

## АНДАТПА

"6D070100-Биотехнология" мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған "Агроценоздардың микромицеттері және оларды ауылшаруашылық дақылдардың өсуін ынталандыру үшін қолдану мүмкіндігі" тақырыбында Елена Валериевна Бражниковааның диссертациясына жазылған

**Диссертациялық жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Жұмыс агроценоздардың микромицеттерінің таралу ерекшеліктерін зерттеуге, олардың өсімдіктерге оң әсер ету механизмдерін зерттеуге және дақылдардың өсуін жақсарту үшін осы микроорганизмдерді қолдану жолдарын әзірлеуге арналған.

**Зерттеу тақырыбының өзектілігі.** Ауыл шаруашылығы саласы стратегиялық маңызды болып табылады және Қазақстан Республикасының экономикасында жетекші орындардың бірін алады. 2022 жылы барлық агроөнеркәсіптік дақылдардың егіс алқабы 22,9 млн га құрады. Агроөнеркәсіптік дақылдарды өсірудің заманауи технологиялары тұқымдарды өңдеу, минералды тыңайтқыштар енгізу, пестицидтерді қолдану сияқты әдістерді қамтитын шараларды қарастырады. 2022 жылы Қазақстанның егіс алқаптарына 626,5 мың тонна минералды тыңайтқыштар енгізіліп, 16,6 млн литр пестицидтер қолданылды. Минералды тыңайтқыштар мен өсімдіктерді химиялық қорғау құралдарын пайдалану экологиялық қауіпті, агроценоздардағы биологиялық тепе-теңдіктің бұзылуына, ауылшаруашылық өнімдері мен жер асты суларының ластануына әкеледі.

Осыған байланысты ауыл шаруашылығын дамыту үшін де, экологиялық проблемаларды шешу және қоршаған ортаны қорғау үшін де өзекті бағыттар ауыл шаруашылығы өсімдіктерінің өнімділігін арттыру, енгізілетін агроөнеркәсіптік дақылдарды ынталандыру мен қорғаудың химиялық құралдарының санын азайту, сондай-ақ өсімдіктердің қолайсыз жағдайларға төзімділігі мен бейімделуін арттыру болып табылады. Эндифитті және топырақ микроорганизмдерінің әлеуетін пайдалануға негізделген микробиологиялық тәсілдер әсіресе маңызды және перспективалы болып табылады. Микроорганизмдер өсімдіктерге бірқатар оң әсерлерді қамтамасыз ете алатыны белгілі, олардың негізгілері: қоректік заттардың қолжетімділігін арттыру және тыңайтқыштар мен топырақтан қоректік заттарды пайдалану коэффициентін арттыру; гормоналды және сигналдық функциялары бар метаболиттердің өндірісі; стресс жағдайында протекторлық әрекет.

Осылайша, зерттеудің өзекті және маңызды бағыты микроорганизмдер мен олардың метаболиттері негіз болатын препараттарды әзірлеу болып табылады. Мұндай микроорганизмдерді қолдану химиялық препараттарға тартымды балама болып көрінеді, қарқынды өсімдік шаруашылығы мен экологиялық теңдестірілген егіншіліктің дамуына ықпал етеді.

Микромицеттер ерекше қызығушылық тудырады, өйткені олар биоценоздардың негізгі құрылымдық және функционалдық компоненттерінің бірі болып табылады.

Сондай-ақ олардың басқа микроорганизмдер топтарына қарағанда бірқатар артықшылықтары бар. Микроорганизмдердің осы тобының кең таралуына, полифункционалдылығына және маңыздылығына қарамастан, Қазақстанның топырақ және эндофитті микромицеттер агроценоздары туралы мәліметтер өте шектеулі. Өсімдіктердің өсуі мен дамуына отандық штаммдардың ынталандырушы әсерінің негізінде жатқан механизмдерге қатысты мәселелер де аз зерттелген. Микромицеттердің отандық штамдары негізінде ауыл шаруашылығы мақсатындағы полифункционалды препараттар жоқ. Осылайша, микромицет агроценоздардың сипаттамасы, олардың өсімдіктерге жағымды әсерін анықтайтын процестерді кешенді зерттеу, сондай-ақ осы микроорганизмдерді қолдану тәсілдерін дамыту өзекті болып табылады және маңызды теориялық және практикалық мәнге ие.

**Зерттеудің мақсаты:** дақылдардың өсуін ынталандыру үшін микромицеттерді қолдану мүмкіндігін негіздеу және оларды қолданудың тиімді әдістерін әзірлеу.

**Зерттеу міндеттері:**

1. Топырақ және эндофитті микромицетті қауымдастықтарының сандық құрамы мен таксономиялық құрылымының сипаттамасы.

2. Агроөнеркәсіптік дақылдардың өсуі мен қорғалуын ынталандыру үшін перспективалы агрономиялық құнды қасиеттері бар штаммдарды скрининг.

3. Микромицеттердің өсімдіктерге оң әсер етуінің тікелей механизмдерін зерттеу.

4. Биотикалық және абиотикалық стресстердегі агрокультураларға микромицеттердің протекторлық әсер ету механизмдерін анықтау.

5. Ауыл шаруашылығы мақсатындағы микромицеттердің тиімді штаммдарының жинағын жасау.

6. Таңдалған штамдар негізінде композициялар құру және оларды ауылшаруашылық дақылдарының өсуін ынталандыру үшін қолдану тәсілдерін әзірлеу.

**Зерттеу нысаны.** Жеті ауыл шаруашылығы дақылдарынан (соя, арпа, жоңышқа, рапс, мақсары, тәтті беде, эспарцет) және агроценозданған өсімдіктердің топырақтарынан оқшауланған микромицеттердің штамдары.

**Зерттеу әдістері:** жұмыста заманауи микробиологиялық, биохимиялық, молекулалық-биологиялық, физика-химиялық және вегетациялық әдістер қолданылады. Статистикалық деректерді өңдеу Statistica бағдарламасының лицензияланған пакеті 10.0 нұсқасы (TIBCO Software Inc., АҚШ).

**Зерттеу нәтижелерінің ғылыми жаңалығы:**

Алғаш рет Қазақстанның жеті ауыл шаруашылығы дақылдары агроценоздарының топырақ және эндофиттік микромицеттік қауымдастықтарының сандық құрамы мен таксономиялық құрылымы сипатталды.

Алғаш рет микромицеттер қауымдастығының негізгі компоненттері *Penicillium*, *Aspergillus* және *Fusarium* тұқымдас мицелий саңырауқұлақтары

екендігі көрсетілді, ашытқылардың арасында *Aureobasidium*, *Rhodotorula* және *Metschnikowia* тұқымдарының өкілдері басым болды.

Микромицеттердің өсімдіктерге оң әсері фосформен қоректенудің жақсаруына, гормоналды және сигналдық функциялары бар метаболиттердің өндірілуіне, гидролитикалық ферменттер мен микробқа қарсы белсенділігі бар қосылыстардың синтезіне, ауыр металдардың сіңуіне және детоксикациясына байланысты екенін көрсететін түпнұсқа нәтижелер алынды.

Алғаш рет АЦК-кәдеге жарататын *Talaromyces pinophilus*, *Beauveria bassiana* және *Metarhizium robertsii* микромицеттердің абиотикалық және биотикалық стресс жағдайында өсімдіктердің дамуына ынталандырушы әсері анықталды. Зерттелетін микромицет түрлерінде АЦК-дезаминаның болуы бұрын табылған жоқ.

Алғаш рет микромицеттердің таңдалған штамдары мен олардың метаболиттері негізінде композициялар алынды және оларды дақылдардың өсуін ынталандыру үшін қолданудың тиімді әдістері жасалды.

**Зерттеудің практикалық маңыздылығы** зерттеу жүргізу үшін құнды биологиялық ресурс болып табылатын ауылшаруашылық мақсаттағы микромицеттердің тиімді штамдарының кең жинағын құрумен байланысты. Бұл штамдар Ауыл шаруашылығын дамыту және қоршаған ортаны қорғау саласындағы жекелеген және кешенді міндеттерді шешу үшін препараттардың құрамында қолдану әлеуеті жоғары.

Ең тиімді 7 штамм (*Aspergillus* sp. D1, *B.bassiana* T7, *B.bassiana* T15, *M.robertsii* An1, *Metschnikowia pulcherrima* MP2, *Penicillium bilaiae* Pb14 және *T.pinophilus* T14) "Республикалық микроорганизмдер коллекциясы" (РМК) (Астана қ., Қазақстан Республикасы) және/немесе ауыл шаруашылығы мақсатындағы пайдалы микроорганизмдердің ведомстволық коллекциясында сақталды (БКСМ) (Санкт-Петербург қ., Ресей Федерация). 2 штаммға (*B. bassiana* T7 және *P. bilaiae* Pb14) №34305 және №34350 өнертабыстарға патенттер алынды.

Зерттеу барысында анықталған бірқатар бақылаулар мен заңдылықтар өсімдік шаруашылығында микроорганизмдерге негізделген биологиялық өнімдерді әзірлеу және қолдану үшін практикалық ұсыныстар ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы қолайлы және стресстік жағдайларда агрокультуралардың өсуін ынталандыру үшін микромицеттер мен олардың метаболиттері негізінде жасалған композицияларды қолдану перспективаларына байланысты. Оқытылған композицияларды қолданудың ең тиімді нұсқасы ұсынылады-топыраққа штаммдарды егумен бірге сүзгілерге сіңдіру арқылы тұқымдарды праймерлеу.

**Зерттеудің теориялық маңыздылығы.** Алынған нәтижелер топырақ пен эндофитті құрамдар мен қасиеттер туралы білімді тереңдетеді және кеңейтеді микромицеттер қауымдастықтары агроценоздар, бұл микромицеттер экологиясы мен жердегі экожүйелердің жұмысының маңызды мәселесі. Микромицеттердің өсімдіктерге оң әсер ету

механизмдерін зерттеу агрокультуралардың өсуін ынталандырудың артындағы процестерді түсіну үшін өте маңызды, сонымен қатар оларды қолдану стратегияларын әзірлеудің негізгі платформасын қамтамасыз етеді. Зерттеу биотехнология, микробиология, биохимия және агробиологияның түйіскен жерінде болғандықтан, нәтижелер ғылымның осы салаларының дамуына іргелі және қолданбалы тұрғыдан әсер етуі мүмкін.

#### **Диссертацияның қорғауға шығарылатын негізгі ережелері:**

- Агроценоздың топырақ және эндофиттік микромицеттік қауымдастықтары ауыл шаруашылығы мақсатындағы тиімді штаммдардың перспективалы көзі болып табылады.

- Микромицеттердің оқшауланған штамдары өсімдіктердің фосформен қоректенуін жақсартады, фитопатогендерді биобақылау жүзеге асырады және ауыр металдардың әсерінен өсімдіктерге протекторлық әсер етеді.

- Микромицеттер штамдары мен олардың метаболиттері негізінде жасалған композицияларды қолдану агрокультуралардың өсуі мен дамуына ынталандырушы әсер ететін тиімді әдіс болып табылады.

#### **Негізгі нәтижелер мен қорытындылар:**

1. Агроценоз топырақтарындағы мицелий саңырауқұлақтарының саны ашытқы мөлшерінен 1-3 ретке жоғары екендігі көрсетілген. Топырақтың жоғарғы қабаттарында микромицеттердің таралуы анықталды (0-10 см). Эндофитті саңырауқұлақ штамдарының колонизация деңгейі мен бөліну коэффициенті ашытқылар үшін сәйкесінше 3,0 -3,3 есе және 2,7 - 4,0 есе жоғары екендігі анықталды. Өсімдік мүшелеріндегі микромицеттердің сандық таралуы дәйектілікпен көрінді: тамырлар сабақтар жапырақтар. Мицелий саңырауқұлақтары қауымдастығының негізгі компоненттері *Penicillium*, *Aspergillus* және *Fusarium* тұқымдарының әртүрлі түрлері, ал ашытқылардың арасында *Aureobasidium*, *Rhodotorula* және *Metschnikowia* тұқымдарының өкілдері екендігі көрсетілген.

2. 848 топырақ пен эндофитті микромицеттерді кең ауқымды скрининг нәтижесінде агрономиялық қасиеттері бар штамдар таңдалды: 3 фитопатогенге (*F. graminearum*, *P. infestans* және *A. alternata*) қатысты айқын антагонистік белсенділігі бар 9 изолят; 3 ауыр металдарға (кадмий, қорғасын, мырыш) полирезистенттілігі бар 14 штамм; органикалық және бейорганикалық Р-ны жұмылдыруға қабілетті 12 микромицет; ИУҚ фитогормонын өндіретін 10 дақыл.

3. Микромицеттердің өсімдіктерге оң әсер етуінің тікелей механизмдері фосформен қоректенудің жақсаруына және гормоналды және сигналдық функциялары бар метаболиттердің өндірілуіне байланысты екендігі анықталды. Фосфатты жұмылдыру белсенділігі жоғары (86% дейін) микромицеттердің бес штамы (*P. bilaiae* Pb14, *P. bilaiae* C11, *P. rubens* EF5, *T. pinophilus* T14 және *Aspergillus* sp. D1) анықталды. Фосфордың мобилизациясының негізгі механизмдері анықталды: ортаның рН төмендеуі, органикалық қышқылдардың түзілуі, қышқыл және сілтілі фосфатазалардың белсенділігі. Бұл штамдар топырақтағы Р қолжетімділігін 15-31% - ға арттырды және оның арпаға сіңуін 13-35% - ға арттырды. Ауксиндерді,

абсцизді және салицил қышқылдарын синтездейтін микромицеттердің он штаммы анықталды. ИУҚ концентрациясы 1,2-ден 627,6 нг/мл-ге дейін болды.

4. Микромицеттердің протекторлық әсер ету механизмдері анықталды. Айқын антагонистік белсенділігі бар *M. robertsii* An1 штаммы анықталды (фитопатогенді ИИР 41,5 - 51% құрады). *M. robertsii* An1 штаммының антагонистік әсерінің ең маңызды механизмдері анықталды: хитиназа (0,23 бірлік/мл) және глюканаза (3,42 бірлік/мл) белсенділігі, еритін ұшпайтын (А және Е деструксиндері, гидроксидантрахинондар) және антифунгальды қасиеттері бар ұшпа қосылыстардың синтезі. Бес штамм анықталды (*B. bassiana* T7, *B. bassiana* T15, *Rh. mucilaginosa* RH2, *Rh. mucilaginosa* MK1 және *M. pulcherrima* MP2), АМ-ге полирезистенттілігі бар және ортадан 37-59% кадмий алуға қабілетті. АЦК-дезаминаза белсенділігі жоғары (0,95 - 2,73 м α-КБ/мг ақуыз/сағ) төрт штамм (*M. robertsii* An1, *B. bassiana* T15, *B. bassiana* T7 және *T. pinophilus* T14) фитопатогендік жүктеме және кадмиймен топырақтың ластануы жағдайында арпа өсімдіктерінің өсуін жақсартатыны анықталды.

5. Ауылшаруашылық мақсаттағы микромицет штаммдарының кең коллекциясы құрылды. Ең тиімді 7 штамм (*Aspergillus* sp. D1, *B. bassiana* T7, *B. bassiana* T15, *M. robertsii* An1, *M. pulcherrima* MP2, *P. bilaiae* Pb14 және *T. pinophilus* T14) композицияларды әзірлеу үшін таңдалған және микроорганизмдердің отандық және шетелдік коллекцияларына сақталған.

6. Композициялардың екі нұсқасы жасалды: 1) Құрамында ББЗ бар микромицет филтраттарының құрамы; 2) мицелий саңырауқұлақтарының споралы суспензияларының және *M. pulcherrima* MP2 ашытқы штаммының супернатантының құрамы. Алынған композицияларды қолданудың 3 тәсілі әзірленді: 1) тұқымдарды филтраттарға сіңдіру арқылы прайминг, 2) тұқым себілгеннен кейін бірден топыраққа микромицеттердің споралы суспензиясын егу, 3) топыраққа егумен бірге тұқымдарды прайминг. Микромицеттердің дақылдардың 7 түріне ынталандырушы әсері анықталды, бұл тұқымның өнгіштігі мен өну энергиясының жоғарылауымен, өсімдіктердің морфометриялық параметрлерінің жоғарылауымен және фотосинтетикалық пигменттерге оң әсері анықталды.

**Публикациялар.** Диссертацияның негізгі мазмұны 14 баспа жұмыстарында, соның ішінде Web of Science және Scopus дерекқорларында индекстелетін журналдардағы 2 мақалада, ҚР БҒМ БҒСБК тізбесіне енгізілген республикалық ғылыми журналдардағы 3 мақалада, ҚР 2 патентінде, халықаралық конференция материалдарындағы 1 мақалада, халықаралық конференция материалдарындағы 6 тезисте көрсетілген.

**Автордың жеке үлесі** теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізгі көлемін орындау, алынған нәтижелерді талдау, түсіндіру және рәсімдеу, басылымдардың қолжазбаларын дайындау болып табылады.

**Диссертацияның көлемі мен құрылымы.** Диссертация 136 бетте көрсетілген. Онда 30 кесте, 26 сурет, 3 қосымша, 210 атаудың пайдаланылған көздердің тізімі бар.