobodnykh ot fitoplazmy, i molekulyarnaya kharakteristika patogena [In vitro propagation of phytoplasma-free strawberry plants and molecular characterization of the pathogen]. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 2020, vol. 10, no. 3.
16. Naing A.Kh., Kim S.Kh., Chung M., Pak S.K., Kim Ch. Metod razmnzheniya *in vitro* dlya polucheniya morfologicheskii i geneticheskii stabil'nykh rasteniy razlichnykh sortov klubniki [An in vitro propagation method for obtaining morphologically and genetically stable plants of various strawberry cultivars]. *Plant Methods*, 2019, vol. 15.
17. Nehra N.S., Kartha K.K., Stushnoff C., Giles K.L. Effect of in vitro propagation methods on field performance of two strawberry cultivars. *Euphytica*, 1994, vol. 76, no. 1–2, pp. 107–115.
18. Neri J., Gonias M., Huaman-Huaman E., Tejeda-Alvarado J., Melendez-Mori J., Vilca-Valqui N., Oliva M. Optimizirovanny protokol mikrorazmnzheniya i akklimatizatsii klubniki (*Fragaria × ananassa* Duch.) sorta “Aromat” [Optimized protocol for micropropagation and acclimatization of the strawberry cultivar ‘Aromat’]. *Agronomy*, 2022. vol. 12, no.4, p. 968.
19. Parades M., Lavin A. Massive micropropagation of Chilean strawberry. *HortScience*, 2005, vol. 40, no. 6, p. 1646.

20. Retamales J., Caligari P., Berrios M., Carrasco B., Garcia-Gonzalez R., Quiros K. Kultura meristem i posleduyushchee mikroklonirovanie chiliyskoy zemlyaniki (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.) [Meristem culture and subsequent microcloning of Chilean strawberry]. *Biological Research*, 2017, vol. 50.
21. Sarschaeva M., Tashkenbaeva A., Bilibaeva A., Irsalieva Z., Ustemirova A. Tekhnologicheskie aspekty razmnzheniya organicheskoy klubniki in vitro [Technological aspects of organic strawberry in vitro propagation]. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 2024, vol. 56, no. 1, pp. 246–257.
22. Singh V., Banerjee D., Thakur R. Mikrorazmnzhenie klubniki: obzor [Micropropagation of strawberry: A review]. *E3S Web of Conferences*, 2023, vol. 453.
23. Suleymanova S.D. Mikroklonal'noe razmnzhenie plodovyykh kultur [Microclonal propagation of fruit crops]. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 2016, vol. 11, no. 2, pp. 47–54.
24. Tung H., Nguyen N., Binh N., et al. Silver nanoparticles improved explant disinfection, in vitro growth, runner formation and limited ethylene accumulation during micropropagation of strawberry. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 2021, vol. 145, pp. 393–403.
25. Valliath Sanjay Akash, Mondal Radhajogita. Micropropagation of strawberry crop (*Fragaria ananassa*): A review. *Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika*, 2023, vol. 38, no. 1, pp. 41–44.

Авторлар туралы мәлімет:

Динанова Нагима Керимбековна – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биотехнология кафедрасының PhD докторанты, М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының зертханашысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: njumad581@gmail.com).

Аубакирова Карлыгаш Пазилхаковна – PhD, қауымдастырылған профессор, М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының меңгерушісі, (Алматы, Қазақстан, e-mail: karla_78@mail.ru).

Рахатқызы Акбота – М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының кіші ғылыми қызметкері, (Алматы, Қазақстан, e-mail: akbotarahatkyzy1@gmail.com).

Ерболова Лаура Сериккановна – PhD, М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: yerbolova.laura7@gmail.com).

Бакытжанова Жибек Нурланқызы – М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының зертханашысы (Алматы, Қазақстан, e-mail: bakytzhanovazhibek@gmail.com).

Мария Георгиева – профессор, Мал шаруашылығы және егіншілік институты жидек дақылдарын микроклональді көбейту зертханасының меңгерушісі (Троян, Болгария, e-mail: mariageo@gmail.com).

Галиакпаров Нурбол Нурпатович – PhD, қауымдастырылған профессор М.А. Айтхожин атындағы Молекулалық биология және биохимия институтының биотехнология және молекулалық генетика зертханасының жетекші ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан, e-mail: nurbol.gal@gmail.com).

Information about the authors:

Dinanova Nagima Kerimbekovna – PhD doctoral student of the Department of Biotechnology, al-Farabi Kazakh National University; laboratory assistant of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: njumad581@gmail.com).

Aubakirova Karlygash Pazilkhakovna – PhD, associate professor, Head of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: karla_78@mail.ru).

Rahatkyzy Akbota – Junior Researcher of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: akbotarahatkyzy1@gmail.com).

Yerbolova Laura Serikkanovna – PhD, Senior Researcher of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: yerbolova.laura7@gmail.com).

Bakytzhanova Zhibek Nurlankyzy – Laboratory assistant of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bakytzhanovazhibek@gmail.com).

Maria Georgieva – Professor, Head of the Laboratory for Microclonal Propagation of Berry Crops, Institute of Animal Science and Agriculture (Troyan, Bulgaria, e-mail: mariageo@gmail.com).

Galiakparov Nurbol Nurpatovich – PhD, associate professor, Leading Researcher of the Laboratory of Biotechnology and Molecular Genetics, M.A. Aitkhozhin Institute of Molecular Biology and Biochemistry (Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurbol.gal@gmail.com).

Сведения об авторах:

Динанова Нагима Керимбековна – PhD-докторант кафедры биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби, лаборант лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: njumad581@gmail.com).

Аубакирова Карлығаш Пазылхаковна – PhD, асс. профессор, заведующая лабораторией биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: karla_78@mail.ru).

Рахатқызы Акбота – младший научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: akbotarahatkyzy1@gmail.com).

Ерболова Лаура Сериккановна – PhD, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: yerbolova.laura7@gmail.com).

Бакытжанова Жибек Нурланқызы – лаборант лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики, Институт молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: bakytzhanovazhibek@gmail.com).

Мария Георгиева – профессор, заведующая лабораторией микрклонального размножения ягодных культур Института животноводства и земледелия (Троян, Болгария, e-mail: mariageo@gmail.com).

Галиакпаров Нурбол Нурпатович – PhD, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики Института молекулярной биологии и биохимии имени М.А. Айтхожина (Алматы, Казахстан, e-mail: nurbol.gal@gmail.com).

Келін түсті: 18 тамыз 2025 жыл
Қабылданды: 20 қараша 2025 жыл