

Б.Р. Қали, А.О. Рахимжанова, Ш.А. Манабаева*

Ұлттық биотехнология орталығы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

*Байланыс үшін автор: manabaeva@biocenter.kz

Отандық картоп сұрыптарының тікелей емес регенерациясы

Аңдатпа. Мақалада зерттеу нысаны ретінде отандық картоп сұрыптарының үш түрі алынды: Ақсор, Тоқтар және Астаналық. Сұрыптар *in vitro* жағдайында каллусогенез үрдісі және тікелей емес регенерацияға қабілеті бойынша бағаланды. Осы жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде фитогормондардың әсері зерттелді. Тәжірибеміздің мақсаты картоп сұрыптарының каллусогенез және тікелей емес регенерация үрдісінің әртүрлі өсу реттегіштеріне тәуелділігін зерттеу болды. Зерттеу нәтижесінде сабақ экспланттарынан каллус түзілу қарқындылығы құрамында 2,0 мг/л БАП және 3,0 мг/л НСК бар МСК II қоректік ортасы Ақсор (93%) және Тоқтар (87%) сұрыптары үшін тиімді екендігі анықталды, ал құрамында 4,0 мг/л БАП және 1,0 мг/л НСК бар МСК V нұсқасы Астаналық (82,5%) сұрыпы үшін оңтайлы болғандығы анықталды. Регенерацияға арналған құрамында БАП 0,5 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГКЗ 2,0 мг/л бар МСР III қоректік ортасында регенерация жиілігі Ақсор және Тоқтар сұрыптарында 53,3% және 77,8% құрды. Астаналық сұрыпы құрамында ИСК 0,1 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГКЗ 10,0 мг/л бар МСР IV қоректік ортасында 60,9%-ке дейін регенерацияға қабілеттілігін көрсетті. Зерттеу нәтижесінде отандық картоп сұрыптарының тікелей емес регенерацияға жоғары қабілеттілігі анықталды.

Түйін сөздер: картоп, *in vitro*, эксплант, каллус, тікелей емес регенерация.

DOI: 10.32523/2616-7034-2022-139-2-61-69

Кіріспе

Картоп (*Solanum tuberosum* L.) – алқа тұқымдасына жататын, әлем тұрғындарын тамақтандыруға қабілетті, адамзат тұтынуы үшін әлемдік өндірісте бидай мен күріш және жүгеріден асып түсетін дақыл. Картоптың Отаны – Оңтүстік және Орталық Американың таулы аймақтары. Радиоактивті көміртекті қолдануда жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, картоп кемінде 8000 жыл бұрын Оңтүстік - Шығыс Перу мен Боливияның солтүстік - батысындағы таулы жерлерде өсірілген [1]. Қазақстанға Еуропадан әкелінген және қазіргі кезде республиканың барлық аумақтарында өсіріледі. Қазақстанда 2020 жылғы статистикалық деректерде орташа есеппен алғанда халықтың жан басына шаққандағы картопты тұтынуы – 4,2 кг құрған және ең көп тұтынатын аумақ Қарағанды облысы, ал ең аз тұтынатын аумақ Қызылорда облысы екендігі анықталған.[<https://www.stat.gov.kz>]

Картоптың тұқымдық өндірісінде биотехнологияның қазіргі әдістерін қолдану маңызды. Өсімдік ұштары (апекс) және клонды микрокөбейтуді қолданып сауықтырылған өсімдік материалын алу биотехнологиядағы тиімді әдістердің бірі. Вируссыз картоп көшеттерін алу үшін дүниежүзі елдері жасушалық дәстүрді дамытуда [2].

In vitro жағдайында өсірілетін жасушаларды пайдалану биотехнологияның дамуымен тығыз байланысты. *In vitro* жағдайында өсіру өсімдік жасушаларын табиғи биологиялық модель ретінде қолданып, өсімдіктер физиологиясы, биохимиясы және генетикасының бірқатар мәселелерін зерттеуге мүмкіндік береді. Қоректік ортаны таңдау өсімдік түріне және тәжірибенің мақсатына, ал фитогормондар әсер ету механизмiне байланысты іріктеп алынады. Өсімдік жасушалары, ұлпалары мен мүшелері өсуіне қоректік орта ғана емес, сонымен қатар сыртқы факторлар да әсер етеді. Өсімдік жасушаларын өсіру үшін қажетті жарықтың сапасы мен қарқындылығын

және қолайлы температураны анықтау қажет. *In vitro* жағдайында өсірген өсімдік жасушалары табиғи өсімдікке тән биосинтездік қасиетін сақтайды, сол себепті экономикалық маңызы бар заттарды өндіру үшін пайдалануға болады [3].

In vitro жағдайында өскін регенерациясы әр түрлі жасушалық және гендік инженерия тәжірибелерін сәтті жүзеге асырудың міндетті шарты болып табылады. Осыған байланысты өсімдік жасушаларының культурасында морфогенездің индукциясын зерттеуге әрқашан үлкен көңіл бөлінді. *In vitro*-да картоп ұлпасының регенерация үрдістері қоректік ортаның құрамына, өсімдіктің физиологиялық жағдайы, сұрыптық ерекшеліктері мен эксплант типіне байланысты [4]. Картоптан *in vitro* жағдайында регенерант-өсімдік алудың маңызы зор. Тәжірибелер отандық картоп сұрыптарының морфогенетикалық потенциалын зерттеу және *in vitro* жағдайында картоптың каллус жасушаларынан өскіндер алу үшін жасалды. Зерттеу нәтижесінің оңтайлы болуы жаңа технологияны, атап айтқанда, генді редакциялауға бағытталған жұмыстардың табысты болуына көмектеседі.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде отандық картоптың үш сұрыпы алынды: Ақсор, Тоқтар және Астаналық. Ақсор сұрыпы – Қазақ картоп және көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтында өсірілген. Сатылы, түрішілік будандастыру әдісімен алынған. 1988 жылы ҚР селекциялық жетістіктерінің мемлекеттік тізіміне енгізілген. Тоқтар сұрыпы – өнімі мол, ыстыққа және құрғақшылыққа, вирус пен саңырауқұлақ ауруларына төзімділігі жоғары. Астаналық сұрыпы – Қарасай сұрыпының клоны, құрғақ фузариоз шірігі мен вирустық ауруларға төзімді.

Біздің зерттеуімізде картоп сұрыптарының сабақ экспланттары қолданылды. Картоптың сабақ экспланттары картоп микроклондарынан 5-7 мм мөлшерінде дайындалды. Каллусогенез және тікелей емес регенерация үшін сабақ экспланттары құрамында әртүрлі мөлшерде ауксиндер: индолил-3-сірке қышқылы (ИСК), α -нафтил-1-сірке қышқылы (НСК), цитокининдер: транс-зеатин, бензиламинопурин (БАП), және гибберел қышқылы (ГҚз) мен сахарозасы бар дәруменді Мурасиге – Скут (МС) қоректік ортасы қолданылды. Көмірсу көзі ретінде құрамында 20 г/л және 30 г/л мөлшерде болатын сахароза мен құрамында глицин 2 мг/л, мио-инозитол 100 мг/л, никотин қышқылы 0,5 мг/л, пиридоксин гидрохлориді 0,5 мг/л, тиамин гидрохлориді 0,1 мг/л бар МС дәруменді ерітіндісі (M3900, Sigma) қолданылды.

Қоректік орта 121°C температурада залалсыздандырылды. Қоректік ортаның рН көрсеткіші 1М NaOH көмегімен 5,6–5,8 мөлшеріне дейін жеткізілді. Фитогормондар мен дәрумендер диаметрі 0,22 мкм болатын сүзгіш көмегімен зарарсыздандырылып, суыған қоректік ортаға қосылды. Картоптың сабақ экспланттары құрамында фитогелі бар МС қоректік ортасында Петри табақшасында өсірілді. Экспланттар 26-28°C температурада және 16 сағаттық фотопериод жарықта өсірілді. Каллусогенез үрдісін қоздыру үшін құрамында фитогормондар БАП және НСК (1,0 мг/л, 2,0 мг/л, 2,5 мг/л, 3,0 мг/л және 4,0 мг/л) бар МС қоректік ортасының 5 нұсқасы және тікелей емес регенерация үшін құрамында БАП (0,1 мг/л, 0,5 мг/л, 1,0 мг/л), ГҚз (1,0 мг/л, 2,0 мг/л, 3,0 мг/л, 10 мг/л) және транс-зеатин 1,0 мг/л бар МС қоректік ортасының 4 нұсқасы дайындалды (кесте 1).

Картоптың каллусогенез және тікелей емес регенерацияға арналған қоректік орта нұсқалары

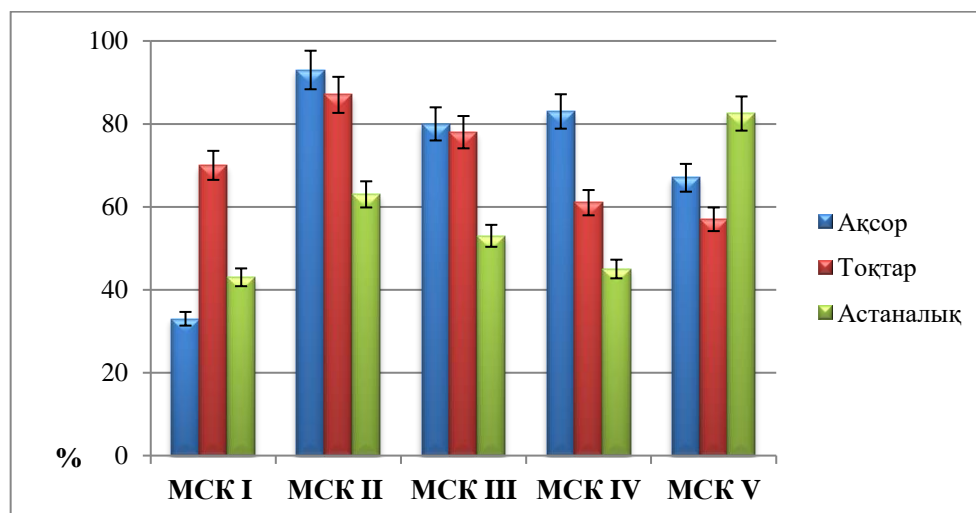
№	Фитогормондар атауы, мг/л	Каллусогенез					Регенерация			
		МСК I	МСК II	МСК III	МСК IV	МСК V	МСР I	МСР II	МСР III	МСР IV
1	БАП	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0	1,0	0,1	0,5	–
2	НСҚ	4,0	3,0	2,5	2,0	1,0	–	–	–	–
3	Транс-зеатин	–	–	–	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0
4	ГК ₃	–	–	–	–	–	1,0	3,0	2,0	10,0
5	ИСҚ	–	–	–	–	–	–	–	–	0,1

Каллусогенез үрдісі үшін сабақ экспланттары МС қоректік ортасының 5 нұсқасында өсірілді және 4 апталық экспланттар жаңа қоректік ортаға көшірілді. Картоп экспланттары екі пассаж жаңартылып қоректік ортаға көшірілген соң, пайда болған каллус жасушасы тікелей емес регенерацияға арналған қоректік ортаға салынды. МСР қоректік ортасына көшірілген каллус ұлпалары 4 аптада көшіріліп отырды және пайда болған жас өскіндер тамырланған өсімдік-регенеранттар алу үшін пробиркаларға көшірілді.

Зерттеу нәтижелері және талдау

Өсірілетін каллус ұлпасының морфологиялық-генетикалық қабілеті эксплант алынған ортаға, оның физиологиялық жасына, көлеміне, анатомиялық және морфологиялық ерекшеліктеріне байланысты екені белгілі. Қоректік ортаны таңдау морфогендік құрылымдардың шығу жиілігін және регенерацияны арттырудың маңызды элементтерінің бірі. Дәрумендер мен фитогормондар өсімдіктердегі қоректік ортаның қажетті құрамдас бөлігі болып табылады.

Каллусогенез. Зерттеліп отырған картоп сұрыптарының сабақ экспланттарынан каллус түзу 4-ші аптадан бастап бақыланды. Осы қоректік ортаға екі рет көшіру арқылы каллус көлемі арттырылды. Көбейтілген каллус ұлпалары регенерацияға арналған қоректік ортаға көшірілді. Каллусогенез үрдісі барысында картоп сұрыптарының айырмашылықтары әсері төмендегі 1-суретте көрсетілген.

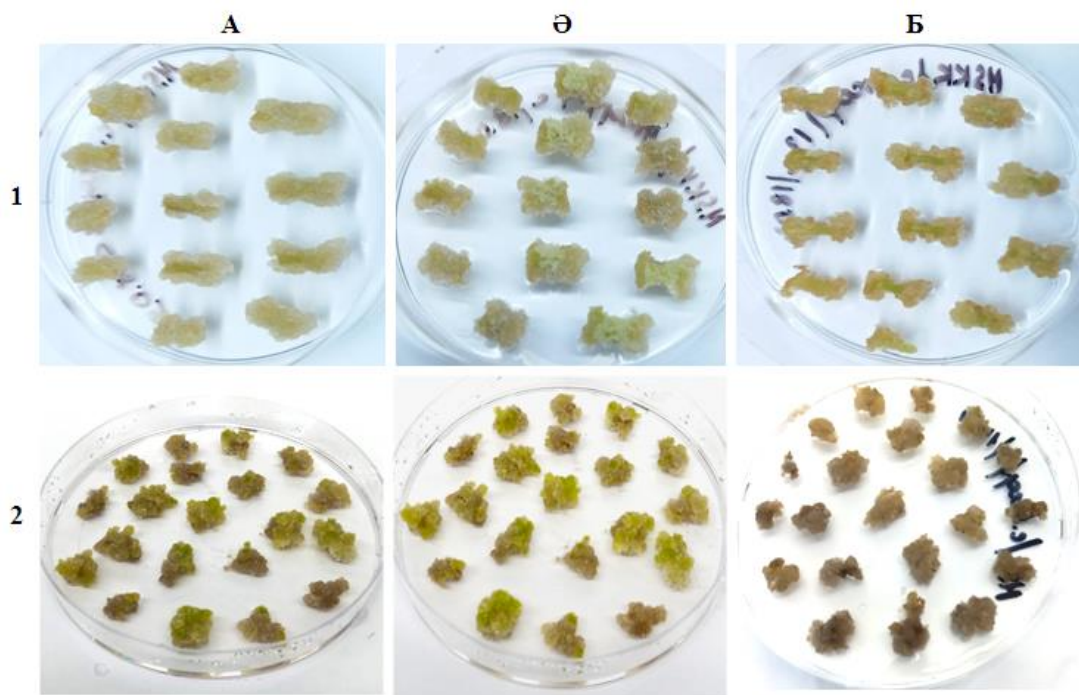


Сурет 1. Отандық картоп сұрыптарының каллус түзу қарқындылығы (%)

Зерттеулер нәтижесінде, картоптың сабақ экспланттары қоректік ортаның әр түрлі нұсқаларында фитогормондардың әсері бойынша, каллустық массаның ұлғаюы мен бөлінуіне байланысты бағаланды. Біздің зерттеуімізде каллус түзілу қарқындылығы бойынша құрамында 2,0 мг/л БАП және 3,0 мг/л НСҚ бар МСК II қоректік ортасында Ақсор сұрыпы 93% және Тоқтар сұрыпы 87% көрсеткішке ие болды. Құрамында 4,0 мг/л БАП және 1,0 мг/л НСҚ бар МСК V нұсқасында Астаналық сұрыпы 82,5% болса, Тоқтар сұрыпы ең төмен нәтиже көрсетті (57%). Ақсор және Астаналық сұрыптары үшін төмен көрсеткіш құрамында БАП 1,0 мг/л және НСҚ 4,0 мг/л бар қоректік ортаның МСК I нұсқасында сәйкесінше 33% және 43% болды.

Әдебиет көздеріне сүйенсек, каллустың жоғары деңгейі 2,5 мг/л НСҚ және 2,0 мг/л БАП қоректік ортасында 95%, регенерацияның ең жоғары көрсеткіші 80% тең болған [5]. Gudiene сұрыпы үшін 1,5 мг/л БАП және 3,0 мг/л НСҚ бар орта, ал Belete сұрыпы үшін 1,0 мг/л БАП және 2,0 мг/л НСҚ бар жасанды қоректік орта оңтайлы әсер еткен [6].

Жүргізілген зерттеу жұмысы барысында каллустың түсі, құрылымы мен формасы бастапқы эксплант пен фитогормондар концентрациясына байланысты болатыны анықталды. Каллустық ұлпалар өсу қарқындылығымен, түсімен, жарықта жасыл түске ие болу қабілетімен және морфогендік белсенділігімен ерекшеленді. Мысалы, Ақсор және Тоқтар сұрыптарының сабақ экспланттарынан алынған каллус ұлпалары борпылдақ, сулы консистенцияда және ақшыл сары, жасыл және қоңыр түстермен ерекшеленді. Астаналық сұрыпынан алынған каллус ұлпалары әлсіз борпылдақ күйде сарғыш және қоңыр түсті болды. Екінші суретте қоректік ортаның бес нұсқасында зерттеліп отырған картоп сұрыптарының каллус түзу үрдісі көрсетілген (2 сурет).



Сурет 2. Картоп сұрыптарының сабақ экспланттарынан каллус түзілу үрдісі:
Бір айлық картоптың сабақ экспланттары (1) және картоптың каллус ұлпасының түрлері (2)
А – Ақсор сұрыпы, Ә – Тоқтар сұрыпы, Б – Астаналық сұрыпы

Тікелей емес регенерация. Картоп өсімдіктерін каллустық ұлпадан қалпына келтіруге болатыны белгілі. Мақалада картоптың каллус ұлпаларынан регенерант-өсімдік алу картоп экспланттарының өсу жағдайлары мен өсу реттегіштерінің каллусогенезге оңтайлы комбинациясын анықтаған соң жүзеге асырылды. *In vitro* жағдайында каллус түріне байланысты,

борпылдақ морфогенді емес ұлпадан регенерант-өсімдік алу мүмкін емес. Дегенмен борпылдақ және сулы консистенциядағы каллустарды регенерацияға арналған қоректік ортаға көшіре отырып, тығыз морфогенді каллус алынды. Тығыз түйіршікті морфогенді каллус ұлпалары өсімдік өскіншелерін индукциялайды. регенеранттар бастамасы болып табылады. *In vitro* жағдайында каллус түзуге барлық өсімдік өкілдері қабілетті. Жоғарыда каллусогенез үрдісі арқылы алынған картоптың каллус ұлпалары регенерацияға арналған МСР қоректік ортасының төрт түрлі нұсқасына көшірілді. Зерттеу нәтижелері 2-кестеде және 3-суретте көрсетілген.

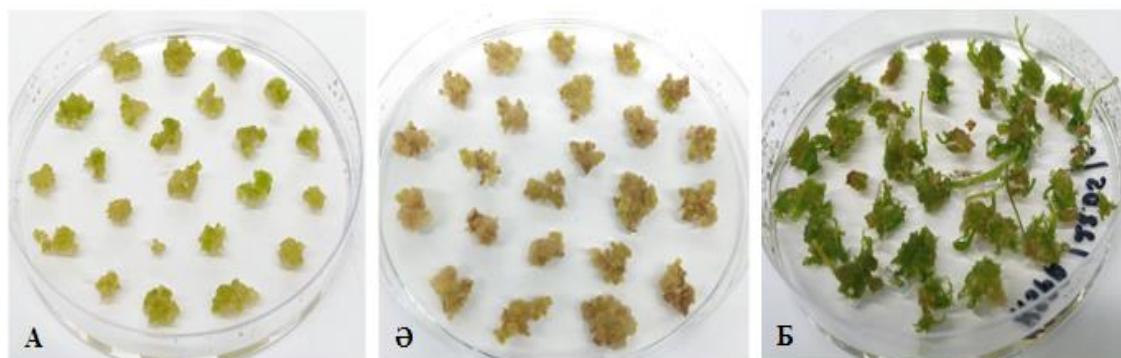
2 кесте

Картоп сұрыптарының регенерация жиілігі

Қоректік орта нұсқалары	Ақсор		Тоқтар		Астаналық	
	Каллус саны, дана	Реген. жиілігі, %	Каллус саны, дана	Реген. жиілігі, %	Каллус саны, дана	Реген. жиілігі, %
МСР I	78	37,1 ± 2,07	48	62,5 ± 2,81	47	34,0 ± 1,82
МСР II	37	29,9 ± 3,69	47	38,3 ± 2,01	35	22,9 ± 3,22
МСР III	45	53,3 ± 3,12	72	77,8 ± 2,37	51	43,1 ± 1,84
МСР IV	43	48,8 ± 2,18	20	45,0 ± 2,19	23	60,9 ± 1,77

Регенерацияға арналған құрамында БАП 0,5 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГҚз 2,0 мг/л бар МСР III қоректік ортасында регенерация жиілігі Ақсор және Тоқтар сұрыптарында 53,3% және 77,8% құрды. Астаналық сұрыпы құрамында ИСК 0,1 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГҚз 10,0 мг/л бар МСР IV қоректік ортасында 60,9% көрсеткішке ие болды. Ең төменгі нәтижені регенерацияға арналған құрамында БАП 0,1 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГҚз 3,0 мг/л бар қоректік ортаның МСР II нұсқасы Ақсор (29,9%), Тоқтар (38,3%), Астаналық (22,9%) көрсетті.

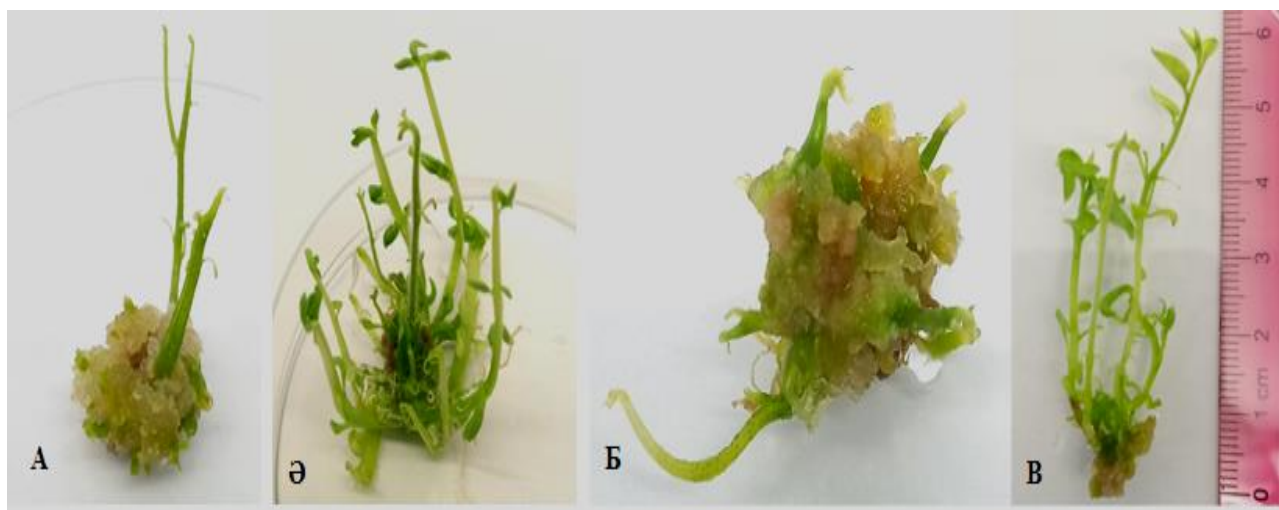
Кейбір талдау жасалынған ғылыми мақалаларда көрсетілген мәліметтер бойынша, МС қоректік ортасында БАП 3,0 мг/л және НСК 2,0 мг/л қанықпалары картоп экспланттарынан каллус түзу жиілігі 87,5%, ал БАП 2,0 мг/л және ГҚз 0,25 мг/л комбинациясында 90% регенерациялық қабілетіне ие болған [7]. Kufri Juoti сұрыпының жапырақ және сабақ экспланттары құрамында БАП 4,0 мг/л және НСК 1,0 мг/л бар қоректік ортасында каллус түзілу жиілігі 100% құрған. Каллустың тікелей емес регенерациясын индукциялау үшін құрамында БАП 5,0 мг/л және ГҚз 1,0 мг/л бар МС ортасына көшіріліп, нәтижесінде (80,09%) тікелей емес регенерацияға қол жеткізген [8]. Жоғарыда келтірілген нәтижелер Дакка және т.б. тұжырымымен [9] расталып, каллустың өскін индукциясы үшін БАП және ГҚз комбинациясы қажет екендігі анықталған.



Сурет 3. Тоқтар сұрыпының тікелей емес регенерациясы:

1 айдан кейінгі (А) және 2 айдан кейінгі (Ә) каллус ұлпалары, Б – 3 айдан соң каллустардан пайда болған регенеранттар

Біздің зерттеу жұмысымыздың нәтижесінде, каллус ұлпасынан регенерация үрдісін қоздыруда қоректік ортаның нұсқасына байланысты 1-ден 23-ке дейін регенеранттар алынды. Мысалы, Ақсор сұрыпында 27 каллустан 42 регенерант-өсімдік, Тоқтар сұрыпында 51 каллустан 166 регенерант-өсімдік, Астаналық сұрыпында 23 каллустан 59 регенерант-өсімдік алынды. Бір каллустан алынған регенеранттар 4-суретте және 3-кестеде көрсетілген.



Сурет 4. Тікелей емес регенерация: А – Ақсор, Ә – Тоқтар және Б – Астаналық сұрыптарының бір каллустан шыққан регенеранттар көрінісі, В – Тоқтар сұрыпынан алынған 1 айлық регенерант-өсімдік

3 кесте

Отандық картоп сұрыптарының морфогенезі

Сұрып атауы	Каллус жалпы саны, дана	Морфогенді каллус жиілігі, %	Өсімдік регенерант алынған каллус жиілігі, %	Бір каллустан шыққан регенеранттың орта саны, дана
Ақсор	203	41,8 ± 2,75	31,7 ± 2,41	1,55
Тоқтар	187	60,4 ± 1,56	45,1 ± 1,91	3,25
Астаналық	136	44,1 ± 2,04	38,3 ± 1,56	2,57

Зерттеу нәтижесінде, морфогенді каллус түзу жиілігі (60,4%) мен бір каллустан шыққан регенеранттардың орта саны (3,25) бойынша ең жоғары көрсеткіш Тоқтар сұрыпында болғандығы анықталды. Ақсор (41,8%) және Астаналық (44,1%) сұрыптарында морфогенді каллус түзу жиілігі төмен нәтиже көрсетті, сәйкесінше бір каллустан алынған регенеранттар саны 1,55 және 2,57 болды. Тікелей емес регенерацияға қабілеттілігі Тоқтар (45,1%) сұрыпында Астаналық (38,3) және Ақсор (31,7) сұрыптарына қарағанда жоғары болды.

Қорытынды

In vitro жағдайында отандық картоп сұрыптарының каллусогенез және тікелей емес регенерацияға қабілеттілігі зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша, құрамында 2,0 мг/л БАП және 3,0 мг/л НСҚ бар қоректік ортаның екінші нұсқасы Ақсор және Тоқтар сұрыптары үшін, ал құрамында 4,0 мг/л БАП және 1,0 мг/л НСҚ бар қоректік ортаның бесінші нұсқасы Астаналық

сұрыпы үшін картоптың сабақ экспланттарының каллус түзу жиілігіне тиімді екені анықталды. Регенерацияға арналған құрамында БАП 0,5 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГҚз 2,0 мг/л бар қоректік ортаның үшінші нұсқасы Ақсор (53,3%) және Тоқтар (77,8%) сұрыптары үшін оңтайлы екені анықталды. Астаналық сұрыпы (60,9%) құрамында ИСҚ 0,1 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГҚз 10,0 мг/л бар қоректік ортаның төртінші нұсқасында жоғары көрсеткішке ие болды. Бір каллустан алынған регенеранттардың орта саны (3,25) және регенерацияға қабілеттілігі бойынша ең жоғары көрсеткіш Тоқтар (45,1%) сұрыпында анықталды. Зерттеуде қолданылған отандық картоп сұрыптарының каллус ұлпаларынан өскіндер алу биотехнологияның дамуына бағытталған гендік-инженерлік жұмыстардың табысты болуына көмектеседі.

Қаржыландыру. Бұл жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің гранттық қолдауымен жүзеге асырылды (грант нөмірі: AP09259964).

Әдебиеттер тізімі

1. Engel F. Exploration of the Chilca Canyon, Peru // *Current Anthropol.* – 1970. – Vol.11. – P.55-58.
2. Koleva G.L. Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum L.* // *Electronic Journal of Biology.* – 2012. – Vol. 8. – P. 45-49.
3. Валиханова Г.Ж. Биотехнология растений // Учебное пособие. — Павлодар: Кереку, 2009. – 272с.
4. Шарова А.П., Давыдова Ю.В. Мелик-Саркисов О.С. Морфогенетическая активность различных типов эксплантов картофеля в культуре *in vitro*// *Биотехнология.* – 1995. – №12. – С. 1518.
5. Yasmin S., Nasiruddin K.M., Begum R. and Talukder V. Regeneration and Establishment of Potato Plantlets Through Callus Formation with BAP and NAA // *Asian Journal of Plant Sciences.* – 2003. – Vol. 2. – P. 936-940.
6. Hajare S., Chauhan N. and Kassa G. Effect of Growth Regulators on *In Vitro* Micropropagation of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Gudiene and Belete Varieties from Ethiopia // *The Scientific World Journal.* – 2021. – Vol. 2021. – P. 1-8.
7. Kumlay A. and Ercisli S. Callus induction, shoot proliferation and root regeneration of potato (*Solanum tuberosum L.*) stem node and leaf explants under long-day conditions // *Biotechnology & Biotechnological Equipment.* – 2015. – Vol. 29. – P. 1075-1084.
8. Rawat T., Bendehakkalu K., and. Anil V. Direct and Indirect Regeneration of Potato Cultivar Kufri Jyoti // *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry.* – 2017. – Vol. 3. – P. 31-34.
9. Manisha D. and Tapan K.N. High efficiency macropropagation of potato (*Solanum tuberosum L.*) cv. Kufri Jyoti in Kumaun Hills // *Journal of Plant Breeding and Crop Science.* – 2015. – Vol. 7. – №7. – P. 203-210.

Б.Р. Қали, А.О. Рахимжанова, Ш.А. Манабаева

Национальный центр биотехнологии, Нур-Султан, Казахстан

Непрямая регенерация отечественных сортов картофеля

Аннотация. В статье в качестве объекта исследования были взяты три вида отечественных сортов картофеля: Ақсор, Тоқтар и Астаналық. Исследуемые сорта оценивались по тенденции каллусогенеза и способности к непрямой регенерации в условиях *in vitro*. В результате этих проведенных экспериментов было изучено действие фитогормонов. Целью нашего эксперимента было изучение зависимости процессов каллусогенеза и непрямой регенерации сортов картофеля

от различных регуляторов роста. В результате исследования было установлено, что интенсивность образования каллусов из стеблевых эксплантатов была эффективной для сортов Аксор (93%) и Тохтар (87%) в питательной среде МСК II, содержащей 2,0 мг/л БАП и 3,0 мг/л НУК, а вариант МСК V, содержащий 4,0 мг/л БАП и 1,0 мг/л НУК, был оптимальным для сорта Астаналык (82,5%). Частота регенерации в питательной среде МСР III, содержащей БАП 0,5 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГКз 2,0 мг/л, составила 53,3% и 77,8% в сортах Аксор и Токтар. У сорта Астаналык частота регенерации составила 60,9% в питательной среде МСР IV, содержащей ИУК 0,1 мг/л, транс-зеатин 1,0 мг/л, ГКз 10,0 мг/л. В результате исследований выявлена высокая способность отечественных сортов картофеля к регенерации через каллусогенез.

Ключевые слова: картофель, *in vitro*, эксплант, каллус, непрямая регенерация.

B.R. Kali, A.O. Rakhimzhanova, Sh.A. Manabayeva
National Center for Biotechnology, Nur-Sultan, Kazakhstan

Indirect regeneration of local potato varieties

Abstract. The study considers three local strains of potato such as Aksor, Tokhtar, Astanalyk. Strains were investigated on the tendency of callusogenesis and ability of indirect *in vitro* regeneration. As a result of the investigation, there was studied the function of phytohormones. The aim of the experiment was to study the dependence of the callus formation and indirect regeneration of potato strains from the growth regulators. It was identified that the intensity of the callus formation from the stem explants were effective for the Aksor (93%) and Tokhtar (87%) strains in MSK II growth medium, containing 2,0 mg/l BAP and 3,0 mg/l NAA, and variation MSK V, containing 4,0 mg/l BAP and 1,0 mg/l NAA, were optimal for the Astanalyk (82.5%) strain. Frequency of regeneration in MSR III growth medium, containing 0.5mg/l BAP, trans-zeatin 1.0 mg/l, GA3 2.0 mg/l, was 53,3% and 77,8% in Aksor and Tokhtar, respectively. Astanalyk strain showed 60,9% regeneration in MSR IV growth medium, containing IAA 0,1 mg/l, trans-zeatin 1.0 mg/l, GA3 10.0 mg/l. The study concluded that local potato strains have a high ability for callus formation and indirect regeneration.

Keywords: potatoes, *in vitro*, explants, callus, indirect regeneration.

References

1. Engel F. Exploration of the Chilca Canyon, Peru Current Anthropol., 11, 55-58 (1970).
2. Koleva G.L. Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum L.*, Electronic Journal of Biology, 8, 45-49 (2012).
3. Valihanova G.ZH. Biotekhnologiya rastenij [Biotechnology of plants], Uchebnoe posobie [Textbook]. (Pavlodar, Kereku, 2009, 272 p.). [in Russian]
4. SHarova A.P., Davydova YU.V. Melik-Sarkisov O.S. Morfogeneticheskaya aktivnost' razlichnyh tipov eksplantov kartofelya v kul'ture *in vitro* [Morphogenetic activity of various types of potato explants in *in vitro* culture], Biotekhnologiya [Biotechnology], 12, 1518 (1995). [in Russian]
5. Yasmin S., Nasiruddin K.M., Begum R. and Talukder V. Regeneration and Establishment of Potato Plantlets Through Callus Formation with BAP and NAA, Asian Journal of Plant Sciences, 2, 936-940 (2003).
6. Hajare S., Chauhan N. and Kassa G. Effect of Growth Regulators on *In Vitro* Micropropagation of Potato (*Solanum tuberosum L.*) Gudiene and Belete Varieties from Ethiopia, The Scientific World Journal, 2021, 1-8 (2021).
7. Kumlay A. and Ercisli S. Callus induction, shoot proliferation and root regeneration of potato (*Solanum tuberosum L.*) stem node and leaf explants under long-day conditions, Biotechnology & Biotechnological Equipment, 29, 1075-1084 (2015).

8. Rawat T., Bendehakalu K., and. Anil V. Direct and Indirect Regeneration of Potato Cultivar Kufri Jyoti, IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry, 3, 31-34 (2017).

9. Manisha D. and Tapan K.N. High efficiency macropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kufri Jyoti in Kumaun Hills, Journal of Plant Breeding and Crop Science, 7(7), 203-210 (2015).

Авторлар туралы мәлімет:

Қали Б.Р. – «Ұлттық биотехнология орталығы» Өсімдіктердің генетикалық инженериясы зертханасының кіші ғылыми қызметкері, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Рахимжанова А.О. – «Ұлттық биотехнология орталығы» Өсімдіктердің генетикалық инженериясы зертханасының ғылыми қызметкері, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Манабаева Ш.А. – Биология ғылымдарының кандидаты, «Ұлттық биотехнология орталығы» Өсімдіктердің генетикалық инженериясы зертханасының меңгерушісі, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті жалпы биология және геномика кафедрасының доценті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Kali B.R. – Junior researcher of the Plant Genetic Engineering laboratory in the National center for biotechnology, Master of Science, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Rakhimzhanova A.O. – Researcher of the Plant Genetic Engineering laboratory in the National center for biotechnology, Master of engineering and technology, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Manabayeva Sh.A. – Candidate of Biological Sciences, Head of the Plant Genetic Engineering laboratory in the National center for biotechnology, associate professor at the Department of General Biology and Genomics in the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.