

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. -№ 3 (127). - Р.36-44. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/10.51452/kazatu.2025.3(127).1966

ӘОЖ 633.52:631.524. 8 5:631.71

Зерттеу мақаласы

Тұзға төзімді бактериялардың зығыр тұқымының өнгіштігі мен өскінінің дамуына әсері

Максутбекова Г.Т.¹ , Науанова А.П.¹ , Баимбетова Э.М.¹ , Аманжолова А.А.² 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

²«БИО-КАТУ» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент автор: Максутбекова Г.Т.: gulia_80-80@mail.ru

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

(3: АА) ayagoz.amanzholova02@mail.ru

Қабылданған күні: 23.04.2025 **Қабылданды:** 20.08.2025 **Жарияланды:** 30.09.2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Дүниежүзіндегі суармалы жерлердің шамамен 11% тұзданған алқаптар құрайды. Мұндай жерлердің көлемін экологиялық тәсілдер арқылы арттыру – топырақ құнарлылығын сақтай отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін тұрақты деңгейде ұстап тұру жолдарын іздеуді маңызды мәселеге айналдыруда. Соңғы жылдары пайдалы микроағзаларды пайдалану осы саладағы зерттеулердің болашағы зор бағыттарының біріне айналды. Өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін саңырауқұлақтар мен бактериялар сияқты пайдалы микроағзаларды қолдану топырақтың тұздануы жағдайында өсу мен дамуына оң әсер етуі мүмкін, сондай-ақ азотты бекіту процестерін оңтайландыру, өсімдік гормондарын өндіру, түйнектер қалыптастыру, коректік заттарды тұтыну және өсімдіктерді патогендерден қорғау арқылы топырақ құнарлылығының көрсеткіштерін жақсартуға септігін тигізеді. Бұл ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруде маңызды шаралардың бірі болып табылады. Жұмыстың мақсаты Солтүстік Қазақстанның тұзға төзімді өсімдіктерінің ризосферасынан бөліп алынған штамдардың дәнді дақылдар тұқымдарының бастапқы өсу кезеңдеріне әсерін бағалау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Бактериялық штамдардың түрлік идентификациясы 16S rRNA генінің фрагментін ПТР арқылы амплификациялау және секвенирлеу әдістері арқылы жүргізілді. Жұмыс барысында «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыпы тұқымдарының өсуіне тұзға төзімді микроағзалардың әсерін бағалау мақсатында тұқымдар 24 сағат бойы микроағзалардың 10^6 жасуша/мл титрі культуральды сүзінділерімен, ал бақылау үшін алынған тұқымдар дистилденген сумен өңделді. Одан кейін тұқымдар бөлме температурасында қалдырылып, 7 тәуліктен соң өскіндердің санын есептеу арқылы тұқымдардың өнгіштігі анықталды. Тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы формула бойынша есептелді.

Нәтижелер. 2024 жылы «БИО-КАТУ» ЖШС-нің микроағзалар биотехнологиясы зертханасында Солтүстік Қазақстан аймағындағы тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан бөлініп алынған микроағзалардың майлы зығырдың тұқымының өсуін ынталандыру мүмкіндігі зерттеліп, алынған деректер ұсынылды. Зерттеу барысында 7 штамм іріктеліп алынды.

Қорытынды. Зерттеу нәтижесінде алынған штамдардың өсуді ынталандыру қасиеттері майлы зығыр тұқымдарының сапасына оң әсер еткендігі байқалды. Тұқымды культуралды сүзінділермен өңдеу нәтижесінде тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы 5% - 8,4% дейін, ал тамырларының ұзындығы 50,2% дейін артты. Өсімдіктің өсуі мен дамуына оң ықпал еткен *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P штамдары іріктеліп алынды. Бұл штамдар тұзды топырақтарды қалпына келтіру мақсатында биопрепараттар мен консорциумдар құрастыруда қолданылатын болады.

Кілт сөздер: микроағза; тұзға төзімділік; сұрып; штамм; майлы зығыр; топырақ.

Кіріспе

Әлемде халық саны жыл сайын өсуде. Тұрақты түрде өсіп келе жатқан халықтың азық-түлік қажеттіліктерін қанағаттандыру, азық-түлік тапшылығын болдырмау немесе азайту үшін тұзды топырақты қалпына келтіру және басқару қажет. Топырақ микроағзалары салмағы бойынша топырақ массасының 0,5% аз бөлігін ғана құрайды, алайда олар топырақтың қасиеттері мен ондағы процестерінде шешуші рөл атқарады. Микроағзалар тотығу, нитраттар түзу, топырақта өсімдіктер үшін қолжетімді аммоний иондарын түзу, азотты бекіту және топырақтың органикалық заттарының ыдырауын, қоректік заттардың трансформациясын қамтамасыз ететін басқа да процестерге қатысады. Тұздылық өсімдіктер мен микроағзаларға екі негізгі механизм арқылы әсер етеді: осмостық әсер және ерекше иондық әсерлер. Өсімдіктер мен микробтарға әсер ететін тағы бір фактор – топырақтағы судың мөлшері. Топырақ суының потенциалы ол топырақта судың сақталу деңгейін білдіреді. Суды ұстап тұру қабілеті топырақтың тұздануымен тығыз байланысты, оған топырақ ерітіндісінің осмостық потенциалы әсер етеді. Топырақтағы тұздың жоғары концентрациясы осмостық және иондық стресске, сондай-ақ өсімдіктердің қоректік заттарды сіңіруіндегі теңгерімсіздікке алып келеді. Бұл теңгерімсіздік кейбір қоректік элементтердің жетіспеушілігінен бастап Na немесе Cl деңгейінің жоғары болуына дейін өзгеруі мүмкін. Мұндай өзгерістер өсімдік тамырлары мен топырақтағы микроағзалардың қызметіне тікелей теріс әсер етіп, ақыр соңында ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуі мен дамуына кері ықпалын тигізеді [1, 2].

Топырақтың тұздылығы – ауыл шаруашылығы дақылдарын табысты өсіруге кедергі келтіретін негізгі факторлар. Бұл топырақ микроағзалары арқылы көміртектің минералдану жылдамдығына әсер етуі арқылы топырақтағы органикалық көміртек құрамына елеулі ықпал етеді. Топырақтағы органикалық көміртек әртүрлі функционалдық рөл атқаратын бірнеше қорларға бөлінеді. Жаңа түскен өсімдік қалдықтары бастапқыда бөлшекті органикалық заттардың құрамына кіреді. Ыдырау барысында көміртектің бір бөлігі микроағзалар арқылы минералданады, ал қалған бөлігі сіңіріледі немесе еріген органикалық көміртекке не гумус-көміртекке айналады [3].

Тұзданған топырақта өсімдіктің өсуі шектелетіндіктен көміртек кірісі төмен болуы мүмкін, бұл мұндай топырақтағы органикалық көміртектің құрамының сәйкес тұзсыз топыраққа қарағанда төмен болуына әкеледі. Мұндай топырақта иондық әсерлер, осмостық стресс және топырақ құрылымының нашарлығы салдарынан микроағзалардың белсенділігі төмендеуі мүмкін. Тұздылығы жоғары топырақта мәдени өсімдіктердің дамуы айтарлықтай төмен болады, тіпті зиянсыз болып саналатын тұздың, мысалы, көмірқышқыл, екі көмірқышқыл және күкірт қышқылды кальций тұзының жиналуы топырақ ерітіндісінің осмостық қысымын арттырып, өсудің тежелуіне әкеледі. Топырақта тұздың шамадан тыс жиналуы өсімдіктің улануына және жойылуына себеп болуы мүмкін. Егер қандай да бір тұз басқа тұзға қарағанда артық мөлшерде болса, топырақтың өсімдіктерге зияндылығы артады. Топырақтың жыртылатын қабатындағы тұздың жалпы мөлшері 1,5% және одан жоғары болған жағдайда ауыл шаруашылығы дақылдарының көпшілігі қалыпты дами алмайды. Топырақтың тұздылығын реттеуде микроағзаларды, әсіресе саңырауқұлақтар мен бактерияларды қолдану ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасы мен өнімділігіне оң әсер етеді, сондай-ақ олардың стресске төзімділігін арттырады [4-6].

Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысаны – «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыбы. Штамдарды түрлік идентификациялау үшін 16S rRNA генінің фрагменті амплификацияланып, секвенирлеу жүргізілді. ПТР реакциясы үшін универсалды праймерлер 27F және 1492R қолданылды. Алынған тізбектер NCBI GenBank мәліметтер базасымен BLAST бағдарламасы арқылы салыстырылды. Сәйкестігі жоғары тізбектер GenBank-ке тіркеліп, инвентарлық нөмірлер (Accession numbers) берілді. Тәжірибе барысында хлорлы натрийдің әртүрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, 10%) концентрацияларында тұрақты өсу қабілетіне ие штамдар азотсыз сұйық Бёрк қоректік ортасында өсірілді. Бёрк қоректік ортасының құрамы: NaCl – 0,2 г; сахароза – 20 г; K_2HPO_4 – 0,64 г; KH_2PO_4 – 0,16 г; $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – 0,05 г; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2 г; $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ (0,05%) – 5 мл; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,3%) – 5 мл; дистилденген су – 1000 мл; pH – 7,3. Бұл ортада микроағзалар 3 тәулік бойы 28-30 °C температурада термостатта өсірілді [7-9].

Зертханалық тәжірибелер микробиологиялық тазалық (стерильдік) талаптарын сақтай отырып орындалды. ГОСТ 12036–85 стандартына сәйкес бүтін 100 дана тұқым іріктеліп, алдын ала зарарсыздандырылған ламинар бокс ішіне *Whatman* қағазы төселген Петри табақшаларына әр табақшаға 100 тұқымнан орналастырылды. Тәжірибе төрт қайталаныммен жүргізілді. Тұқымдар алдымен құбыр суымен жуылып, кейін 0,05% калий перманганаты ерітіндісімен өңделіп залалсыздандырылды. Тұқымдар 10^6 жасуша/мл титрлі микроағза културальды сүзінділерімен 24 сағат бойы өңделді, ал бақылау нұсқасында дистилденген су қолданылды. Тұқымның өсу қарқындылығын анықтау үшін дәндер 48 сағат бойы 28°C температурада сақталды, ал өнгіштікті анықтау үшін бөлме температурасында 24 сағат бойы сақталды. Өнгіштік көрсеткіші қалыпты өскіндер санын санын есептеу арқылы нақты уақытта бағаланды, тұқымның өнгіштігі төмендегі формула бойынша анықталды (1):

$$\text{Өнгіштік (\%)} = (n \div N) \times 100 \quad (1)$$

мұндағы: n – өнген тұқымдар саны,

N – Петри табақшасындағы барлық тұқым саны.

Ал тұқымның өсу қарқындылығын анықтау мақсатында 3-ші күні өнген тұқымдар санын есептеу үшін келесі формула қолданылды (2):

$$\text{Э} = n/N \times 100 \quad (2)$$

мұндағы: Э – өсу қарқындылығы (%), яғни 3-ші күні өскен тұқымдардың жалпы тұқым санына шаққандағы пайыздық үлесі;

n – белгілі бір кезеңде өнген тұқымдардың саны;

N – Петри табақшасындағы барлық тұқымдардың саны.

Нәтижелер және талқылау

Өсімдіктер мен микроағзалар табиғи және агроэкожүйелерде күрделі симбиотикалық және ассоциативті қатынастарды қалыптастыратын тығыз байланыста. Өсімдіктердің тамыр аймағында – ризосферада қоректік заттардың алмасуын, өсуін реттеуде және өсімдіктерді патогендерден қорғауда шешуші рөл атқаратын әртүрлі бактериялар мен саңырауқұлақтар бар. Ал өсімдіктер өз кезегінде топыраққа тамыр экссудаттарын – пайдалы микроағзалардың өсуі мен белсенділігін ынталандыратын көміртегі көздерін шығарады. Тамыр экссудаттарының құрамына амин қышқылдары, қанттар, органикалық қышқылдар, фенолдар мен ферменттер, сигналдық молекулалар кіреді және қоректік заттарды еріту, қорғаныш, топырақ құрылымын жақсарту қызметтерін атқарады. *М. Аширбеков, Н. Малицкая, Д. Такенова, С. Пучкова, М. Аужанова* жұмысында Солтүстік Қазақстанның егістіктеріне бактериялық препараттар қолданудың әсерін зерттеген. Топырақ құнарлылығын арттыруда бактериялық препараттарды қолдану өсімдіктің өнгіштігіне, өсімдіктердің өсу динамикасына, массасының жиналуына оң әсер етеді [10].

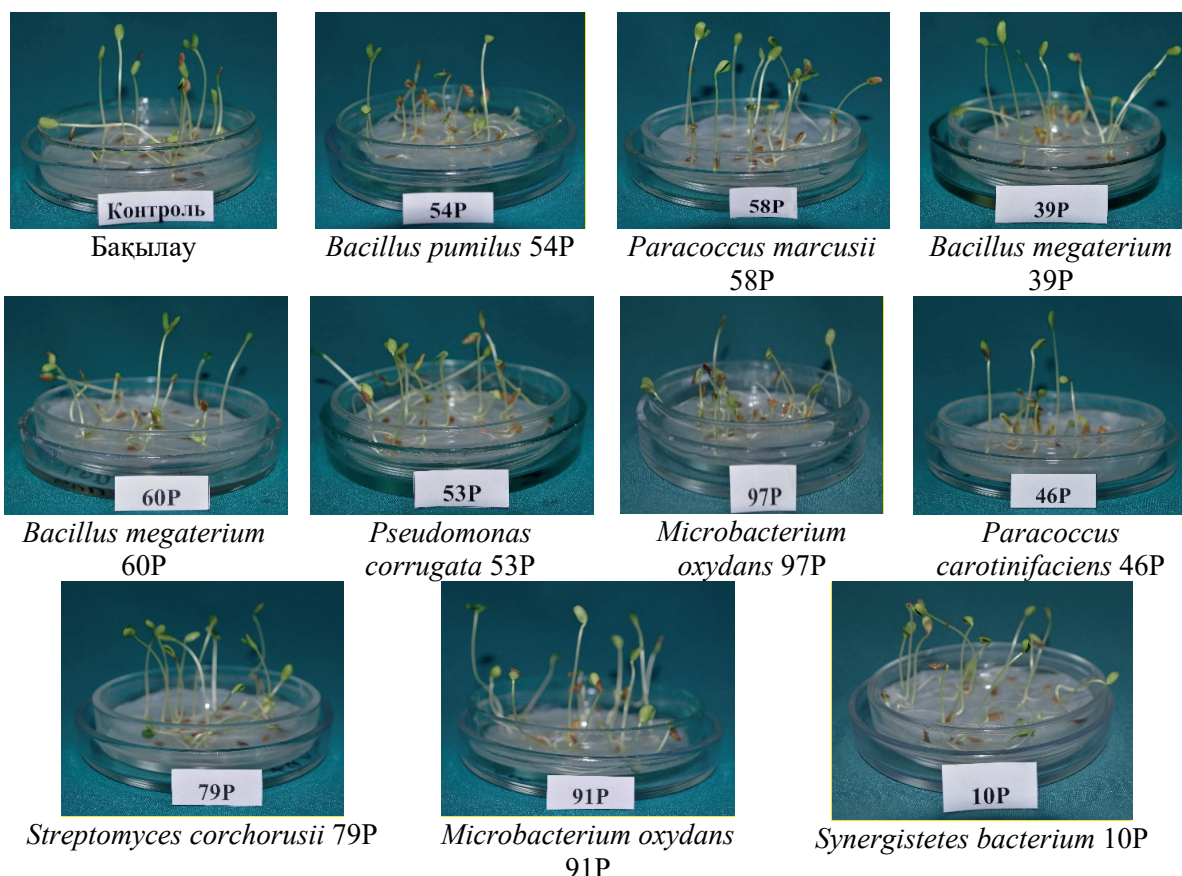
Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының сортаң жерлерде өскен тұзға төзімді өсімдіктерінің ризосферасынан алынған топыраққа микробиологиялық талдау жасау бұл өсімдіктердің тамыр аймағы микроағзаларға бай екенін және оның топырақ түзу процесі мен өсімдіктерге тыңайтқыш ретінде қолдануда маңызды рөл атқаратынын көрсетті. Бөлініп алынған 149 штамның ішінен тұзға төзімді микроағзалар таңдап алынды.

Штамдар 16S rRNA генінің секвенирлеу нәтижелері бойынша анықталып, *Bacillus*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Microbacterium* және *Synergistetes* туыстарына жатқызылды. Әрбір тізбек GenBank базасына жүктеліп, жеке инвентарлық нөмірлермен тіркелді. Екі штамм (91P және 97P) *Microbacterium oxydans* түріне сәйкес келді, ал *Bacillus megaterium* екі түрлі үлгіде (39P және 60P) анықталды (1-кесте).

1-кесте – 16S rRNA секвенирлеу нәтижесінде анықталған бактериялық штаммдардың түрлік сәйкестігі

№	Штамм коды	GenBank №	Анықталған бактерия түрі
1	10P	PV382178	<i>Synergistetes bacterium</i>
2	39P	PV382293	<i>Bacillus megaterium</i>
3	46P	PV382275	<i>Paracoccus carotinifaciens</i>
4	53P	PV382281	<i>Pseudomonas corrugata</i>
5	54P	PV382282	<i>Bacillus pumilus</i>
6	58P	PV382299	<i>Paracoccus marcusii</i>
7	60P	PV382200	<i>Bacillus megaterium</i>
8	79P	PV382206	<i>Streptomyces corchorusii</i>
9	91P	PV382314	<i>Microbacterium oxydans</i>
10	97P	PV382318	<i>Microbacterium oxydans</i>

Тұзға төзімділікті анықтау үшін өсімдіктердің ризосферасынан бөлініп алынған аталған микроағзалар зертханалық жағдайда хлорлы натрийдің түрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10%) концентрациясында өсірілді және өлшемдері алынды. Зерттеу нәтижесінде тұзды ортада ең жоғары төзімділік көрсеткен штамдардың ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне әсері зерттелді. Ол үшін майлы зығырдың «Кустанайский янтарь» сұрыбы алынды және in vitro жағдайында штамдардың культуралыды сүзінділерінің әсері зерттелді (1-сурет).



1-сурет – In vitro жағдайында майлы зығырдың өсуі мен дамуына микроағзалардың әсері

Paracoccus carotinifaciens 46P, *Pseudomonas corrugata* 53P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 97P штамдарының культуралыды сүзінділерімен тұқымдарды өңдеу бақылаумен салыстырғанда майлы зығыр тұқымдарының

өсу қарқындылығын 5% - 8,4% дейін арттырды. Аталған штамдардың метаболиттері зығыр тұқымдарының өнгіштігін орта есеппен 8,4% дейін көтерді, *Paracoccus marcusii* 58P нұсқасында майлы зығыр тұқымдарының өнгіштігі 98,3% дейін жетті. *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Pseudomonas corrugata* 53P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P штамдарының культуральды сүзінділерімен өндегенде ауксин түзуші әсер байқалды, мұнда эксперименттік нұсқалардағы майлы зығыр тамырларының ұзындығы бақылаудан орта есеппен 50,2% артық болды (2-кесте).

2-кесте – «Кустанайский янтарь» майлы зығыр сұрыбының өсуі мен дамуына микроағзалардың культуральды сүзінділерінің әсері

Штамм	Өсу қарқындылығы, % (3 тәулік)	Өнгіштік, % (7 тәулік)	Өскіндердің ұзындығы, см	Тамырдың ұзындығы, см	Тамыршалар саны, дана
Бақылау	86,6	86,6	4,0±0,1	4,5±0,3	1,0
<i>Synergistetes bacterium</i> 10P	88,3	88,3	4,3±0,2	5,7±0,3	1,0
<i>Bacillus megaterium</i> 39P	86,6	88,3	2,6±0,1	5,5±0,4	1,0
<i>Paracoccus carotinifaciens</i> 46P	95,0	96,7	4,6±0,0	6,1±0,1	1,0
<i>Pseudomonas corrugata</i> 53P	91,6	93,3	4,0±0,1	6,4±0,5	1,0
<i>Bacillus pumilus</i> 54P	93,3	93,3	4,0±0,4	6,7±0,2	1,0
<i>Paracoccus marcusii</i> 58P	95,0	98,3	3,3±0,3	5,4±0,1	1,0
<i>Bacillus megaterium</i> 60P	88,3	90,0	2,7±0,2	4,7±0,4	1,0
<i>Streptomyces corchorusii</i> 79P	93,3	93,3	4,5±0,4	7,3±0,1	1,0
<i>Microbacterium oxydans</i> 91P	90,0	95,0	4,7±0,2	7,3±0,3	1,0
<i>Microbacterium oxydans</i> 97P	91,6	95,0	2,2±0,1	4,7±0,2	1,0
ETAA0,5	1,3	1,1			

Микроағзалардың культуральды сұйықтығы «Кустанайский янтарь» зығыр сұрыбының өсуі мен дамуына кешенді оң әсер етеді, өсімдіктердің қолайсыз жағдайларға төзімділігін арттырады және тұқымның сапасын жақсартуға ықпал етеді. Зерттеу нәтижесінде майлы зығыр тұқымын окшауланған изоляттардың суспензиясымен өндеу өсу энергиясының, зертханалық жағдайдағы өнгіштіктің, сондай-ақ тамыр ұзындығының айтарлықтай өсуіне әкелетіні анықталды. Бактериялармен өзара әрекеттесуге және түрленуге қатысатын барлық қоректік заттар мен элементтер ферменттердің қатысуымен әртүрлі реакциялардан өтеді. Зерттеу үшін алынған микроағзалар түрлері өсімдіктерге түрліше әсер етеді. Мысалы, *Bacillus*, *Pseudomonas* – өсу гормондарын бөледі, ал *Synergistetes* бактериялары анаэробты ортада әрекет етеді, органикалық заттарды ыдыратып, топырақтағы микробиологиялық тепе-теңдікті қолдауға көмектеседі. *Bacillus* туысының микроағзалары сонымен қатар фосфорды еритін формаға айналдырады, құрғақшылыққа және тұзға төзімділікті арттырады. *Paracoccus* бактериялары антиоксиданттарды өндіретін қасиетке ие, сонымен қатар өсімдікті тотығу стресінен қорғайды. *Pseudomonas* туысына жататын бактериялардың белсенділігі оның антагонистік белсенділігіне немесе өсімдіктің қоректенуін жақсартатын қасиетіне байланысты болуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады. *Streptomyces* туысына антибиотиктер мен ферменттер өндіру, патогендерді басу қасиеттері тән, сонымен қатар тамыр маңындағы микробиотаның құрамын оңтайландырады. *Microbacterium* кейбір түрлері ауксиндер сияқты өсімдік өсу гормондарын бөледі. Бұл – тамыр жүйесінің дамуын, тұқымның өнуін және вегетативтік массаның артуын ынталандырады. Зығыр дақылы талшық пен май үшін өсіріледі және оның тамыр жүйесі пайдалы микробтармен симбиозға жақсы түседі. Сондықтан микроағзалар майлы зығырдың өсуін күшейтіп, өнім сапасына оң әсер етуі мүмкін [11].

Жалпы алғанда микроағзалар топырақта органикалық заттарды ыдыратып, қоректік элементтерді айналымға түсіру арқылы топырақтың құрылымын жақсартады. Қоректік заттардың

өсімдікке сіңімділігін арттырып, пайдалы микроағзалар популяциясын тұрақтандыра отырып, топырақтың пайдалы микробиота құрамын қалыптастырады. Пайдалы микроорганизмдердің осындай кешенді әрекеті экожүйе тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде майлы зығырдың «Кустанайский янтарь» сұрыпының өсуі мен дамуына микроағзалардың культуралық сүзінділерінің кешенді әсері анықталды. Микробтық метаболиттер өсімдіктің өсу қарқындылығы мен тұқымның өнгіштігін арттырып, өскіндердің, сондай-ақ тамыр жүйесінің қарқынды дамуына ықпал етті. Нәтижесінде, осы сұрыптың бастапқы өсу кезеңдерінде оң әсер көрсеткен тиімді штамдар: *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P іріктеліп алынды. Бұл микробтық штамдар зығырдың тамыр жүйесімен симбиоздық әрекетке түсе отырып өсімдіктің физиологиялық процестерін белсендіреді. Бұл өз кезегінде өсімдіктің тұзға төзімділігін арттырып, қоректік заттарды сіңіруін жеңілдетеді. Зерттеу нәтижесінде таңдалған штамдар майлы зығырдың тұқым сапасына және майлылығының көрсеткіштеріне оң әсер етіп, болашақта оларды биопрепараттар жасау мақсатында пайдаланудың мүмкіндігін көрсетті.

Қорыта айтқанда, тұзға төзімді өсімдіктер тамыр аймағынан алынған іріктелген микроағзалардың культуралық сүзінділері майлы зығыр өсімдігінің бастапқы өсу кезеңдерін белсендіруге, оның морфофизиологиялық көрсеткіштерін жақсартуға, экологиялық таза ауыл шаруашылық технологияларын дамытуға негіз бола алады. Осыған байланысты агроэкожүйелерде пайдалы микроағзаларға негізделген биопрепараттарды пайдалану – топырақтың құнарлылығын сақтау, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз өнім өндіру және ауыл шаруашылығын орнықты дамыту жолындағы маңызды шешімдердің бірі болып саналады.

Авторлардың қосқан үлесі

ГМ, АН, ЭБ, АА: 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

Алғыс айту. Бұл мақала Қазақстан Республикасы Жоғары білім және ғылым министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған ЖТН № BR 24992961 «Ауыл шаруашылығы дақылдары мен топырақ құнарлығын арттыру үшін биожүйелерді қолдана отырып көмір қалдықтарын органо-минералды тыңайтқыштарға қайта өңдеудің жаңа технологияларын жасау» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында шығарылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Oren, A. (2001). The bioenergetic basis for the decrease in metabolic diversity at increasing salt concentrations: implications for the functioning of salt lake ecosystems. *Hydrobiologia*. 466, 61-72.
- 2 Panneerselvam, P., Selvakumar, G., Saritha, B., Ganeshamurthy AN. (2015). *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as a Tool to Combat Plant Pathogenic Bacteria*. Sustainable Approaches to Controlling Plant Pathogenic Bacteria. DOI:10.1201/b18892-15.
- 3 Когут, БМ, Семенов, ВМ. (2020). Оценка насыщенности почвы органическим углеродом. *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 102, 103-124. DOI:10.1201/b18892-15.
- 4 Wong, VNL, Dalal, RC, Greene, RSB. (2009). Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: a laboratory incubation. *Applied Soil Ecology*, 41(1), 29-40.
- 5 Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., Pinzari, F. (2020). When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant Sci.*, 11. DOI:10.3389/fpls.2020.553087.

6 Воеводина, ЛА, Балакай, ГТ. (2017). Обзор новых направлений исследований по использованию микроорганизмов для повышения биопродуктивности засоленных земель. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*, 4(28), 154-169.

7 Халилов, ИМ, Кадырова, ГХ, Шакиров, ЗС. (2019). Изучение ростостимулирующих свойств местных штаммов *Bacillus thuringiensis* на различных питательных средах. *ДАН РУЗ*, 4, 64-67.

8 Ившина, И. (2014). Большой практикум «Микробиология». *Перспектив науки*, 112.

9 Stell, M., Suhaimi, M. (2010). Selection of suitable growth medium for free-living diazotrophs isolated from compost. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, 38(2), 211-219.

10 Аширбеков, М., Малицкая, Н., Такенова, Д., Пучкова, С., Аужанова, М. (2023). Применение бактериальных препаратов на посевах сои в Северном Казахстане. *Исследования, результаты*, 2(98). DOI: 10.37884/2-2023/12.

11 Agha, MS, Haroun, SA, Abbas, MA, Sofy MR, Mowafy, AM. (2023). Growth and Metabolic Response of Glycine max to the Plant Growth-Promoting *Enterobacter Delta PSK* and *Bradyrhizobium japonicum* Under Salinity Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42, 5816-5830.

References

1 Oren, A. (2001). The bioenergetic basis for the decrease in metabolic diversity at increasing salt concentrations: implications for the functioning of salt lake ecosystems. *Hydrobiologia*, 466, 61-72.

2 Panneerselvam, P., Selvakumar, G., Saritha, B., Ganeshamurthy AN. (2015). *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as a Tool to Combat Plant Pathogenic Bacteria*. Sustainable Approaches to Controlling Plant Pathogenic Bacteria. DOI:10.1201/b18892-15.

3 Kogut, BM, Semenov, VM. (2020). Ocenka nasyschennosti pochvy organicheskim uglerodom. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva*, 102, 103-124. DOI:10.1201/b18892-15.

4 Wong, VNL, Dalal, RC, Greene, RSB. (2009). Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: a laboratory incubation. *Applied Soil Ecology*, 41(1), 29-40.

5 Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora, L., Pinzari, F. (2020). When Salt Meddles Between Plant, Soil, and Microorganisms. *Front. Plant Sci.*, 11. DOI:10.3389/fpls.2020.553087.

6 Voevodina, LA, Balakaj, GT. (2017). Obzor novyh napravlenii issledovaniy po ispol'zovaniyu mikroorganizmov dlya povysheniya bioproduktivnosti zasolennykh zemel'. *Nauchnyi zhurnal Rossiiskogo NII problem melioracii*, 4(28), 154-169.

7 Halilov, IM, Kadyrova, GH, SHakirov, ZS. (2019). Izuchenie rostostimuliruyushchih svoistv mestnykh shtammov *Bacillus thuringiensis* na razlichnykh pitatel'nykh sredah. *DAN RUZ*, 4, 64-67.

8 Ivshina, I. (2014). Bol'shoi praktikum «Mikrobiologiya». *Prospekt nauki*, 112.

9 Stell, M., Suhaimi, M. (2010). Selection of suitable growth medium for free-living diazotrophs isolated from compost. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.*, 38(2), 211-219.

10 Ashirbekov, M., Malickaya, N., Takenova, D., Puchkova, S., Auzhanova, M. (2023). Primenenie bakterial'nykh preparatov na posevah soi v Severnom Kazahstane. *Issledovaniya, rezul'taty*, 2(98). DOI: DOI:10.37884/2-2023/12.

11 Agha, MS, Haroun, SA, Abbas, MA, Sofy, MR, Mowafy, AM. (2023). Growth and Metabolic Response of Glycine max to the Plant Growth-Promoting *Enterobacter Delta PSK* and *Bradyrhizobium japonicum* Under Salinity Stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42, 5816-5830.

Влияние солеустойчивых бактерий на всхожесть и развитие проростков семян льна

Максутбекова Г.Т., Науанова А.П., Баимбетова Э.М., Аманжолова А.А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Около 11% орошаемых земель в мире составляют засоленные поля. Улучшение таких земель экологическими подходами делает важным поиск путей поддержания урожайности сельскохозяйственных культур на стабильном уровне при сохранении плодородия почв. В последние годы использование полезных микроорганизмов стало одной из обнадёживающих областей исследований в этой области. Использование полезных микроорганизмов, таких как грибы и бактерии, которые способствуют росту растений, может положительно повлиять на рост и развитие в условиях засоления почвы, а также способствовать улучшению показателей плодородия почвы за счёт оптимизации процессов азотфиксации, производства растительных гормонов, образования клубней, потребления питательных веществ и защиты растений от патогенов. Создание благоприятных условий для различных групп микроорганизмов, с целью оптимизации процессов повышения плодородия почвы и улучшения ее свойств - одно из важнейших условий при выращивании сельскохозяйственных культур. Целью данной работы является оценка влияния выделенных штаммов микрофлоры солончаков Северного Казахстана на всхожесть семян зерновых культур.

Материалы и методы. Видовая идентификация бактериальных штаммов проводилась с помощью методов амплификации и секвенирования фрагмента гена 16S рРНК с помощью ПЦР. В ходе работы с целью оценки влияния солеустойчивых микроорганизмов на рост семян масличного сорта льна «Кустанайский янтарь» семена в течение 24 ч. обрабатывали культуральными фильтрами титром 10 кл/мл микроорганизмов, а полученные для контроля семена-дистиллированной водой. Семена оставляли при комнатной температуре и через 7 суток определяли всхожесть семян путем подсчета количества всходов. Всхожесть и интенсивность роста семян рассчитывали по формуле.

Результаты. В 2024 году в лаборатории биотехнологии микроорганизмов ТОО «БИО-КАТУ» была исследована способность микроорганизмов, выделенных из ризосферы солеустойчивых растений Северо-Казахстанского региона, стимулировать рост семян масличного льна и представлены полученные данные. В ходе исследования было отобрано 7 штаммов.

Вывод. В ходе исследования установлено, что стимуляторные свойства отобранных штаммов положительно влияют на качество семян масличного льна. Обработка семян культуральными фильтрами способствовала увеличению их всхожести и энергии прорастания на 5-8,4%, а длина корней увеличилась до 50,2%. Были выделены штаммы *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P, которые оказали положительное влияние на рост и развитие растений. Данные штаммы планируется использовать для создания биопрепаратов и микробных консорциумов, направленных на восстановление засоленных почв.

Ключевые слова: микроорганизм; солеустойчивость; сорт; штамм; лён масличный; почва.

The effect of salt-resistant bacteria on germination and development of flax seed seedlings

Gulzhanat T. Maxutbekova, Ainash P. Nauanova, Elmira M. Baimbetova,
Ayagoz A. Amanzholova

Abstract

Background and Aim. Approximately 11% of the world's irrigated land consists of saline soils. The ecological rehabilitation of such lands highlights the importance of developing strategies to maintain stable crop yields while preserving soil fertility. In recent years, the use of beneficial microorganisms has become one of the most promising areas of research in this field. Beneficial microorganisms, such as fungi and bacteria that promote plant growth, can positively influence plant development under soil

salinity conditions and contribute to improved soil fertility by optimizing processes such as nitrogen fixation, phytohormone production, nodule formation, nutrient uptake, and plant protection against pathogens. Creating favorable conditions for various groups of microorganisms to optimize processes that enhance soil fertility and improve its properties is one of the key prerequisites for successful cultivation of agricultural crops. The aim of this study is to assess the effect of microbial strains isolated from the saline soils of Northern Kazakhstan on the germination of cereal crop seeds.

Materials and Methods. The species identification of bacterial strains was carried out through PCR amplification and sequencing techniques of the 16S rRNA gene fragment. To assess the effect of salt-resistant microorganisms on the growth of seeds of the oil flax variety "Kostanay Amber", the seeds were treated with culture filters with a titer of 10^6 CFU/mL of microorganisms for 24 hours, while the control seeds were treated with distilled water.

Seeds were kept at room temperature, and after seven days, germination was assessed by counting the number of emerged seedlings. The seeds were then kept at room temperature, and after seven days, germination was assessed by counting the number of emerged seedlings.

Results. In 2024, the ability of microorganisms isolated from the rhizosphere of salt-resistant plants in the North Kazakhstan region to stimulate the growth of oil flax seeds was studied in the laboratory of microbial biotechnology of 'BIO-KATU' LLP and the data obtained were presented. During the study, seven strains were selected.

Conclusion. The study found that the stimulant properties of the selected strains had a positive effect on the quality of oil flax seeds. Treatment of seeds with culture filtrates increased their germination and growth rate by 5-8.4%, and the root length increased by up to 50.2%. Strains of *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus pumilus* 54P, *Paracoccus marcusii* 58P, *Bacillus megaterium* 60P, *Streptomyces corchorusii* 79P, *Microbacterium oxydans* 91P, *Microbacterium oxydans* 97P were isolated, which had a positive impact on plant growth and development. These strains are planned to be used to create biological products and microbial consortia aimed at restoring saline soils.

Keywords: microorganisms; salt tolerance; variety; strain; oil flax; soil.