

Жандыбаев Оркен Серпинулының
«Оңтүстік Қазақстан жағдайында интенсивті алма бағында
тыңайтқыштардың ғылыми негізделген жүйесін қолдану»
тақырыбындағы 8D08102 – «Топырақтану және агрохимия» білім беру
бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
дайындалған диссертациялық жұмысына
АҢДАТПА

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Алма ағашы (*Malus domestica* Borkh.) Қазақстан үшін стратегиялық маңызды жеміс дақылы болып табылады және өнеркәсіптік екепелер құрылымында жетекші орын алады. Еліміздің оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарының қолайлы топырақ-климаттық жағдайларына қарамастан, отандық өндіріс ішкі нарық қажеттілігін 50%-дан аз қамтамасыз етеді, бұл республиканың импортқа жоғары тәуелділігін сақтап отыр. Жаһандық климаттың өзгеруі және Орталық Азиядағы су ресурстары тапшылығының артуы жағдайында бау-бақша шаруашылығын жүргізудің дәстүрлі экстенсивті әдістері экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімсіз болып барады. Саланы дамытудың қазіргі кезеңі аласа бойлы (М9) телімдерде отырғызу тығыздығы жоғары (2500–3000 ағаш/га) қарқынды бақ өсіруге белсенді көшумен байланысты. Алайда, негізінен қарашірік мөлшері төмен (1,5–2,1%) және ортаның сілтілі реакциясы (рН 7,4–8,0) бар сұр-қоңыр карбонатты топырақтардан тұратын Оңтүстік Қазақстанның топырақ жамылғысының ерекшелігі күрделі агрохимиялық кедергілерді тудырады. Мұндай жағдайларда минералды тыңайтқыштарды жер бетіне енгізудің дәстүрлі технологиялары төмен тиімділікті көрсетеді: азоттың 30–50%-ы шайылу және ұшу салдарынан жоғалады, фосфор тез арада қолжетімсіз формаларға өтеді (ретроградация), ал калий жеңіл құмбалшықты топырақтардың тамыр аймағынан шайылып кетеді. Бұл ағаштар дамуының сыни кезеңдерінде қоректік элементтердің созылмалы тапшылығына, өнімділік пен жеміс сапасының төмендеуіне әкеледі, сондай-ақ топырақтың тұздану және жер асты суларының ластану қаупін тудырады. Аймақтың нақты топырақ-климаттық жағдайларына бейімделген минералды қоректенуді басқарудың ғылыми негізделген жүйесін әзірлеудің өткір қажеттілігі туындап отыр. Фертигация — ерітілген қоректік заттарды тамшылатып суару жүйелері арқылы тікелей тамырлардың белсенді қызмет аймағына жеткізу технологиясы — осы мәселенің ең перспективалі шешімі ретінде қарастырылады. Әлемдік тәжірибеде кеңінен қолданылғанына қарамастан, Оңтүстік Қазақстан жағдайында «Джеромини» алма сортының дамуының фенофазаларын ескере отырып, фертигацияның оңтайлы режимдерін, мөлшерлерін және мерзімдерін негіздейтін кешенді ғылыми зерттеулер жоқ. Карбонатты топырақтар профилінде қоректік элементтердің миграциясы мен трансформациясына фертигацияның әсері, сондай-ақ оның жемістердің сапалық көрсеткіштері мен сақталымдылығын қалыптастырудағы рөлі зерттелмеген. Осылайша, қарқынды бақтардың генетикалық әлеуетін іске асыруды, өндіріс рентабельділігін және отандық өнімнің бәсекеге

кабілеттілігін арттыруды қамтамасыз ететін ресурс үнемдейтін және экологиялық қауіпсіз тыңайту жүйесін әзірлеу Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін тұрақты дамыту үшін маңызды ғылыми және практикалық міндет болып табылады.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты. Оңтүстік Қазақстан жағдайында алма ағаштарының вегетативті даму ерекшеліктерін ескере отырып, қарқынды типтегі алма бақтарын тамшылатып суару кезінде тыңайтқыштарды енгізудің тиімді әдістерін ғылыми тұрғыдан негіздеу және анықтау, сөйтіп жеміс өнімділігінің тұрақты өсуін қамтамасыз ету.

Зерттеу міндеттері:

1. Оңтүстік Қазақстанның қарқынды бақтарындағы сұр-қоңыр топырақтарға агрохимиялық сипаттама беру;
2. Фертигация кезіндегі миграция тереңдігін және алма ағашының астындағы топырақтың даму фазалары бойынша минералды қоректену элементтерімен қамтамасыз етілу динамикасын зерттеу;
3. Тыңайтқыштарды енгізудің әртүрлі әдістерінде ағаштардың вегетативті даму ерекшеліктері мен фотосинтетикалық белсенділігін анықтау;
4. Қоректендіру жүйелерінің өнімділікке және жемістердің сапалық көрсеткіштеріне (тауарлылығы, қанттылығы, сақталымдылығы) әсерін анықтау;
5. Тыңайтқыштарды енгізудің әртүрлі тәсілдерін қолданудың экономикалық тиімділігін есептеу және өндіріс үшін ұсыныстар әзірлеу.

Зерттеу әдістері. Зерттеулер 2020–2023 жж. Түркістан облысында «Кентау» ЖШС базасында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде М9 телітушісіндегі «Джеромини» сортты алма екпелері алынды. Тәжірибе схемасы үш нұсқаны қамтыды: 1) Бақылау (тыңайтқышсыз), 2) Топыраққа NPK енгізу, 3) Фертигация. Жұмыста далалық, вегетациялық және зертханалық-аналитикалық әдістер пайдаланылды. Топырақтың агрохимиялық көрсеткіштері (рН, гумус, NPK) жалпыға бірдей қабылданған әдістемелер (Тюрин, Мачигин, Кбельдаль бойынша) арқылы анықталды. Биометриялық есептеулер, жапырақ бетінің ауданын (LAI) және фотосинтетикалық әлеуетті анықтау заманауи жабдықтарды (Plant Canopy Analyzer) пайдаланумен жүзеге асырылды. Мәліметтерді статистикалық өңдеу дисперсиялық талдау (ANOVA) және регрессиялық модельдеу әдісімен орындалды. Топырақ үлгілерін іріктеу 100 см тереңдікке дейін (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см) қабат-қабат бойынша жүргізілді. Биометриялық көрсеткіштер (діңнің диаметрі, өркендердің өсу ұзындығы, жапырақ бетінің ауданы) ай сайын тіркеліп отырды. Физиологиялық зерттеулер салмақ өлшеу әдісімен фотосинтездің таза өнімділігін (ФТӨ) анықтауды қамтыды. Өнімді есепке алу жемістерді сұрыптаумен және химиялық құрамын (қант, қышқылдар, С дәрумені) зертханалық талдаумен бірге әр ағаш бойынша жаппай әдіспен жүргізілді. Барлық мәліметтер Доспехов әдістері бойынша өңделді.

Негізгі ережелері. Дәлелденген ғылыми гипотезалар және жаңа білім болып табылатын басқа да тұжырымдар:

1. Фертигацияның сұр-қоңыр топырақтардың агрохимиялық қасиеттерін оңтайландыруға және қоректік элементтердің тамыр жайған қабатта таралуына әсері.

2. Минералды тыңайтқыштарды енгізу әдісіне байланысты М9 ергежейлі (ергежейлі — карликовый) телітушісіндегі алманың өсу, даму және фотосинтетикалық қызметінің заңдылықтары.

3. Өртүрлі минералды қоректендіру жүйелері кезіндегі алма жемістерінің өнімділігі мен сапалық көрсеткіштері.

4. Оңтүстік Қазақстанның қарқынды бақ шаруашылығындағы фертигация технологиясының экономикалық тиімділігі мен ресурсты үнемдеу әлеуеті.

Зерттеудің негізгі нәтижелерінің сипаттамасы. Фертигацияның сұр-қоңыр топырақтың агрохимиялық қасиеттерін оңтайландыруға ықпал ететіні анықталды. Физиологиялық қышқылдық тыңайтқыштарды тамшылатып суару жүйесі арқылы қолдану ризосферадағы топырақ ерітіндісінің рН-ын 8,0-ден оңтайлы мәндерге 7,2–7,4-ке дейін төмендетуге мүмкіндік берді, бұл фосфор мен микроэлементтердің қолжетімділігін арттырды. Фертигация нұсқасында гумус құрамы 2023 жылға қарай 2,44%-ға дейін өсті. Капельница аймағында топырақтың сілтілігінің жергілікті төмендеуі 0,6–0,8 рН бірлігіне тіркелді. Азот пен калий деңгейлері вегетацияның барлық критикалық кезеңі бойы (маусым-тамыз) оңтайлы деңгейде сақталды. Қосымша В деректеріне сәйкес, фертигация нұсқасында топырақ ерітіндісінің электр өткізгіштігінің (ЕС) динамикасы 0,8–1,2 мСм/см шегінде тұрақты мәндерді көрсетті, бұл тұзданудың болмауын және топырақ құрылымының жақсаруын растайды. Сонымен қатар, макроэлементтер құрамының төрт жылдық динамикасы (қосымша Г) бақылаумен салыстырғанда үстіңгі қабатта (0–20 см) жеңіл гидролизденетін азоттың 15–20%-ға өсуін анықтады, бұл фертигацияның сұр-қоңыр карбонатты топырақтардың құнарлылығына ұзақ мерзімді оң әсерін растайды.

Фертигацияның қоректік элементтердің миграциясын тамырлардың белсенді қызмет аймағына (0–40 см) қамтамасыз етудегі артықшылығы, терең горизонттарға шайылып кету қаупінсіз дәлелденді. Белсенді өсу кезеңінде нитраттық азот құрамы 28,2 мг/кг деңгейінде сақталды, алмасатын калий — 355 мг/кг-ға дейін, бұл топыраққа енгізу көрсеткіштерінен едәуір жоғары. Топырақтың гранулометриялық құрамының талдауы (қосымша А) 0–100 см профилінде гумус құрамы төмен (1,5–2,1%) жеңіл саздақтардың басым болуын көрсетті, бұл қоректік заттардың дәл жеткізілуі арқылы фертигацияның әсерін күшейтеді. Бір ағаштың жемістерімен NPK шығаруы (қосымша Е) фертигация нұсқасында 2023 жылы 0,45 кг N, 0,18 кг Р және 0,52 кг К-ға жетті, бұл топырақтық нұсқадан 25–30%-ға жоғары, элементтердің сіңірілуінің жоғары тиімділігін көрсетеді.

Фертигацияның биометриялық көрсеткіштерге оң әсері анықталды. Фотосинтездің таза өнімділігі (ЧПФ) 8,86 г/м²·күнге жетті, бұл топыраққа енгізуден 19,2%-ға жоғары және бақылаудан 77,2%-ға жоғары. Ағаштардың жер үсті биомассасы 53,7 т/га құрады. Фертигация нұсқасында жапырақ

бетінің ауданы дәстүрлі енгізуден 22%-ға жоғары болды. Жыл сайынғы биометриялық деректер (қосымша Д) штамп периметрінің тұрақты өсуін (2023 жылы 120–130 мм-ге дейін) және жемістер санының (180–200 дана/ағашқа дейін) өсуін көрсетеді, жеміс орташа салмағы 170 г. Бұл карликті тамырға арналған вегетативті дамуды ынталандыруды растайды, әсіресе гүлдеу және жеміс толтыру фазаларында.

Фертигацияның екпелердің максималды өнімділігін қамтамасыз ететіні анықталды. Орташа өнімділік 30,6 т/га құрады, бұл топыраққа енгізу нұсқасынан (24,7 т/га) 24,5%-ға жоғары. Бұл ретте I сыныпты тауарлық өнімнің шығымы 60%-ға жетті, ал жалпы өнімнің тауарлық сапасы 93,9% құрады. Тауарлық алмалардың үлесі (ірі фракция, қарқынды түс) 93,9% құрады. Жеміс орташа массасы 170 г-ға дейін өсті (дәстүрлі нұсқада 142 г). Жыл сайынғы жалпы өнімділік (қосымша Ж) 2023 жылы фертигация үшін 32,43 т/га шыңын көрсетті, NPK шығаруы 120–150 кг/га-ға дейін. Өнім құрылымы (қосымша И) 2023 жылы I сыныптың басым болуын (70%-ға дейін) анықтады, бұл фенологиялық фазалардағы біркелкі қоректенумен байланысты.

Фертигациядағы жемістердің сапалық көрсеткіштері дәстүрлі әдістерден едәуір асып түседі: қант құрамы 24,1%-ға жетті, құрғақ зат — 14,7%, жемістердің сақталу қабілеті 16,3%-ға дейін артты. Сапаны бағалау (қосымша К) сыныптар бойынша бөлінуді растады, ірі жемістердің (диаметрі >70 мм) басым болуымен, ал зертханалық талдаулар витамин С құрамының жоғарылауын (100 г-ға 15 мг-ға дейін) көрсетті. Бұл сапаның жақсаруы қорғауға қойылған ережелерде баса айтылғандай, фертигацияның тауарлық сипаттамаларды қалыптастырудағы рөлімен байланысты.

Экономикалық талдау ұсынылған технологияның жоғары тиімділігін көрсетті. Фертигациядағы өндірістің рентабельдігі 423,2% құрады, таза табыс 7863 мың теңге/га жетті. Өнімнің 1 кг өзіндік құны 62,4 теңгеге дейін төмендеді, бұл дәстүрлі топыраққа енгізуден (112,9 теңге/кг) 1,8 есе төмен. Тыңайтқыштардың 1 кг белсенді заттың өтелуі 90,4 кг алма құрады. Фертигацияның эксплуатациялық шығындары 1,9 млн теңге/га құрады, бұл топыраққа енгізуден 700 мың теңгеге аз. Тыңайтқыштарды пайдалану коэффициенті 2 есеге жуық өсті. Деректердің математикалық өңдеуі нәтижелердің сенімділігін растады ($P < 0.05$). Дисперсиондық талдау (ANOVA, қосымша III) 2023 жылғы өнімділік үшін айырмашылықтардың жоғары мәнділігін көрсетті ($F=1948,46$ при $P<0.01$), $НСР_{05}=0,745$ т/га, фертигацияның артықшылығын растайды. «Кентау» ЖШС-інде 210 га-да енгізу (қосымша Н) антропогендік жүктемені төмендетуге және бақтардың өтелуін 1,5–2 жылға жылдамдатуға әкелді.

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығының негіздемесі. Қазақстанның оңтүстігіндегі сұр-қоңыр топырақ жағдайында алғаш рет алма бақтарының интенсивті бақтарында фертигацияның қоректік элементтердің миграциясына және топырақ қасиеттерінің трансформациясына әсерін кешенді зерттеу жүргізілді. Тыңайтқыш дозаларынан өнімділіктің тәуелділігінің регрессиялық модельдері әзірленді ($R^2=0,978$). «Джеромини»

сортының даму фенологиялық фазаларын ескеретін және тыңайтқыштарды пайдалану коэффициентін арттыруды қамтамасыз ететін фертигацияның оңтайлы дозалары мен мерзімдері ғылыми негізделген. Нәтижелер топырақ деградациясын алдын алу, сілтілі ортада фосфордың сіңірілуін қамтамасыз ету және интенсивті бақтардың өтелуін 1,5–2 жылға жылдамдату үшін маңызды мәнге ие. Әзірленген ұсынымдар «Кентау» ЖШС-інде 210 га алаңда енгізілді, бұл өнімділікті 24–30%-ға арттыруға, тауарлық өнімнің шығымын ұлғайтуға және өндірістік шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді. Нәтижелер Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысындағы бақша шаруашылықтары үшін өндірістің рентабельдігін арттыруға пайдаланылуы мүмкін.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Зерттеу бастамашыл жоба шеңберінде орындалды: 0119РКИ0098 «Түркістан облысындағы «Кен Тау» ЖШС интенсивті бақтарының жағдайында сұйық тыңайтқыштардың тамшылатып суару әдісін қолдану жағдайында тиімділігін зерттеу» және топырақтану мен агрохимия саласындағы ғылымның дамуының басым бағыттарына сәйкес келеді. Ол жеміс өнімдері бойынша импортқа тәуелділікті төмендету, ресурстарды үнемдеу және Орталық Азиядағы климат өзгеруіне бейімделу міндеттерін іске асыруға ықпал етеді.

Докторанттың әрбір жарияланымды дайындауға қосқан үлесінің сипаттамасы. Автор барлық жұмыс кезеңдеріне тікелей қатысты: далалық тәжірибелерді орналастырудан, фенологиялық бақылауларды жүргізуден, топырақ және өсімдік үлгілерін іріктеуден бастап зертханалық агрохимиялық талдауларға, деректердің статистикалық өңдеуіне, экономикалық бағалауға және нәтижелерді интерпретациялауға дейін. Қорытындылар мен практикалық ұсынымдар тұжырымдалды. Диссертация материалдары бойынша 10 ғылыми жұмыс жарияланды, оның ішінде Scopus және Web of Science деректер базаларына кіретін халықаралық журналдардағы 2 мақала (жеке үлес: методологияны әзірлеу, деректерді талдау, негізгі мәтінді жазу); ҚР БҒМ КОКСНВО ұсынған басылымдардағы 6 мақала (жеке үлес: далалық зерттеулер, статистикалық өңдеу, қорытындыларды тұжырымдау); және халықаралық конференциялар материалдарындағы 2 тезис (жеке үлес: баяндамалар мен презентацияларды дайындау). Нәтижелерді апробациялау Якутскідегі (2023), Алматыдағы (2024) конференцияларда және ҚазҰЗИ жер өңдеу және өсімдік шаруашылығы институтындағы дөңгелек үстелде (2025) өтті, онда докторант баяндамалармен сөз сөйледі.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс компьютерлік мәтіннің 190 бетінде баяндалған, кіріспеден, әдебиетке шолу, зерттеу әдістемесінен, нәтижелер мен оларды талқылаудан, қорытындыдан, 331 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен және 23 қосымшадан тұрады. Жұмыс 29 кесте және 26 суретпен иллюстрацияланған.