

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - P.4-13. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1836

ӘОЖ 595.132.8:631.413. 3(045)

Зерттеу мақаласы

Ақкекірелер (*Asteraceae*) тұқымдас өсімдіктердің ризосферасында таралған тұзға төзімді микроағзаларды іріктеу

Науанова А.П.^{1,2} , Максутбекова Г.Т.^{1,2} , Баимбетова Э.М.² ,
Шуменова Н.Ж.¹ , Касипхан А.² 

¹«БИО-КАТУ» ЖШС, Астана, Қазақстан

²С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Автор-корреспондент: Максутбекова Г.Т.: gulia_80-80@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АН) nauanova@mail.ru; (2: ЭБ) inkar_sulu_1@mail.ru;

(3: НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (5:АК) akgul-03@mail.ru

Қабылданған күні: 20-01-2025 **Қабылданды:** 18-06-2025 **Жарияланды:** 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Топырақтың тұздануы жаһандық ауыл шаруашылығы өнімділігі мен азық-түлік қауіпсіздігін шектейтін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Антропогендік әсерлер де ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациясына ықпал етіп, құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы тұздану процесінің ұлғаюына әкеп соғуда. Топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен сапасының төмендеуіне ықпалын тигізіп отыр. Осыған орай тұзды топырақты биоремедиациялаудың жаңа жолдарын іздеу өзекті мәселелер қатарына жатады. Зерттеудің мақсаты - Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасы микрофлорасын зерттеу және тұзға төзімді микроағзалардың жаңа штамдарын іріктеу.

Материалдар мен әдістер. Зертханалық жұмыстарды атқару барысында Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасы микроағзалар кешенінің сандық көрсеткіштері мен құрамы сұйылту әдісі арқылы тығыз қоректік ортаға себумен анықталды. Микробиологиялық талдау жасалып, таза культуралар бөліп алынды. Алынған культуралар картоп ағарында хлорлы натрийдің 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10% концентрациялары қосылған тығыз қоректік орталарға себілді. Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасында таралған микроағзалардың ішінен тұзға төзімді штамдар таңдап алынды.

Нәтижелер. Бұл мақалада Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын бірнеше өсімдіктің ризосферасына микробиологиялық талдау нәтижесі келтіріліп, жаңа штамдар бөліп алынған. Ақкекірелер тұқымдасы ризосферасында таралған азоттың органикалық және бейорганикалық түрімен қоректенетін микроағзалар түрімен қатар топырақтағы целлюлозаны ыдырататын, азотты сіңіретін бактериялар, микроскоптық саңырауқұлақтар мен актиноциеттердің таралуына сипаттама берілген. Бөліп алынған штамдар хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациясы қосылған селективті ортада тұзға төзімділік бойынша зерттеліп, нәтижесінде тұзды топырақ биоремедиациясы үшін тиімді штамдар таңдап алынды.

Қорытынды. Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктерді микробиологиялық талдау нәтижесінде 11 штам бөліп алынды. Осы жаңа штамдарды NaCl қосылған картоп ағарында өсіру арқылы тұзды ортаға төзімді 6 штам алынды. Кейінгі зерттеулерде тұзды топырақты қалпына

келтіру және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін микроорганизмдердің функционалдық топтары негізінде биологиялық препараттар әзірленетін болады.

Кілт сөздер: микроағза; тұзды топырақ; Ақкекіре тұқымдасы; тұзға төзімділік.

Кіріспе

Жаһандық экожүйелердің құрылымына, процестеріне және функцияларына айтарлықтай әсер ететін негізгі мәселелердің бірі топырақтың тұздануы болып табылады. Ол қоректік заттардың айналымы, органикалық заттардың ыдырауы, өсімдік өнімділігі және биоәртүрлілік сияқты аспектілерді қарастырады. Климаттың өзгеруі болжамына сәйкес топырақтың жаһандық тұздануының күшеюі күтілуде. Тұздану салдарынан топырақтың нашарлауы ауыл шаруашылығына және халықтың әл-ауқатына кері әсер етеді. Климаттың өзгеруіне байланысты теңіз деңгейінің көтерілуі жағалаудағы аймақтардағы тұздылықтың жоғарылауына ықпал етеді, бұл дақылдардың өнімділігінің төмендеуіне, әлеуметтік-экономикалық жағдайдың нашарлауына әкеледі [1].

Топырақтың тұздану себептері әртүрлі және кез келген климаттық жағдайда болуы мүмкін. Кең мағынада топырақтың тұздануы оның шығу тегіне байланысты екі түрге бөлінеді: бастапқы тұздану және қайта тұздану. Бастапқы тұздануға ең алдымен жергілікті климат, бастапқы материал, топырақ қасиеттері және жер асты суының динамикасы сияқты қоршаған орта факторлары әсер етеді. Буланудың орнын толтыру үшін жауын-шашынның жеткіліксіздігі немесе жер асты суының деңгейінің жоғарылауы сияқты жағдайлар көбінесе топырақтың тұздылығының жоғарылауына әкеледі. Қайта тұздану - бұл адамның іс-әрекетінің нәтижесінде болады. Нашар дренаж жүйелерімен бірге суару үшін тұзды суды пайдалану топырақ бетінде тұздың жиналуына әкелуі мүмкін. Жағалаудағы аймақтарда теңіз деңгейінің көтерілуінен, температураның жоғарылауынан және тез урбанизациядан туындаған теңіз суының енуі болашақта климаттың өзгеруіне сәйкес күшейеді деп күтілуде. Сонымен қатар, құрғақшылықтан туындаған тұздану тұщы сулы-батпақты жерлердің тұздануына әкелуімен бірге, олардың экологиялық процестері мен көміртегі динамикасы сияқты функцияларын бұзады [2, 3].

Тұзды топырақ планетадағы барлық игерілген жерлердің шамамен 20% құрайды, суармалы жерлердің жартысы тұзданудың жоғары деңгейімен сипатталады. Сонымен қатар, бұл мәселенің ауқымы ұлғаяуда, әлемде шамамен 900 млн га жер тұздануға ұшырайды, бұл топырақтың жалпы көлемінің шамамен 6%-ы немесе игерілген аумақтардың шамамен 20% құрайды [4, 5]. Бұл мәселе әсіресе суармалы егістік жерлерге қатысты.

Халықаралық қоршаған орта және даму институты мен әлемдік ресурстар институтының мәліметтері бойынша құрлықтардың шамамен 10% тұзды топырақтан тұрады. Тұзды топырақ негізінен Орталық Азия мен Қазақстанда кең таралған, сонымен қатар Батыс Сібір мен Батыс Қытайда кездеседі. ТМД елдерінің ішінде мұндай топырақтың көп бөлігі, яғни 70% Қазақстанда шоғырланған. Топырақтың тұздануы жердің деградациясына апарып соғатын процестердің бірі. Қазақстанның барлық географиялық аймақтарындағы топырақ жамылғысы мен экожүйелеріне антропогендік әсер жыл сайын күшейіп келеді. Табиғи ресурстарды ұтымсыз пайдалану елеулі экологиялық бұзылуларға әкелетіні белгілі [6].

Өсімдіктердің өсуін ынталандыратын бактерияларды пайдалану экологиялық тұрақты және қауіпсіз әдіс болып табылады. Құрамында тірі бактериялар бар биотыңайтқыштарды қолдану топырақтағы органикалық қалдықтардың минералдану процестерін жеделдетуге көмектеседі, осылайша қоректік заттар өсімдіктерге қол жетімді болады. Сонымен қатар, күрделі тыңайтқыштардың құрамына кіретін бактериялардың әсерінен өсімдіктердің тұзды сіңіру деңгейі төмендейді. Микробтық қауымдастықтар құрамы мен өзара әрекеттесуін өзгерту арқылы тұздануға бейімделе алады. Көптеген топырақ бактериялары натрий мен хлор тұзының жоғары деңгейіне төтеп бере алады, бұл өсімдіктерге тұзды стресті жеңілдетеді. Атап айтқанда, *Mycobacterium*, *Halobacillus*, *Bacillus*, *Acinetobacter* және *Pseudomonas* сияқты ризосфералық бактериялар тұздануға төзімділікті көрсетеді, сонымен қатар өсімдік өнімділігін арттыруға белсенді ықпал етеді. Топырақ микроағзалары болашақта климаттың өзгеруін және басқа да қолайсыз факторларды азайту үшін пайдаланылуы мүмкін экожүйелердің әлеуетті қорғаушылары ретінде қарастырылады [7].

Осыған байланысты, тұздандудың әртүрлі экожүйелердегі топырақтың микробтық құрамына әсерін зерттеу және тұздану деңгейінің жоғарылауына жауап ретінде пайда болатын микроағзалар арқылы жүретін экожүйелік функциялардың өзгеру заңдылықтарын анықтау маңызды.

Материалдар мен әдістер

Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктер ризосферасында микроағзалардың таралуын анықтау мақсатында Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағынан аталған тұқымдасқа жататын бірнеше өсімдік ризосферасынан топырақ үлгілері алынды. Топырақ үлгілері жалпы қабылданған әдістемеге сәйкес 0-20 см тереңдіктен алынды [8].

«БИО-КАТУ» ЖШС микробиология зертханасында топырақ үлгілерінен, олардан микроағзалардың жаңа штамдарын бөліп алу жүзеге асырылды, топырақ микрофлорасы зерттелді. Зертханалық жұмыстарды атқару барысында микроағзалардың кешенінің сандық көрсеткіштері мен құрамын анықтау тығыз қоректік ортаға себу арқылы орындалды. Ет-пептонды агарға (ЕПА) себу арқылы органикалық азотты, крахмалды-аммиакты агарға (КАА) минералды азот көздерін пайдаланатын бактериялар саны, мицелий саңырауқұлақтары қышқылдандырылған Чапек-Докс агарында (ЧД), ал азотты бекітуші микроағзалар Эшби ортасында, ал аэробты целлюлозаны ыдырататын ағзалар Гетчинсон ортасында өсірілді және кейін актиномицеттер, саңырауқұлақтар, бактерияларға дифференцияланды.

Жалпы микробтық көбею деңгейі өскен колониялар санына негізделіп есептелді. 1 мл суспензиядағы колония түзуші бірліктердің (КТБ) саны келесі формула бойынша анықталды

$$M = \frac{a \times 10^n}{V} \quad (1)$$

Мұндағы: М - 1 мл КТБ саны; а - қоректік ортада өсіп шыққан колония санының орташа мәні; 10^n - суспензияның сұйылту дәрежесі; V - себуге алынған суспензияның көлемі (әдетте 0,1 мл) [9].

Қоректік орталарды зарарсыздандыру үшін 121 °С температурадағы автоклав (ST-85G Jeiotech) қолданылды. Автоклавта 20 мин зарарсыздандырудан соң 45-50 °С салқындатылып, араластырылып, Петри табақшаларына 10 мл құйылды. 104 және 106 суспензиялар 0,1 мл көлемінде Петри табақшаларындағы арнайы қоректік орталарға бес реттен себілді [10].

Тұзды ортада картоп агарына хлорлы натрийдің 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, және 10% концентрациялары қосылып тығыз қоректік орта дайындалды. Осы қоректік орталардың әрқайсысына сегіз қайтарылыммен себу және инкубациялау жүргізілді. 72 сағаттан соң өскен бактериялардың диаметрі өлшеніп, бақылау штамдарымен салыстырылды және өлшенді. Бақылаумен салыстырғанда дәйекті жоғары өсу шамасын көрсеткен штамдар тұзды ортада өсуге төзімді деп саналды [11].

Нәтижелер және талқылау

Микробиологиялық талдау жасау және жоғары тұздылық жағдайында тіршілік етуге қабілетті микроағзаларды анықтау мақсатында 2024 жылғы тамыз айында Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағында өсетін өсімдіктер ризосферасынан топырақ алынды. Бұл өсімдіктер Ақкекірелер тұқымдасына жататын Лессинг жусаны (*Artemisia taurica*), қасқа жусан (*Artemisia santonicum*), ащы жусан (*Artemisia absinthium*), дәрілік бақбақ (*Taraxacum officinale*), кәдімгі триполиум (*Tripolium pannonicum*), ақ жусан (*Artemisia herba alba*) және егістік қалуен (*Cirsium arvense*).

Ақкекірелер тұқымдасы 23 мыңнан астам түрі бар гүлді өсімдіктердің ең үлкен тұқымдастарының бірі. Бұл тұқымдасқа біржылдық және көпжылдық шөптесін өсімдіктер, бұталар, сондай-ақ ағаштар да тән. Гүлшоғыры ұсақ гүлдерден тұратын себет, гүлдерінің пішіні түтік тәрізді де, қамыс тәрізді де болуы мүмкін. Жапырақтары өсімдік түріне байланысты әртүрлі пішінде болуы мүмкін, жемісі әдетте жел арқылы таралатын тұқымдар [14].

Ақкекірелер тұқымдасының ішінде аэробты және факультативті-анаэробты бактериялардың жалпы санын анықтауға арналған әмбебап қоректік орта - ЕПА-да өсетін бактерияларға бай өсімдік ащы жусан екені айқындалды, ал ең аз саны Лессинг жусаны өсімдігінде, мұндағы бактериялар

саны ащы жусанмен салыстырғанда 11,4 есе аз. ЕПА қоректік ортасында өскен микроағзаларда дөңгелек пішінді, беті тегіс, консистенциясы шырышты, сүт түсті немесе түсі сары колониялар көп кездесті. Микроағзалардың әртүрлі топтарының саны 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Ақкекірелер тұқымдасты өсімдіктерінің ризосферасындағы микроағзалардың саны (КТБ/1 г)

Нұсқа	ЕПА	КАА		Гаузе		Гетчинсон	ЧД	Эшби	
	бактериялар	бактериялар	актиномицеттер	бактериялар	актиномицеттер	актиномицеттер	саңырауқұлақтар	бактериялар	актиномицеттер
Лессинг жусаны	$6,0 \times 10^6$	26×10^6	$2,7 \times 10^6$	$4,0 \times 10^4$	$15,3 \times 10^4$	$17,0 \times 10^4$	0	2×10^6	$6,3 \times 10^6$
Қасқа жусан	$13,3 \times 10^6$	$16,7 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	$9,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$10,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^6$	$20,3 \times 10^6$
Ащы жусан	$68,3 \times 10^6$	$25,7 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	$23,3 \times 10^4$	$15,0 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$10,0 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$
Дәрілік бақбақ	$16,7 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$	0	$23,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$0,3 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$16,3 \times 10^6$	$4,7 \times 10^6$
Кәдімгі триполиум	$7,0 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	0	$7,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$2,7 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$
Ақ жусан	$12,7 \times 10^6$	45×10^6	$1,0 \times 10^6$	$59,7 \times 10^4$	$23,0 \times 10^4$	$11,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$12,3 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$
Егістік қалуен	45×10^6	$4,3 \times 10^6$	0	$39,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^4$	$10,3 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$9,7 \times 10^6$	$5,7 \times 10^6$

Крахмалды-аммиакты ағар амилolitikалық бактерияларды өсіруге арналған, олар крахмалды ыдырату қабілетіне ие. КАА-да өсетін микроағзалар көмірсудың ыдырауында маңызды рөл атқарады, бұл органикалық заттарды қайта өңдеуге ықпал етеді. Мұнда ең жоғары көрсеткішке ие ақ жусан өсімдігінен алынған бактериялар болса, ең аз саны кәдімгі триполиумға тән. Бұл қоректік ортада актиномицеттердің өсуі шамалас болды, ал дәрілік бақбақ, кәдімгі триполиум, егістік қалуен микрофлорасында актиномицеттер өсуі байқалмайды. КАА қоректік ортасына тән микроағзалардың көпшілігі сары түсті немесе ақшыл-сары, беті тығыз және тегіс, пішіні дөңгелек.

Гаузе қоректік ортасы бойынша да бактериялардың саны актиномицеттерге қарағанда көптігі байқалды. Онда ақ жусан бактериялар мен актиномицеттерге бай екендігін көруге болады, бірақ актиномицеттердің саны бактериялармен салыстырғанда 2,6 есе аз. Гаузеде өскен микроағзалар колониясының түсі көбіне ақ немесе ақшыл сары, беті тегіс, ол оптикалық қасиеті бойынша мөлдір болады, мөлшері 7-41 мм аралығында.

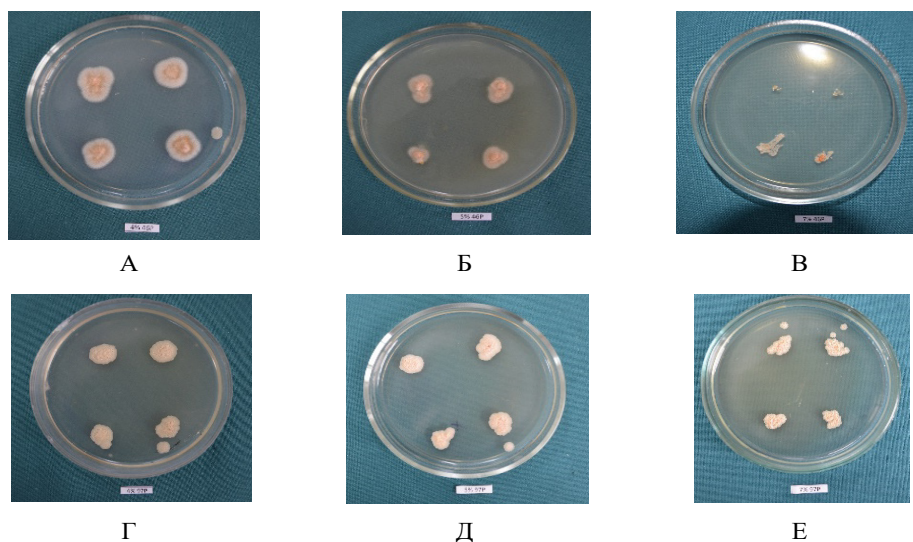
Гетчинсон қоректік ортасында өсетін актиномицеттер органикалық қалдықтардың ыдырау процестеріне, сондай-ақ целлюлозаның, гумин қышқылдарының ыдырауына және топырақтағы минералды, органикалық және басқа қосылыстардың айналымына белсенді қатысатын болғандықтан бұл топтың өкілдерінің санын анықтау өте маңызды. Бұл ортада өскен актиномицеттер саны $0,3 \times 10^4$ - $17,0 \times 10^4$ аралығында өзгерді. Гетчинсон қоректік ортасына 2,2-35,1 мм болатын, көпшілігінің пішіні дөңгелек, беті тегіс емес актиномицеттер тән.

Чапек-Докс ортасы көбіне саңырауқұлақтарды өсіруге және зерттеуге арналған жасанды қоректік орта. Ортада саңырауқұлақтардың өсуі үшін оңтайлы жағдайлар бар, қышқылданған қоректік орта бактериялардың көпшілігінің дамуына кедергі келтіреді. Лессинг жусанының микрофлорасында саңырауқұлақтардың өсуі байқалмады, ал басқа өсімдіктер микрофлорасында олардың саны $0,7 \times 10^4$ және $2,0 \times 10^4$ аралығында болды. Бұл саңырауқұлақтардың колониясының көпшілігінің ауа мицелийлерінің түсі ақ, субстрат мицелийлерінің түсі бозғылт-сары, ризоидты жиегі бар дөңгелек пішінді, консистенциясы біркелкі емес құрғақ.

Эшби ортасы актиномицеттерді өсіру үшін қолайлы болып табылады, өйткені олар органикалық заттарды ыдырату және табиғи антибиотиктерді синтездеу процестерінде маңызды

рөл атқарады. Актиномицеттер органикалық заттарды минералдандыру арқылы топырақтағы патогендерді тежеп, оның құрылымы мен құнарлылығын жақсартады. Бұл ортада өсірілген бактериялардың санының ең көбі дәрілік бақбаққа, ал ең аз мөлшері Лессинг жусанына тән. Актиномицеттер қасқа жусан ризосферасында кеңінен таралғаны анықталды.

Тұзға төзімді өсімдіктердің ризосфералық микрофлорасынан алынған микроағзалар штамдары келесі зерттеулерде хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациялары қосылған картоп ағарының тығыз қоректік ортасында зерттелді. Штамдардың өсу қарқындылығына байланысты тұзға төзімділігі анықталды. Қоректік ортаға қосылған хлорлы натрий мөлшеріне қарай кейбір штамдардың өсуі артса, көпшілігінде өсу баяулайтыны байқалды (1-сурет).



Glutamicibacter halophytocola 46P бактериясының NaCl әртүрлі концентрациясында өсуі мен дамуы: А - 4%; Б - 5%; В - 10%

Microbacterium oxudans 97P бактериясының NaCl әртүрлі концентрациясында өсуі мен дамуы: Г - 4%; Д - 5%; Е - 7%

1-сурет – Микроағзалардың тұзды ортада өсуі мен дамуы

Қоректік ортада тұздың концентрациясы жоғарылаған сайын бактерия жасушаларындағы судың азаюына әкеледі, бұл олардың дегидратациясын тудырады және негізгі жасушалық процестерді бұзады. Сонымен қатар тұздың концентрациясы жоғары болуы жасуша мембранасының өткізгіштігін өзгерте алады, бұл қоректік заттардың түсуін және метаболизм өнімдерін жоюды қиындатады (2-кесте). Осылайша, тұздың көбеюі бактериялардың жұмыс істеуі мен дамуын қиындататын стрестік жағдайларды тудырады.

2 -кесте – Биосолубилизациялаушы бактериялардың скринингі

Штамм	Штамм колонияларының диаметрі, мм							
	Бақылау	Хлорлы натрий мөлшері, %						
		1%	2%	3%	4%	5%	7%	10%
<i>Massilia albidiflava</i> 7P	15,7±0,5	18,2±1,0	13,7±0,4	12,5±0,3	13,2±2,3	3,5±0,2	7,7±0,3	5,0±0,0
<i>Arthrobacter agilis</i> 41P	4,0±0,1	4,5±0,2	7,7±0,3	5,0±0,0	3,0±0,2	3,5±0,4	4,7±0,4	2,2±0,3
<i>Ornithinibacillus scapharcae</i> 44P	24,5±0,8	16,0±0,5	25,0±0,9	18,2±1,5	15,5±0,2	20,0±0,8	6,0±0,9	7,5±0,0
<i>Paracoccus carotinifaciens</i> 46P	4,5±0,1	3,7±0,1	16,2±0,3	14,0±0,3	15,5±0,4	12,2±0,2	9,5±0,2	3,5±0,1

2 кестенің жалғасы

<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 52P	32,0±1,0	22,5±0,5	22,0±0,1	20,5±0,3	19,2±0,3	17,5±0,2	9,2±0,0	9,5±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 60P	15,5±0,1	14,2±0,2	21,0±0,3	22,0±0,3	16,2±0,4	15,2±0,2	10,2±0,0	6,0±0,2
<i>Flavobacterium frigidimaris</i> 61P	12,2±0,1	11,1±0,2	6,5±0,5	19,0±0,5	6,5±0,3	4,5±0,1	5,0±0,0	6,5±0,1
<i>Sphingomonas roseiflava</i> 86P	14,2±0,2	10,2±0,7	13,5±0,4	16,7±1,1	14,0±0,4	13,2±0,2	13,5±0,4	11,2±0,5
<i>Pseudomonas silesiensis</i> 92P	15,7±0,5	11,7±0,2	6,7±0,2	4,5±0,1	5,0±0,2	4,2±0,2	–	3,1±0,1
<i>Microbacterium oxydans</i> 97P	11,7±0,0	10,2±0,1	13,5±0,3	15,2±0,1	13,0±0,1	12,7±0,4	15,7±0,0	12,5±0,1
<i>Pseudomonas indoloxydans</i> 104P	11,7±0,2	10,7±0,1	18,5±0,2	20,7±0,0	10,2±0,1	10,2±0,4	14,2±0,4	8,5±0,1

Ақкекірелер тұқымдасы өсімдіктерінің ризосферасынан бөліп алынған микроағзалардың ішінде ең жоғары биосолюбилизация қабілетке ие штамдарға *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingomonas roseiflava* 86P, *Microbacterium oxydans* 97P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P изоляттарын жатқызуға болады. Оның ішінде тұздың концентрациясы артқан сайын *Microbacterium oxydans* 97P штамы колониясының көлемінің артуы байқалды. Ал *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingomonas roseiflava* 86P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P штамдары колониясының көлемі 1%, 2%, 3%-дық тұзды ортада артқанымен тұз концентрациясының мөлшері артқан сайын олардың өсуі баяулады. Тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан оқшауланған бұл штамдардың барлығы дерлік бактериялардың штамдары. Бұл микроағзаларды болашақта топырақтың тұздылығын төмендетуге арналған биопрепараттар жасауға қолдану арқылы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді деген тұжырым жасауға болады.

Жалпы алғанда Солтүстік Қазақстан топырағының микрофлорасы алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Мұнда негізінен ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруге қолайлы қара топырақ пен қара қоңыр топырақ басым, алайда аймақта сор және сортаң топырақта кездеседі. Бұл топырақ жергілікті ландшафтың маңызды бөлігін алып жатыр және көбіне ойпатты, төменгі рельефті аймақтарда кездеседі. Сорлар мен сортаң топырақ ауыл шаруашылығында қолдануға тиімсіз болып табылады, себебі мұндай топырақта өсімдіктердің өсуі қиын. Топырақтың биологиялық белсенділігінің бұзылуы микрофлора қауымдастықтары үшін қоректік көздердің азаюына әкеледі. Тұздану процесінің ауыл шаруашылығы өнімдеріне әсері азотты сіңіру процесінің бұзылуымен, өсімдіктердің өсуі мен дамуына теріс әсерімен байланысты болады.

Ауыл шаруашылығын дамытуда өсімдіктердің өсуін ынталандыратын бактерияларды қолдану тұзданған топырақты қалпына келтіруде маңызды орын алады. Өз еңбектерінде Л.П. Треножникова, С.А. Айткельдиева, И.Э. Смирнова, А.Х. Хасенова, С.Ш. Шакиев, Г.Д. Ултанбекова Солтүстік Қазақстанның Қостанай облысының галофиттері ризосферасынан алынған топырақтар микрофлорасын зерттеген [12]. Тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан алынған бактериялар өсімдіктердің тұзды стреспен күресуіне азотты бекітіп, оның сіңірілуін жақсарту, өсімдіктің өсуін реттеуші фитогормондар бөлу, осмостық стресті азайту арқылы әсер етеді [13].

Қорытынды

Топырақтың тұздануы құрғақ ландшафттарға тән және топырақтың деградациясының белгілерінің бірі болып табылады. Бұл процес топырақ құнарлылығын айтарлықтай төмендетеді, бұл әсіресе Қазақстан сияқты климаты құрғақ аумақтарда байқалады. Тұздану құбылысы топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерін нашарлатады, ылғал мен қоректік

заттарды сақтау қабілетін төмендетеді, нәтижесінде дақылдардың өнімділігіне теріс әсер етеді. Тұзданумен күресуде микробиологиялық әдіс экологиялық таза әрі тиімді әдіс болып табылады. Микробиологиялық талдау нәтижесінде Ақкекірелер тұқымдасы өсімдіктерінің топырағының микробиологиялық белсенділігі зерттелді. Бұл тұқымдасқа жататын тұзды топырақ өсімдіктері бактериялар мен актиномицеттерге бай екендігі, әсіресе бактериялардың ащы жусан, ал актиномицеттер ақ жусан ризосферасында шоғырланғандығы анықталды. Сонымен қатар, зерттелген өсімдіктердің Лессинг жусанынан басқа түрлерінің микрофлорасына саңырауқұлақтар тән. Зерттеудің нәтижесінде ақ жусан ризосферасынан бөліп алынған *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, егістік қалуеннен - *Sphingomonas roseiflava* 86P, ащы жусаннан - *Microbacterium oxydans* 97P, қасқа жусан өсімдігінен - *Pseudomonas indoloxudans* 104P штамдары тұзға төзімділік көрсетті. Аталмыш микроағзалар штамдары келешекте тұзды топырақтарды биоремедиациялау мақсатында қолданылатын биопрепараттар жасауға қолданылады. Келесі зерттеу жұмыстарында тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасының микрофлорасынан бөліп алынған штамдар тұзды топырақты биоремедиациялау мақсатында қолданылатын биопрепараттар әзірлеуге ұсынылатын болады.

Авторлардың қосқан үлесі

АН, ГМ, ЭБ, НШ, АК: зерттеуді жүргізді және рәсімдеді, әдеби дереккөздерді іздеді, жиналған деректерді талдады, қолжазба дайындады. АН: қолжазбаны түпкілікті редакциялау жүргізді. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқыды және мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс Қазақстан Республикасы Жоғары Білім және ғылым министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған ЖТН BR24992961 «Топырақтың құнарлылығы мен дақылдардың өнімділігін арттыру үшін биожүйелерді органикалық минералды тыңайтқыштарға қолдана отырып көмір қалдықтарын өндеудің жаңа технологияларын әзірлеу» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында орындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Daliakopoulos, IN, Tsanis, IK, Koutroulis, A, Kourgialas, NN, Varouchakis, AE, Karatza, GP, Ritsema, CJ. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of The Total Environment*, 573, 727-739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.177.
- 2 Zhang, G., Bai, J., Zhai, Y., Jia, J., Zhao, Q., Wang, W., Hu, X. (2024). *Journal of Advanced Research*, 59, 129-140. DOI: 10.1016/j.jare.2023.06.015.
- 3 Suska-Malawska, M., Vyrakhamanova, A., Ibraeva, M., Poshanov, M., Sulwiński, M., Toderich, K., Mętrak, M. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan. *Agronomy*, 12, 1207. DOI: 10.3390/agronomy12051207.
- 4 Flowers, TJ. (2004). Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 55, 307-319. DOI: 10.1093/jxb/erh003.
- 5 Gamalero, E., Berta, G., Bernard, RG. (2009). The use of Microorganisms to Facilitate the Growth of Plants in Saline Soils. *Microbial Strategies for Crop Improvement*, 1-22. DOI:10.1007/978-3-642-01979-1_1.
- 6 Исанова, ГТ, Абудувайли, Ц., Мамутов, ЖУ, Калдыбаев, АА, Сапаров, ГА, Базарбаева, ТА. (2017). Засоленные почвы и определение провинции соленакопления на территории Казахстана. *Аридные экосистемы*, 23: 4(73), 35-43.
- 7 Kalwasińska, A., Hulisz, P., Szabó, A., Binod Kumar, S., Michalski, A., Solarczyk, A., Wojciechowska, A., Piernik, A. (2023). Technogenic soil salinisation, vegetation, and management shape microbial abundance, diversity, and activity. *Science of The Total Environment*, 905(13), 167380. DOI:10.1016/j.scitotenv.167380.

- 8 Кауричев, ИС. (1980). *Практикум по почвоведению*. Москва: Колос, 272.
- 9 Нетрусов, АИ, Егорова, МА, Захарчук, ЛМ, и др. (2005). *Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений*. Издательский центр «Академия», 608.
- 10 Прудникова, СВ. (2008). *Микробиология с основами вирусологии*. Красноярск: ИПК СФУ, 149.
- 11 Aneesa, M., Qayyuma, A., Jamilb, M., ur Rehmana F., Abide, M., Saqib Malika, M., Yunasd, M., Ullah, K. (2020). Role of halotolerant and chitinolytic bacteria in phytoremediation of saline soil using spinach plant. *International journal of phytoremediation*, 22: 6, 653-661. DOI: 10.1080/15226514.2019.1707160.
- 12 Треножникова, ЛП, Айткельдиева, СА, Смирнова, ИЭ, Хасенова, АХ, Шакиев, СШ, Ултанбекова, ГД. (2012). Состав актиномицетов и их свойства в экстремальных экосистемах Северного Казахстана. *Вестник КазНУ*, 3(55), 118-127.
- 13 Лавренчук, ЛС, Ермошин, АА. (2019). *Микробиология: практикум*. Издательство Уральского университета, 107.
- 14 Зотева, ЕА. (2019). *Ботаника: морфология и систематика растений*. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 76.

References

- 1 Daliakopoulos, IN, Tsanis, IK, Koutroulis, A., Kourgialas, NN, Varouchakis, AE, Karatza, GP, Ritsema, CJ. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of The Total Environment*, 573, 727-739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.177.
- 2 Zhang, G., Bai, J., Zhai, Y., Jia, J., Zhao, Q., Wang, W., Hu, X. (2024). *Journal of Advanced Research*, 59, 129-140. DOI: 10.1016/j.jare.2023.06.015.
- 3 Suska-Malawska, M., Vyrakhamanova, A., Ibraeva, M., Poshanov, M., Sulwiński, M., Toderich, K., Mętrak, M. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan. *Agronomy*, 12, 1207. DOI: 10.3390/agronomy12051207.
- 4 Flowers, TJ. (2004). Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 55, 307-319. DOI: 10.1093/jxb/erh003.
- 5 Gamalero, E., Berta, G., Bernard, RG. (2009). The use of Microorganisms to Facilitate the Growth of Plants in Saline Soils. *Microbial Strategies for Crop Improvement*, 1-22. DOI:10.1007/978-3-642-01979-1_1.
- 6 Isanova, GT, Abuduvajli, C., Mamutov, ZHU, Kaldybaev, AA, Saparov, GA, Bazarbaeva, TA. (2017). Zasolennye pochvy i opredelenie provincii solenakopleniya na territorii Kazahstana. *Aridnye ekosistemy*, 23: 4(73), 35-43. [in Russ].
- 7 Kalwasińska, A., Hulisz, P., Szabó, A., Binod Kumar, S., Michalski, A., Solarczyk, A., Wojciechowska, A., Piernik, A. (2023). Technogenic soil salinisation, vegetation, and management shape microbial abundance, diversity, and activity. *Science of The Total Environment*, 905(13), 167380. DOI:10.1016/j.scitotenv.167380.
- 8 Kaurichev, IS. (1980). *Praktikum po pochvovedeniyu*. Moskva: Kolos, 272. [in Russ].
- 9 Netrusov, AI, Egorova, MA, Zaharchuk, LM, i dr. (2005). *Praktikum po mikrobiologii: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenii*. Izdatel'skii centr Akademiya, 608. [in Russ].
- 10 Prudnikova, SV. (2008). *Mikrobiologiya s osnovami virusologii*. Krasnoyarsk: IPK SFU, 149. [in Russ].
- 11 Aneesa, M., Qayyuma, A., Jamilb, M., ur Rehmana, F., Abide, M., Saqib Malika, M., Yunasd, M., Ullah, K. (2020). Role of halotolerant and chitinolytic bacteria in phytoremediation of saline soil using spinach plant. *International journal of phytoremediation*, 22: 6, 653-661. DOI: 10.1080/15226514.2019.1707160.
- 12 Trenochnikova, LP, Ajtkel'dieva, SA, Smirnova, IE, Hasenova, AH, SHakiev, SSH, Ultanbekova, GD. (2012). Sostav aktinomicetov i ih svojstva v ekstremal'nyh ekosistemah Severnogo Kazahstana. *Vestnik KazNU*, 3(55), 118-127. [in Russ].

13 Lavrenchuk, LS, Ermoshin, AA. (2019). *Mikrobiologiya: praktikum*. Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 107. [in Russ].

14 Zoteeva, EA. (2019) *Botanika: morfologiya i sistematika rastenij*. Ekaterinburg: Uralskii gosudarstvennyi gosudarstvennyi lesotekhnicheskii universitet, 76. [in Russ].

Отбор солеустойчивых микроорганизмов, распространенных в ризосфере растений семейства Астровых (*Asteraceae*)

Науанова А.П., Максутбекова Г.Т., Баимбетова Э.М., Шуменова Н.Ж., Касипхан А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Засоление почвы является одним из основных факторов, ограничивающих глобальную продуктивность сельского хозяйства и продовольственную безопасность. Антропогенное воздействие также способствует деградации сельскохозяйственных угодий, что приводит к увеличению процесса засоления в засушливых и полузасушливых регионах. Засоление почв способствует снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур. В этой связи, поиск новых путей биоремедиации засоленных почв входит в число актуальных вопросов. Цель исследования - изучение ризосферной микрофлоры растений, относящихся к семейству Астровых, произрастающих на засоленных почвах Северного Казахстана, и отбор новых штаммов солеустойчивых микроорганизмов.

Материалы и методы. В ходе выполнения лабораторных исследований были выявлены количественные показатели и содержание ризосферных микроорганизмов у растений, относящихся к семейству Астровых, путём посева на плотную питательную среду методом разведения. Чистые культуры были выделены с помощью микробиологического анализа. Чистые культуры были посеяны на картофельный агар, содержащий различные концентрации 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% и 10% хлористого натрия. Были отобраны солеустойчивые штаммы микроорганизмов из ризосферы растений семейства Астровых.

Результаты. В данной статье приводятся результаты микробиологического анализа ризосферы некоторых растений, принадлежащих к семейству Астровых и произрастающих на засоленных почвах Шортандинского и Целиноградского районов Акмолинской области, с выделением новых штаммов. Наряду с видами микроорганизмов, питающимися органическими и неорганическими формами азота, дана характеристика распространения целлюлозоразрушающих, азотфиксирующих бактерий, микроскопических грибов и актиномицетов, выделенных из ризосферы растений семейства Астровых. Солеустойчивость выделенных штаммов изучена на селективной среде с различными концентрациями хлорида натрия, в результате отобраны перспективные штаммы для биоремедиации засоленных почв.

Заключение. В результате микробиологического анализа ризосферы почв дикорастущих растений семейства Астровых выделены 11 штаммов. При культивировании новых штаммов на картофельном агаре с добавлением NaCl отобраны 6 штаммов, устойчивых к засоленной среде. В дальнейших исследованиях будут разработаны биопрепараты на основе функциональных групп микроорганизмов для восстановления засоленных почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: микроорганизм; засоленная почва; семейство Астровых; солеустойчивость.

Isolation and characterization of salt-tolerant microorganisms from the rhizosphere of *Asteraceae* plants

Ainash P. Nauanova, Gulzhanat T. Maxutbekova, Elmira M. Baimbetova,
Nazymgul Zh. Shumenova, Akgul Kassipkhan

Abstract

Background and Aim. Soil salinization is one of the most crucial factors limiting global agricultural productivity and threatening food security. In addition to natural causes, anthropogenic activities accelerate the degradation of arable land, intensifying the process of soil salinization in arid and semi-arid regions. Excessive salt levels reduce crop yield and quality. Therefore, the search for effective methods of saline soil bioremediation remains highly relevant. This study aimed to investigate the rhizosphere microflora of plants from the Asteraceae family growing in saline soils in Northern Kazakhstan and to identify new salt-resistant microbial strains.

Materials and Methods. Quantitative and compositional analyses of rhizosphere microorganisms from Asteraceae plants were conducted using serial dilution and bacteriological inoculation on solid nutrient media. Pure cultures were isolated and then tested for salt tolerance by culturing them on potato agar supplemented with sodium chloride at concentrations of 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, and 10%. Salt-tolerant strains were selected from the rhizosphere samples.

Results. The study presents the results of microbiological analyses of rhizosphere samples collected from Asteraceae plants, growing in saline soils of Shortandy and Tselinograd Districts in the Akmola region. Several new strains were isolated. In addition to species capable of utilizing organic and inorganic forms of nitrogen, cellulose-degrading, nitrogen-fixing bacteria, microscopic fungi, and actinomycetes were also recorded. The salt tolerance of isolated strains was evaluated on selective media with varying sodium chloride (NaCl) concentrations. As a result, several long-term viable strains suitable for use in saline environments were identified.

Conclusion. A total of 11 microbial strains were isolated from the rhizosphere of the wild Asteraceae plants. Among them, six demonstrated significant resistance to saline conditions when grown on potato agar with sodium chloride. In the future research, these strains will serve as a basis for developing functional-group-based biopreparations aimed at saline soil remediation and enhancing agricultural productivity.

Keywords: microorganism; saline soil; Asteraceae family; salt-tolerance.