АҢДАТПА

6D060700 – «Биология» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған
диссертация
Муталханов Мейрамбек Султанбекович

«Тау сағыз популяциясындағы табиғи каучуктің жиналуының цитоэмбриологиялық және биохимиялық заңдылықтарын зерттеу және талдау (*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse)»

Жұмыстың жалпы сипаттамасы: Жұмыс Қаратау таулы аймағындағы тау-сағызпопуляциясының географиялық таралуын зерттеуге, табиғи каучуктың физика-химиялық талдауын жүргізуге, оның жинақталуының морфологиялық, биохимиялық және цитоэмбриологиялық (хромосома саны) заңдылықтарын анықтауға, тау-сағызға молекулалық-филогенетикалық идентификация жасауға, сондай-ақ биогумустың өсімдіктің өсуі мен дамуына әсерін зерттеуге арналған.

Зерттеу тақырыбының өзектілігі: Каучук стратегиялық маңызы бар полимерлі материал болып табылады және автомобиль шиналарын, медициналық бұйымдарды, конвейер таспаларын, герметиктерді, амортизаторларды және динамикалық жүктемелер жағдайында қолданылатын басқа да өнімдерді өндіруде кеңінен пайдаланылады. Каучуктар табиғи және синтетикалық болып бөлінеді, қазіргі таңда өнеркәсіпте олардың 200-ден астам түрі өндіріледі. 2025 жылы синтетикалық каучук нарығының көлемі 34,8 млрд АҚШ долларына жетті, бұл жыл сайын өндірілетін 25 млн тоннадан астам эластомерлердің шамамен 60 %-ын құрайды. Дегенмен, бірқатар стратегиялық маңызды салаларда табиғи каучукты синтетикалық каучукпен толық алмастыру оның ерекше физика-химиялық және механикалық қасиеттеріне байланысты технологиялық тұрғыдан мүмкін емес. Табиғи каучук (*цис*-1,4-полиизопрен) – латекс түзуші өсімдіктерден алынатын полимер және жоғары серпімділігімен, беріктігімен әрі механикалық әсерлерге төзімділігімен сипатталады. Қазіргі уақытта оның әлемдік жылдық өндіріс көлемі шамамен 11–15 млн тоннаны құрайды. Табиғи каучуктың негізгі коммерциялық көзі – әлемдік өндірістің 90 %-дан астамын қамтамасыз ететін *Hevea brasiliensis* өсімдігі болып табылады. Алайда фитопатогендерге жоғары сезімтал тропикалық ағаш болып табылатын *Hevea brasiliensis*-ті пайдалану табиғи каучук өндірісінің тұрақтылығы мен оның жаһандық жеткізіліміне елеулі қауіп тудырады. Шикізат базасының шектеулілігіне байланысты *цис*-1,4-полиизопрен синтездей алатын баламалы каучук түзуші өсімдіктерді іздеу ерекше өзектілікке ие. Осындай перспективалы түрлердің бірі – Орталық Азияда өсетін *Asteraceae* тұқымдасына жататын көпжылдық жартылай бұта *Scorzonera tau-saghyz* (тау-сағыз). Оның тамырларында жиналатын каучук сапасы жағынан гевея каучугінен кем түспейді. Қазіргі уақытта тау сағыз таралу аймағы тар, сирек кездесетін және жойылып бара жатқан өсімдік түрі ретінде Қазақстан Республикасының Қызыл кітабына енгізілген. Алайда тұқымдарының өнгіштігінің төмен болуы, жас өскіндердің ерте кезеңде жойылуы және өсіру агротехникасының тиімсіз тәсілдерін қолдану тау сағызды плантациялық жағдайда жаппай өсіруге кедергі келтіретін негізгі факторлар болып отыр. Сонымен қатар өткен ғасырдың ортасында синтетикалық каучук өндіру технологиясының ашылуы нәтижесінде отандық каучук түзуші өсімдіктерді (тау сағыз және көк- сағыз) өсірумен айналысқан барлық шаруашылықтар жабылды. Осыған байланысты тау- сағыз тұқымдарының өнгіштігін арттырудың ғылыми негізделген тәсілдерін іздеу және оны плантациялық жағдайда тиімді өсіру мәселесі ерекше өзекті болып табылады. Соның ішінде табиғи каучукты Қазақстанда ғана емес, әлемдік

деңгейде де қажетті көлемде тұрақты өндіруге мүмкіндік беретін жаңа агротехникалық өсіру әдістерін әзірлеу маңызды ғылыми бағыттардың бірі болып саналады.

Жұмыстың мақсаты: Қаратау тауларындағы тау сағыз популяциясының географиялық таралуын және олардың морфологиялық-генетикалық ерекшеліктерін зерттеу. Тау- сағыз тамырларынан табиғи каучукты бөліп алудың тиімді әдістерін әзірлеу және оның физика-химиялық қасиеттерін бағалау. Сонымен қатар молекулалық-филогенетикалық идентификация жүргізу, каучуктың жинақталуына әсер ететін факторларды, соның ішінде физиологиялық-биохимиялық көрсеткіштер мен өсімдіктерді өсіру жағдайларын анықтау.

Зерттеу міндеттері:

1. Қаратау таулы аймағындағы тау - сағыз популяциясының географиялық таралуын анықтау, тау-сағыздың құрғақ тамырларынан табиғи каучукты бөліп алу әдісін әзірлеу және оның физика-химиялық талдауын жүргізу.
2. Тау сағыз тамырларында табиғи каучуктың жинақталуының морфологиялық, цитоэмбриологиялық және биохимиялық заңдылықтарын зерттеу.
3. Қаратау тауларында өсетін жабайы тау-сағыз популяциясына молекулалық-филогенетикалық идентификация жүргізу.
4. Құрғақ вермикомпост пен вермикомпост шайының зертханалық жағдайда тау-сағыздың өсуі мен дамуына әсерін зерттеу.

Зерттеу нысандары: Қаратау тауларында өсетін *Scorzonera tau-saghyz* (тау-сағыз) популяцияларынан алынған үлгілер.

Зерттеу әдістері: Жұмыста далалық, морфологиялық, цитологиялық, молекулалық-генетикалық, биохимиялық және физика-химиялық зерттеу әдістері қолданылды. Табиғи каучукты бөліп алу және талдау экстракциялық және хроматографиялық әдістерді пайдалану арқылы жүргізілді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы: Алғаш рет тау сағыз популяциясының географиялық таралуын зерттеу негізінде *Scorzonera tau-saghyz* түрінің айқын экологиялық факторлармен шартталған ішкі популяциялық өзгергіштікпен сипатталатыны анықталды.Тамырлардағы каучук мөлшері бойынша популяцияішілік жоғары өзгергіштік анықталып, селекция үшін перспективалы жоғары өнімді формаларды іріктеуге мүмкіндік беретіндігі көрсетілді. Алғаш рет тау сағыз тамырларынан алынған каучукқа кешенді элементтік талдау жүргізіліп, оның құрамындағы макроэлементтер (Ca, K, Mg) және микроэлементтер (Zn, Fe) анықталды. Өлшемдік эксклюзионды хроматография, термогравиметриялық талдау, Фурье түрлендірулі инфрақызыл спектроскопия, дифференциалдық термогравиметриялық талдау және ядролық магниттік резонанс әдістері арқылы каучуктың негізгі физика-химиялық сипаттамалары анықталып, оның молекулалық массасы (Mw = 1223,9 кг/моль) және *цис*-1,4-полиизопрендік құрылымы расталды. Құрғақ тамырлардан каучукты су негізінде экстракциялау әдісінің гександық экстракциямен салыстырғанда экологиялық қауіпсіз әрі экономикалық тұрғыдан тиімді екендігі көрсетілді. Сонымен қатар, гүлдену фазасында тамырдағы каучуктың жинақталу деңгейі фотосинтетикалық пигменттердің мөлшерімен тәуелсіз екендігі анықталды. Тау сағыздың диплоидты хромосома саны (2n=14) екені дәлелденді. ITS1 аймағындағы кДНҚ негізіндегі SNP-полиморфизмдер dCAPS әдісімен валидацияланып, *Scorzonera tau-saghyz* популяцияларында генетикалық әртектіліктің бар екендігін көрсетті. Анықталған бастапқы генетикалық дифференциация селекциялық бағдарламалар үшін практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады, өйткені ол тұқым өнгіштігін және абиотикалық стресс факторларына төзімділікті арттыратын генотиптерді іріктеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, вермикомпост пен вермикомпост шайын

қолданудың тұқым өнгіштігін арттыруда, өсімдіктің өсуін ынталандыруда және биомасса жинақталуын күшейтуде тиімділігі алғаш рет эксперименттік түрде дәлелденді.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңызы: Алынған нәтижелер табиғи каучукты өндіру технологияларын жетілдірудің ғылыми негізін қалыптастырады және гевеяны ішінара алмастыра алатын баламалы каучук көздерін әзірлеуде маңызды мәнге ие болып табылады.

Қорғауға шығарылатын негізгі қағидалар:

1.Қазақстан Республикасының Қаратау таулы аймағында өсетін тау сағыз популяциялары экологиялық факторлармен шартталған айқын ішкі популяциялық өзгергіштікпен сипатталады. Бұл өзгергіштік тамыр жүйесінің, каудекстің, вегетативті және генеративті мүшелердің (тұқымдардың) морфологиялық әртүрлілігінде көрініс табады. Тау сағыздың латексі мен каучугында кок сағызбен салыстырғанда макроэлементтер (Ca, K, Mg) және микроэлементтердің (Zn, Fe) статистикалық тұрғыдан жоғары мөлшері анықталды. SEC, ЯМР, FT-IR, TGA және DTGA әдістері арқылы каучуктың жоғары молекулалық массасы (Mw=1223,9 кг/моль) және *цис*-1,4-полиизопрендік құрылымы дәлелденді.

2.Тау сағыздың диплоидты хромосома саны (2n=14) екені анықталды. Тамырлардағы каучуктың жинақталу деңгейі гүлдену кезеңінде (мамыр айы) фотосинтетикалық пигменттердің (хлорофилл *a*, хлорофилл *b* және каротиноидтар) мөлшерімен тәуелсіз екендігі көрсетілді. Каучук биосинтезі жазғы тыныштық кезеңінің басында (шілде–тамыз) басталатыны анықталды.

3. ITS1 аймағындағы кДНҚ-ның SNP-полиморфизмдері dCAPS молекулалық маркерлері арқылы анықталып, *Scorzonera tau-saghyz* популяцияларындағы генетикалық дифференциацияның бастапқы деңгейін көрсетеді.

4.Вермикомпост пен вермикомпост шайын қолданудың тиімділігі тұқым өнгіштігінің 68,3 ± 4,68 %-ға артуымен байқалды. Бақылау тобында жерүсті бөлігінің орташа массасы 83,3 ± 6,3 мг болса, тәжірибелік топта ол орта есеппен 252 ± 18,1 мг-ға жетіп, шамамен 3 есе артқан. Сондай-ақ кейбір өлшеулерде бақылау тобында орташа масса 220 мг, ал тәжірибеде 476 мг болып, 2,19 есе жоғары нәтиже көрсеткен.

Автордың жеке үлесі: Диссертациялық жұмыс аяқталған ғылыми еңбек болып табылады. Автор зерттеу жұмысының барлық кезеңдеріне белсенді қатысқан: әдеби деректерді талдаудан бастап, зерттеудің мақсаты мен міндеттерін айқындауға, зерттеу әдістерін таңдауға, далалық және эксперименттік жұмыстарды жүргізуге, алынған нәтижелерді өңдеу мен талқылауға, сондай-ақ ұсыныстар әзірлеу және диссертациялық қолжазбаны дайындауға дейін толыққанды үлес қосқан.

Жұмыстың Мемлекеттік бағдарламалар жоспарымен байланысы: Диссертациялық жұмыстың ғылыми зерттеулері гранттық қаржыландыру шеңберінде орындалған ғылыми-зерттеу жобасы аясында жүзеге асырылды: AP05134291 «*Scorzonera tau-saghyz* Lipsch. et G.G. Bosse геномын секвенирлеу және каучук мөлшері белгісі бойынша геномның ассоциативтік картасын жасау» тақырыбындағы жоба. Ғылыми жетекшісі – биология ғылымдарының докторы, профессор К.К. Богуспаев.

Ғылыми жұмысты сынақтан өткізу: Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері мен ғылыми жетістіктері халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалып, төмендегі басылымдарда жарияланған:

1. Студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясы «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» (2018 ж., Алматы, Қазақстан);

2. «Экологиялық генетика және эксперименттік биологияның өзекті мәселелері» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция (2018 ж., 25 қаңтар, Алматы, Қазақстан);
3. Студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясы «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» (2020 ж., 6–9 сәуір, Алматы, Қазақстан);
4. «Биотехнологияның қазіргі мәселелері: зертханалық зерттеулерден өндіріске дейін» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция (2021 ж., 4–5 маусым, Алматы, Қазақстан);
5. «Генетикалық үдерістерді пәнаралық зерттеу: қазіргі жағдайы мен болашағы» атты дөңгелек үстел материалдарының жинағы (2023 ж., Алматы, Қазақстан);
6. «Қоршаған орта биотехнологиясы және биоэнергетиканың инновациялық аспектілері» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция (2021 ж., 12–13 ақпан, Алматы, Қазақстан);
7. Студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясы «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» (2019 ж., 10–11 сәуір, Алматы, Қазақстан);
8. «Астана Биотех 2018» халықаралық симпозиумы (2018 ж., Астана, Қазақстан).

Жарияланымдар: Диссертацияның негізгі мазмұны 18 ғылыми жарияланымда көрініс тапқан, оның ішінде Scopus деректер базасына кіретін, жоғары импакт-факторлы халықаралық журналдарда 5 мақала, сондай-ақ зияткерлік меншік бойынша 3 ұлттық патент бар. Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитетінің тізіміне енгізілген ғылыми журналдарда 2 мақала жарияланған, сондай-ақ халықаралық конференциялар мен симпозиум материалдарында 8 тезис жарық көрген. Автор зерттеу тақырыбы бойынша әдеби деректерді дербес талдаған, зерттеудің мақсаты мен міндеттерін айқындаған, эксперименттік зерттеулер жүргізген, алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу мен талдау жұмыстарын орындаған және диссертациялық жұмысты жазуға толыққанды қатысқан.

Жұмыста алынған нәтижелер келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

1 Қаратау таулы аймағындағы *Scorzonera tau-saghyz* популяцияларының таралу ерекшеліктері, мекендеу ортасының экологиялық жағдайлары және топырақтың агрохимиялық қасиеттері зерттелді. Түрдің морфологиялық белгілерінің экологиялық факторларға тәуелді өзгергіштігі анықталды. Құрғақ тамырлардан табиғи каучукты су негізінде механикалық және гександық экстракциялау әдістері әзірленді. FTIR, SEC, ЯМР, TGA және DTGA талдаулары нәтижесінде табиғи каучуктың *цис*-1,4-полиизопрендік құрылымы, жоғары молекулалық массасы (Mw = 1223,9 кг/моль), сондай-ақ оның құрамындағы макро (Ca, K, Mg) және микро элементтері (Zn,Fe) анықталды.

2 *Scorzonera tau-saghyz* тамырларында табиғи каучуктың жинақталуының морфологиялық, цитогенетикалық және биохимиялық ерекшеліктері зерттелді. Түрдің диплоидты хромосома санының 2n=14 екендігі дәлелденді. Тамырдағы каучук мөлшерінің 8,3–38,7% аралығында өзгеретіні және оның өсімдіктің морфологиялық ерекшеліктері мен экологиялық жағдайларға тәуелді екендігі анықталды. Фотосинтездік пигменттердің мөлшері мен каучуктың жинақталуы арасында статистикалық маңызды байланыс анықталмады.

3 ITS1 нуклеотидтік тізбектерін пайдалану арқылы *Scorzonera tau-saghyz* популяцияларына молекулалық-филогенетикалық идентификация жүргізілді. SNP-полиморфизмдер dCAPS маркерлерімен расталып, популяциялардағы бастапқы генетикалық дифференциация және шығыс Қаратау популяциясының жоғары генетикалық өзгергіштігі анықталды.

4 Вермикомпост пен вермикомпост шайының *Scorzonera tau-saghyz* тұқымдарының өнгіштігіне және өскіндерінің өсуіне оң әсері эксперименттік түрде дәлелденді. Вермикомпост қолдану тұқымның өнуін, тамыр және жерүсті мүшелерінің өсуін, биомасса жинақталуын арттырып, тау-сағызды өсіру технологияларын жетілдіруге ғылыми негіз болатыны көрсетілді.

Диссертацияның құрылымы: Диссертациялық жұмыс 122 бет көлемінде компьютерлік мәтін түрінде орындалған және құрамына қысқартулар мен шартты белгілер тізімі, кіріспе, әдебиеттерге шолу, зерттеу материалдары мен әдістері, зерттеу нәтижелері мен олардың талқылауы, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімі кіреді. Жұмыста 14 кесте, 43 сурет және 1 қосымша берілген.