

ӘОЖ 573.6.086.83:633.31/37

С.К. Турашева*, К.К. Богуспаев,
А. Кобейкызы, А. Альнурова, А. Капытина
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
*E-mail: svetlana.turasheva@kaznu.kz

Жабайы тау-сағыз өсімдігінің *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse* клеткалық суспензия культураны алу

Тау-сағыз жабайы өсімдігінің жапырақ эксплант культуранында каллусогенез ынталандыру жолдары көрсетілген. *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse* жапырақ эксплант культуранында каллус түзілу процестеріне 1,5 мг/л индолил сірке қышқылының оң әсері көрсетілген. Сонымен қатар тау-сағыз эндемик өсімдігінің морфогенез және регенерация процестеріне гибберелл қышқылының оң әсері байқалады. Тау-сағыз өсімдігінің суспензиялық клетка культураны алу үшін өсіру жағдайлары таңдалынған. Жабайы тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse* өсімдігінің клеткалық суспензия культуранының өсу динамикасы анықталынған. Талданған суспензиялық культураны аса жақсы клеткалық өсу динамикасы тау-сағыздың №9 клеткалық линияда болды. Суспензия гомогенді, біркелкі болды және көп емес 3-5, 7-9 клеткалық агрегаттардан және жалғызілік клеткалардан басым түсті. Он бір күн ішінде клеткалардың қарқынды бөлінуі, клеткалардың максималды мөлшері өсірудің жиырма бірінші күнінде $5,8 \times 10^6$ клетка/мл жетті, бұл линиядан келешекте изопреноидтар, яғни каучуктің құрылымдық компонентті бөліп алу болжалуда.

Түйін сөздер: тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz*, суспензиялық клетка культураны, каллусогенез, морфогенез.

S.K. Turasheva, K.K. Boguspaev, A. Kobeykizi, A. Alnurova, A. Kapytina
Receive of suspension cell culture of wild species *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse*

The ways of induction callus genesis in leaf explants of wild species Tau-saghyz were determined. The highest values for callus formation in leaf explants of *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse* were obtained due to positive influence of 1,5 mg/l Indolilacetic acid. It was determined the impact of Gibberell acid on the morphogenesis and regeneration processes of rubber endemic plant Tau-saghyz. The condition for creation suspension cell culture of Tau-saghyz were studied. Growth dynamics of suspension cell culture of wild species Tau-saghyz *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse* were determined. Among the investigated cell suspension cultures of tau sagyz high parameters of growth dynamics had a cellular line № 9. The suspension was characterized as a homogeneous, dispersive and consisted from small 3-5, 7-9 cellular aggregates, as well as single cells. During eleven days, there was an active cell division, the maximum density $5,8 \times 10^6$ cells per ml was achieved to the twenty first day of cultivation. In the future this cellular line is planned to make the extraction of isoprenoids, i.e. the main structural component of the rubber.

Key words: Tau-saghyz *Scorzonera tau-saghyz*, suspension cell culture, callus, morphogenesis.

С.К. Турашева, К.К. Богуспаев, А. Кобейкызы, А. Альнурова, А. Капытина
**Получение клеточной суспензионной культуры дикорастущих форм
тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse***

Показаны пути индукции каллусогенеза в культуре листовых эксплантов дикорастущих форм тау-сағыз. Показано положительное воздействие 1,5 мг/л индолил уксусной кислоты на процессы формирования каллуса в культуре листовых эксплантов *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse*. Установлено позитивное влияние гибберелловой кислоты на процессы морфогенеза и регенера-

ции каучуконосного эндемика тау-сағыз. Подобраны условия для получения суспензионной культуры клеток тау-сагыза. Определена динамика роста суспензионной клеточной культуры дикорастущих форм тау-сагыза *Scorzonera tau-saghyz Lipschits et Bosse*. Среди исследованных клеточных суспензионных культур тау-сагыза высокими показателями динамики роста обладала клеточная линия № 9. Суспензия характеризовалась как гомогенная, однородная и состояла из небольших 3-5-, 7-9-клеточных агрегатов, а также одиночных клеток. В течение одиннадцати дней наблюдалось активное деление клеток, при этом максимальная плотность $5,8 \times 10^6$ клеток/мл достигалась к двадцати первому дню культивирования. В дальнейшем из этой клеточной линии планируется провести экстрагирование изопреноидов, т.е. основного структурного компонента каучука.

Ключевые слова: тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz*, суспензионная культура клеток, каллусогенез, морфогенез.

Каучукті өсімдіктер – кейбір мүшелері мен ұлпасында каучук түзетін ағаш, бұта, шөп. Каучукті өсімдіктердің 20-дан астам тұқымдасқа жататын 1500-дей түрі бар. Бірақ бұлардың аздаған түрінің ғана өндірістік маңызы бар. Каучук – майысқақ, созылғыш, серпімді, тозуға төзімді эластикалық материал. Негізінен, резина алуға және резина бұйымдарын жасау үшін қолданылады. Каучуктен соңғы кезде алынатын резина өнімдері көп қолданыс тапқан. Автокөлік шиналары, камералары тұрмыста қолданылатын резина заттары өндіріс масштабта өндіреді, жасалатын химиялық анализ көмегімен сапалық қасиеттерін анықтап отырады [1]. Синтетикалық каучукті алуда мұнай газдары құрамындағы көмірсутектер мен мұнайды өндеудің өнімдері қолданылады. Қазақстанда каучук алудың тәсілдерін жетілдіруді қажет етеді. Синтетикалық каучук өндіруде алғы шарт ретінде оның физикалық қасиеттері: суға, қышқылдарға, органикалық еріткіштерге төзімділігі және жоғары температураға шыдамдылығы ескеріледі [2]. Өнеркәсіпте каучук алуда оның тек каучук жинауы ғана емес, одан бұл өнімді алуы да үлкен рөл атқарады. Оның маңыздыларының бірі Бразилиялық гевея ағашы, дүнежүзілік өндірісте 90-96% өнім береді [3].

Каучукті өсімдіктер латекстік, паренхималық, хлоренхималық және мезенхималық болып бөлінеді (ол өсімдіктің қандай мүшесі мен ұлпасында жиналуына байланысты). Латекстік каучукті өсімдіктерде каучук өсімдік қабығы мен тамырының сүт түтіктеріндегі латексте жиналады (гевея, сапиум, маниот, сүттіген, фикус). Бұлардың ішінде өндірістік маңызы бар – гевея ағашы. Ол Оңтүстік-шығыс Азия, Африканың экватор аймағында Оңтүстік және Орталық Америкада қолдан өсіріледі. Каучук гевея ағашының сүтті шырынынан алынады, ол үшін гевея ағашының қабығын тіледі және бөлінетін сүтті шырынды – каучуктің коллоидты ертіндісін жи-

нап алады. Ерітіндіні электролитпен (қышқыл ертіндісі) әсер етіп немесе қыздырып, коагуляциялағанда каучук (као чоу – ағаштың көз жасы) бөлініп шығады [4]. Бір ағаштан жылына 2-3 кг жоғары сапалы каучук алынады. Паренхималық каучукті өсімдіктерде каучук негізінен жапырақтың паренхима клеткаларында түзіледі (мизамшөп, кендір, хондрилла), бірақ сапасы төмен болғандықтан өндірістік маңызы шамалы. Хлоренхималық каучукті өсімдіктердің сүт жолы болмағандықтан, каучук шайырмен араласа сабақ пен тамыр қабығының және өзегінің паренхима ұлпаларында пайда болады. Мысалы, Орта және Солтүстік Америкада өсетін мәңгі жасыл шала бұта – гваюлада. Мезенхималық каучукті өсімдіктерде каучук өсімдіктің ассимиляциялық органдарының ұлпаларында жиналады (сары раушан, күнбағыс, жер алмұрты). Кейбір өсімдіктердің құрамында дымқыл каучук болады, бірақ онымен бірге тазартуды қажет ететін шайыр және т.б. қоспалардан тұрады. Мұндай каучук құрамында гуттаперча болады [4].

Табиғи каучук кейбір өсімдіктердің, көбінесе Бразилияда өсетін гевея ағашының шырынының құрамында 30% болады. Қазақстанда тау-сағыз, көк-сағыз (*Taraxacum kok-saghyz*) өсімдіктердің тамырында және сабағында кездеседі. Құрамында каучук бар реликті түр – кәдімгі тау-сағыз (*S. tau-saghyz*) жойылып бара жатқан эндемик. Хантау тау-сағызының (*S. chantavica*) 2 түрі де қорғауға алынып, Қазақстанның «Қызыл кітабына» енгізілген. Құрамында табиғи каучукі жоғары жаңа сұрыптарын алу мақсатында жүргізілген ғылыми-зерттеу және селекциялық жұмыстар жүргізу үшін қажетті материалдарды салыстырмалы ертерек алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жасалынып жатқан технологиялар каучук беретін тау-сағызды өндірістік масштабта жүргізуге мүмкіндік жасайды.

Тау-сағыздың вегетативті көбеюінің қиындықтарымен байланысты ол питомник шаруасын-

да жоқ дерлік өсімдік шаруашылығында таралуы шектеліп қоймай, құрып кету қаупі туындайды, ол генофондтың бірігуіне алып келеді. Соған орай, осы сирек және жойылып бара жатқан түрін жалпы тираждаудың регламентін жасау керек, ол барлық сұрыптар үшін әмбебап болады және сапалы өсіру материалдарын рентабельді технологиясын жасауға мүмкіндік береді, сонымен қатар көбеюдің кәдімгі генофондының шектелуі және стерильді тұқым материалының жоғары шығымы альтернативті болады [5]. Ғылыми және коммерциялық қызығушылық танытатын тау-сағыз үлгілерінің *in vitro* коллекциясын құру үшін суспензиялық культураны және өсімдік қалемшелерін алу қажет.

Бұл зерттеулердің мақсаты – жоғалып бара жатқан каучукке бай тау-сағыз өсімдігін биотехнологиялық жолымен, әсіресе микроклондық технология арқылы көбейту.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Бастапқы өсімдік материалы жабайы өсімдіктердің үлгілері болып, көктемгі вегетацияның басында Оңтүстік Қазақстандағы Қаратау мемлекеттік табиғат қорығының аймағында жиналған.

Эксплант ретінде 2 жылдық өсімдіктің жапырағы мен тамырларының кесінділері пайдаланылды. Әдетте, клеткалар суспензиясын алу үшін морфогенді каллус ұлпасы пайдаланылады. Тау-сағыз өсімдігінің каллус биомассасынан және суспензиядағы клеткаларынан изопреноидтарды (каучуктың құрылымдық негізі) бөліп алу оңай.

Эксплант-жапырақтарын дистилденген сумен жуып және 0,1% сулема ерітіндісінде 5 минут залалсыздандырып, одан кейін залалсызданған дистилденген сумен шайылды. Жапырақтың проксимальды бөліктерін модифицирленген Мурасиге-Скуг қоректік ортасына бөлек отырғызылды. Модификацияны фитогормондар арқылы жүзеге асырды: 1 мг/л БАП (6-бензидиламинопирин), 0,1 мг/л НСҚ (нафтил сірке қышқылы), 0,1 мг/л ИСҚ (индолил сірке қышқылы), және 1 мг/л 6-БАП, 0,1 мг/л ИСҚ, сонымен 1 мг/л БАП и 0,5 мг/л ГҚ (гибберелл қышқылы).

Каллус түзілуді индукциялау үшін өсірілетін экспланттар 24-27°C температурасында қараңғы жерде сақталды, яғни жапырақ экспланттарын 25±2° С температурада қараңғы жерде және шашыраңқы жарықта өсірілді. Алынған морфоген-

ді каллустар Мурасиге-Скуг қоректік ортасында 1,5 мг/л ИСҚ және 2 мг/л БАП пассажанды және 25±2° С температурада, 16-сағаттық фотокезеңде, 2-3 мың люкс қарқынды жарықта өсірді (ақ флюоресцентті шам).

Апта сайын морфо-физиологиялық параметрлері бойынша скрининг жүргізіледі (өсірілетін экспланттардың морфологиялық өзгерістері, өсуі, ауқымының ұлғаюы немесе биомассасының артуы, некротикалық құбылыс). Экспланттарды субкультивирлеуі әрбір 20-25 күнде, жаңа қоректік орта вариантында жүргізілді. Каллус биомассасы үш грамға дейін жеткенен соң ол сұйық ортаға көшірілді. Сұйық орта ішінде клеткалар батпай, жүзген күйде тіршілік етуі үшін оларды аппаратпен үзбей араластыру керек. Бұл зерттеуде араластыру режимі – 130 айналу/мин болды. Тоқтамай айналу, шайқалу немесе сұйық орта арқылы стерильді ауаны үрлеу арқасында клеткалар оттегімен қамтамасыз етіледі. Сұйық ортаның құрамы агармен қатырған ортамен бірдей болды. Қоректік ортада кальций ионы болмауы керек, себебі ол кальций пектинатының түзілуіне әсер етеді. Қоректік ортадағы көмірсулар клетканың сыртқы қабығындағы полисахаридтердің құрамын өзгерту арқылы клеткааралық байланыстарға әсер етуі мүмкін. Сондықтан Мурасиге Скуг ортаның құрамында 20 г/л сахароза көмірсу пайдалынды. Борпылдақ каллусты сұйық ортада жиі шайқап, араластырығанда ол жеке клеткаларға ыдырайды және кішігірім клеткалық агрегаттарға бөліне бастайды. Бөлінбей қалған тығыз каллустың қалдықтарын және ірі агрегаттарды 1-2 қабат дәке немесе нейлон арқылы сүзіп алып тасталды. Суспензияның үстіңгі жағындағы жеңіл фракциясын жаңа ортаға жиі-жиі көшіріп өсірсе, жеке клеткалардың саны көбейеді. Бірінші реттік клетка суспензиясын алғаннан кейін әрбір 7-10 күннен кейін суспензиялық культураны субкультивирлеуі жасалды. Суспензияның тығыздығын анықтау үшін Горяев камерасы қолданылды, кезеңімен суспензия тығыздығының есебі, ол жабайы тау-сағыздың клеткалық культураның өсу динамикасын анықтау үшін жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Қатты ортада өсірген клеткалармен салыстырғанда суспензиядағы клеткалардың бірсыпыра артықшылығы бар. Клеткалар тіршілік ету үшін белгілі бір қолайлы жағдайларын қамтамасыз етуді қажет етеді. Міне осындай барлық

клеткаларға біркелкі әсер ететін жағдай туғызу суспензиялық өсіру әдісімен жүзеге асырылады. Бұл әдістің тағы бір артықшылығы – клеткалар өздері бөліп шығаратын зиянды метаболиттерден оңай арылады және де әртүрлі факторлардың бұл клеткалардың зат алмасу мен өсу процестеріне тигізетін әсерін бақылап отыру жеңілденеді. Суспензияда өсетін клеткалар биохимия және молекулалық биология тұрғысынан зерттеулер жүргізуге қолайлы келеді. Суспензиядан өз ерекшеліктері бар тұрақты клеткалық популяция алуға болады [6].

Ең жақсы өсетін суспензияда жеке клеткалар үлесі 50-60%-тен аспайды, қалғаны 2-10 клеткадан тұратын, тіпті одан да көп клеткалар топтасқан агрегаттар болады. Жеке клеткалары көп, яғни жақсы дисперленген суспензияны алу мақсатымен көбінесе қоректік ортаның құрамын бақылауға тырысады. Бар мәліметтер бойынша, ауксиндер клеткалардың бір-бірімен жабыспауына, жеке-дара болуына (диссоциациялануына) дұрыс әсер етеді, ал цитокининдер, керісінше, ол процесті тежейді. Демек, клеткалардың созылып өсуіне қолайлы және олардың бөлінуін тежейтін жағдайлар суспензиядағы клеткалар топтарының барынша бөлшектеніп, майдалануына мүмкіндік туғызады. Осы мәселені еске салып ортаның құрамына индолсилірке қышқылы 2 мг/л концентрацияда қолданылды.

Эмбриогенді суспензияда морфология жағынан біркелкі, шағын көлемді клеткалар ұсақ агрегаттарға бірігіп топтасады (шамамен 10 клеткалы топтар). Қарқынды өсуді қамтамасыз ету үшін суспензияда клеткалардың тығыздығы бір миллилитр ортада 10^5 - 10^6 клетка болуы қажет.

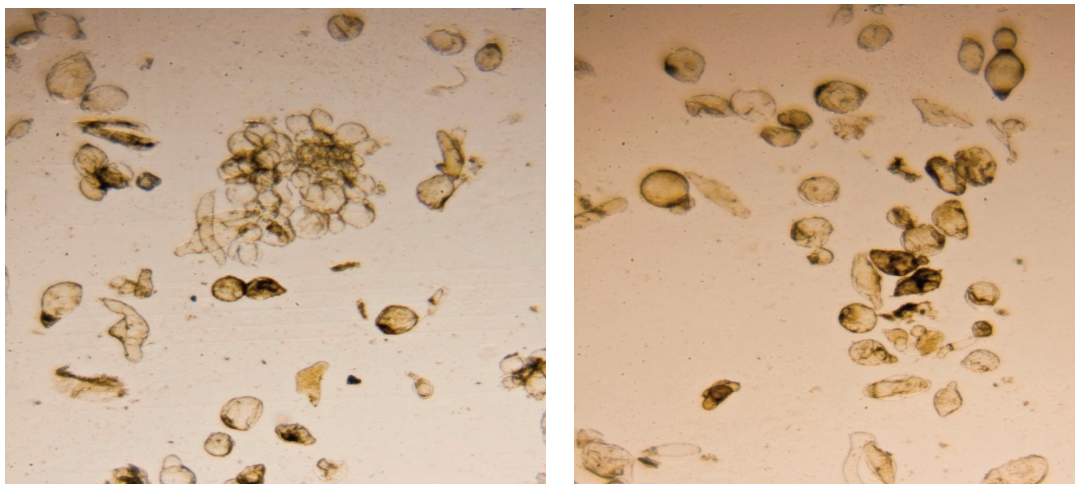
Экспланттарды культивирлеу құрамында 0,1 мг/л НСК, 1 мг/л БАП және 0,1 мг/л ИСК, 1 мг/л 6-БАП бар Мурасиге-Скуг ортасында жүзеге асырылды. Осыған қарамастан, НСК күрделігүлділер тұқымдасының өсімдіктері клетка культурасындағы органогенез процестерін ынталандыру үшін кеңінен қолданылады. Біздің тәжірибелерімізде эндемик *Scorzonera tau-saghyz* үшін ықпалы аса байқалмады. Морфогенетикалық процестердің нәтижелерінің талдауда, тау-сағыздың жапырақ клетка культурасында қоректік орта құрамындағы индолсилірке қышқылының болуы, регенерация процесіне оң ықпал етеді. Басқа ауксиннің түрі бірақ дәл сол концентрациясында – нафтилсірке қышқылы (НСК) – каллусогенез процесін ынталандырады. Әсіресе, 0,1 мг/л НСК, 1 мг/л 6-БАП бар Мурасиге Скуг ортада каллусогенез жиілігі $31,6 \pm 5,07\%$

болды, ал 0,1 мг/л ИСК, 1 мг/л 6-БАП бар ортада каллус түзілу $28,3 \pm 2,2\%$ және регенерант өсімдіктер пайда болды – регенерация жиілігі сәйкесінше $0,34 \pm 0,001\%$ пайыз құрайды. Қоректік ортаның үшінші вариантта, яғни 1 мг/л 6-БАП, 0,1 мг/л ИСК, 0,5 мг/л ГҚ бар Мурасиге Скуг ортада каллусогенез жиілігі $42,6 \pm 11,2\%$ және $2,7 \pm 0,64\%$ регенерация жиілігі байқалды.

Индолсилірке қышқылының ауксиндік типі морфотүзуші әрекетпен, клеткалық культурада осындай тау-сағыз эндемигі үшін анағұрлым тиімді, оның аналогы НСК-мен салыстырғанда, одан біраз аз болатын физиологиялық әрекеттегі регенерациялық процесті реттейді. Сондықтан, *Scorzonera tau-saghyz* жабайы түрінің генотиптік өзіндік қасиеті айқындалды. Фитогормон БАП цитокинин түрінің әрекетін көрсетіп, сол сияқты жапырақтың проксимальды бөлігінде клетка культурасында каллус түзілуіне ықпал етеді. Нашар жарық (шашыраңқы шам) цитокининнің ынталандырушы әрекетін жинақтап, пролиферациясына және каллустық клеткаларының дамуына қолайлы болады. Осылайша, алынған нәтижелерден *in vitro* жағдайда өсірудің, тек қана экспланттардың физиологиялық жағдайына әсер етіп қоймай, қоректік ортаның құрамына да, жекелікте экзогенді гормондардың балансын, сонымен бірге өсірудің физикалық факторлардың (әсіресе, жарық) тиімділігін көре аламыз.

Гибберелл қышқылының морфогенетикалық процестерге ынталандыру ықпалы тау-сағыздың клетка культурасында сол сияқты *in vitro* клеткалық суспензиясын алу кезінде байқалды. Біздің зерттеуімізде морфогенді каллустардың бір бөлігі Мурасиге-Скуг қоректік ортасына көшірілді, оның құрамында қатты агарланған ортадағы сияқты фитогормондар комбинациясы болды. 8-12 күн өткен соң морфогенді каллустар аса үлкен емес клеткалық агрегаттарға диссоцирленді және жалғызілікті клеткалар, клеткалық суспензиясын түзді (1-сурет).

Суспензияны салыстырмалы морфометрикалық талдауында, гормоналды құрамы бойынша 3 әртүрлі қоректік ортада алынғаны байқалды, әсіресе консистенциясы және клеткалық популяциясының біркелкілігі суспензиялық культурада анағұрлым гомогенді болып келді, ол құрамында 1 мг/л 6-БАП, 0,1 мг/л ИСК, 0,5 мг/л ГҚ бар орта вариантында пайда болды. Суспензиядағы клеткалар сопақша формада болды және дәл гибберелл қышқылы бар ортада белсенді пролиферленді (бөлінді).



1-сурет – Тау-сағыздың суспензиялық клеткалық культураның (x40 есе ұлғайту жағдайда)

Сонымен, морфогенетикалық потенциалы шығуына өсу регуляторларының түрлері және концентрациясы жапырақ экспланттарының клетка культураныңда ықпал етеді. Мурасиге-Скуг қоректік ортасындағы өсу регуляторларының 1 мг/л 6-БАП, 0,1 мг/л ИСК, 0,5 мг/л ГҚ концентрациялары клеткалар өсу үшін оптималды болып келеді. Қоректік ортаның құрамында гибберелл қышқылының болуы, тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz* клетка культураныңдағы адвентивті органогенез процесіне ықпал етеді.

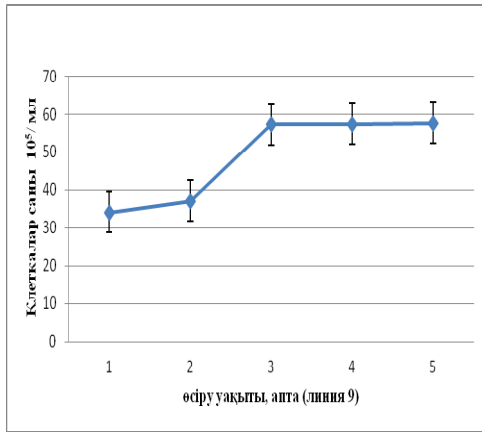
Тау-сағыздың суспензиялық культураның өсу динамикасын талдауда, клеткалардың анағұрлым жақсы өсуі №9 (2-сурет) клеткалық линияда байқалды. Осы линия үшін аздаған лаг-кезең тән болды (9 тәулік) және 11 күн ішінде клеткалардың қарқынды бөлінуі, осы кезде клеткалардың максимальды мөлшері өсірудің 21-ші күнінде $5,8 \times 10^6$ клетка/мл жетті, содан кейін уақыты бойынша ұзақ (екі апта бойына) стационарлық фаза басталды.

№9 клеткалық линиясы үшін қисық өсуі түзелді, суспензия гомогенді болды, біркелкі және көп емес 7-9, 3-5 клеткалық агрегаттардан және жалғызілік клеткалардан басым түсті. Жоғарыда айтылған клеткалық линиядан айырмашылығы суспензиядағы №7 клеткалық линиясы үшін клеткалық популяцияның өсуі екі кезеңде жүрді: уақыты бойынша ұзақ емес лаг-фазасынан кейін (3 тәулік өсуі) 4×10^6 клетка/мл деңгейіндегі бірінші максимальды тығыздықтың бірінші пікімен клеткалардың белсенді пролиферациясы байқалды, содан кейін суспензиялық клеткалық

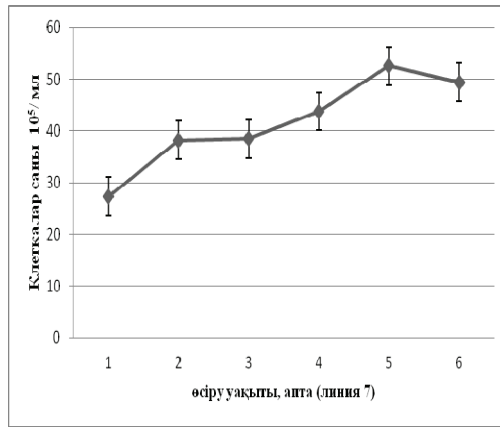
культураның стационарлық өсу фазасы басталды, бірақ төртінші аптада клетканың субкультивирленуі қарқынды бөліне бастады, осы кезде тығыздықтың екінші пікі $5,2 \times 10^6$ клетка/мл деңгейіне дейін жетті (2-сурет). Содан кейін тіршілікке қабілетті клеткалар саны азайды және 6-шы аптада тірі және өлі клеткалардың мөлшері теңестіп стационарлық деңгейге жетті.

№5, 13, 14 клеткалық линиясы үшін суспензиялық культураның өсуі салыстырмалы бірдей типте болды: лаг-фазаның ұзақтығы 5 тәуліктен (№5 линиясында) 14 күнге дейін варьирленді (№13, №14 линиясында), сосын клеткалық биомассаның аздап өсуі байқалды және өсірудің төртінші аптасында клеткалар қарқынды бөліне бастады, бесінші аптада максимум тығыздыққа жетті (№13 клеткалық линияда – $1,5 \times 10^7$ клетка/мл, №14 клеткалық линияда – $1,4 \times 10^7$ клетка/мл), №5 клеткалық линияда максимум тығыздыққа жетті, тек өсірудің жетінші аптасында – $5,7 \times 10^6$ клетка/мл тығыздыққа жетті (3-4-суреттер). №5, 13, 14 клеткалық линиясы зерттеудің осы кезеңінде стационарлық фазаға жетпеді және клеткалық популяциясының өсуі жалғасуда.

№12 клеткалық линия үшін жоғарыдағы (№5, 13, 14) линиялардан айырмашылығы экспоненциальды фаза анық көрсетілген және төртінші аптада жетті. Клеткалардың өсуі және пролиферациясы өсірудің төртінші аптасында жүреді, алтыншы аптада пролиферация темпі баяулайды (4-сурет). Осы клеткалық линия стационарлық фаза деңгейіне жеткен жоқ, өйткені клеткалық популяцияның өсуі әлі тоқтамады.

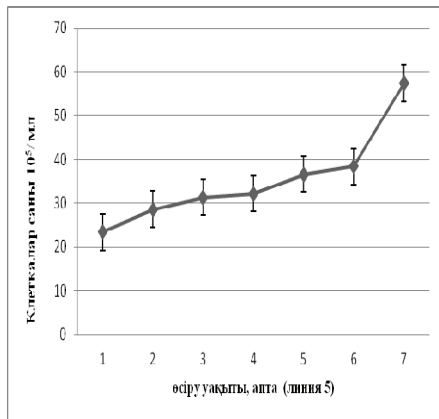


A

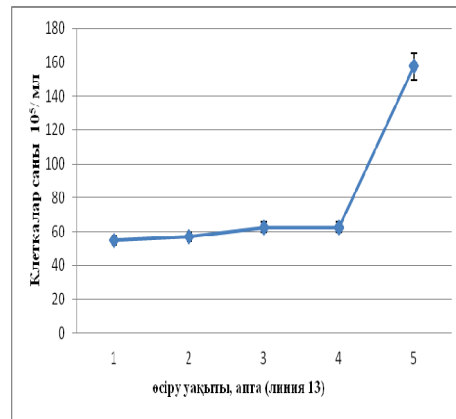


B

2-сурет – Тау-сағыздың №9 (A) және №7 (B) клеткалық линиясындағы суспензиялық культураның өсу динамикасы

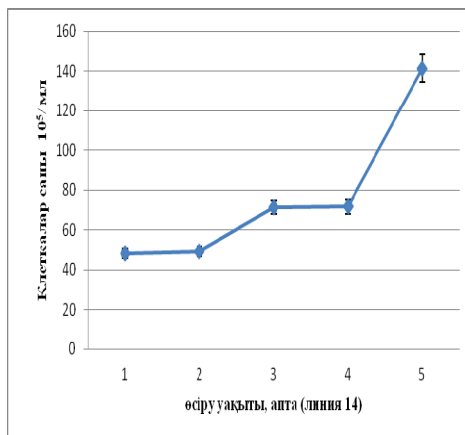


A

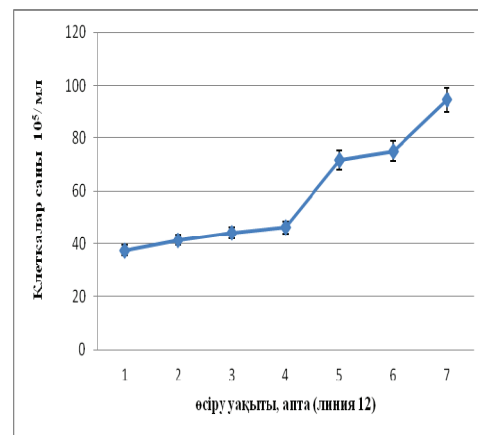


B

3-сурет – Тау-сағыздың №5 (A) және №13 (B) клеткалық линиясында суспензиялық культураның өсу динамикасы



A



B

4-сурет – Тау-сағыздың №14 (A) және №12 (B) клеткалық линиясында суспензиялық культураның өсу динамикасы

Жалпы, суспензиялық культураның тығыздығының максималды көрсеткіші әртүрлі клеткалық линиялар үшін 49×10^5 клетка/мл (линия №7) бастап 157×10^5 клетка/мл (линия №13) дейін варьирледі. Бірақ №13 линиясы үшін аздаған тығыздықпен клеткалық популяцияға тән лаг-фаза (28 күн) уақыты бойынша өте ұзақ, ол масштабты (шаруашылық) культивирлеуіне тиімсіз болады. Анағұрлым оптималды суспензиямен, клеткалық популяция өсуінің көрсеткіштері №9 клеткалық линияның суспензиялық культурасы болып табылады, ол әрі қарай зерттеуге және өсіруге ұсынылады.

Қорытынды

Тау-сағыз өсірудің биотехнологиясын құру, табиғатта осы түрлерін қалпына келтіру барысында көп септігін тигізеді, құрамында табиғи каучугі жоғары жаңа сұрыптарын алу мақсатында жүргізілген ғылыми-зерттеу және селекциялық жұмыстар жүргізу үшін қажетті материалдарды салыстырмалы ертерек алуға мүмкіндік береді. Жасалынып жатқан технологиялар каучук беретін тау-сағызды өндірістік масштабта жүргізуге мүмкіндік береді.

Қорыта келгенде, қазіргі таңда халық шаруашылығы мен өнеркәсіптің барлық салаларында қолданыс тапқан каучук және оның өндірістерінің өндірісін дамыту ең өзекті мәселелердің бірі болып саналады. Сонымен қатар, жоғалып бара жатқан каучукке бай техникалық өсімдігін *Scorzonera tau-saghyz* сақтау және көбейту өзекті мәселе болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін микроклонды көбейту технологияны пайдалануға болады.

Қазіргі кездері осы түрінің қорлары әлі де болса толықтай қалпына келтірілген жоқ, бұл процесс өте баяу жүзеге асырылуда. Қазақстанның Қаратау мемлекеттік табиғат қорының аймағында өсімдіктердің дәл осы түрін сақтап қалу бойынша жұмыстар жүргізілуде. Ортада 0,5 мг/л гибберелл қышқылы бар екендігі (ГҚ), сонымен қатар нафтил сірке қышқылының (НСҚ) ауксиннің басқасына ауыстыруы – индолил сірке қышқылы – ИСҚ (0,1 мг/л) морфогенез процесіне ынталану әсерін және өсімдік-регенеранттар өсуін тау-сағыз *Scorzonera tau-saghyz* клетка культурасын да реттейді. Талданған клеткалық суспензиялық культуранан аса жақсы өсу динамикасы №9 линияда болды. Бұл линиядан келешекте изопреноидтар бөліп алуды болжауда.

Әдебиеттер

- 1 Попова Г.М. Тау-сағыз // Большая советская энциклопедия. – М.: Наука, 1986. – 108 с.
- 2 Нескоромный В. В., Терещенко В. М., Гусев Ю. К. и др. Синтез и основные свойства бутадиев-стирольных карбоксилсодержащих эластомеров. – Воронеж, 1998. – 13 с.
- 3 Башкатов Т.В., Жигалин Я.Л. Технология синтетических каучуков. – Л.: Химия, 1997. – 158 с.
- 4 Вызов Б. В. Природный каучук. – Л., 1932. – 69 с.
- 5 Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. – М.: Наука, 1983. – 97 с.
- 6 Dibi, K., Boko, C., Obouayeba, S., Gnagne, M., Dea G.B., Carron, M.P. and Anno, A.P. Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.) // Agriculture and biology journal of north America. – 2010. – P. 1291-1298.

References

- 1 Popova G.M. Tau-sagyz // Bol'shaja sovetskaja jenciklopedija. – M.: Nauka, 1986. – 108 s.
- 2 Neskormnyj V. V., Tereshhenko V. M., Gusev Ju. K. i dr. Sintez i osnovnye svojstva butadien-stirol'nyh karboksilsoderzhashhij elastomerov. – Voronezh, 1998. – 13 s.
- 3 Bashkatov T.V., Zhigalin Ja.L. Tehnologija sinteticheskijh kauchukov. – L.: Himija, 1997. – 158 s.
- 4 Vyzov B. V. Prirodnij kauchuk. – L., 1932. – 69 s.
- 5 Kataeva N.V., Butenko R.G. Klonal'noe mikrorazmnozhenie rastenij. – M.: Nauka, 1983. – 97 s.
- 6 Dibi, K., Boko, C., Obouayeba, S., Gnagne, M., Dea G.B., Carron, M.P. and Anno, A.P. Field growth and rubber yield of *in vitro* micropropagated plants of clones PR 107, IRCA 18 and RRIM 600 of *Hevea brasiliensis* (Muell.-Arg.) // Agriculture and biology journal of north America. – 2010. – P. 1291-1298.