

Айтымбет Жанкелдының 8D08104 - «Өсімдік қорғау және карантин» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынған «Өнеркәсіптік бақтар мен алма ормандарының микоздары және олардың Қазақстанның оңтүстік-шығысында зияндылығын төмендету жолдары» тақырыбында орындалған диссертациялық жұмысына

АНДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Алма ағашы – Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы өндірістік және жеке бақтарда ең кең таралған жеміс дақылы. Оның жоғары танымалдығына жемістердің дәмдік, диеталық және емдік қасиеттері себеп болады. Жеңіл сіңірілетін қанттармен қатар, олардың құрамында темір, натрий, марганец, калий, фосфор, кальций тұздары; лимон, салицил, бор және басқа да қышқылдар бар. Соңғы уақытта елімізді отандық жемістермен қамтамасыз ету мақсаты алға қойылып отыр. Алма, алмұрт, өрік және жүзім өсіру үшін ең қолайлы биоклиматтық жағдайлар республиканың оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарында – Алматы, Жетісу, Жамбыл және Түркістан облыстарының шаруашылықтарында бар.

Қазақстандағы тұқымдық және сүйекті жеміс бау- бақшаларының ішінде алма ағаштары басым, олар шамамен 36 000 гектарды құрайды.

Алматы облысындағы бақтардың аумағы 2019 жылы 16 180,7 мың гектарға жетіп, оның ішінде 1,95 мың гектары яғни 13,5% қарқынды бақтар болған. Өнімділігі гектарына 4,6 тонна болатын 66,8 мың тонна алма жемісі жиналды.

Қазіргі уақытта Алматы облысындағы қарқынды алма бақтарының ауданы 2222 гектарға жетті, ал бұл көрсеткішті 2022 жылға қарай 2600 гектарға дейін арттыру жоспарлануда. Қарқынды алма бақтарында Fuji, Golden Delicious, Gala, Granny Smith, Starkrimson, Idared және басқа да алма түрлері өсіріледі. Алайда республиканың оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы өндірістік бақтар мен алма ормандарында жеміс өнімділігінің өсу динамикасы әлі де төмен болып отыр және сапа талаптарына сай емес. Өнімнің төмендеуі мен сапасының нашарлауына ең зиянды саңырауқұлақтық аурулары – ақ ұнтақ, таз қотыр (парша), монилиооз және цитоспороз әсер етеді.

Алма өсірілетін барлық аймақтардағы саңырауқұлақтық аурулар кешенінің ішінде ең кең тараған және зияндысы – таз қотыр ауруы (қоздырғышы – *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter). Қотыр ауруынан алма өнімділігінің төмендеуі кемінде 40% құрайды.

Көптеген зерттеушілер әртүрлі аймақтарда қотырдың зияндылығының артуын пестицидтерге төзімді саңырауқұлақ штамдарының табиғи сұрыпталуын ынталандыратын химиялық пестицидтерді ұзақ уақыт қолданумен, сондай-ақ қоршаған ортаның ластануы мен ауа райы жағдайларының өзгеруіне байланысты жеміс өсімдіктерінің иммундық жағдайының жалпы төмендеуімен байланыстырады. Дегенмен,

эпифитотикалық жылдарда алманың бұл ең қауіпті және кең таралған ауруы сезімтал сорттардағы жапырақтардың 65-97%-ын және жемістердің 80-100%-ын зақымдап, олардың түсіп қалуына, тіпті өнімнің толық жоғалуына әкелуі мүмкін.

Ақ ұнтақ саңырауқұлағына сезімтал алма сорттарының жеміс өнімділігі 40-80%-ға төмендеуі мүмкін.

Алма ағашының жеміс шіріктерінің ішінде *Monilinia fructigena* (Pers.) Honey саңырауқұлағы тудыратын монилиоз ең маңызды болып табылады. Зақымдалған өсімдікте қалыптасқан жеміс байламдары (жас аналықтар) түсіп қалады. Созылмалы зақымдану көптеген жылдар бойы өнімділікке әсер етеді.

Цитоспороз — жеміс ағаштарын зақымдап, баққа айтарлықтай зиян келтіре алатын қауіпті саңырауқұлақ қоздырғышы. Бұл саңырауқұлақпен зақымданғанда өсімдікте шырын жүру үрдісі тек қабық арқылы жүзеге асады, сондықтан қабық бүлінген жағдайда қоректік заттарды ала алмай, бұтақтар немесе дің бөліктері қурап қалады. Алайда, кейбір жылдары бұл ауру Қазақстан жағдайында алма ағашының барлық ауруларын біріктіріп қарағанда анағұрлым зиянды болуы мүмкін екенін зерттеушілер атап өткен.

Соңғы жылдары өнеркәсіптік алма бақтары мен таулы ормандарда саңырауқұлақ ауруларының таралуы мен аурушандығының артуына климаттық жағдайдың жаһандық өзгерістері мен экологиялық аймақтардың ластануы айтарлықтай әсер етті. Сонымен қатар, көптеген ескі сорттар саңырауқұлақтардың жаңа штаммдарына қарсы иммунологиялық тұрғыдан әлсіз болады, ал жаңалары - кең таралған саңырауқұлақ ауруларына төзімділігі әлі толық зерттелмеген.

Шетелде және Қазақстанда жүргізілген зерттеулер саңырауқұлақ ауруларының биологиясының, зақымдануының, таралуының, өсімдіктерді қорғау әдістерінің және т. б. көптеген теориялық және қолданбалы аспектілері бойынша проблемалық мәселелерді ашады және шешеді, бірақ Қазақстанның оңтүстік-шығысы мен оңтүстігіндегі өнеркәсіптік бақтар мен таулы ормандардағы алма ағаштарының ауруларын жан-жақты зерттеу, патогендердің түрлік алуандығын, зақымдану белгілерін, сорттардың далалық төзімділігін, молекулярлық таңбалау (ПТР) әдістерін қолдана отырып, ең зиянды саңырауқұлақ ауруларына төзімділік гендері бар сорттарын және олардың негізінде өнеркәсіптік бау-бақша шаруашылығына арналған саңырауқұлақ ауруларына неғұрлым төзімді сорттарды анықтау бұрын жүргізілмеген. Бұл саладағы зерттеулер бүгінгі таңда өзекті және сұранысқа ие.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты – Қазақстанның оңтүстік-шығысы мен оңтүстігіндегі өнеркәсіптік бақтар мен таулы ормандардағы алма ағашының кең таралған саңырауқұлақ ауруларын зерттеу және олардың зияндылығын төмендетудің заманауи әдісін қолдану.

Зерттеудің міндеттері:

- Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы өнеркәсіптік бақтар мен таулы ормандардағы алма ағаштарындағы ауру қоздыратын патогендік

саңырауқұлақтардың түрлік әртүрлілігін анықтау және олардың биологиялық сипаттамаларын жасау;

- *Venturia inaequalis* және *Podosphaera leucotricha* патогенді саңырауқұлақтарының микробиологиялық сипаттамасын жасау және молекулалық идентификациялау;

- Қазақстанның таулы ормандық зерттеу аумақтары бойынша Сиверс алмасы (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) микобиотасының (саңырауқұлақ қауымдастығының) түрлік құрамына талдау жүргізу;

- Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарындағы алма ағаштарының таз қотыр (*Venturia inaequalis*) және ақ ұнтақ (*Podosphaera leucotricha*) ауруларының таралуы мен дамуын зерттеп, фитопатологиялық бағалау негізінде осы ауруларға төзімді сорттарды анықтау;

- ДНҚ маркерлік технологияларды қолдану арқылы саңырауқұлақ ауруларына төзімділік гендерін тасымалдайтын алма сорттарын анықтау мақсатында молекулалық скрининг жүргізу;

- Алма ағашының саңырауқұлақ ауруларына төзімді сорттарын өсірудің экономикалық тиімділігін анықтау.

Зерттеу әдістері. Үлгі жинау орнының географиялық орналасуын тіркеу үшін GPS (Garmin) пайдаланылды. Гербарий материалын жинау, кептіру және уақытша препараттарды дайындау үшін Поликсенова В. Д., Храмцов А. К. және Пискун С. Г. шығарған әдістемелік нұсқаулық қолданылды. Уақытша препараттарды жарық микроскопиясы үшін Номарскидің интерференциялық контраст оптикасы бар Polyvar фотомикроскоп қолданылды. Табылған саңырауқұлақтар тиісті анықтаушылардың көмегімен сәйкестендірілді.

Саңырауқұлақтардың таксономиялық тізімі MYCOBANK дерекқорын (Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks) пайдаланып құрастырылды. Саңырауқұлақ таксондарының атаулары Index Fungorum дерекқорына сәйкес берілген.

Сорттар 2022 жылдың шілдесінде табиғи дала жағдайында ауруға төзімділігі бойынша бағаланды. Бақылау ретінде сезімтал Golden Delicious және Idared сорттары пайдаланылды. Паршамен зақымдану Шевалье және басқалары (1991) ұсынған шкала бойынша бағаланды. Зерттеу үшін қызығушылық тудырған 25 изолят, себебі олар таз қотырға (*V. inaequalis*) және альтернарияға (*Alternaria*) ұқсас болғандықтан, 2022 жылы шілдеде Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы алма өсіретін коммерциялық аудандарындағы жеті аумақтан жиналды, ал олардың жекелеген споралық оқшаулаулары су ағары ортасында жасалды. Өнген жеке споралар картоп декстрога ағарының көлбеулеріне ауыстырылып, 20°C температурада инкубацияланып, әрі қарай пайдалану үшін сақталды.

Молекулалық скрининг – ПТР талдауы және молекулалық маркерлерді қолдану арқылы жүргізілді. ДНҚ әртүрлі алма сорттарының жаңа жапырақтарынан бөлініп алынды. Таз қотырға төзімділік гендерінің *Rvi2*, *Rvi4*, *Rvi5*, *Rvi6*, *Rvi8*, *Rvi9*, *Rvi11*, *Rvi14*, *Rvi15*, *Pl1*, *Pl-w*, *Pl-d* және *Pl2* анықтау үшін келесі маркерлер қолданылады: OPL19, CH05e03, Hi07h02, AL07-SCAR, AM19-SCAR, K08, HB09 CH02f06, AT20-450, EM M02, EM M01, OPN18,

OPU02, dr70F/dr339R, dr55F/dr336R (Patocchi A., Frei A., Frey J.E., Kellerhals M.). Бұл зерттеуде ДНҚ-ны бөліп алу үшін СТАВ әдісі қолданылды. Экстракция J.J. Doyle және т.б. әдісіне, сондай-ақ үлгіні қосымша тазартуды қамтитын модификацияға сәйкес жүргізілді. ПТР және рестрикция өнімдері ТАЕ-буферіндегі 1,8% агарозды пайдаланып электрофоретикалық түрде талданды. Этидий бромидімен боялған гельдер трансиллюминаторда (Bio-Rad Gel Doc XRT, АҚШ) көрнекі түрде көрсетілді. ПТР өнімдерін кейінгі секвенирлеу Түркия мемлекетінде Денизли университетінде жүргізілді. Реттік саңырауқұлақ ампликондарының нуклеотидтік құрылымы GenBank ашық генетикалық дерекқорындағы BLAST бағдарламасы арқылы талданды.

Молекулалық талдау нәтижелеріне негізделген деректерді талдау жүргізілді. ПТР өнімдері электрофорез көмегімен көрнекі түрде көрсетілді. Өрбір күшейтілген ПТР өнімінің жолақ үлгісі төзімділіктің бар екенін көрсететін «+» немесе төзімділік генінің жоқтығын көрсететін «-» ретінде бағаланды. Генетикалық қашықтық Porgen бағдарламалық жасақтамасын (1.32 нұсқасы), Yeh және т.б. пайдаланып, Dice коэффициентін есептеу арқылы бағаланды. Бұл есептелген индекс UPGMA әдісін (салмақталмаған жұптық топтар әдісі орта арифметикалықпен) әзірлеу үшін қолданылды. Дендрограмма молекулалық эволюциялық генетикалық талдауда (MEGA бағдарламалық жасақтамасы қолданылды, 11-нұсқа, Tamura және т.б. құрастырылған).

Қорғауға ұсынылған негізгі ережелер (дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа да тұжырымдар)

- Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы таулы ормандар мен оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы өнеркәсіптік бақтардағы алма ағашындағы патогендік саңырауқұлақтардың түрлері анықталды, олардың биологиялық сипаттамасы жасалды, алма ағашының саңырауқұлақ ауруларымен зақымдану белгілері анықталды;

- *Venturia inaequalis* және *Podosphaera leucotricha* патогенді саңырауқұлақтарына микробиологиялық сипаттама беріліп, молекулалық идентификациясы жүргізілді;

- Қазақстанның таулы ормандарын зерттеу аумақтары бойынша Сиверс алма ағашының *Malus sieversii* микобиотасының түрлік құрамына талдау жүргізілді;

- Фитопатологиялық бағалаумен аурулардың белгілері бойынша зиянды саңырауқұлақ ауруларына ең төзімді сорттар белгіленді;

- ДНК-маркерлік технологияларды қолдану арқылы алма сорттарының үлкен коллекциясына молекулалық скрининг жүргізілді, нәтижесінде селекцияда құнды көздер ретінде ұсынылатын және өнеркәсіптік бақтарда өсіру мақсатында саңырауқұлақ ауруларына төзімділік гендерін тасымалдаушы сорттар анықталды;

- Алма ағашының саңырауқұлақ ауруларына төзімді сорттарын өсірудің экономикалық тиімділігі анықталды.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы.

Зерттеу барысында Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы өндірістік алма бақтарында фитопатологиялық мониторинг жүргізіліп, алма ағаштарының негізгі ауруларының таралуы мен даму деңгейі анықталды. Мониторинг нәтижесінде қотыр (*Venturia inaequalis*) және ақұнтақ (*Podosphaera leucotricha*) ауруларының таралу ерекшеліктері, олардың сорттар мен зерттеу аймақтарына байланысты өзгергіштігі анықталды. Зерттеу нәтижесінде *Malus sieversii* жабайы алма популяцияларының микобиотасынан 64 саңырауқұлақ түрі анықталып, олардың ішінде 21 түрінің жоғары фитопатогендік әлеуеті бар екені белгіленді. *Venturia inaequalis* және *Podosphaera leucotricha* түрлеріне микологиялық және молекулалық-генетикалық зерттеулер жүргізіліп, олардың түрлік сәйкестігі ПТР және ДНҚ секвенирлеу әдістері арқылы расталды. Алма сорттарының таз қотыр мен ақұнтақ ауруларына төзімділігі бағаланып, *Rvi* және *Pl* төзімділік гендерінің таралу ерекшеліктері анықталды. Алынған нәтижелер өндірістік алма бақтарының фитосанитариялық жағдайын бағалауға, ауру қоздырғыштарын диагностикалауға және ауруларға төзімді сорттарды іріктеуге ғылыми негіз болып табылады.

Ғылыми зерттеулердің (далалық бағалаудың) нәтижелеріне сүйене отырып, облыс аудандарының нақты экологиялық жағдайлары үшін саңырауқұлақ ауруларына алма ағашының ең төзімді сорттары анықталды, бұл сорттарды өндіріске ендіру аурулардың зияндылығын азайту және өсімдіктерді қорғау шараларының бірі ретінде ұсынуға мүмкіндік береді.

Селекцияда ұсынылған сорттарды пайдалану болашақ сорттардың зиянды ауруларға төзімділігін арттырады, ал өндіріске енгізу химиялық қорғаныс құралдарын қолдануды шектеуге, экологиялық таза өнім алуға, өнімділік пен оның сапасын және экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығының негіздемесі.

Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы өнеркәсіптік алма бақтары мен табиғи таулы-орман экожүйелерінде алма ағаштарының негізгі саңырауқұлақ патогендерінің түрлік құрамы алғаш рет кешенді түрде анықталып, *Venturia inaequalis* және *Podosphaera leucotricha* қоздырғыштарының морфологиялық, культуральдық және молекулалық-генетикалық әдістер арқылы дәл сәйкестендірілуі қамтамасыз етілді. Сиверс алмасының (*Malus sieversii*) микобиоталық құрамына жүргізілген зерттеу нәтижесінде саңырауқұлақтардың түрлік әртүрлілігі жүйеленіп, 64 түрден тұратын микобиота құрамы нақтыланды және олардың ішінде жоғары фитопатогендік әлеуеті бар 21 түрдің экологиялық-биологиялық ерекшеліктері айқындалды. Фитосанитариялық мониторинг (2022–2024 жылдар аралығындағы) негізінде Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарындағы өндірістік бақтардағы алма ағаштарындағы таз қотыр мен ақ ұнтақ ауруларының таралуы мен даму динамикасы алғаш рет салыстырмалы түрде бағаланып, олардың аймақтық және жылдық өзгеру заңдылықтары анықталды. Фитопатологиялық бағалау мен молекулалық-генетикалық скрининг нәтижесінде таз қотыр мен

ақ ұнтақ ауруларына төзімділігі жоғары алма сорттары іріктеліп, *Rvi* және *Pl* гендеріне ие генотиптердің таралу ерекшеліктері анықталды, бұл селекциялық бағдарламалар үшін құнды бастапқы материал ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Зерттелген алма сорттарының шаруашылық-экономикалық тиімділігі кешенді түрде бағаланып, ауруларға төзімді алма сорттарының жоғары өнімділік пен рентабельділік көрсеткіштерімен ерекшеленетіні дәлелденді.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмыс «Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті» КеАҚ-да «Жас ғалымдарды гранттық қаржыландыру» АР13068068 бағдарламасы бойынша ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі қаржыландырған «ДНҚ-маркерлік технологияның көмегімен алма ағашының саңырауқұлақ ауруларына төзімді сорттарын іріктеу және молекулалық скрининг жасау» тақырыбы бойынша орындалды.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы.

Зерттеу мақсаттары мен міндеттерін орындау барысында автор далалық және зертханалық тәжірибелерге, сондай-ақ ғылыми деректерді жинауға тікелей қатысты. Зерттеу барысында алынған нәтижелердің дәлдігі мен сенімділігі жоғары, себебі деректер математикалық статистика әдістерін қолдана отырып өңделген. Автор диссертацияны аяқтап, мақалалардың жариялануына белсенді үлес қосты.

Ғылыми зерттеу жұмысының қорытынды мәліметтері бойынша барлығы 7 ғылыми еңбек баспада жарияланды, оның ішінде: Scopus деректер базасына енгізілген журналдарда 2 мақала, (Q1) және (Q2) квантиліне кіретін; ҚР ҒЖБМ ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми журналдарда 2 мақала; Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар материалдарында 3 мақала. Автордың h-индексі 2.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы

Диссертациялық жұмыстың жалпы көлемі – 140 бетті құрайды. Диссертация кіріспеден, 4 тарауға жіктелген негізгі бөлімнен, қорытындыдан, өндіріске ұсыныстан және қосымшадан тұрады. Жұмыс 30 кестемен, 34 сурет және 1 қосымшамен безендірілген. Пайдаланылған әдебиеттер тізіміне 289 отандық және шетел ғалымдарының еңбектері енгізілді.