

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Амантай Индира Талғатқызы
Куанышева Куралай Ерсаинқызы

«Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез
процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B05101 – Химиялық және биохимиялық инженерия

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

ХиБИ кафедрасының меңгерушісі
қауымдастырылған профессор, PhD

Мангазбаева Р.А.

«10» 06 2025 ж.



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

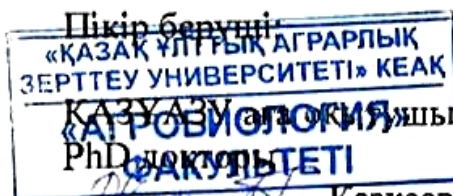
Тақырыбы: «Денді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы
каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу»

6B05101 – «Химиялық және биохимиялық инженерия»

Орындағандар:

Амантай Индира

Куанышева Куралай



Қазуазу ағылшын тілі кафедрасының меңгерушісі,
PhD докторы Казкеев Д. Т.

«10» 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші:

б.ғ.к., қауым. профессор

Искакова К.М.

«10» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғам

Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

БЕКІТЕМІН

ХиБИ кафедрасының меңгерушісі
қауымдастырылған профессор, PhD

Мангазбаева Р.А.

«10» 06 2025 ж.



Дипломдық жұмыс орындауға арналған
ТАПСЫРМА

Білім алушылар: Амантай Индира, Куанышева Қуралай

Тақырыбы: «Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы
калусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу»

Университет ректорының «29» 01 2025ж. №26-11/06 бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «10» 06 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: диплом алдындағы тақырып
бойынша әдебиеттерге шолу нәтижелері, теориялық мәліметтер жиыны

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәліметтер тізімі:

а) Кіріспе: жұмыстың өзектілігі, оның ғылыми-практикалық маңыздылығы
негізделіп, зерттеудің мақсаты мен міндеттері айтылады.

б) Зерттеу мақсаты мен әдістері: зерттеу нысаны ретінде дәнді дақылдарды
алу, зерттеу жүргізу тәсілдері мен әдістері сипатталған.

в) Зерттеу нәтижелері, қорытындылар мен тұжырымдар: нәтижелер
сипатталады.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
жұмыс презентациясы слайдтарда 19 көрсетілген

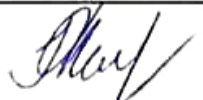
Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 40 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты дайындау

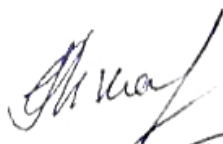
КЕСТЕСІ

Дайындалатын бөлімдердің атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге тапсыру мерзімі	Ескерту
Кіріспе. Әдебиеттерге шолу	14.03.2025	орындалды
Зерттеу материалдары мен әдістері	07.04.2025	орындалды
Зерттеу нәтижелері. Қорытынды	01.06.2025	орындалды

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын
көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған
қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	б.ғ.к., қауым. профессор Искакова К.М.	06.01.2025	
Зерттеу материалдары мен әдістері	б.ғ.к., қауым. профессор Искакова К.М.	20.01.2025	
Норма бақылаушы	б.ғ.к., қауым. профессор Искакова К.М.	30.05.2025	

Ғылыми жетекші:



Искакова К.М.

Білім алушылар тапсырманы
орындауға алды:



Амантай Индира
Куанышева Куралай

Күні

« 10 » 06 2025 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс «Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу» тақырыбында 31 беттен тұрады. Дипломдық жұмыста 11 сурет, 6 кесте, 1 диаграмма, 3 гистограмма, 30 пайдаланған дереккөздері бар. Жұмыс 4 бөлімнен тұрады: әдеби шолу, тәжірибелік бөлім, лабораториялық зерттеулер нәтижелері және оларды талдаулар, қорытынды.

Зерттеу нысаны: WWST-24 бидай (*Triticum aestivum* L.) және SS-4 тәтті құмай сорттары (*Sorghum bicolor* L.). Зерттеу мақсаты: Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының *in vitro* жағдайында алынған дақылында каллусогенез процестерінің түзілу жиілігіне әсер ететін факторларды зерттеу.

Жұмыс нәтижелері: *in vitro* жағдайында қант құмайы және бидай соматикалық жасуша культурасы алынды. Қоректік орта құрамының *in vitro* жағдайында каллус түзілу жиілігіне әсері және эксплант генотиптерінің каллус түзілуіне әсері зерттелді.

Кілт сөздер: қант құмайы (*Sorghum bicolor* L.), бидай (*Triticum aestivum* L.), соматикалық жасуша өсіріндісі, каллус, каллусогенез, дәнді дақыл.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа «Исследование процессов каллусогенеза в культуре соматических клеток зерновых культур в условиях *in vitro*» состоит из 31 страниц, содержит 11 рисунков, 6 таблицы, 1 диаграмму, 3 гистограммы, 30 использованных источников литературы. Работа состоит из четырёх разделов: литературный обзор, практическая часть и Результаты лабораторных исследований их анализ, заключения.

Объект исследования: Генотипы зерновых культур — пшеница WWST-24 (*Triticum aestivum* L.) и сладкое сорго SS-4 (*Sorghum bicolor* L.).

Целью исследования было изучение факторов, влияющих на частоту процессов каллусогенеза в культуре соматических клеток зерновых культур в условиях *in vitro*. Результаты работы: В условиях *in vitro* получена культура соматических клеток пшеницы и сладкого сорго. Изучено влияние состава питательной среды и генотипических особенностей эксплантов на частоту образования каллуса.

Ключевые слова: Сахарное сорго (*Sorghum bicolor* L.), пшеница (*Triticum aestivum* L.), культура соматических клеток, каллус, каллусогенез, зерновая культура.

ABSTRACT

Diploma thesis " Investigation of Callusogenesis Processes in Somatic Cell Cultures of Cereal Crops under *In Vitro* Conditions" consists of 31 pages, contains 11 figures, 6 tables, 1 chart, and 3 histograms, 30 used sources of literature. The work consists of four sections: literature review, practical part and Results of laboratory studies and their analysis, conclusions.

The object of the study: Genotypes of cereal crops — wheat WWST-24 (*Triticum aestivum* L.) and sweet sorghum SS-4 (*Sorghum bicolor* L.).

The aim of the study was to investigate the factors affecting the frequency of callusogenesis processes in *in vitro* somatic cell cultures of cereal crops. Results of the work: *In vitro* cultures of somatic cells of wheat and sweet sorghum were successfully obtained. The effects of nutrient medium composition and explant genotype on callus formation frequency were studied.

Keywords: Sugar sorghum (*Sorghum bicolor* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.), somatic cell culture, callus, callusogenesis, grain culture.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	6
1	ӘДЕБИЕТТІК ШОЛУ	7
1.1	Тәтті құмай және бидайдың жалпы сипаттамалары	7
1.1.2	Фенотиптік сипаттамалары	8
1.1.3	Классификациялары	8
1.1.4	Тамыр жүйесінің морфологиялық және анатомиялық сипаттамасы	9
1.2	Соматикалық жасуша культурасы	11
1.2.1	Соматикалық жасуша	11
1.2.2	Каллус жасушасы	11
1.3	Морфогенез	13
1.4	Каллусогенез	14
1.4.1	Каллустың индукция процесі	16
1.4.2	Каллус дақылының даму кезеңдері	17
1.4.3	Каллустың <i>in vitro</i> жағдайында индукциясына жауапты гормондық әсерлері	17
2	ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ	20
2.1	Материалдар мен әдістер	20
2.2	Қоректік орталарды дайындау	20
2.3	Тұқымдарды стерильдеу	21
2.4	Құралдарды стерильдеу	22
2.5	Эксплант алу	22
3	ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЗЕТТЕУЛЕР НӘТИЖИЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУЛАР	24
	ҚОРЫТЫНДЫ	28
	ТЕРМИНДЕР ТІЗІМІ	29
	ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР	30

КІРІСПЕ

Нақты дипломдық жұмыс дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі: Азық түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін бидай және тәтті құмай биотехнологиясына өте қатты назар аударылуда. Себебі дәнді дақылдардың биотехнологиясын дамыту үшін олардың сомалық жасушаларының *in vitro* жағдайында өсу биологиясын және қоректік орталардың құрамын оңтайландыру қажет. Сонымен қатар дәнді дақылдардың сомалық жасушаларының каллус түзу жиілігіне әсер ететін факторларды зерттеп анықтау өте маңызды.

Жұмыстың мақсаты: Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының *in vitro* жағдайында алынған дақылында каллусогенез процестерінің түзілу жиілігіне әсер ететін факторларды зерттеу.

Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылады:

1. Бидай және тәтті құмай дақылдарының қалыпты жағдайда өсу қарқындылығын зерттеу.

Қорытынды: Бидай мен тәтті құмайдың табиғи ортадағы өсу қарқын салыстырылып, морфологиялық айырмашылықтары анықталды.

2. Бидай және тәтті құмай дақылдарының сомалық жасушаларын *in vitro* жағдайында өсіру.

Қорытынды: Екі дақылдың экспланттарынан *in vitro* жағдайында каллус түзілді, өсіру шарттары оңтайландырылды.

3. Бидай және тәтті құмай дақылдарының сомалық жасушаларының *in vitro* жағдайында каллусогенез процессінің жиілігіне әсер ететін факторларды зерттеу.

Қорытынды: Каллустың пайда болуына қоректік орта мен өсуге әсер ететін заттардың қалай ықпал ететіні зерттелді. Соның нәтижесінде өсуге кедергі жасайтын және керісінше, оны күшейтетін негізгі себептер анықталды.

Зерттеу нысаны: Зерттеу нысаны WWST-24 бидай және SS-4 тәтті құмай сорттары.

1. Әдебиетке шолу

1.1 Тәтті құмай және бидайдың жалпы сипаттамалары

1.1.1 Тәтті құмай

Тәтті құмай (*Sorghum bicolor* L.) — астық тұқымдасына жататын біржылдық немесе көпжылдық өсімдік. Бұл ыстыққа төзімді өсімдік және оның сабағында 20%-ға дейін қант бар. Бұл табиғаттағы қант синтездейтін өсімдіктердің бірі, тіпті қант қамысы да (18-21%) көрсеткіштер бойынша сәл артта қалады [1,2].



1-сурет - Тәтті құмай [3].

Бидай – астық тұқымдасына жататын өсімдік. Экологиялық түрде тазартылған дақыл, себебі ол азотты тұрақты түрде пайдаланып, топырақтың құнарлылығын сақтауға көмектеседі. оның дәндерінде крахмал, ақуыз және минералды элементтердің мол болуы, сонымен қатар глютеннің жоғары деңгейі.



2-сурет - Бидай [4].

1.1.2 Фенотиптік сипаттамалары

Бидай мен тәтті құмайдың фенотиптік сипаттамалары — бұл екі дақылдың сыртқы құрылымдық және морфологиялық ерекшеліктері. Әрбір өсімдік түрі табиғатта өзіндік бейімділіктерімен ерекшеленеді. Төменде бидай мен тәтті құмайдың фенотиптік сипаттамаларын салыстырып қарастырамыз:

1-кесте - Бидай мен тәтті құмайдың фенотиптік салыстырмасы

Сипаттамалары	Бидай	Тәтті құмай
Сабақ биіктігі	60 см - 1,5 м	1,5 м - 3 м
Жапырақтың пішіні	Тар, ұзын, өткір ұштары бар	Кең, ұзын, жасыл түсті
Гүлдер	Сыпыртқыларда топтасқан, ұсақ гүлдер	Сыпыртқыларда топтасқан, көп гүлдер
Дән түсі	Алтын-сары	Ақ, қызыл, қара, сары
Дән пішіні	Ұзын, ұршық тәрізді	Дөңгелек немесе эллипс тәрізді
Дән құрамындағы крахмал	Жоғары мөлшерде (60-70%)	Аз мөлшерде
Глютен	Бар (клейковина бар)	Жоқ (глютенсіз)
Құрғақшылыққа төзімділік	Орташа	Жоғары (құрғақшылыққа өте төзімді)
Қолданылуы	Нан пісіру, ұн, жарма, макарон	Мал азығы, биоотын, тағам, өнеркәсіп

1.1.3 Классификациялары

Зерттеуде қолданылған тәтті құмайдың латынша атауы- *Sorghum bicolor L.*

- *Өкілі:* Plantae (Өсімдіктер)
- *Отбасы:* Poaceae (Қамыс тұқымдасы)
- *Тегі:* Sorghum (Құмай)
- *Түрі:* Sorghum bicolor (Тәтті құмай)

Зерттеуде қолданылған бидайдың латынша атауы - *Triticum aestivum L.*

- *Өкілі:* Plantae (Өсімдіктер)
- *Отбасы:* Poaceae (Қамыс тұқымдасы)
- *Тегі:* Triticum (Бидай)
- *Түрі:* Triticum aestivum (Қара бидай)

1.1.4 Тамыр жүйесінің морфологиялық және анатомиялық сипаттамалары

Бидайдың тамыр жүйесінің морфологиялық және анатомиялық қондырғының қоршаған ортаға бейімделуіне және өнімділігіне маңызды әсер етеді. Тамыр жүйесінің қызметі мен стресстік жағдайларында, мысалы, тұзді немесе өзгерістер жағдайында, өзгерістерге ұшырауы мүмкін.

Морфологиялық сипаттамалары:

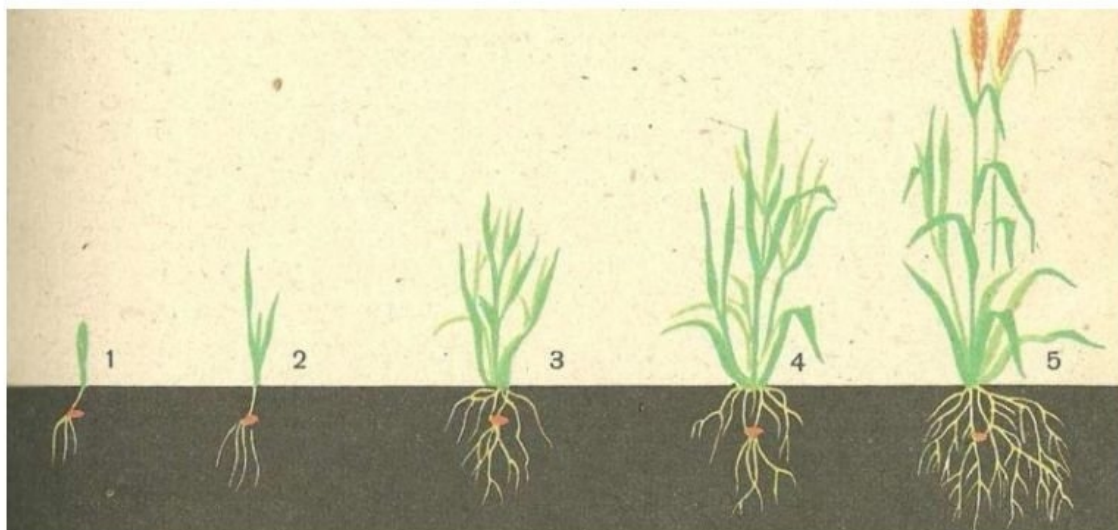
Тамыр ұзындығы мен беткі ауданы: Бидайдың ұзындығы мен беткі ауданы қоректік тұтыну және суды тиімді сіңіруге көмектеседі. Құрғақшылық жағдайында жүйе мен шығын азаяды [5, 6].

Тамырдың биомассасы: Жаңа тамыр биомассасы мен сортты топырақтың терең қабаттарынан артады, бұл су мен қоректік тиімді әсер береді [6].

Анатомиялық сипаттамалар:

Тамырдың үстіңгі қабаты мен ксилеманың (ағаш тіні) құрылымы : Тамырдың үстіңгі қабаты мен ксилеманың құрылымы судың әсеріне әсер етеді. Құрғақ жағдайда ксилема жұмысының көлемі ұлғаяды, бұл судың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді [5, 6].

Аэренхима және басқа құрылымдар: Аэренхима сияқты құрылымдар тамырдың оттегімен қамтамасыз етілуін жақсартады және стресс жағдайларында өсімдіктердің тіршілігін сақтауды жақсарту [7].



3-сурет - Бидайдың тамыр жүйесі шашақтық, ұрықтық және түйін тамырларынан құралған [13].

Тәтті құмайдың (*Sorghum bicolor L.*) тамыр жүйесінің морфологиялық және анатомиялық сипаттамалары өсімдіктің қоректік заттарды алу қабілетін және қоршаған ортаға бейімделуін анықтайды. Құмайдың тамыр жүйесі әртүрлі морфологиялық және анатомиялық ерекшеліктерге ие, олар өсімдіктің қоршаған орта жағдайларына бейімделуіне ықпал етеді.

Морфологиялық сипаттамалар:

Тамыр жүйесінің түрлері: Құмайдың тамыр жүйесі үш негізгі түрге бөлінеді: кішігірім тамыр жүйесі, жинақы және бұталы тамыр жүйесі, және зерттеуші тамыр жүйесі. Бұл түрлер өсімдіктің қоректік заттарды алу қабілетіне және қоршаған ортаға бейімделуіне әсер етеді [8].

Тамырдың ұзындығы мен көлемі: Құмайдың тамыр ұзындығы мен көлемі әртүрлі генотиптерде өзгеше болады және қоршаған орта жағдайларына байланысты өзгеруі мүмкін [9].

Анатомиялық сипаттамалар:

Тамыр меристемасы және тамырдың құрылымы: Тұзды стресс жағдайында құмайдың тамыр меристемасы және тамырдың құрылымы өзгерістерге ұшырайды, бұл өсімдіктің тұзға төзімділігін анықтайды [10].

Тамырдың анатомиялық ерекшеліктері: Құмайдың тамыр жүйесінің анатомиялық ерекшеліктері, мысалы, тамырдың бұрышы, саны, ұзындығы және құрғақ салмағы, генетикалық әртүрлілікке байланысты өзгереді [11].



4-сурет - Тәтті құмай өсімдігінің суреті [12].

1.2 Соматикалық жасуша культурасы

1.2 Соматикалық жасуша

Соматикалық эмбриогенез — бұл соматикалық жасушалардың эмбриондарға айналып, кейіннен толық өсімдіктерге қайта қалыптасу процесі. Бұл әдіс өсімдіктердің генетикалық трансформациясы мен көбеюі үшін маңызды, әсіресе дәстүрлі *in vitro* культура әдістеріне төзімсіз болатын дәнді дақылдарда.

Барлық өсімдік жасушаларын соматикалық және генеративті (жыныстық) жасушалар деп бөлуге болады. Қазіргі биологияның даму деңгейінде ғалымдар өсімдіктердің тек жыныстық органдарын ғана емес, соматикалық ұлпаларын да өсіруге қабілетті. Өсімдік жасушаларын, ұлпаларын және органдарын бөлек өсіру — өсімдік физиологиясы мен генетикасын зерттеуде маңызды әдіс болып табылады, себебі осылай өсірілген жасушалар мен ұлпалар ғылыми зерттеулер үшін жақсы модель бола алады. Соматикалық жасушалардың культурасын *in vitro* жағдайында XX ғасырда өсіре бастады. Өсімдіктердің жасушалық культура алу әдісін алғаш рет 1932-1934 жылдары американдық ғалым Ф. Уайт және француз ғалымы Р. Гомре ұсынды.

Қазіргі таңда ұлпа культурасы өсімдік биотехнологиясында ең қарапайым әдістердің бірі болып саналады, бұл әдіс өнімділікті арттыру және микроклональды көбею үшін қолданылады. Өсімдік ұлпаларын арнайы немесе стресстік жағдайларда өсіру арқылы ғалымдар клеткалық селекция жүргізіп, қажетті қасиеттері бар жасушаларды іріктеп алады. Бұл әдіс соматоклональдық өзгергіштік принципіне негізделеді. Соматоклональдық өзгергіштік — *in vitro* жағдайында өсірілген соматикалық жасушалардың табиғи өзгергіштігі, ол генетикалық алуантүрлілікті арттыру үшін жиі пайдаланылады, себебі бұл әдіс

генетикалық инженерия әдісіне қарағанда қарапайым әрі тиімді. Бұл әдістің негізгі кезеңі — каллус алу. Каллус — өсімдіктердің ұлпаларынан пайда болатын сұйық, дифференцияланбаған жасушалар массасы. Каллус алу арқылы жаңа жасушалық культура үшін материал алынады, ол болашақта өсімдіктің генетикалық өзгерістеріне немесе көбеюіне негіз болады.

1.2.2 Каллус жасушасы

Негізгі өсімдік жасушаларының типі, *in vitro* жағдайында өсірілетін, каллус жасушалары болып табылады [13]. Бұл жасуша культурасын микроклональды көбею үшін, өсімдіктердің морфогенезін зерттеу үшін, клеткалық селекция үшін, сондай-ақ екінші метаболиттерді (биологиялық белсенді заттар) синтездеу үшін пайдаланады.

Каллус жасушаларының культурасын қолдану арқылы өсімдіктерді тұздарға, құрғақшылыққа, ауыр металдарға төзімділігі арттырылған өсімдіктер алу мүмкіндігі бар. Осылайша, бұл қажетті қасиеттері бар өсімдіктерді алудың қолжетімді әдісі болып табылады. Сонымен қатар, каллус культурасының оң аспектілеріне мыналар жатады: өсімдіктердің ауруларға (бактериялар, саңырауқұлақтар мен вирустардан) қарсы таза өсімдік материалдарын алу, сондай-ақ өсімдік жасушаларын асептикалық жағдайда ұзақ уақыт сақтау мүмкіндігі.

Каллус өз кезегінде ісікке ұқсас ұлпа болып табылады, бұл оның атауын түсіндіреді: ағылшынша «*callus*» сөзінің мағынасы – мазоль. Табиғатта каллус әртүрлі абиотикалық және биотикалық факторлардың (микроорганизмдер мен жәндіктердің әсері) ықпалынан пайда болады [14]. Бірақ көбінесе каллус өсімдіктердің физикалық зақымдануы нәтижесінде қалыптасады және жараны жабу мен жарақат алған органды қалпына келтіруге қызмет етеді. Ол өз клеткаларының арқасында физикалық жараның жабылуын жеңілдетеді, себебі бұл клеткалар әртүрлі клеткалық типтерге дифференциацияланып, жоғалған ұлпаларды қалпына келтіреді. Өсімдіктер әртүрлі факторлар әсерінен өз органдарын жоғалтуға бейім болғандықтан, каллус қалыптастыру қабілеті өсімдіктерге тіршілік ету мүмкіндігін арттырады.

Каллус — бұл клеткалардың дифференциацияланбаған массасы, олар өздерінің мамандануын жоғалтып, бөліну арқылы ретсіз өседі. Каллус жасушалары жұқа қабықшалы, шамамен бірдей мөлшердегі клеткалардан тұрады.

Каллустың тағы бір ерекшелігі — бұл типтегі жасушалардың тотипотенттілігі. Бұл қасиет барлық өсімдік соматикалық жасушаларында бар, бірақ тек каллус культурасы толық мөлшерде даму генетикалық бағдарламасын іске асыра алады және өсімдіктің барлық ұлпасына: негізгі, қабықша, өткізгіш, механикалық және білім беру ұлпаларына дифференциациялануы мүмкін. Осылайша, соматикалық жасуша культурасынан толық өсімдік қайта қалпына келуі мүмкін.

Бұл қасиет микроклональды көбеюдің негізі болып табылады. Сонымен қатар, бастапқы каллус жасушасын регенерациялық ортаға көшіру арқылы тамырлардың (ризогенез), бүршіктердің (геммогенез), гемморизогенездің (тамырлар мен бүршіктердің дамуы) немесе гистогенездің (ұлпалардың пайда болуы) қалыптасуы басталуы мүмкін.

Дедифференциация процесі кезінде фотосинтез жасушаларының хлорофилі жоғалады, жасушадағы қоректік заттардың мөлшері төмендейді, Гольджи аппараты бұзылады, сонымен қатар эндоплазмалық желі мен цитоскелет қайта құрылымдалады [15]. Демек, каллус индукциясы кезінде транскрипциялық немесе пост-транскрипциялық реттеушілер гендердің экспрессиясында немесе ақуыздардың трансляциясында жаһандық өзгерістер туғызады [14]. Осыдан кейін жасушалардың бөлінуіне тән ақуыздарды синтезу үшін гендердің экспрессиясы басталады. Бұл дегеніміз, каллусогенез кезінде жасушаның биохимиялық және құрылымдық деңгейде толық қайта құрылуы жүзеге асады [15].

Каллус алу үшін *in vitro* жағдайында және оны қоректік ортада өсіру үшін өсімдіктің әртүрлі бөліктерінен экпланттар алынуы мүмкін, олардың ұлпалары әртүрлі дифференциацияланған болуы мүмкін (өсімдік органдарынан алынған экпланттар түрлі ұлпаларды қамтуы мүмкін). Түбір экпланты өткізгіш ұлпаны (флоэма мен ксилема), негізгі ұлпаны (эктодерма, мезодерма және энтодерма), сондай-ақ қабықша ұлпасын (ризодерма) қамтуы мүмкін. Бұл клеткалардың шығу тегі бойынша айырмашылығы каллус культурасының гетерогендігін құрайды.

Ескеру керек, жас меристематикалық ұлпалар каллус түзу деңгейі жоғарырақ болады, себебі олар өсімдіктің ескі бөліктерімен салыстырғанда қалпына келтіруге жоғары қабілетті және дифференциацияланбаған күйде болады. Бұл ұлпалар өсімдіктің өсу аймақтарында орналасқан, мысалы, тамырдың ұшы, өсіндінің ұшы (апикальды меристема), бұтақтық бүршіктер.

Меристематикалық жасушалар бөлініп, маманданған жасушаларға дифференциациялана алады, себебі олар дифференциацияланбаған күйде болады. Сондай-ақ, бұл жасушалар шексіз рет бөліну қабілетіне ие болғандықтан, олар мәңгілік болуы мүмкін [16]. Бұл жасушалар апоптозға сирек ұшырайды [16].

1.3 Морфогенез

Дәнді дақылдардың морфогенезі – бұл дәнді дақылдардың (мысалы, бидай, арпа, сұлы, күріш және басқа да осы тәріздес өсімдіктер) өсу және даму процесінде олардың құрылымдық және функционалдық өзгерістері. Морфогенез — бұл өсімдіктің морфологиялық құрылымының қалыптасу процесі, яғни оның мүшелерінің, жасушаларының, тіндерінің құрылымдық өзгерістері мен олардың функционалдық қасиеттерінің даму кезеңдері.

Астық дақылдарының морфогенезі бидай, тәтті құмай сияқты астық өсімдіктерінің дамуы мен құрылымдық қалыптасуы мәселелерін зерттеуді

көздейді. Бұл процесс ауыл шаруашылығы практикасы мен ауыл шаруашылығы дақылдарын жақсарту стратегиялары туралы хабардар ете алатын осы өсімдіктердің қалай өсіп, дамып келе жатқанын түсіну үшін шешуші мәнге ие.

Тәтті құмайдағы морфогенез:

Архитектуралық қатынастар: Тәтті құмайда дәйекті архитектуралық қатынастар анықталды, мысалы, әр түрлі өсу жағдайларында тұрақты болып қалатын дәйекті жапырақтар мен интернодтардың ұзындықтары. Бұл қарым-қатынастар тәтті құмайда болашақ өсім мен ресурстардың бөлінуін болжауға көмектеседі өсімдіктер [29, 30].

3D визуализация: бөліну мен морфогенез арасындағы динамикалық өзара әрекеттесуді түсіріп, тәтті құмай морфогенезін визуализациялау үшін кеңістіктік модель жасалды. Бұл модель күрделі өсуді түсіндіруге көмектесетін өсімдіктерді дамытудың виртуалды көріністерін жасау үшін 3D өлшемдерді пайдаланады үлгілер [30].

Бидайдағы морфогенез:

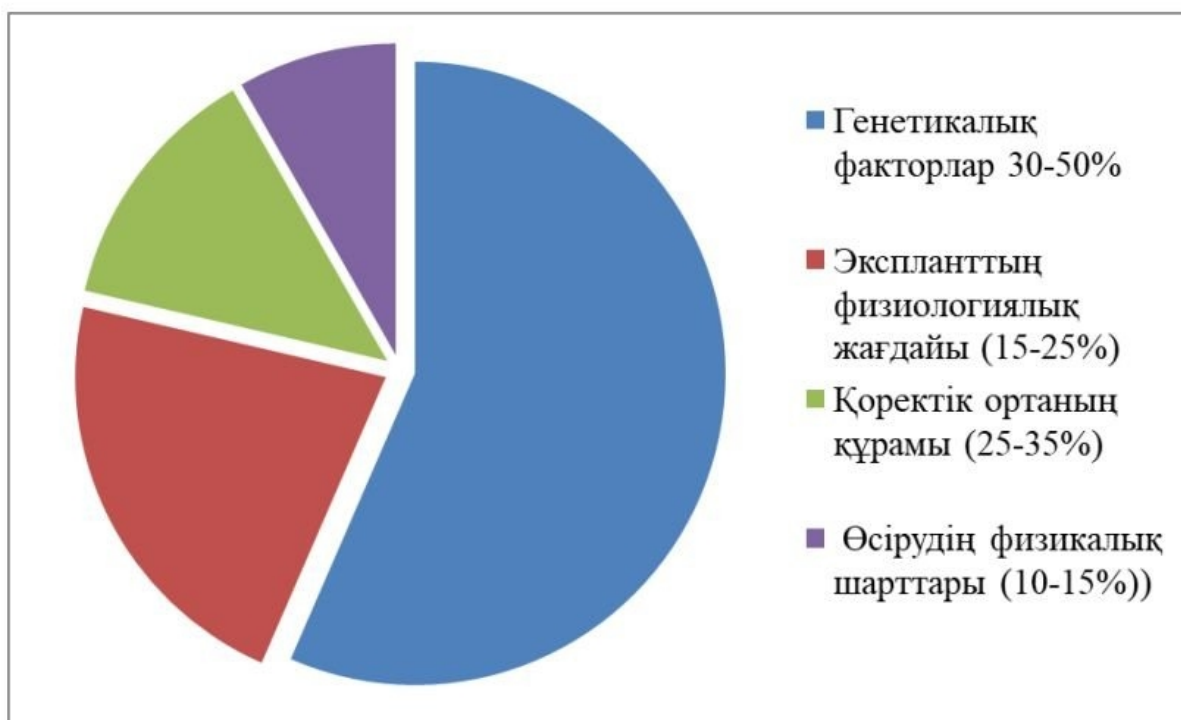
Gene-Mediated Transformation: *Zm-Baby Boom* және *Zm-Wuschel2* сияқты морфогенді реттегіш гендерді қолдану бидай трансформациясының тиімділігін едәуір арттырды. Бұл әдістер трансгендік қондырғыларды генерациялау уақыты мен күрделілігін қысқартады, бұл процесті үнемдірек және аз етеді еңбекті көп қажет ететін [31].

In vitro Pathways: Бидай культурасында *in vitro* зерттеулері эмбрионоидогенез және каллусогенез сияқты әр түрлі морфогенез жолдарын анықтады. Бұл жолдардың индукциясына эндогендік және экзогенді ауксиндердің тепе-теңдігі әсер етеді, оларды нақты морфогенетикалық реттеу үшін реттеуге болады нәтижелері [32, 33].

Өсіру ұзақтығы: *In vitro* өсіру ұзақтығы бидай эмбрионының каллустағы морфогенетикалық және регенеративті әлеуетінің өрнегіне әсер етеді. Морфогенездің әр түрлі жолдары, мысалы, геммогенез және соматикалық эмбрионогенез уақыт өте келе индукцияланады, морфогенезде өсіру ұзақтығының маңыздылығын көрсететін зерттеулер [33].

1.4 Каллусогенез

Каллусогенез — бұл өсімдіктің клеткаларының дифференциацияланбаған, тотипотентті жасушаларға айналып, біртекті клеткалар массасын (каллусты) түзетін процесс. Бұл процесс, әдетте, өсімдіктерді *in vitro* (лабораториялық жағдайда) өсіру кезінде орын алады және өсімдіктің клеткаларының немесе ұлпаларының регенерациясын зерттеу мен әртүрлі биотехнологиялық мақсаттар үшін қолданылады.



1-диаграмма - Каллусогенезге әсер ететін факторлардың % үлесі

Генетикалық факторлар (30-50%):

- Каллусогенезге генетикалық бейімділік дәнді дақылдардың әртүрлі сорттары мен түрлерінде өзгереді. Кейбір генотиптер басқаларға қарағанда каллусты оңай құрайды.

- ДНҚ метилденуі, гистон модификациясы және басқа эпигенетикалық өзгерістер каллусогенезге қатысатын гендердің экспрессиясына әсер етуі мүмкін.

Экспланттың физиологиялық жағдайы (15-25%):

- Жас ұлпалар каллусты оңай қалыптастырады.
- Өсімдіктің даму кезеңі, зақымданудың болуы, стресстік жағдайлар.

Қоректік ортаның құрамы (25-35%):

- Ауксиндер мен цитокининдердің арақатынасы каллусогенезді және одан кейінгі морфогенезді индукциялауда шешуші рөл атқарады.

- Жасушаларды қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету

- Қант: жасушалар үшін энергия көзі.

- Витаминдер: жасушалардың өсуі мен бөлінуін ынталандырады.

Өсірудің физикалық шарттары (10-15%):

- Қолайлы температура дәнді дақылдардың әртүрлі түрлері үшін өзгереді.

Кейбір каллусогенез түрлері жарықты қажет етеді, ал басқалары қараңғылықты қажет етеді. Ортаның рН: қолайлы рН мәні, әдетте 5,5-6,0 диапазонында болады.

1.4.1 Каллустың индукция процесі

Процесс каллусогенезі стерильді жағдайда, ламинарлық бокстарда жүргізіледі, онда асептикалық жағдайлар стерильді ауа ағынымен қамтамасыз етіледі. Культивация жағдайларының стерильдігі өте маңызды, себебі эксплантаттар бактериалды инфекциядан өліп қалуы мүмкін. Барлық құралдар, пробиркалар немесе Петри табақшалары, культуралық орта және эксплантаттар стерильді болуы тиіс.

Каллус қалыптастыру үшін агардағы қою орта немесе сұйық орта да ыңғайлы. Өсімдік клеткаларының культурасын өсіруге арналған қоректік ортаға қойылатын негізгі талаптар — көміртек көздері (әдетте сахароза немесе глюкоза), минералды тұздар (макро және микроэлементтер), витаминдер мен фитогормондардың болуы. Мұндай ортаға Мурасиге-Скуга ортасы және Гамбург В5 ортасы жатады.

Ортада оның химиялық құрамы маңызды рөл атқарады. Өсімдік клеткаларын культивирлеу үшін азот көздерін (нитраттар, нитриттер, аммоний тұздары), фосфорды (фосфаттар), күкіртті (сульфаттар), кальцийді, магнийді, натрийді, калийді және марганецті қамтитын тұздардың болуы қажет. Сондай-ақ, темірдің өсімдіктер үшін сіңірілетін түрінде болуы маңызды, ол ЭДТА (этилендиаминтетрасірке қышқылы) хелаты түрінде болады [37,38]. Өсімдік клеткаларына қажетті витаминдер: С (аскорбин қышқылы), В1, В6, В12, РР (никотин қышқылы). Қышқылдылық (рН) көрсеткіші 5,5-тен 5,8 аралығында болуы керек [17].

Стерильденген эксплантатты каллус индукциясына қолайлы стерильді қоректік ортаға орналастырып, фитогормондар, витаминдер, минералды тұздар қосылады және оны термостатқа жарықтандырмай 22-25°C температурада инкубацияға қояды.

Экзогендік фитогормондардың болуы нәтижесінде өсімдік эксплантаттарында жасушалардың құрылымдық ұйымдасуы мен ерекшеліктерін жоғалтуы байқалады, сондықтан клеткалар бөлініп, олар каллусқа айналады. Бастапқы каллус алынғаннан кейін (бұл кезеңде ол біртекті клеткалар массасы болып табылады) эксплантат 4-6 апта инкубациядан кейін субкультивацияланады, яғни оны жаңа ортаға ауыстырып, екінші каллус алынады.

Екінші каллус клеткалары генетикалық және физиологиялық деңгейде айырмашылықтарға ие болады [18].

Тәтті құмай — біржарнақтылар өсімдік болғандықтан, каллус алу процесі қиын. Ал, бидай үшін каллус алу оңай деңгейде жүреді. Себебі, табиғатта біржарнақтылардың каллус түзуі екіжарнақтыларға қарағанда сирек кездеседі, және біржарнақтылар тітіркендіргіштерге аз жауап береді. Сондай-ақ, каллус түзу үшін барлық тотипотенттілік қасиеттеріне ие клеткалар мен тіпті барлық дедифференцияланған клеткалар *in vitro* жағдайында каллусқа айнала бермейді [19]. Алайда, зертханалық жағдайда эксплантаттарға фитогормондар әсер

еткенде каллус алуға қол жеткізуге болады, себебі фитогормондар өсімдіктердің онтогенездік даму процесін басқарады [20].

1.4.2 Каллус дақылының даму кезеңдері

Каллус түзілуінен кейін клеткалардың бөліну кезеңі басталады. Кейіннен, бактериялар культурасындағыдай, каллус клеткаларының культурасы өсу фазаларынан өтеді: лаг-фаза, экспоненциалды өсу фазасы, стационарлы фаза және деградация мен өлім фазасы [31,34].

Лаг-фаза (1-3 күн) кезінде клеткалар бөліну фазасына дайындалады, сондықтан клеткалардың саны баяу артады. Бұл кезеңде клеткалар рибосомалар санын көбейтеді, ДНҚ репликациясы жүреді, ақуыздар жиналады. Кейін клеткалардың белсенді бөлінуі және олардың экспоненциалды өсуі басталады (4-16 күндер). Бұл процесте ақуыз бен ДНҚ көлемі күрт төмендейді, ал клеткалар көп мөлшерде оттегі тұтынады. Бұл фазаны қолдау үшін каллус жаңа қоректік ортаға субкультивирленуі қажет [21].

Содан кейін клеткалардың бөлінуі азайып, өсу жылдамдығы баяулап, стационарлы фазаға өтеді (16-32 күндер). Стационарлы фазада қоректік заттар мәдени ортада сарқылып, клеткалардағы оттегінің мөлшері азаяды, сондықтан бұл кезеңде өлім фазасы басталады [22].

Каллус культурасының маңызды ерекшелігі — клеткалардың өсу фазаларындағы физиологиялық асинхрондығы. Яғни, бір мезгілде клеткалар әртүрлі өсу фазаларында болуы мүмкін [23]. Синхронизация әдістері бар, бірақ олар тек уақытша әсер етеді.

1.4.3 Каллустың *in vitro* жағдайында индукциясына жауапты гормондық әсерлер

Фитогормоны немесе өсімдік өсуінің реттеушілері — бұл өсімдіктерге тән төмен молекулалы органикалық заттар, олар жасуша ішінде реттеуші функцияларды атқарады [24]. Бұл заттар өсімдікке әртүрлі сыртқы әсерлерге, мысалы, жарыққа, ауырлық күшіне және басқа да тітіркендіргіштерге жауап ретінде әрекет етеді. Стрестік жағдайларға (температураның көтерілуі, жарық, экологиялық ластану, топырақтың тұздануы) жауап ретінде өсімдіктерде тұқымның өнуі, тамырдың өсуі, бүршіктердің түзілуі, жемістердің пісуі және әлсіреуі сияқты процестер жүреді. Фитогормондар өсімдікке өте аз мөлшерде әсер етеді, сондықтан оларды гормондармен салыстырады.

Өсімдіктердің өмірлік циклінің әртүрлі кезеңдерін реттейтін фитогормондар бес түрге бөлінеді: ауксиндер, цитокининдер, гиббереллиндер, этилен және абсциз қышқылы.

Цитокининдер мен ауксиндер — бұл каллустың *in vitro* жағдайында түзілуін индукциялайтын екі фитогормон. Олардың қоректік ортада болуы клеткалардың пролиферациясына және өсімдіктердің өсу процестеріне әсер етеді, себебі фитогормондар клеткалық циклға кіруіне тікелей әсер етеді [25].

Бұл процесс фитогормондар клеткалардағы ген экспрессиясына әсер ету арқылы жүзеге асады [24].

Экзогендік фитогормондардың ортадағы қатынасы олардың әсеріне үлкен ықпал етеді. Бұл идея 1957 жылы ғалымдар К. Миллер мен Ф. Скуг тарапынан ұсынылды, олар кейінірек жапондық ғалым Т. Мурасиге мен бірге өсімдік клеткаларын культивирлеуге арналған қоректік ортаны жасап шығарды [39,36]. Қазіргі уақытта бұл гипотеза гормональды реттеу гипотезасы деп аталады. Бұл гипотеза бойынша, цитокининнің көп мөлшері бүршіктердің регенерациясын ынталандырады, ал ауксиннің көп мөлшері тамырдың пайда болуын күшейтеді. Ал, егер концентрациялар теңгерімді болса, клеткалық масса ретсіз өседі.

Ауксиндер — бұл амин қышқылы триптофан немесе тікелей индолдан туындаған химиялық құрылымы ұқсас фитогормондардың тобы. Индолил-3-сірке қышқылы (ИУК) — бұл негізгі ауксин, ол өсімдіктердің морфогенезі процесстерін реттейді, мысалы, гүлдер мен бүршіктердің пайда болуы. Сонымен қатар, ауксиндер клеткалық бөліну, клеткалардың дифференциациясы мен клеткалар арасындағы сигналдарды тасымалдауды қамтамасыз етеді. Ауксиннің тұрақты деңгейі өсімдіктің даму процесінің деңгейін ұстап тұруға көмектеседі [26].

Қоректік ортада өсімдік тіндерін өсіру үшін қолданылатын ауксиндер: 2,4-Д (2,4-дихлорфенокисірке қышқылы), НУК (α -нафтилсірке қышқылы) және ИУК (β -индолил-3-сірке қышқылы). Алайда каллус индукциясы үшін ең жиі қолданылатын ауксин — 2,4-Д.

Цитокининдер — пурин негіздерінен туындайтын фитогормондар. Бұл фитогормондар клеткалардың бөлінуін және өсімдік өсуін ынталандырады. Сонымен қатар, бұл гормондар клеткалардың созылуына әсер етеді. Каллус культурасында олар бүршіктердің түзілуін қамтамасыз етеді. Бұл фитогормон клеткалық циклдің реттеушісі ретінде де танылады [27].

Қоректік ортада қолданылатын цитокининдер: зеатин (6-(4-окси-3-метилтранс-2-бутенил)-аминопурин), кинетин (6-фурфуриламинопурин), БАП (6-бензиламинопурин). Әдетте 6-БАП қолданылады, себебі ол жоғары белсенділікке ие.

Бірдей фитогормон әртүрлі концентрацияларда клеткаға әртүрлі әсер етеді, сонымен қатар фитогормондардың қатынасы да маңызды. Сондықтан оптималды концентрациядағы фитогормондар *in vitro* каллус түзілуін қамтамасыз етеді [28].

Ауксиндер клеткалардың бөліну процесінде протеинкиназа өндірісін ынталандырады, сондықтан олар клетканың G1 фазасынан S фазасына өтуін (ДНҚ репликациясы) стимулдайды [35,40]. Ал цитокининдер циклиндердің өндірісін индуцирлейді, сондықтан олар клетканы G2 фазасына (бөліну үшін дайындық кезеңі) және митозға өтуді ынталандырады.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны ретінде тәтті құмай (SS-4) және бидай (WWST-24) тұқымдары алынды. Тұқымдар арамшөптер мен қабықшалардан тазартылып, оларды жабатын қабықшалар алынды. Тұқымдар хлоргексидин және 70%-дық этил спиртімен зарарсыздандырылды. Зарарсыздандырылған тұқымдар жетілген эмбриондарды алу үшін 3-5 күн бойы қараңғыда, 20°C температурада термостаттарда Петри табақшаларында өніп шықты.

2.2 Қоректік орталарды дайындау

Қаллусты индукциялау үшін қоректік орталар ретінде Мурасиге – Скуга ортадағы БАП (6-Бензиламинопурина) және Гамборга В5 ортадағы 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксисірке қышқылы) пайдаланылды.

Ортаны дайындау үшін 7 грамм микробиологиялық агарды аналитикалық таразымен өлшеп, алдын ала дайындалған 500 мл дистиллирленген суы бар стаканға салады, содан соң шыны таяқшамен мұқият араластырады. Температураға төзімді стаканға ерітіндісімен бірге плитаны қойып, сұйықтықты араластырып отыра отырып қайнатуға дейін жеткізеді. Сұйықтық баяу қоюланып, содан кейін қыздыру температурасы төмендетіліп, ерітінді салқындай бастайды.

Басқа 1 литрлік стаканға 200 мл дистиллирленген су құйылып, оған өлшенген 3,7 грамм Мурасиге – Скуга қоректік ортасы салынады. 20 грамм сахароза, темір хелаты, В1, В6, С, РР витаминдері және БАП фитогормоны (цитокинин) қосылады. Содан соң су 500 мл-ге дейін толтырылады. NaOH қосу арқылы рН көрсеткішін 5,7-ге теңестіреді. Келесі кезекте қоректік орта плитада 50-60 °C температурада қыздырылады, кейін салқындатылған агармен араластырылады.

Дайындалғаннан кейін, ортасы бар түтіктер көлбеу жағдайда қалдырылып, орта көлбеу бұрышта қатуы үшін қойылады. Орта қатқаннан кейін, түтіктер автоклавқа салынып, орта 15 минут бойы стерильденеді.

2-кесте - Мурасиге-Скуга ортасының құрамы

№	Компонент среды	Количество
1	Порошок среды Мурасиге-Скуга	3,7 г
2	Агар	7 г
3	Сахароза	20 г
4	Витамины: В1, В6, С, РР	100 мл
5	БАП	2 мг/л
6	Хелат железа	5 мл

Осы әдіс бойынша екінші қоректік орта – Гамборга В5 дайындалды, оған Гамборга В5 орта ұнтағы, агар, темір хелаты, 2,4-Д (2 мг/л, ауксин), витаминдер В1, В6, С, РР қосылды. рН көрсеткіші де 5,7-ге дейін реттелді.

3-кесте - Гамборга В5 ортасының құрамы

№	Компонент среды	Количество
1	Порошок среды Гамборга В5	3,7 г
2	Агар	7 г
3	Сахароза	20 г
4	Витамины: В ₁ , В ₆ , С, РР	100 мл
5	2,4 – Д	2 мг/л
6	Хелат железа	5 мл

2.3 Тұқымдарды стерильдеу

Екі генотиптің тұқымдары олардың беткі қабатындағы барлық микроорганизмдерді жою үшін зарарсыздандырылды. Әр генотиптің тұқымдары екі түтікке салынды, олардың біріншісіне антисептик (0,5% хлоргексидин ерітіндісі) құйылды. Түтіктер мұқият араластырылып, тұқымдар 5 минутқа ерітіндіде қалдырылды. Содан кейін ерітіндіні жеке ыдысқа төгеміз. Келесі кезекте тұқымдар 70%-дық спирт ерітіндісімен өңделді. Ол түтіктерге құйылып, түтіктер тағы да белсенді түрде араластырылды. Тұқымдар ерітіндіде 3 минуттай болды. Содан кейін дистиллирленген сумен шайылды. Түтіктерге су құйылып, тұқымдар 2 минутқа сұйықтықта қалдырылды. Содан соң сұйықтықты төгеміз.



а.



ә.

5-сурет - Тұқымдарды стерильдеу: а) Зертханада қолданылатын құралдар мен ерітінділер, ә) Стерильденген тәтті құмай SS-4 пен бидай WWST-24 пробирка ішінде

2.4 Құралдарды стерильдеу

Барлық экспланттар алу және өсіру үшін қажетті құралдар: бактериологиялық иненің, скальпельдің және пинцеттің бәрі алдын ала автоклавта $t=121^{\circ}\text{C}$ температурада және $p=1$ атм қысымында зарарсыздандырылды.

Құралдардың беткі қабаттарын зарарсыздандыру үшін олар антисептикпен (70%-дық этил спирті ерітіндісі) және спиртшамның жалынында қыздырып стерильденді. Бұл процесс ламинарлы қорапта жүргізілді. Қораптың жұмыс беті де спирт ерітіндісімен дезинфекцияланды.



6-сурет - Жұмыс құралдарын спиртшамның жалынында зарарсыздандыру

2.5 Эксплант алу

Экспланттар ретінде тұқымдардан шыққан тамырлар мен сабақтардың өскіндері пайдаланылды. Өскіндерді алу үшін зарарсыздандырылған тұқымдар Петри ыдыстарына салынып, негіз ретінде фильтрлеуші қағаз төселді, содан кейін тұзды ерітіндімен суарылды.

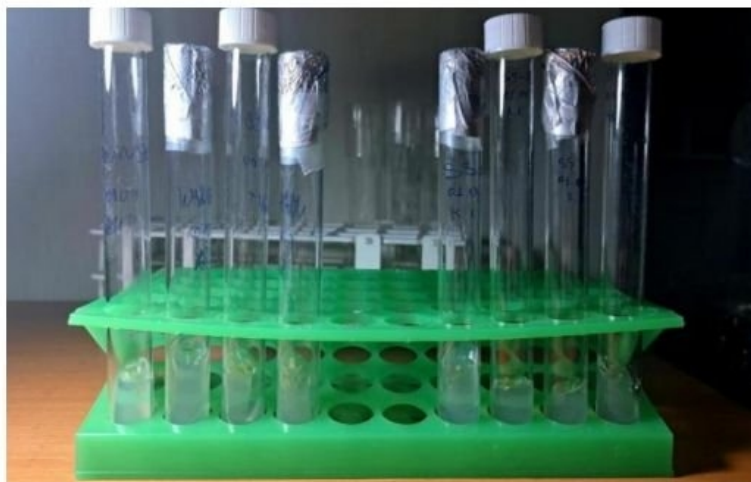
Петри ыдыстары жабылып, герметизациялау үшін парафильм — герметизациялайтын зертханалық пленка қолданылды. Ыдыстар 4 күн бойы бөлме температурасында жарықсыз өнуге жіберілді.



7-сурет - Өскіндерге айналған тәтті құмай мен бидай SS-4 және WWST-24 екі генотипінің тұқымдары

Кейін өскіндер Петри ыдыстарынан алынды. Ламинарлы қорапта стерильденген скальпель арқылы өскіндер тамыры мен сабағының ұштары бөлінді. Бес экспланттан тұратын топтар бір пробиркаға орналастырылып, содан кейін инемен дайындалған қоректік ортаның бетіне түсірілді. Әр генотиптің экспланттары бес пробиркаға Мурасиге-Скуга ортасына және бес пробиркаға Гамборга В5 ортасына отырғызылды. Жалпы саны — 20 пробирка.

Культивация процесі қараңғылықта, бөлме температурасында (25°C) термостатта екі апта бойы жүргізілді.



8-сурет - Қоректік ортаға отырғызылған, SS-4 және WWST-24 генотипті экспланттар

3 Зертханалық зерттеулер нәтижелері және оларды талдаулар

Культивация басталғаннан кейін 4 күн өткен соң каллус жасушаларының алғашқы белгілері байқалды. Микроскоп арқылы экспланттардың кесілген ұшында ақ жасушалардың шоғырланған тобы көрінді.



9-сурет - Құмайдың SS-4 генотипінің сомалық жасушаларын *in vitro* өсіру барысында каллустардың түзілуі



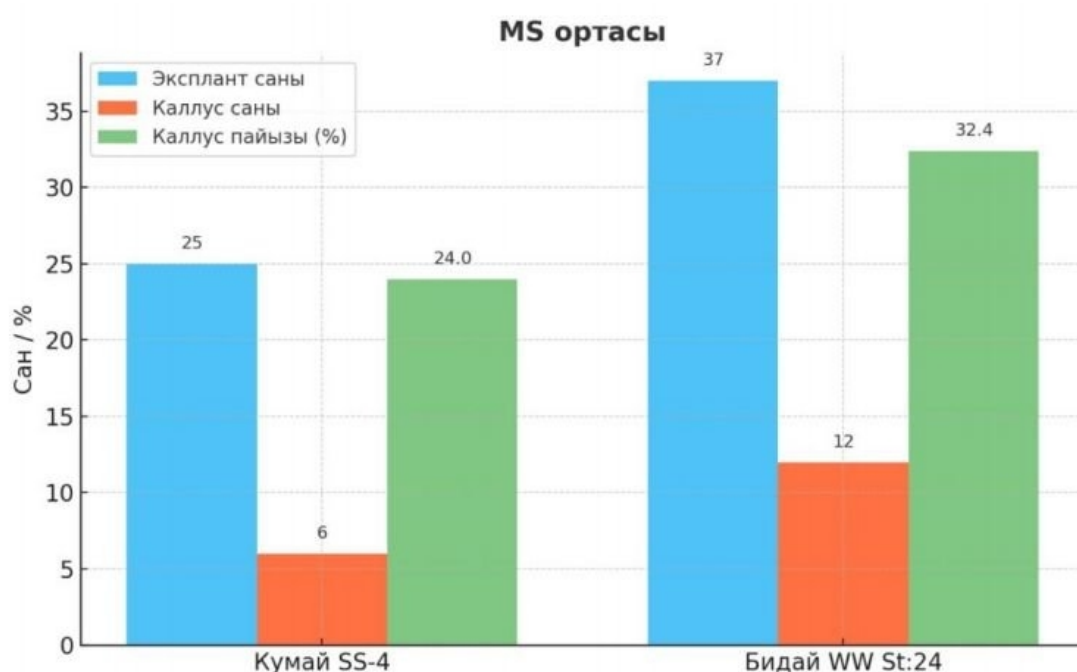
10-сурет - Бидайдың WWST - 24 генотипінің сомалық жасушаларын *in vitro* өсіру барысында каллустардың түзілуі

Екі генотиптің экспланттары салынған сегіз пробиркада культивация басталғаннан кейін 15 күн өткен соң Мурасиге-Скуга ортасында тәтті құмайда 6 каллус, ал бидайда 12 каллус түзілді. Гамбург В5 ортасындағы сегіз пробиркада тәтті құмайда 4 каллус, ал бидайда 7 каллус байқалды. Бірқатар пробиркада экспланттар фенолдық қосылыстар бөліп шығара бастады, бұл өз кезегінде экспланттардың жойылуына және каллус түзілуін тежейтін әсерге әкелді. Осы себепті каллусогенездің ең жоғары нәтижесі салыстырмалы түрде тәтті құмайда

төмен болып, ал бидайда МС ортасында 32.4%-ды, ал Гамбург В5 ортасында 21.8%-ды ғана құрады.

4-кесте - Құмай мен бидайдың сомалық жасушаларын *in vitro* өсіруде каллусогенез процессінің жиілігіне Мурасиге-Скуг қоректік ортасының әсері

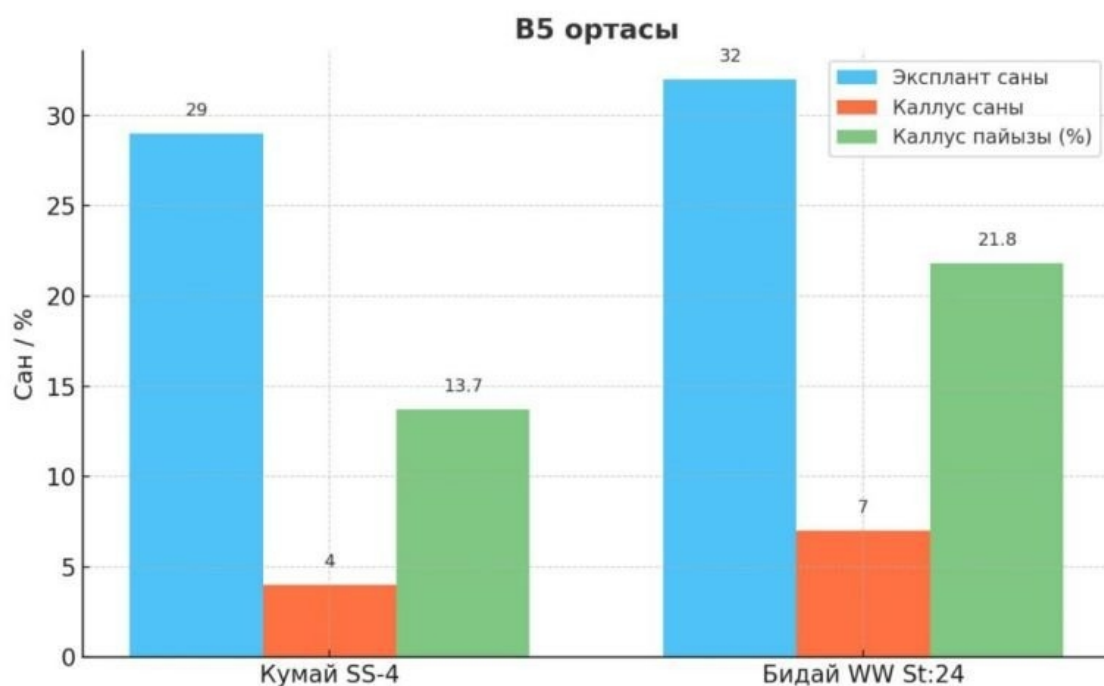
№	Генотип	Қоректік орта	Эксплант саны	Түзілген каллус саны	%
1	Құмай SS-4	Мурасиге-Скуга	25	6	24,0 ±0,1
2	Бидай WWST - 24		37	12	32,4 ±0,3



1-гистограмма - МС ортасы бойынша екі генотиптің салыстырмалы көрсеткіші

5-кесте - Құмай мен бидайдың сомалық жасушаларын *in vitro* өсіруде каллусогенез процессінің жиілігіне Гамбург В5 қоректік ортасының әсері

№	Генотип	Қоректік орта	Эксплант саны	Түзілген каллус саны	%
1	Құмай SS-4	Гамбург В5	29	4	13,7 ±0,1
2	Бидай WWST - 24		32	7	21,8 ±0,2



2-гистограмма - Гамбург B5 ортасы бойынша екі генотиптің салыстырмалы көрсеткіші

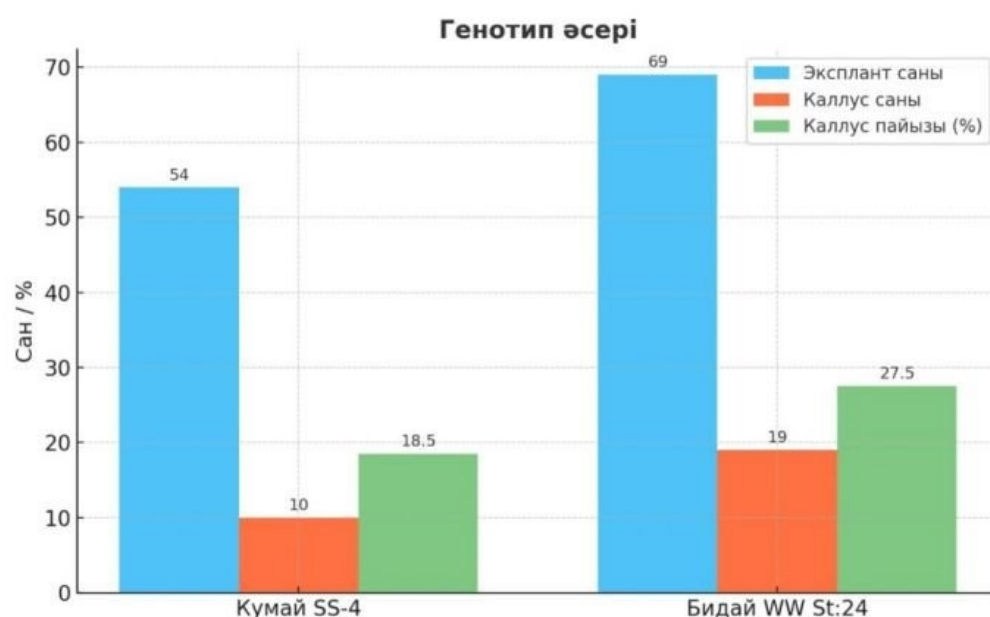
Экспланттарды микроскоп арқылы зерттеу барысында фенолдық қосылыстардың түзілуіне байланысты ұлпалар мен қоректік ортаның қарайғаны байқалды. Бұл қосылыстар каллус түзілуін тежейді. Төменде тиісті фотосуреттер ұсынылған. Фенолдық қосылыстардың түзілуі каллус түзілуінің төмен пайызымен тікелей байланысты болуы мүмкін.



11-сурет - Гамбург B5 және MC ортасында культивацияның 15-күніне арналған экспланттары бар пробиркалар

6-кесте - Құмай мен бидайдың сомалық жасушаларын *in vitro* өсіруде каллусогенез процессінің жиілігіне генотиптің әсері

№	Генотип	Эксплант саны	Түзілген каллус саны	%
1	Құмай SS-4	54	10	18,51 ±0,1
2	Бидай WWST - 24	69	19	27,53 ±0,3



3-гистограмма - Екі генотип бойынша каллусогенез процессінің жиілік көрсеткіші

Қант құмайының SS-4 генотипі бойынша жүргізілген тәжірибеде 54 экспланттың ішінен небәрі 10-ы каллус түзе алды. Каллусогенездің бұл деңгейі — 18,51 % — салыстырмалы түрде төмен көрсеткіш болып табылады. Бұл құбылысты морфогенезге әсер ететін генотиптік шектеулермен және экспланттардың физиологиялық күйімен түсіндіруге болады. Құмай өскіндерінің қоректік ортаға баяу бейімделуі каллус түзілуін тежеп, нәтижесінде жасушалық қайта құрылымдалу толық жүзеге аспаған.

Ал, бидайдың WWST-24 генотипі жоғары регенерациялық әлеует көрсетті. 69 экспланттың 19-ы каллус түзіп, каллусогенездің 27,53 % деңгейіне жетті. Бұл бидай жасушаларының сыртқы орта факторларына икемделу қабілетінің жоғары екенін және соматикалық жасушалардағы тұқымқуалаушылық механизмдерінің белсенді жұмыс істейтінін дәлелдейді. Бидай экспланттарының бұл биологиялық икемділігі оларды әрі қарайғы регенерация мен трансформация процестеріне неғұрлым тиімді нысана ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыс барысында келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

1. Бидай генотипі каллустың түзілу тиімділігі бойынша жоғары нәтижелер көрсетті. Атап айтқанда, каллусогенез жиілігі Мурасиге–Скуга ортасында 32,4%, ал Гамбург В5 ортасында 21,8% болды. Бұл көрсеткіштер осы генотиптің *in vitro* жағдайында регенерацияға қабілеттілігі жоғары екенін дәлелдейді.

2. Құмай генотипі зертханалық жағдайда өсірілуге бейімді екенін көрсетті. Каллус түзілуі Мурасиге–Скуга ортасында 24,0%, ал Гамбург В5 ортасында 13,7% деңгейінде тіркелді. Бұл мәліметтер аталған генотиптің сомалық жасушаларының мәдени ортаға бейімделу қабілеті бар екенін растайды.

3. Каллусогенездің ең жоғары жиілігі Мурасиге–Скуга қоректік ортасында байқалды. Бұл ортада алынған каллустардың морфологиялық сипаттамалары — тығыз құрылым, ашық крем түсті рең және белсенді өсу — жасушалардың жоғары морфогенетикалық белсенділігін көрсетеді.

ТЕРМИНДЕР ТІЗІМІ

2,4-дихлорфеноксисірке қышқылы (қысқаша 2,4-Д) – феноксисірке қышқылының туындысы, гербицид және зерттеу мақсатында қолданылатын синтетикалық ауксин.

Автоклавтау — бұл жоғары температура мен қысым көмегімен материалдарды стерилизациялау (зиянды микроағзаларды жою) әдісі.

БАП (6-бензиламинопурин) – өсімдіктің өсуін реттейтін синтетикалық цитокинин.

Каллус индукциясы – өсімдіктің ұлпасынан (мысалы, жапырақ, сабақ, тұқым, тамыр бөліктері) стерильді *in vitro* жағдайында каллус ұлпасын (калусты) алу процесі.

Жасушаларды инкубациялау – бұл тірі жасушаларды белгілі бір температурада, ылғалдылықта және газ ортасында (көбіне CO₂ деңгейінде) өсіруге және бақылауға арналған процесс.

Каллус – тотипотентті және дифференцияланбаған жасушалардан тұратын тін.

Каллусогенез – *in vitro* жағдайында каллус жасушаларының түзілу процесі.

Жасушаларды культивирлеу – бұл өсімдіктің немесе жануардың жасушаларын жасанды, бақылауға алынған ортада ұзақ уақыт өсіру процесі.

Меристемалық тін – жартылай дифференцияланбаған жасушалардан тұратын өсімдік тіні.

Құмай (сорго) – 30-дан астам түрді қамтитын дәнді дақылдар тобына жататын астық тұқымдас шөптесін өсімдіктер.

Соматикалық жасушалар – жыныс жасушаларынан басқа барлық тіндер мен мүшелердегі жасушалар.

Субкультивирлеу – бұл *in vitro* жағдайда өсіп жатқан жасуша, каллус немесе өсімдік ұлпаларын жаңа, балғын қоректік ортаға көшіру процесі.

Фитогормондар – өсімдіктердегі физиологиялық процестерді реттейтін органикалық қосылыстар.

Эксплант – зерттеу мақсатында өсімдіктен бөлініп алынған жасушалар немесе тіндер тобы.

in vitro (лат. "шыны ішінде") — тірі ағзадан тыс, зертханалық жағдайда, арнайы құралдар мен қоректік орталарда жүргізілетін биологиялық немесе биотехнологиялық тәжірибелер мен процестерді білдіреді.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Что такое сахарное сорго, как его выращивают и куда применяют // Агроном.эксперт. – URL: <https://agronom.expert/posadka/ogorod/zlaki/sorgo/saharnoe-kak-ego-vyraschivayut> (кол жеткізілген күні: 05.06.2025).
2. Ikeuchi M., Sugimoto K., Iwase A. Plant Callus: Mechanisms of Induction and Repression // The Plant Cell, – 2013, – Т. 25, № 9, – Р. 3159–3173.
3. Сведения о роде *Sorghum* (англ.) в базе данных Index Nominum Genericorum Международной ассоциации по таксономии растений (IAPT). [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B9_\(%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8B%D2%9B\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B9_(%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8B%D2%9B))
4. [https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%B9_\(%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8B%D2%9B\)](https://kk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%B9_(%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8B%D2%9B))
5. Chen X., Zhu Y., Ding Y., Pan R., Shen W., Yu X., Xiong F. The relationship between characteristics of root morphology and grain filling in wheat under drought stress // PeerJ, – 2021, – Т. 9, – № e12015.
6. Wei X., Guo S., Ma B., Palta J.A., Ma Y., Li P. European Journal of Agronomy. – 2024.
7. Nazemi G., Valli F., Ferroni L., et al. Genetic variation for aerenchyma and other root anatomical traits in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) // Genetic Resources and Crop Evolution, – 2016, – Т. 63, – Р. 771–779.
8. Li X., Zhang Y., Smith J., et al. Sorghum root-system classification in contrasting P environments reveals three main rooting types and root-architecture-related marker-trait associations // Annals of Botany, – 2018, – Т. 121, – № 2, – Р. 267–280.
9. Lubis K., Simanjuntak D., Bayu E.S. Root morphology of several varieties of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) on ultisols treated with cocopeat // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, – 2021, – Т. 782, – № 4, – 042066.
10. Kaya C., Ashraf M., Alyemeni M.N., Ahmad P. Responses of nitric oxide and hydrogen sulfide in regulating oxidative defence system in wheat plants grown under cadmium stress // Physiologia Plantarum, – 2020, – Т. 168, – Р. 345–360.
11. Elias M., Chere D., Lule D., Serba D., Tirfessa A., Gelmesa D., Tesso T., Bantte K., Menamo T.M. Multi-locus genome-wide association study reveals genomic regions underlying root system architecture traits in Ethiopian sorghum germplasm // The Plant Genome, – 2024, – Т. 17, – № 2, – Р. e20436.
12. Злаки 2 // Rtek24.ru. – URL: <https://foto.rtek24.ru/zlaki-2> (кол жеткізілген күні: 06.06.2025).
13. Тимофеева О. А., Румянцева Н. И. Культура клеток и тканей растений, – Казань: Изд-во КФУ, 2012, – 196 с.
14. Махатов Ж.Б., Латиф А.С., Сапарбекова А.А., Исаев Е.Б., Махатов Б.К., Бухарбаева А.Е. Ботанико-географическая характеристика видов сорго //

- «Vestnik» of the South-Kazakhstan State Pharmaceutical Academy: Republican scientific journal, – 2017, – №. 2(79), – С. 76.
15. Lee E. K., Jin Y. W., Park J. Y., Kim H. J., Kim J., Lee M. H. и др. Cultured cambial meristematic cells as a source of plant natural products // Nature Biotechnology, – 2010, – Т. 28, №. 11, – С. 1213–1217.
 16. Дитченко Т. И. Культуры растительных клеток: учеб.-метод. пособие / Т. И. Дитченко. – Минск: БГУ, 2018, – 96 с. – ISBN 978-985-566-542-8.
 17. Тимофеева О. А., Румянцева Н. И. Культура клеток и тканей растений. – Казань: Изд-во КФУ, 2012. – 196 с.
 18. Зинатуллина А. Е. Структурные особенности клеток эксплантов *in vivo* и формирование морфогенных каллусов *in vitro* (обзор) // Биомика, – 2021, – Т. 13, №. 1, – С. 8–19.
 19. Новикова Г. В., Быков А. П., Лукьянова И. М., Широких П. П. Пролиферация клеток растений и ее регуляторы // Физиология растений, – 2013, – Т. 60, №. 4, – С. 529–529.
 20. Street H. E. (ed.). Plant Tissue and Cell Culture. – Berkeley: University of California Press, – 1973. – 246 p.
 21. Silva A. L. C., Oliveira D. E., Melo D. C., Costa G. G. Growth characteristics and dynamics of protein synthesis in callus cultures from Glycine wightii (Wight & Arn.) Verdc // Ciência e Agrotecnologia, – 2005, – Т. 29, – Р. 1161–1166.
 22. Кучарова Е. В., Охлопкова Ж. М. Получение первичных каллусов *Dracosephalum palmatum* Steph // Вестник СВФУ, – 2018. – №. 2 (64), – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polucheniepervichnyh-kallusov-dracosephalum-palmatum-steph> (дата обращения: 06.06.2025).
 23. Чумикина Л. В., Арабова Л. И., Колпакова В. В., Топунов А. Ф. Фитогормоны и абиотические стрессы (обзор) // Химия растительного сырья, – 2021, – №. 4, – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitogormony-i-abioticheskie-stressy-obzor> (дата обращения: 06.06.2025).
 24. Сорго – сорта, рентабельность и особенности выращивания в России // Svoefermerstvo.ru. – URL: <https://svoefermerstvo.ru/svoemedia/articles/sorgo-sorta-rentabel-nost-i-osobennosti-vyraschivaniya-v-rossii> (дата обращения: 06.06.2025).
 25. Розов С. М., Стрелкова О. С., Сергеев И. Г. Ауксин: биосинтез, метаболизм, транспорт // Успехи современной биологии, – 2013, – Т. 133, №. 1, – Р. 50–62.
 26. Романов Г. А. Как цитокинины действуют на клетку // Физиология растений, – 2009, – Т. 56, №. 2, – Р. 295–319.
 27. Сельдимирова О. А., Круглова Н. Н., Зинатуллина А. Е. Роль фитогормонов в индукции каллусогенеза и регуляции путей морфогенеза каллусов злаков *in vitro*: обзор проблемы // Научный результат. Серия: Физиология, – 2017, – №. 1 (11), – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-fitogormonov-v-induktsii-kallusogeneza-i-regulyatsii-putey-morfogeneza-kallusov-zlakov-in-vitro-obzor-problemy> (кол жеткізілген күні: 06.06.2025).

28. Kaitaniemi P., Room P., Hanan J. Architecture and morphogenesis of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) // *Field Crops Research*, – 1999, – T. 62, № 1, – P. 63–79.
29. Kaitaniemi P., Hanan J., Room P. Virtual sorghum: visualisation of partitioning and morphogenesis // *Mathematics and Computers in Simulation*, – 2000, – T. 53, № 4–6, – P. 233–239.
30. Johnson K., Chu U., Anthony G., Wu E., Che P., Jones T. Rapid and highly efficient morphogenic gene-mediated hexaploid wheat transformation // *Nature Communications*, – 2023, – T. 14, – № 393.
31. Kunakhonnuruk B., Kaveeta R., Kaveeta L. Morphogenesis pathways in vitro in isolated anther culture of wheat: the role of phytohormone balance // *Biologia Plantarum*, – 2023, – T. 67, – № 25.
32. Kruglova N. The duration of in vitro cultivation of wheat embryo callus affects the expression of their morphogenetic and regenerative potential // *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, – 2022, – T. 23, № 33–34, – P. 98–106.
33. Amali P., Kingsley S. J., Ignacimuthu S. High frequency callus induction and plant regeneration from shoot tip explants of *Sorghum bicolor* L. Moench // *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, – 2014, – T. 6, № 6, – P. 213–216.
34. Belide S., Deokar A., Talukder Z. et al. Robust genetic transformation of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) using differentiating embryogenic callus induced from immature embryos // *Plant Methods*. – 2017, – T. 13, – P. 1–12.
35. Dreger M., Hensel G., Kumlehn J. Improved plant regeneration in callus cultures of *Sorghum bicolor* (L.) Moench // *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, – 2019, – T. 55, – P. 190–198.
36. Omer R. A., Suliman S., Beshir M. M. Regeneration of sorghum through tissue culture techniques // *International Journal of Genetic Engineering*, – 2021, – T. 9, № 1, – P. 16–20.
37. Ramulifho E., Mashela P. W., Mudau F. N., et al. Establishment and characterization of callus and cell suspension cultures of selected *Sorghum bicolor* (L.) Moench varieties: a resource for gene discovery in plant stress biology // *Agronomy*, – 2019, – T. 9, № 5, – P. 218.
38. Khalid A. H. A., Shamim S., Ahmad J. Divergence in single kernel characteristics and grain nutritional profiles of wheat genetic resource and association among traits // *Frontiers in Nutrition*, – 2022, – T. 8, – № 805446.
39. Garg M., Sharma A., Vats S., Tiwari V., Kumari A., Mishra V., et al. Vitamins in cereals: a critical review of content, health effects, processing losses, bioaccessibility, fortification, and biofortification strategies for their improvement // *Frontiers in Nutrition*, – 2021, – T. 8, – № 586815.
40. Riaz M. W., Yang L., Yousaf M. I., Sami A., Mei X. D., Shah L., et al. Effects of heat stress on growth, physiology of plants, yield and grain quality of different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes // *Sustainability*, – 2021, – T. 13, – № 2972.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ
СЫН-ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Амантай Индира Талғатқызы

Куанышева Куралай Ерсайынқызы

6B05101 – «Химиялық және биохимиялық инженерия»

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбы: «Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы
каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу»

Аяқталды:

А) графикалық бөлімі 6 кесте, 11 сурет, 3 гистограмма, 1 диаграммадан ;

В) түсініктеме қағаз 31 парақтан тұрады.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жұмыс ауыл шаруашылығындағы дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеуге арналған. Бұл дипломдық жұмыс бойынша автор өзінің біліктілігімен, әдебиет көздерін дұрыс таңдауымен және тәжірибелік мәліметтерді жүйелі жеткізуімен ерекшеленеді.

Жұмыста зерттеу нысаны ретінде бидай мен тәтті құмай (*Sorghum bicolor* L.) дақылдарының соматикалық жасуша культуралары алынған. Автор осы дақылдардың *in vitro* жағдайында каллус түзу процесінің жиілігіне әсер ететін факторларды нақты анықтап, олардың физиологиялық ерекшеліктеріне сүйене отырып, ғылыми негізделген қорытындылар жасаған.

Жұмыс мазмұнында каллусогенезге әсер ететін генетикалық, физиологиялық, қоректік және физикалық факторлар толық ашылған. Сонымен қатар екі түрлі қоректік орта (МС және Гамбург В5) мен әртүрлі фитогормондардың (2,4-Д және БАП) әсерлері зерттеліп, алынған нәтижелер кестелер мен гистограммалар арқылы салыстырмалы түрде берілген.

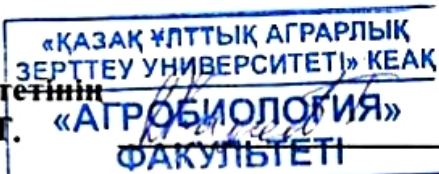
Жұмыстың ғылыми жаңалығы ретінде бидай мен тәтті құмайдың каллусогенез қабілетінің айырмашылығы мен олардың өсу шарттарына бейімделу деңгейінің анықталуын атауға болады. Зерттеу нәтижелері нақты тәжірибелермен дәлелденген және зертханалық жағдайда алынған деректер толық баяндалған.

Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, дипломдық жұмыс ғылыми талаптарға толық сай келеді, мазмұны мен құрылымы жағынан жоғары деңгейде орындалған. Жұмысты 98% бағалаймын. Автор 6B05101 – «Химиялық және биохимиялық инженерия» мамандығы бойынша бакалавр дәрежесін алуға лайық деп есептеледі.

Пікір беруші:

Қазақ Ұлттық Аграрлық Зерттеу Университетінің
аға оқытушысы, PhD докторы Казкеев Д. Т.



ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Амантай Индира Талғатқызы
Куанышева Куралай Ерсайынқызы

«6B05101 - «Химиялық және биохимиялық инженерия»

Тақырыбы: «Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез процестерін *in vitro* жағдайында зерттеу»

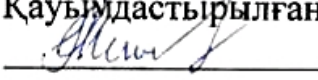
Дипломдық жұмыс тақырыбы өзекті және қантты құмай мен бидайдың сомалық жасушаларын *in vitro* жағдайында өсіру кезінде каллусогенез процессінің жиілігіне әсер ететін факторларды зерттеуге арналған. Зерттеу барысында каллус түзілуіне әсер ететін негізгі факторлар анықталды, өсімдіктің генотиптік ерекшеліктері, қоректік орта құрамы, өсу реттеушілері және өсіру жағдайлары зерттелді. Жұмыстың нәтижелері қантты құмай мен бидайдың биотехнологиялық селекциясында қолданылатын тиімді әдістерді жетілдіруге және өсімдіктің регенерация қабілетін арттыруға бағытталған.

Дипломдық жұмыстың мақсаты мен негізгі міндеттері толығымен орындалған. Жұмыс нәтижелері: *in vitro* жағдайында қант құмайы және бидай соматикалық жасуша культурасы алынды. Қоректік орта құрамының *in vitro* жағдайында каллус түзілу жиілігіне әсері және эксплант генотиптерінің каллус түзілуіне әсері зерттелді.

Қорыта келе, Амантай Индира Талғатқызы және Куанышева Куралай Ерсайынқызы орындаған дипломдық жұмысын "өте жақсы" – 97 деген бағаға лайық деп санаймын және бакалавр академиялық дәрежесін беруді ұсынамын.

Ғылыми жетекші

Қауымдастырылған профессор, б.ғ.к.

 Исакова Қ.М.

« 06 » сәуірі 2025 ж.



Similarity Report

Metadata

Name of the organization

Satbayev University

Title

Дәнді дақылдардың соматикалық жасушаларының дақылындағы каллусогенез процестерін in vitro жағдайында зерттеу

Author(s)

Coordinator

Амантай Индира Талғатқызы, Куанышева Куралай ЕрсайынқызыБакытжан Анапияев

Organizational unit

ИГИНГД

Record of similarities

SCs indicate the percentage of the number of words found in other texts compared to the total number of words in the analysed document. Please note that high coefficient values do not automatically mean plagiarism. The report must be analyzed by an authorized person.



25
The phrase length for the SC 2



4792
Length in words



39622
Length in characters

Alerts

In this section, you can find information regarding text modifications that may aim at temper with the analysis results. Invisible to the person evaluating the content of the document on a printout or in a file, they influence the phrases compared during text analysis (by causing intended misspellings) to conceal borrowings as well as to falsify values in the Similarity Report. It should be assessed whether the modifications are intentional or not.

Characters from another alphabet	Б	1
Spreads	A→	0
Micro spaces		5
Hidden characters	Б	0
Paraphrases (SmartMarks)	a	1

Active lists of similarities

This list of sources below contains sources from various databases. The color of the text indicates in which source it was found. These sources and Similarity Coefficient values do not reflect direct plagiarism. It is necessary to open each source, analyze the content and correctness of the source crediting.

The 10 longest fragments

Color of the text

NO	TITLE OR SOURCE URL (DATABASE)	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	Құмай өсімдігінен биотехнологиялық әдіспен биозтонол өндіру. 5/10/2018 Satbayev University (ИХиБТ)	12 0.25 %

from RefBooks database (0.00 %)



NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	-------	---------------------------------------

from the home database (0.25 %)



NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
1	Құмай өсімдігінен биотехнологиялық әдіспен биозтонол өндіру. 5/10/2018 Satbayev University (ИХиБТ)	12 (1) 0.25 %
from the Database Exchange Program (0.00 %)		
NO	TITLE	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
from the Internet (0.00 %)		
NO	SOURCE URL	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)

List of accepted fragments (no accepted fragments)

NO	CONTENTS	NUMBER OF IDENTICAL WORDS (FRAGMENTS)
----	----------	---------------------------------------