

## АНДАТПА

Дауров Диас Ламзаровичтің

**8D05204 – «Экология» білім бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуғы ұсынған «Оңтүстік Қазақстанның қорғасынмен ластанған аумақтарын фиторемедиациялауға арналған тәтті картоптың (*Ipomoea batatas* L.) қабілеті» тақырыбында орындалған диссертациялық жұмысына**

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Қазіргі уақытта өнеркәсіптік өндірістің қарқынды дамуына байланысты қоршаған ортаның антропогендік ластануының деңгейі артуда. Өте қауіпті ластаушыларға ауыр металдар жатады: мышьяк (As), кадмий (Cd), сынап (Hg), селен (Se), қорғасын (Pb), мырыш (Zn), никель (Ni), молибден (Mo), мыс (Cu), сурьма (Sb) және т.б. Ауыр металдардың шамадан тыс көп болуы экологиялық ауыр зардаптарға әкелетіні белгілі. Ауыр металдар Қазақстанның өнеркәсіптік аймақтарында негізгі ластаушы проблемаға айналды және олар деградация арқылы жойылмайды. Біздің Республикамызда күшті техногенді ластаушы заттардың шығарындылары Оңтүстік Қазақстан облысынан келеді. Топырақтың ауыр металдармен ластануы жоғарылаған аймаққа Шымкент және Кентау қалалары кіреді. Белгілі болғандай, Шымкент қаласындағы басты аландаушылық бұрынғы Шымкент қорғасын зауыты болып табылады, ол Кеңес Одағы кезінде белсенді түрде қорғасын мен мырыш өндірді.

Ғылыми жаңалық – ластанған топырақтарды қалпына келтіруге қабілетті қорғасынға төзімді тәтті картоп сорттарын (*Ipomoea batatas* L.) анықтауда, сондай-ақ қорғасын концентрациясының жоғарылауына жауап ретінде төзімді және сезімтал тәтті картоп сорттарындағы ген экспрессиясының спектрін анықтауда жатыр. Тәтті картопта ұзындығы 5 метрге дейінгі жүзім бұтақтарынан тұратын жақсы дамыған жоғарғы өсімдік биомассасы және жақсы дамыған тамыр жүйесі бар, бұл дақылды ластанған топырақтан ауыр металдарды қалпына келтіруге жақсы үміткер етеді. Тәтті картопты вируссыз отырғызу материалын алу үшін биотехнологияны дамыту бойынша алдыңғы жұмыстар бұл дақылдың біздің климаттық жағдайда жақсы өсетінін көрсетті. Ауыр металдармен ластанған аумақтарды тәтті картопты пайдаланып тазарту бұрын болмаған. Ауыр металдардың әсері әртүрлі ауыр металдарға төзімділік беретін сигналдық жолдарды байланыстыратын көптеген гендер мен ақуыздарды белсендіреді. Тәтті картоп бета-каротин және антоцианин сияқты антиоксиданттарға бай екені белгілі. Жасушалардың антиоксиданттық жүйелері және олардың стресс жағдайында белсендірілуі туралы көптеген ақпарат бар. Әдетте, қолайсыз жағдайлардың әсерінен тірі организмдердің жасушаларында оттегінің белсенді түрлерінің (ОБТ) генерациясынан

туындаған тотығу стресстік процестері дамиды. Бұл жүйелерге төмен молекулалы ақуызды емес антиоксиданттар (каротиноидтар, пролин, аскорбат, глутатион, флавоноидтар және т.б.), арнайы антиоксиданттық ферменттер (SOD, CAT, пероксидазалар және т.б.) және SH ақуыздары жатады. Антиоксиданттық жүйелердің жұмысын зерттеу өсімдіктердің антропогендік өзгерген қоршаған орта жағдайларына қалай бейімделетінін түсіну үшін маңызды.

**Диссертациялық зерттеудің мақсаты.** Топырақтағы қорғасынның жоғары концентрациясына төзімді, сонымен қатар Оңтүстік Қазақстанның ластанған аумақтарын фиторемедиациялау үшін тіндерде қорғасынды жинақтауға қабілетті тәтті картоп сорттарын іріктеу, сынау және зерттеу.

**Осы мақсатқа жету үшін келесі зерттеу міндеттері қойылды:**

1. Шымкент қорғасын зауытында топырақтың қорғасын және басқа да ауыр металдармен ластану деңгейін анықтау.
2. Оңтүстік Қазақстанның қорғасынмен ластанған аймағында тәтті картопты тәжірибелік өсіруді жүргізу.
3. Тәтті картоп өсіру үшін қатты қоректік ортаны оңтайландыру.
4. Тәтті картоп өсімдіктерін *in vitro* клондау және трансплантациялау үшін қоректік ортаны оңтайландыру.
5. Қоректік ортадағы ауыр металдардың шекті рұқсат етілген концентрациясын анықтау.
6. Тәтті картоптың қорғасынға төзімділігі үшін *in vitro* скринингі (кемінде 50 сорт) және іріктеу (кемінде 2 сорт).
7. Қорғасынмен ластанған топырақта бақыланатын жағдайларда тәтті картоптың өсуі мен дамуын сынау.
8. Тәтті картоптың ферменттік белсенділігіне биохимиялық талдау жасау.

**Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы**

Шымкент қорғасын зауытында топырақтың қорғасын және басқа да ауыр металдармен ластану деңгейін анықтау нәтижесінде қорғасынның (Pb), мырыштың (Zn) және кадмийдің (Cd) жоғары концентрациясы анықталды. Жергілікті тұрғындардың 3 учаскесінен сынама алған топырақты талдау шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) асып кеткенін көрсетті.

Ауыр металдардың әртүрлі концентрациясындағы тәтті картоп өсімдіктерін *in vitro* скрининг нәтижесінде 57 тәтті картоп сортының 32-сі жұмысқа іріктелді. Содан кейін төзімді және сезімтал өсімдіктердің 32 сортынан іріктеп алу үшін 0-ден 10-ға дейінгі шкала бойынша жапырақтың зақымдалуына фенотиптік бағалау жүргізілді. Осылайша, қорғасынға төзімді екі КО-12 және КО-16 және екі сезімтал КО-7 және КО-5 сорттары таңдалды.

Тәтті картоптың КО-12 сортының ауыр металдардың жоғары концентрациясына ұшыраған кездегі рапс пен күнбағыспен салыстырғанда

жоғары төзімділігі расталды. Фенотиптік бағалау, сондай-ақ физиологиялық және биохимиялық талдау КО-12 және КО-16 сорттарының ауыр металдарға төзімділігін растады, ал КО-7 және КО-5 сорттары сезімтал болды.

Төзімді және сезімтал тәтті картоп сорттарындағы ген экспрессиясының спектріндегі айырмашылық салыстырмалы транскриптомиялық талдау арқылы анықталды. Молекулярлық деңгейде қорғасынға, мырышқа және кадмийге төзімділік механизмін түсіну үшін біз 4 геннің экспрессиясын зерттедік: Metallothionein (IbMT1), ATPase 3 (HMA3) гомолог гені, PODs (swpb3 және swpa4). Алынған нәтижелерден қорғасынмен, мырышпен және кадмиймен өңдеу төзімді және сезімтал сорттар арасында ген экспрессиясының әртүрлі өзгерістерін көрсететіні анықталды.

Тәтті картопты тәжірибелік өсіру ауыр металдармен ластанған жерлерде жүргізілді. Атомдық абсорбциялық спектроскопиялық талдау тәтті картоптың қорғасын мен мырыштың жоғары концентрациясын сiңiретiнiн көрсеттi. Биоконцентрация және транслокация коэффициентi тәтті картоптың металдарды жинақтау қабiлетi келесiдей таралғанын анықтады:  $Pb > Zn > Cd$ . Қорғасын мен мырыш көрсеткіші  $>1$  болды, осыдан тәтті картоптың фиторемедиант ретiнде үлкен әлеуетi бар деген қорытынды жасауға болады.

Тәтті картоп крахмал үшін өңделдi және ауыр металдардың құрамы бойынша талданды. Атомдық абсорбциялық спектроскопияның талдау нәтижелерi бойынша крахмалдағы ауыр металдардың шектi рұқсат етiлген концентрациядан аспайтын төмен мөлшерi анықталды.

Алынған нәтижелерге сүйене отырып, тәтті картоп тамыры мен жапырақтары арқылы ауыр металдарды жақсы сiңiредi, сонымен қатар қорғасынды қалпына келтiру қабiлетiне ие деп сенiмдi түрде болжауға болады.

**Ғылыми жаңалығы.** Қазақстанда алғаш рет тәтті картоптың (*Ipomoea batatas* L.) ластанған топырақтарды қалпына келтiру қабiлетi зерттелiп, қорғасын концентрациясының жоғарылауына жауап ретiнде тәтті картоптың төзімдi және сезiмтал сорттарында ген экспрессиясының спектри анықталды.

**Теориялық және практикалық маңызы.** Тәтті картоппен алынған зерттеу нәтижелерi болашақта көптеген биотехнологиялық мәселелердi шешуге мүмкiндiк бередi, соның iшiнде фиторемедиация әдiстерiн қолдана отырып, қоршаған ортаны қалпына келтiру, антиоксиданттық қасиеттерi жоғары сорттар жасау арқылы өнiмдiлiктi арттыру, бұл олардың стресске төзімдiлiгiн айтарлықтай арттырады және қолайсыз экологиялық жағдайларда егiннiң жоғалуын азайтады.

**Қорғауға ұсынылатын негiзгi ережелер:**

1. Топырақтың қорғасын және басқа да ауыр металдармен ластану деңгейін Шымкент қорғасын зауыты анықтады.

2. Оңтүстік Қазақстанның қорғасынмен ластанған аумағында тәтті картопты тәжірибелік өсіру жүргізілді. Вируссыз тәтті картоп материалын алу әдісі әзірленді.

3. Тәтті картоп өсіру үшін оңтайландырылған қатты қоректік орта.

4. *In vitro* тәтті картоп өсімдіктерін клондау және трансплантациялау үшін қоректік орта оңтайландырылды.

5. Қоректік ортадағы ауыр металдардың шекті рұқсат етілген концентрациясы анықталды.

6. Тәтті картоптың қорғасынға төзімділігіне *in vitro* скринингі (кемінде 50 сорт) және селекция (кемінде 2 сорт) жүргізілді.

7. Қорғасынмен ластанған топырақта бақыланатын жағдайларда тәтті картоптың өсуі мен дамуына сынақ жүргізілді.

8. Тәтті картоптың ферменттік белсенділігіне биохимиялық талдауы жүргізілді.

**Сенімділік дәрежесі және зерттеу нәтижелерін тексеру.** Негізгі зерттеулер ҒЗЖ-ның тақырыптық жоспарларына сәйкес орындалды, оның нәтижелері жыл сайын ҚР МҒМ ҒК (ӨББИ) "Өсімдіктер биологиясы және Биотехнологиясы институты" ШЖҚ РМК Ғылыми кеңесінің отырыстарында баяндалды және ұсынылды, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Жоғары Мектебінің Ұлттық Ғылым Академиясының академигі және ХАИИН Бигалиев Айтқажы Бигалиевичтің (Алматы, 18 қаңтар 2023 ж.) 80 жылдығына арналған "Экологиялық генетика және Халық денсаулығы: жетістіктер мен перспективалар" Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының, "Омар оқулары: Биология және Биотехнология" Халықаралық ғылыми форумының материалдарында XXI ғасыр" (Астана, 14 сәуір 2023 ж.), "International Conference on Plant Biology and Biotechnology (ICPBV 2024)" Халықаралық конференциясы (Алматы, 3-6 маусым 2024 ж.). Зерттеу нәтижелерінің сенімділігі мен негізділігі диссертацияның объектісіне, тақырыбына, мақсаттары мен міндеттеріне сәйкес келетін эксперименттік жұмыста қолданылатын әдіснамалық ұстанымдардың анықтығымен қамтамасыз етіледі.

Осы диссертацияның нәтижелері ауыр металдарды сіңіретін өсімдіктерін құру саласындағы ғылыми - зерттеу жұмыстарының деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Жаңа теориялық және практикалық білім алу арқылы экология, өсімдік биотехнологиясы және молекулалық биология саласындағы білім айтарлықтай артады. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері Қазақстанның жергілікті ауыр металдармен ластанған аумақтарын фиторемедиациялауға негіз болады, бұл экологиялық жағдайдың жақсаруына және халықтың денсаулығына оң әсер етеді.

**Басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланыс.** Бұл диссертациялық жұмыс АР09259945 "Оңтүстік Қазақстанның қорғасынмен ластанған аумақтарын фиторемедиациялау үшін тәтті картоптың (*Ipomoea batatas L.*) әлеуеті" ГҚ жобасы шеңберінде орындалды, 2021-2023 жж.

**Диссертация нәтижелерін жариялау.** Диссертацияның негізгі нәтижелері 11 ғылыми мақала ғылыми журналдар мен конференция материалдарында жарияланды, оның ішінде Scopus мәліметтер базасына кіретін журналда 5 мақала 59%(Q2), 69%(Q2), 79%(Q1), 86%(Q1) және 87%(Q1), 2 ғылыми мақала ҚР ҰҚМ ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған журналдарда, сонымен қатар халықаралық ғылыми конференция материалдарында 4 жарияланым бар.

**Автордың жеке үлесі.** Автор зерттеудің мақсаты мен міндеттерін жеке тұжырымдады, тәтті картоптың қорғасынға төзімді және сезімтал сорттарын таңдау бойынша далалық зерттеулер мен зертханалық талдаулар жүргізді, салыстырмалы транскриптомдық талдау әдісімен тәтті картоптың төзімді және сезімтал сорттарындағы ген экспрессиясының спектріндегі айырмашылық анықтады, алынған мәліметтер өңделді және түсіндіріліп, нәтижелер статистикалық өңдеу жүргізді.

**Диссертацияның құрылымы.** Диссертацияның жалпы көлемі 115 бетті құрайды. Пайдаланылған әдебиеттер тізіміне 361 тақырып кіреді, диссертацияда 29 сурет, 12 кесте бар.