

Б.Р. Қали^{1,2}, Л.С. Абеуова^{1,2}, А.Ө. Рахимжанова¹, Ш.А. Манабаева^{1,2}

¹ ҚР БҒМ ҒК «Ұлттық биотехнология орталығы» ШЖҚ РМК, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: manabaeva@biocenter.kz)

Картоп өсіндісі жасушаларының морфогенетикалық үрдістер ерекшеліктері

Аннотация: Регенерация үрдісін жоғарылату үшін *in vitro* жағдайында өсу реттегіштерінің оңтайлы комбинациясын таңдаудың маңызы зор. Мақалада зерттеу нысаны ретінде отандық картоптың екі сұрыпы алынды: Астаналық және Памятник Кунаева. Аталған сұрыптар *in vitro* жағдайында каллус түзу және регенерация қабілеті бойынша ерекшеленді. Зерттеу нәтижесінде, құрамында 10 мг/л гиббереллин, 1,0 мг/л транс-зеатин және 0,1 мг/л индолил сіркесу қышқылы қосылған қоректік орта тікелей регенерация үшін тиімді екендігі анықталды. Зерттелген сұрыптардың сабақ экспланттарынан каллус түзу қабілеттілігі құрамы 0,5 мг/л кинетин және 2,0 мг/л 2,4-Д бар және 2,0 мг/л кинетин және 1,0 мг/л 2,4-Д болатын МС қоректік орталарда 100% көрсеткішке ие болды. Сабақ экспланттарынан каллус түзілу жиілігі құрамында 0,5 мг/л БАП және 2,0 мг/л 2,4-Д бар МС қоректік ортада Памятник Кунаева мен Астаналық сұрыптары үшін сәйкесінше 68,0% және 43,0% көрсетті. Картоп түйнегінің түзілуіне құрамында 0,5 мг/л кинетин және 1,0 мг/л аскорбин қышқылы бар МС қоректік орта оңтайлы болды. Зерттеу нәтижесінде, Астаналық сұрыпының *in vitro* жағдайында жоғары регенерациялық қабілетілігі, микротүйнектер түзілуге арналған қоректік ортаның нұсқасы анықталды.

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

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2020-130-1-23-30>

Кіріспе. Картоп – азықтық мақсатта өсірілетін кең қолданыстағы ауыл шаруашылық дақылы. Картоп түйнегі құрамын 22% крахмал, 2% ақуыз, 1% қант және С, В1, В2, В6 дәрумендері қамтиды. Қазіргі таңда оқшауланған жасушалар мен ұлпаларды өсіру әдістерін қолдану – картопты генетикалық түрде жетілдіруде кеңінен қолданылады.

Биотехнологияның заманауи әдістерін пайдалану арқылы картоптың өнімділігін жоғарылату тиімді екені белгілі [1]. *In vitro* жағдайында картоп өсіндісінен жоғары нәтиже алу үшін өсудің тиімді реттегіштерін таңдау негізгі міндеттердің бірі болып саналады. Мәдени өсімдіктердің ішінде, картоп генетикалық бай ресурстарының болуымен және құнды белгілерінің жеңіл тұқым қуалауымен ерекшеленеді. Картоп өнімділігінің қарқындылығы өте жоғары. Картоп дақылының түйнектері спирт, крахмал-сірне және каучук өңдеу өнеркәсібі үшін шикізат болып табылады [2, 3,6].

In vitro жағдайында микроклоналды көбейту, каллус түзілу және морфогенездің молекулалық және жасушалық негіздерін зерттеу жоғары сатыдағы өсімдіктердің онтогенезінің заңдылықтарын түсіну үшін ғана емес, сонымен қатар өсімдіктердің клеткалық және гендік инженерия әдістерін табысты дамыту үшін де маңызды. Генетикалық тұрғыда өзгерген жасушадан пайда болған белгілерді ұрпағына беруге қабілетті өсімдік алу – жоғары өнімді және өнім сапасы бар абиотикалық стресс және патогендерге төзімділік белгілерін үйлестіретін өсімдіктердің жаңа нысандарын жасауға бағытталған жасушалық және гендік инженерия көмегімен мол табысқа жетуі мүмкін. Картоптың селекциялық үрдісін ұлпа өсіндісі әдістерінің көмегімен басқару, міндетті түрде микроклоналды көбеюін, индукция шарттарын және өсімдіктер ұлпаларының мамандануының үрдістерін қамтамасыз етуді көздейді.

Картоптың *in vitro* жағдайында регенерация үрдісі оның генотипіне тікелей тәуелді екені белгілі [4]. Картоп дақылын жетілдіруде *in vitro* жағдайында әртүрлі генотиптерді енгізу, өсімдіктерді аурулардан сауықтыру, микрокөбейту, орта мерзімді және ұзақ мерзімді криосақтау әдістерін қолдану кеңінен қолданылады [5].

Картоптың оқшауланған ұлпа өсіндісінде фитогормондар жасушаларды дифференциялау және жасушаның көбею процесін индукциялау үшін қажет. Өсу реттегіштерінің үш түрі бар, олар – ауксиндер, цитокининдер және гиббереллиндер. Тікелей және тікелей емес регенерация үшін қоректік орта құрамында цитокининдер мен ауксиндердің болуы өте маңызды. Транс-зеатин жақсы дамыған өскіндердің қалыптасуы, гиббереллин – жасуша бөлінуін белсендіру, кинетин – жасуша бөліну промоторы және өсуді реттеу, 2,4 D – каллус ұлпасының өсуін ынталандыру, БАП – жасушаның көбею үрдістері үшін қажет.

Онтогенездің әртүрлі кезеңдерінде өсімдіктерде түйнектің пайда болуы өсімдіктің морфологиялық, физиологиялық және биохимиялық өзгерістері нәтижесінде қалыптасатыны анық. Түйнектің пайда болу сатылары: түйін индукциясы және инициациясы, түйіндердің өсуі және оның бұтақтануы, жетілуі болып табылады [6].

Бұл процестердің негізгі шарттарының бірі – көмірсулар және гормоналдық факторлар, олар фотопериодты реакцияларға, биохимиялық процестер кешеніне әсер етеді. Түйнек түзілу алдында фотосинтетикалық белсенділіктің жоғарылауы, сабақтарда ассимиляттар қорының жинақталуы және түйнек түзілу бағытында көмірсулардың қарқынды тасымалдануы байқалады [7].

Картоп өсіндісін алуда экспланттың маңызы зор. Бұл жұмыстың және жапырақ экспланттарынан регенерант өсімдігін алу. Зерттеу нәтижеміздің оңтайлы болуы жаңа технологияны, атап айтқанда, генді редакциялауға бағытталған жұмыстарымыздың табысты болуына мақсаты – отандық картоп сұрыптарының морфогенетикалық потенциалын зерттеу және *in vitro* жағдайында картоптың сабақ көмектеседі.

Зерттеу материалдары және әдістері. Зерттеу нысаны ретінде отандық картоптың екі сұрыпы алынды: Астаналық және Памятник Кунаева. Картоп сұрыптарының жапырақ және сабақ экспланттары қолданылды. Зерттелетін сұрыптар *in vitro* жағдайында каллус түзу және регенерация қабілеті бойынша бағаланды. Бұл жұмыстарды жүзеге асыруда реттегіштердің әсері зерттелді.

Картоп экспланттары пробиркалы өсімдіктердің микроклондарының сабағынан 7-8 мм және жапырағынан 5x5 мм мөлшерінде дайындалды. Тікелей және тікелей емес регенерация үшін картоп экспланттары құрамында әртүрлі қанықпалы фитогормондар (гиббереллин, транс-зеатин, индолил сіркесу қышқылы, кинетин, бензиламинопурин (БАП), нафтил сіркесу қышқылы және 2,4-Д), көмірсу көзі ретінде сахарозасы бар Мурасиге – Скуг (МС) қоректік орта қолданылды.

Картоптың вегетативтік мүшелері үшін индолил-3-сірке қышқылы (ИУК), α -нафтил-1-сірке қышқылы (НУК), цитокининдер, мысалы, кинетин, БАП, зеатин және гиббереллин қышқылы әртүрлі қанықпасында пайдаланылды. Көмірсулардың көзі ретінде құрамы 20 және 30 г/л мөлшерде болатын сахароза қолданылды.

Қоректік орта белгілі әдістерге сай 40 минут 121°C температурада залалсыздандырылды. Қоректік ортаның рН көрсеткіші 1М NaOH көмегімен 5,6 – 5,8 мөлшеріне дейін жеткізілді. Өсу реттегіштері мен дәрумендер диаметрі 0,22 мкм болатын сүзгіш көмегімен зарарсыздандырылып, суыған қоректік ортаға қосылды. Картоп экспланттары құрамында фитогелі бар МС қоректік ортада Петри табақшасында өсірілді. Экспланттар $26-28^{\circ}\text{C}$ температурада және 16 сағаттық фотопериод жарықта өсірілді.

Тікелей регенерация үшін МС қоректік ортаның 5 нұсқасы дайындалды (кесте 1). Картоп өсінділері екі апта сайын жаңа қоректік ортаға көшіріліп отырды.

1-кесте. Картоптың Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптары үшін тікелей регенерациялауға арналған қоректік ортаның нұсқалары

Гормондар	МС дәрумен = 4.4 г/л Сахароза 20 г/л				
	I мг/л	II мг/л	III мг/л	IV мг/л	V мг/л
ГАЗ	1,0	3,0	5,0	7,0	10,0
Транс-зеатин		2,0	0,5	1,0	1,0
БАП	2,0	1,0			
ИУК			0,1	0,2	0,1

Тікелей емес регенерация үрдісі үшін каллус ұлпалары МС қоректік ортаның 5 нұсқасында өсірілді (2 кесте). Картоп өсімділері 1 ай сайын жаңа қоректік ортаға көшірілді.

2-кесте. Картоптың Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптарының каллусогенез үрдісіне арналған қоректік ортаның нұсқалары

Гормондар	МС дәрумен = 4.4 г/л Сахароза 30 г/л				
	I мг/л	II мг/л	III мг/л	IV мг/л	V мг/л
2,4-Д	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
Кинетин	2,0	0,5	0,5		
БАП		1,0		0,5	1,0

Түйнек түзілуі үшін қоректік ортаның 2 нұсқасы алынды (3 кесте).

3-кесте. Картоптың Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптарының түйнек түзілуіне арналған қоректік ортаның нұсқалары

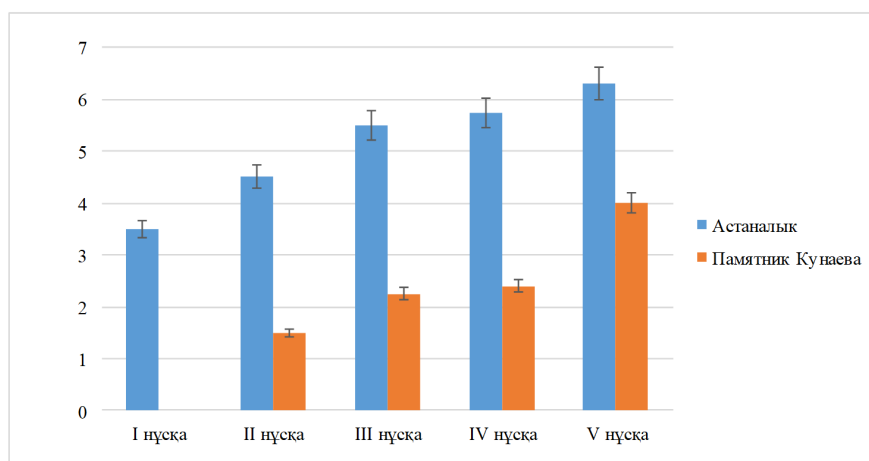
Гормондар	МС дәрумен = 4.4 г/л Сахароза 50 г/л	
	I мг/л	II мг/л
ИУК	0,5	
Кинетин	1,0	0,5
Аскорбин қышқылы		1,0

Зерттеу нәтижелері және талдау. *Тікелей регенерация*

Өсірілетін ұлпалардың морфологиялық-генетикалық қабілеті эксплант алынған ортаға, оның физиологиялық жасына, мөлшеріне, анатомиялық және функционалдық ерекшеліктеріне байланысты екені белгілі [8].

Зерттеу нәтижелері бойынша, тікелей регенерация үшін құрамында гиббериллин, зеатин және ИУК фитогормоны қосылған қоректік ортаның бесінші нұсқасы ең тиімді болғаны

анықталды. Сондай-ақ, қоректік ортаның үшінші және төртінші нұсқадағы фитогормондар қанықпалары да жақсы нәтиже көрсетті. Бір экспланттан тікелей регенерация үрдісін қоздыруда қоректік ортаның нұсқасына байланысты 1-ден 12-ге дейін регенеранттар алынды. Мысалы, Астаналық сұрыпынан I нұсқада 1-ден 5-ке дейін, II нұсқада 1-ден 6-ға дейін, III нұсқада 1-ден 13-ке дейін, IV нұсқада 3-тен 16-ға дейін, V нұсқада 2-ден 18-ге дейін регенеранттар алынды. Памятник Кунаева сұрышы I нұсқада регенерант түзген жоқ, II нұсқада 1-ден 2-ге дейін, III нұсқада 1-ден 4-ке дейін, IV нұсқада 1-ден 5-ке дейін, V нұсқада 2-ден 7-ге дейін регенеранттар алынды. Бір экспланттан өскен регенеранттардың орташа саны 1-суретте көрсетілген.



СУРЕТ 1 – Бір экспланттан өскен регенеранттардың орта санының көрінісі

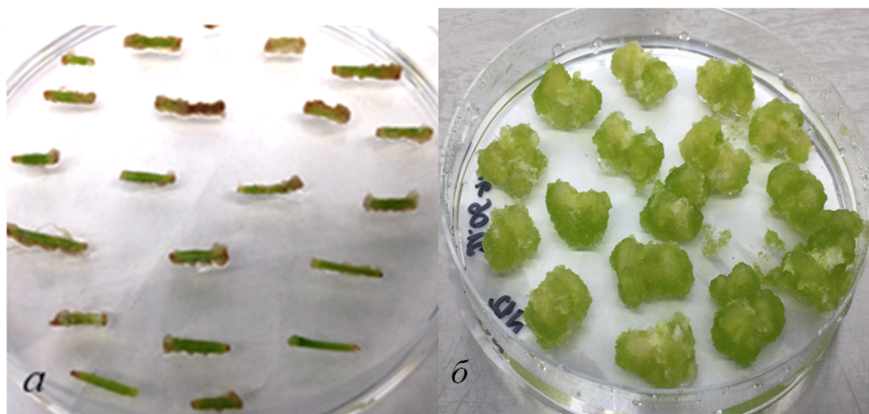
Әдебиет көздеріне сүйенсек, келесі мәліметтер алынған. Мысалы, құрамында 1,0 мг/л БАП және 0,5 мг/л ГА3 бар қоректік ортада өсудің жоғары көрсеткіші (93,33%), 1,0 мг/л БАП және 1,0 мг/л ГА3 қанықпасында 86,67%-ға ие болған, ал керісінше ең төменгі көрсеткіш (13,33%) құрамында тек 0,5 мг/л ГА3 қоректік ортасында анықталған [9]. Kufri Jyoti картоп сұрыпы БАП пен ГА3 комбинациясында 94,1% регенерациялық қабілетіне ие болған [10], келесі картоп сұрыпы құрамында БАП 8,88 мкМ және ГА3 1,00 мкМ болған жағдайда жоғары нәтиже көрсеткен [11].

Біздің зерттеулеріміздің нәтижесінде Астаналық сұрыпының регенерациялық қабілеттілігі қоректік ортаның барлық нұсқаларында Памятник Кунаева сұрыпынан асып түскенін атап айту керек. Бір өсіндіден пайда болған регенеранттар көрінісі 2-суретте көрсетілген.



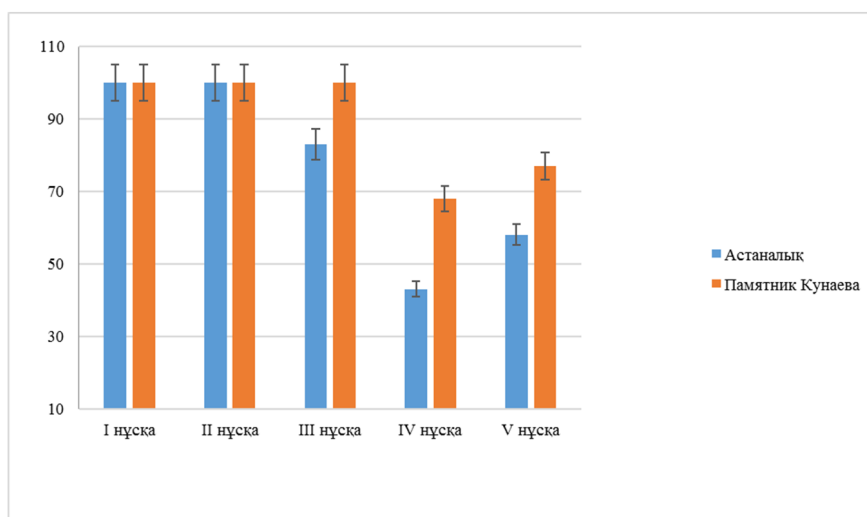
СУРЕТ 2 – Тікелей регенерация: (а – Астаналық және б – Памятник Кунаева сұрыптарының бір экспланттан шыққан регенеранттар көрінісі)

Каллусогенез. Каллус түзілу жиілігі мен сапасы каллус ұлпасы пролиферациясының 3-4 аптасынан бастап бақыланды. Каллусогенезге арналған қоректік ортада 6-8 аптадан кейін морфогенді каллус ұлпалары пайда болуы талқыланды. Осы қоректік ортаға екі рет отырғызылып, сосын регенерацияға арналған қоректік ортаға көшірілді. Экспланттардың каллус түзу қабілеті ортаның бес нұсқасында олардың айырмашылықтары бойынша іріктелді (3 сурет).



СУРЕТ 3 – Памятник Кунаева сұрыпының каллус түзілу үрдісі: (а – 10 күн өткеннен кейінгі экспланттар; б – 8 апта өткеннен кейінгі каллустар)

2,4-Д жасушалардың дедифференциясын қоздыру үшін оңтайлы агент екені белгілі. Қоректік ортаның құрамында 2,4-Д ауксиннің өзі немесе цитокининмен бірігуі каллус индукциясын арттырады. Біздің зерттеуде 4-суретте көрсетілгендей Памятник Кунаева сұрыпының I, II, III нұсқаларында, ал Астаналық сұрыпы I және II нұсқаларында сабақ экспланттарынан каллус түзу жиілігі 100% болды.

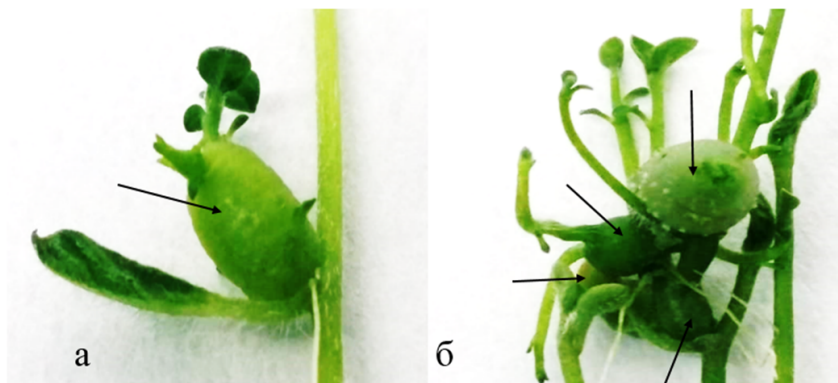


СУРЕТ 4 – Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптарының каллус түзілу жиіліктері

Төменгі нәтиже құрамында 0,5 мг/л БАП және 2,0 мг/л 2,4-Д бар МС қоректік ортасының төртінші нұсқасында байқалды, каллус түзілу жиілігі Памятник Кунаева және Астаналық сұрыптарының сабақ экспланттарында сәйкесінше 68,0% және 43,0% көрсеткіштерге ие болды.

Картоп түйнегінің түзілуі. Кейбір әдеби деректердің зерттеу нәтижелері бойынша, картоп түйнегінің түзілу үрдісі құрамында 6% сахароза және 1 мг/л БАП бар қоректік ортада жоғары нәтиже көрсеткен [13]. Біздің зерттеуіміз бойынша, таңдалған екі сұрыптан түйнек түзілу үрдісіне МС қоректік ортаның екінші нұсқасы, яғни құрамында 50% сахароза, қанықпасы 0,5 мг/л кинетин және 1,0 мг/л аскорбин қышқылы бар қоректік орта оңтайлы әсер

көрсетті. Бір өсімдіктен шыққан түйнектердің жоғары көрсеткіші 4-ке дейін жетті. Зерттеу кезінде екінші нұсқада картоп түйнектері бір-бірден шыға бастады, содан кейін бір қолтық бүршігінен бірнеше түйнектер өсіп шықты (5 сурет).



СУРЕТ 5 – *In vitro* жағдайында Астаналық сұрышының картоп түйнектерінің қалыптасу ерекшеліктері (а – бір қолтық бүршігінен шыққан түйнек; б – бір қолтық бүршігінен шыққан бірнеше түйнектер.

Қорытынды. Картоптың Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптарының *in vitro* жағдайында морфогенетикалық ерекшеліктері зерттелді. Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша, құрамында 10 мг/л гиббереллин, 1,0 мг/л транс-зеатин және 0,1 мг/л индолил сіркесу қышқылы қосылған қоректік ортаның бесінші нұсқасы тікелей регенерация үшін ең тиімді болғаны анықталды. Астаналық және Памятник Кунаева сұрыптарының сабақ экспланттарының каллус түзу қабілеттілігі 43,0% бен 100% аралығында болды. Түйнектің түзілуіне құрамында 0,5 мг/л кинетин және 1,0 мг/л аскорбин қышқылы бар МС қоректік ортаның II нұсқасы оңтайлы әсер көрсететіні анықталды.

Зерттеулерде қолданылған сұрыптардың регенерациялық қабілеті, микротүйнектер түзілу үрдістері, қоректік ортаның оңтайлы нұсқасы картоп өсіндісін жоғары деңгейге көтеруге мүмкіншілік береді, яғни картоптың басқа сұрыптары үшін де пайдалануға болады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Коновалова Г.И. Использование биотехнологических методов и приемов в современном семеноводстве картофеля. - М., 2006.
- 2 Кривцун Л.В., Лукин Н.Д., Дегтярев В.А. Комплексная переработка картофеля на крахмал и картофелепродукты // Картофелеводство: сб. науч. тр. Мн. – 2010. – Т.18. – С.368.
- 3 Адамова А.И., Банадысев С.А., Бобрик А.О., Коновалова Г.И., Семенова З.А. Технология производства исходного семенного материала картофеля // Научные труды БелНИИК. – 2002. – С. 187-225.
- 4 Першина Л.А. Основные методы культивирования *in vitro* в биотехнологии растений. –Новосибирск: Издательство "Новосибирск", 2005. –138с.
- 5 Глушкова Т. Н. Изучение нетрадиционных регуляторов роста в культуре ткани картофеля: автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 2003. С.21-24.
- 6 Мирзохонова Г.О., Назарова Н.Н., Давлятназарова З.Б., Каримов Б.К., Алиев К.А. Гормональная регуляция инициации и роста клубней регенерантов картофеля *in vitro* // Известия АН РТ. – 2005. – № 3-4 (153). – С.45-51.
- 7 Дерябин А.Н., Юрьева Н.О. Экзогенная регуляция клубнеобразования у *Solanum tuberosum* L. в культуре *in vitro* // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 3. – С.17-25.
- 8 Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование и агротехнологиях. - Мн.:Беларус.наука, 2008. – С.133.
- 9 Umme Zohora Laboney Callus induction and regeneration of potato from shoot tip culture. // International Journal of Agricultural Sciences. – 2013. – Vol.3(10). – P40-45.
- 10 Tara S.R., Krishnaprasad B.T., Anil. V.S. Direct and Indirect Regeneration of Potato Cultivar Kufri Jyoti // Journal of Biotechnology and Biochemistry. – 2017. – Vol.3, №4. – P.31-34.
- 11 Dhaka M., Nailwal T. K. High efficiency macropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kufri Jyoti in Kumaun Hills. // J. Plant Breed. Crop Sci. –2015 – №7. – P.203-210.
- 12 Писецкая Н. Ф., Рудкова В. Р., Лауве Л. С. *In vitro* клубнеобразование у растений разных сортов картофеля // Biotechnology & Bioindustry. – 2014. – Vol.1(6). – P.9-11.

Б. Р. Кали^{1,2}, Л. С. Абеуова^{1,2}, А.О. Рахимжанова¹, Ш. А. Манабаева^{1,2}

¹ Национальный центр биотехнологии КН МОН РК, Нур-Султан, Казахстан

² Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Особенности морфогенетических процессов культуры клеток картофеля

Аннотация. Важность выбора правильной комбинации регуляторов роста для усиления процесса регенерации *in vitro* хорошо известны. Объектом исследования являются два сорта картофеля отечественной селекции: Астаналык и Памятник Кунаева. Исследованные сорта отличались по каллусообразованию и способности к регенерации в условиях *in vitro*. По результатам экспериментов, питательная среда, содержащая 10 мг/л гиббереллина, 1,0 мг/л транс-зеатина и 0,1 мг/л индолилуксусной кислоты была наиболее эффективной для прямой регенерации. Способность к каллусообразованию у стеблевых эксплантов составила 100% у обоих сортов, где питательная среда содержала 0,5 мг/л кинетина и 2,0 мг/л 2,4-Д, и 2,0 мг/л кинетина с 1,0 мг/л 2,4-Д. Выявлена частота каллусообразования у стеблевых эксплантов на среде, содержащей 0,5 мг/л БАП и 2,0 мг/л 2,4-Д для сорта Памятник Кунаева и Астаналык составила 68,0% и 43,0% соответственно. Выявлено, что оптимальной средой для формирования микроклубней является II вариант с составом 0,5 и 1,0 кинетина и аскорбиновой кислоты соответственно. По результатам исследований выявлено, что сорт Астаналык обладает высокой регенерационной способностью в культуре *in vitro*, а также определена оптимальная среда для образования микроклубней.

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

B. R. Kali^{1,2}, L. S. Abeuova^{1,2}, A. O. Rakhimzhanova¹, Sh. A. Manabaeva^{1,2}

¹ National center for biotechnology, Nur-Sultan, Kazakhstan

² L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Features of morphogenetic processes of the cells of the potato

Abstract. The importance of choosing the right combination of growth regulators to enhance *in vitro* regeneration is well known. The object of the study are two varieties of potato from local breeding: Astanalysk and Kunaev Monument. The studied cultivars differed in callus formation and plant regeneration abilities *in vitro* culture. According to the results of the experiments, for direct regeneration the MS medium containing gibberellin 10 mg/L of, trans-zeatin 1.0 mg/L and indolylacetic acid 0.1 mg/L was most effective. The callus induction ability in stem explants was 100% in both varieties, where the nutrient medium contained kinetin 0.5 mg/L and 2,4-D 2.0 mg/L, or kinetin 2.0 mg/L with 2,4-D 1.0 mg/L. The callus formation frequency of stem explants on the medium containing BAP 0.5 mg/L and 2,4-D 2.0 mg/L for the cultivars Pamyatnik Kunaeva and Astanalysk was 68.0% and 43.0%, respectively. It was revealed that the optimal medium for microtuber formation was the variant II containing the composition of kinetin and ascorbic acid, 0.5 and 1.0 mg/L respectively. According to the results of studies, it was revealed that the cultivar Astanalysk has a high regenerative ability in an *in vitro* culture, as well as the optimal environment for the formation of micro-tubers.

Keywords. potatoes, direct regeneration, indirect regeneration, explant, *in vitro*, callus

References

- 1 Konovalova G. I. Ispolzovanie biotekhnologicheskikh metodov i priemov v sovremennom semenovodstve kartofelya [Using biotechnological methods and techniques in modern potato seed production] (Moscow, 2006) [in Russian].
- 2 Krivtsun L. V., Lukin N. D., Degtyarev V. A. (2010). Kompleksnaya pererabotka kartofelya na krahmal i kartofeleprodukty [Complex processing of potatoes for starch and potato products], Kartofelevodstvo [Potato growing]. Collection of scientific papers, 18, 368 (2010).
- 3 Adamova A. I., Banadysev S. A., Bobrik A. O., Konovalova G. I., Semenova Z. A. (2002). Tehnologiya proizvodstva ishodnogo semennogo materiala kartofelya [Technology of production of initial seed material of potatoes]. Nauchnye trudy BelNIHK [Scientific works BelNIHK], 187-225, (2002) [in Russian].
- 4 Pershina L. A. Osnovnye metody kul'tivirovaniya in vitro v biotekhnologii rastenii [Basic methods of *in vitro* cultivation in plant biotechnology] (Izdatel'stvo Novosibirsk, Novosibirsk, 2005, 138 p.) [in Russian].
- 5 Glushkova T. N. Izuchenie netraditsionnykh regul'yatorov rosta v kul'ture tkani kartofelya [Study of non-traditional growth regulators in potato tissue culture]. Abstract. dis. cand. biol. sciences (Moscow, 2003, p.21-24) [in Russian].
- 6 Mirzokhonova G. O., Nazarova N. N., Davlyatnazarova Z. B., Karimov B. K., Aliyev K. A. Gormonal'naya regul'yaciya iniciatsii i rosta klubnei regenerantov kartofelya in vitro [Hormonal regulation of initiation and growth of potato regenerants tubers in vitro], Izvestiya AN RT [Tidings of the AS RT], 3-4 (153), 45-51 (2005). [in Russian].
- 7 Deryabin A. N., Yurieva N. O. (2010). Ekzogennaya regul'yaciya klubneobrazovaniya u Solanum tuberosum L. v kul'ture in vitro [Exogenous regulation of tuberization in Solanum tuberosum L. in culture in vitro]. Sel'skhozyaistvennaya biologiya [Agricultural biology], 3, 17-25 (2010). [in Russian].
- 8 Deeva V. P. Regul'yatory rosta rastenii: mekhanizmy deistviya i ispol'zovanie i agrotekhnologiyah [Plant growth Regulators: mechanisms of action and use in agricultural technologies] (Belarus.nauka, Minsk, 2008, p.133). [in Russian].
- 9 Umme Zohora Laboney. Callus induction and regeneration of potato from shoot tip culture, International Journal of Agricultural Sciences, 3 (10) 40-45, (2013).
- 10 Tara S. R., Krishnaprasad B. T., Anil. V. S. (2017). Direct and Indirect Regeneration of Potato Cultivar Kufri Jyoti, Journal of Biotechnology and Biochemistry, 4 (3), 17-25 (2010).

- 11 Dhaka M., and T. K. Nailwal. High macropropagation efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Kufri Jyoti in Kumaun Hills, J. Plant Breed. Crop Sci. 7, 203-210 (2015).
- 12 Pisetskaya N. F., Rutsikova V. R., Lauve L. S. (2014). In vitro klubneobrazovanie u rastenii raznyh sortov kartofelya [In vitro tuberization in plants of different potato varieties], Biotechnology & Bioindustry, 1(6),9-11 (2014). [in Russian].

Сведения об авторах:

Қали Б.Р. - ҚР БҒМ ҒК «Ұлттық биотехнология орталығы» Өсімдіктердің генетикалық инженерия зертханасының лаборанты, 6M060700 Биология мамандығының 2-курс магистранты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Абеуова Л. С. - ҚР БҒМ ҒК «Ұлттық биотехнология орталығы» Өсімдіктердің генетикалық инженерия зертханасының кіші ғылыми қызметкері, 6D060700 Биология мамандығының 2-курс докторанты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Рахымжанова А.Ө. - ҚР БҒМ ҒК «Ұлттық биотехнология орталығының» ғылыми қызметкері, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

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

Kali B.R. - Assistant of the laboratory of Plants Genetic Engineering "National center for biotechnology", L.N. Gumilyov Eurasian National University 2nd year master's student of the specialty 6M060700 Biology, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Abeuova L.S. - Junior Researcher of the laboratory of Plants Genetic Engineering "National center for biotechnology", L.N. Gumilyov Eurasian National University 2nd year PhD student of the specialty 6D060700 Biology, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Rakhimzhanova A.O. - Researcher of the laboratory of Plants Genetic Engineering «National center for biotechnology», Nur-Sultan, Kazakhstan.

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

Редакцияға 10.01.2020 қабылданды