

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. - № 2/1 (126). - Р.65-73. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1926

ӘОЖ 631.53. 01:632.9 (045)

Зерттеу мақаласы

Тұзға төзімді микроағзалардың тұқымның өсуі мен дамуына тигізетін әсері

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

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 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

Қабылданған күні: 14-04-2025 **Қабылданды:** 27-06-2025 **Жарияланды:** 05-07-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бүгінгі күнге дейін заманауи микробиологиялық әдістердің топырақ құнарлылығын реттеудегі рөлі, ауыл шаруашылығы дақылдарының физиологиялық-биохимиялық ерекшеліктері және өсімдік ағзасындағы зат алмасу процестерін басқару механизмдері жеткілікті түрде дәлелденген. Өсімдіктердің өнімділігін арттыруда топырақтан қоректік заттардың сіңірілу қарқындылығын реттеудің, яғни тамыр арқылы қоректік заттардың сіңірілуін арттыру мақсатында топырақ микроағзаларының белсенділігін арттырудың органикалық ауыл шаруашылығын дамытуда өзектілігі зор. Өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіруді жетілдіруде микробты-өсімдік жүйелерін қалыптастыру заңдылықтарын және олардың тиімділігін арттыру жолдарын зерттеу ең тиімді бағыттардың біріне жатады. Зерттеудің мақсаты Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағы микрофлорасынан бөліп алынған штамдардың дәнді дақылдардың өсуін белсендіру қасиеттерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Жұмыс барысында тұзға төзімді штамдардың «Целинный 2005» арпа сұрыпының тұқымдарын зертханалық жағдайда өсіруде белсендіру қасиеттері зерттелді. Ол үшін тұқымдар микроағзалардың культуралды сүзінділерімен (титрі 10^6 кл/мл) 24 сағат бойы өңделді, салыстыру мақсатында алынған бақылау штамына дистилденген су құйылды. Бөлме температурасында 7 тәулік сақталған соң тұқымның өнгіштігі нақты уақытта қалыпты өскіндердің санын есептеу арқылы анықталды және тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы формула бойынша есептелді.

Нәтижелер. Солтүстік Қазақстанның тұзға төзімді өсімдіктері ризосферасынан алынған микроағзалар 2024 жылы «БИО-КАТУ» ЖШС микроағзалар биотехнологиясы зертханасында зерттеліп, «Целинный 2005» арпа сұрыпының тұқымдарының өсуін белсендіру қасиеттері зерттеліп, нәтижесі келтірілді. Зерттеу барысында 6 культура іріктеліп алынды.

Қорытынды. Арпаның «Целинный 2005» сұрыпы тұқымдарының өсу параметрлеріне әсерін *in vitro* жағдайда зерттеу нәтижесінде алынған штамдардың өсуді ынталандыру қасиеттері арпа тұқымдарының сапасына оң әсер еткендігі байқалды. Тұқымды культуралды сүзінділермен өңдеу нәтижесінде тұқымның өнгіштігі 1,67 есе, ал өсу қарқындылығы 1,25 есеге дейін артты. Тамырларының ұзындығы 37% дейін, ал өскіндердің өсуі шамамен 9,5% артты. Жұмыстың нәтижесінде дәнді дақылдарды белсендіруде жоғары нәтиже көрсеткен *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P штамдары таңдап алынды, олар тұзды топырақтарды қалпына келтіру мақсатында биопрепараттар мен консорциумдар құрастыруда қолданылатын болады.

Кілт сөздер: микроағза; өсуді белсендіру; арпа; өнгіштік; культура; штамм.

Кіріспе

Топырақтың тұздануы – әртүрлі себептерге байланысты пайда болатын табиғи процесс. Алғашқы тұздану топырақта тұздың артық жиналуынан пайда болады, бұл топырақтың геологиялық ерекшеліктеріне, сондай-ақ заттардың топырақ бетінде және оның қабаттарында біркелкі таралмауына да байланысты болады. Тұздану деңгейінің өзгеруіне көптеген факторлар әсер етеді, олардың ішінде топырақтың су режимінің тұрақсыздығы мен судың булану қарқындылығы маңызды орын алады. Бұл орайда температуралық жағдайлар басты рөл атқармайды. Дегенмен, климаттың ғаламдық өзгеруі бұл мәселені одан әрі шиеленістіре түседі. Халықаралық қоршаған орта және даму институты мен Дүниежүзілік ресурстар институтының деректері бойынша құрлықтың шамамен 10% тұзданған топырақтар алып жатыр [1].

Топырақтың тұздануы бүгінгі күні ғаламдық өзекті мәселеле болып табылады, оның себебі ауыл шаруашылығы дақылдарын өсірумен, яғни жер бетіндегі халықты, ауыл шаруашылығы жануарларын азықпен қамтамасыз етумен тікелей байланысты. Осының нәтижесінде топырақтың екінші реттік тұздануы болады, ол адамның қатысуымен жүзеге асады. Осының әсерінен ауыл шаруашылығы алқаптарында тұзданған жерлердің аумағы 20% асуы мүмкін [2]. Бұл құбылыс агробиоценоздардың өнімділігіне де айтарлықтай әсер етіп, экономикалық шығындардың артуына себеп болуда. Топырақтағы тұздың артық мөлшерінің өсімдіктердің әртүрлі қасиеттеріне әсері өте күрделі. Бұл әсер топырақтың тұздану түріне, сондай-ақ өсімдіктің түріне, сұрыпына қарай өзгереді. Жалпы алғанда, тұзданудың ықпалы өсімдіктердің морфометриялық көрсеткіштеріне өзгеріс енгізіп, биохимиялық процестердің бұзылуына әкелуі мүмкін. Топырақтағы тұздың шамадан тыс концентрациясы өсімдіктерге уытты әсер етіп, азот алмасу процесін бұзады және ақуыздардың ыдырау өнімдерінің жиналуын арттырады [3].

Органикалық ауыл шаруашылығын дамытудың негізгі шарттарының бірі – топырақ құнарлылығын қалпына келтіріп, өсімдіктердің табиғи өсуін қамтамасыз ететін экологиялық таза әдістерді қолдану. Осы тұрғыдан алғанда тұзға төзімді микроағзаларды қолдану – ауыл шаруашылығында инновациялық әрі экологиялық тиімді тәсіл болып табылады. Өсіресе тұзданған немесе сортаң топырақтарда өсімдіктердің өсуі мен дамуы қиынға соғады, ал мұндай жағдайда тұзға төзімді микроағзалар өсімдіктердің тұқымның өнуіне, тамыр жүйесінің дамуына және жалпы өнімділігінің артуына әсер етеді. Бүгінгі күні топырақ тұздылығы жағдайында абиотикалық орта факторларының өсімдіктерге теріс әсерін азайту мақсатында өсуді ынталандыратын микроағзалар кеңінен қолданылуда [4].

Тұзға төзімді микроағзалар өсімдіктердің өсуі мен дамуын қолдай отырып, осмостық кернеуге бейімделудің түрлі механизмдерін пайдаланады. Оларға азотты бекіту, фосфатты еріту, сондай-ақ түрлі химиялық табиғаттағы осмопротекторларды синтездеу арқылы өсімдіктерді қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету жатады. Топырақтағы тұздың жоғары концентрациясынан зардап шегетін агроэкожүйелерді фиторемедиациялау мақсатында тұзға төзімді, өсуді ынталандыратын микроағзаларды қолдану олардың зор әлеуетін көрсетеді [5, 6].

Топырақта тіршілік ететін микроағзалар өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсерін тигізеді. Кейбір бактериялар өсімдікке биологиялық белсенді заттар түзу арқылы ықпал етеді. Мұндай заттардың синтезделуі өсімдіктердің өсуін реттейтін ризосфералық, эпифиттік, симбиотикалық микроағзалардың маңызды қасиеттерінің бірі [7, 8].

Зерттеудің мақсаты Солтүстік Қазақстанның Ақмола облысы жағдайында ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуін белсендіретін қасиетке ие микроағзалардың культураларын биопрепарат жасау мақсатында іріктеп алу. Топырақ микроағзалары өсімдіктердің дамуына айтарлықтай ықпал етеді, ғылыми зерттеулер олардың өсімдіктердің өсуін күшейтуі немесе керісінше баяулатуы мүмкін екенін көрсетеді. Тәжірибе барысында зертханалық жағдайда культуралды сүзінділердің тұқымның өнгіштігі мен өскіндердің даму ерекшеліктеріне әсері зерттелді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмысының мақсаты тұзға төзімді өсімдіктер микрофлорасынан бөліп алынған NaCl әртүрлі концентрациясында тұрақты өсуге бейім *Sphingobacterium caeni* 2P, *Erwinia psidii* 4P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Bacillus megaterium* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P, *Bacillus megaterium*

106P, *Bacillus megaterium* 113P штамдарының культуралдық сүзінділерінің арпаның «Целинный 2005» сұрыпының өңгіштігіне әсерін анықтау болып табылады.

Зерттеу нысаны арпаның «Целинный 2005» сұрыпы. Тәжірибеде хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациясында тұрақты өсуге бейім штамдар азотсыз сұйық Бёрка коректік ортасында: сахароза-20 г; KH_2PO_4 -0,16 г; K_2HPO_4 -0,64 г; NaCl -0,2 г; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,2 г; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -0,05 г; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,05%)-5 мл; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,3%)-5мл; H_2O -1000 мл; pH 7,3 үздіксіз 3 тәулік бойы температурасы 28-30 °C термостаттарда өсірілді [9-11].

МҰҚ 12036-85 стандартына сәйкес 100 данадан тұратын, ауру белгілері жоқ сау және бүтін дәндер іріктеліп алынып, төрт рет қайталанып зерттелді [12]. Дәндер құбыр суымен жуылғаннан кейін залалсыздандыру үшін 0,05% KMnO_4 ерітіндісі қолданылды. Тұқымдар микроағзалардың культуралды сүзінділерімен (титрі 10^6 кл/мл) 24 сағат бойы өңделді, ал бақылау нұсқасында культуралды сүзінді орнына дистилденген су қолданылды. Инокуляциядан кейін тұқымдар стерильді жағдайда ламинар бокста, алдын ала залалсыздандырылған, ішіне Whatman қағазы төселген Петри табақшаларына 100 дәннен орналастырылды. Өсу энергиясын анықтау мақсатында дәндер 48 сағатқа 28 °C температурада қалдырылды, ал өңгіштігін бағалау үшін олар бөлме температурасында 7 тәулік сақталды. Тұқымның өңгіштігі нақты уақытта қалыпты өскіндердің санын есептеу арқылы анықталды. Алдымен толық өскен тұқымдар тіркеліп, тұқымның өңгіштігі төмендегі формула бойынша есептелді (1):

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

мұнда: n – өнген тұқымдар саны, N – Петри табақшаларындағы барлық тұқымдар саны.

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

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

мұнда: n – белгілі бір кезеңде өнген тұқымдардың саны, N – Петри табақшасындағы барлық тұқымдар саны.

Нәтижелер және талқылау

Микроағзалар, мысалы азот бекітуші бактериялар *Rhizobium* және *Azotobacter* атмосфералық азотты өсімдіктерге сіңімді формаға айналдырып, азотты алуға әсерін тигізеді. Сондай-ақ микроағзалардың фосфорды, калийді және басқа да микроэлементтерді сіңіруге көмектесетін әсері бар. Өсімдіктердің тамырларымен симбиотикалық байланыс орнататын саңырауқұлақтар суды және минералдарды, мысалы, фосфор мен мырышты жақсы сіңіруге көмектеседі. Ал өсімдіктер өз кезегінде саңырауқұлақтарды көміртекпен қамтамасыз етеді. Микориза өсімдіктердің құрғақшылыққа және ауруларға төзімділігін арттырып, топырақ құрылымын жақсартады. Өсімдіктерді патогенді бактериялардан, саңырауқұлақтардан және вирустардан қорғайтын бактериялар бар, мысалы *Trichoderma* саңырауқұлақтары және *Bacillus* бактериялары зиянды микроағзалардың дамуын тежеу арқылы өсімдіктің ауруға шалдықтауына септігін тигізеді. Микроағзалар сонымен қатар топырақ құрылымын жақсартуда маңызды роль атқарады. Топырақтың суды ұстап тұру, ауа өткізгіштік қабілеттерін арттыру арқылы өсімдіктердің су мен коректік заттарды сіңірілуін арттырады. Кейбір микроағзалар фитогормондар бөліп шығару арқылы өсімдіктердің өсуін ынталандыра алады. Бұл жас өскіндердің өсуі мен олардың қолайсыз жағдайларға төтеп беруінде маңызды болып табылады. Өсімдіктердің коректік заттармен қамтамасыз етіліп, топырақ құнарлылығының артуында да микроағзалардың ролі ерекше, олар өсімдік қалдықтары мен органикалық заттарды ыдыратып, гумусқа айналдырады. Сонымен қатар кейбір микроағзалар өсімдіктердің қорғаныс реакцияларын күшейтетін заттар шығару арқылы топырақ құрамындағы токсиндермен, құрғақшылықпен күресте де пайдалы бола алады. Топырақтағы өсімдіктермен әрекеттесу арқылы микроағзалар топырақтағы көміртегі айналымына да әсерін тигізеді. Бұл ауыл шаруашылығы тәжірибелерін тұрақты дамыту үшін, сонымен қатар климаттың өзгеруіне қарсы күрес үшін пайдалы болуы мүмкін [13].

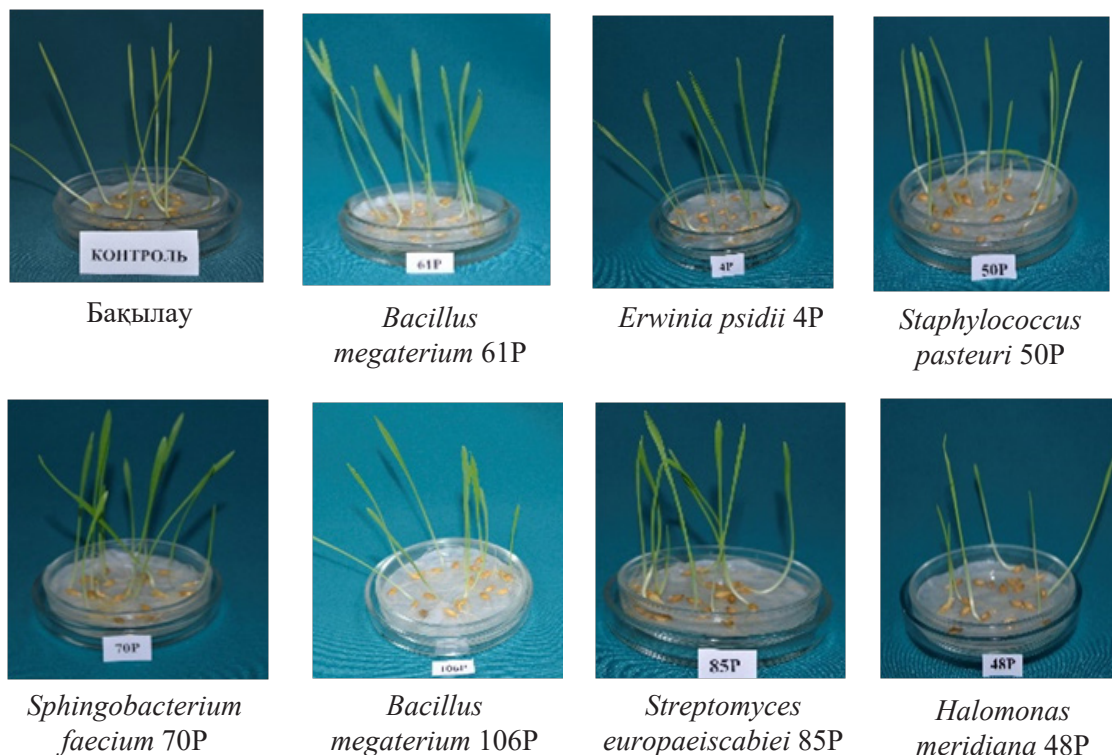
Микроағзалар табиғи экожүйелерде де, ауыл шаруашылығында да маңызды рөл атқарады, олардың қолданылуы тұрақты және өнімді ауыл шаруашылығы жүйелерін құруға ықпал етеді. Зерттеу жұмысында тұзға төзімді микроағзалар арпа тұқымның өсуі көрсеткіштеріне әсерін анықтау мақсатында алынды. А.М. Субботин деректеріне сәйкес арпа тұқымның өсуі мен дамуына микроағзалардың тигізетін әсері зерттеліп, тұзға төзімді штамдар таңдап алынған болатын [14].

Солтүстік Қазақстанның Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының сортаң топырақтарының өсімдіктерінің ризосферасынан бөлініп алынған микроағзалардың зертханалық жағдайда тұзға төзімділігі хлорлы натрийдың әр түрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10%) концентрациясында алдын ала өсіру арқылы зерттелді. Нәтижесінде тұзға төзімді 10 штамм алынып, бұл микроағзалардың арпаның «Целинный 2005» сұрыпын өсуі мен дамуына әсері анықталды (1-кесте).

1-кесте – Тұзға төзімді микроағзалардың арпаның «Целинный 2005» сұрыпының өсуі мен дамуына әсері

Штамм №	Өсу энергиясы, % (3 тәулік)	Өнгіштік, % (7 тәулік)	Өскіндердің ұзындығы, см	Тамырдың ұзындығы, см	Тамыршалар саны, дана
Бақылау	53,3	43,0	7,8±0,4	5,4±0,3	5,0±0,1
<i>Sphingobacterium caeni</i> 2P	56,5	56,5	10,0±0,4	7,7±0,5	6,0±0,3
<i>Erwinia psidii</i> 4P	55,0	55,0	8,4±0,5	9,4±0,7	6,0±0,2
<i>Halomonas meridiana</i> 48P	58,3	68,0	10,2±0,7	7,2±0,3	6,0±0,1
<i>Staphylococcus pasteurii</i> 50P	66,5	70,0	10,5±0,1	6,5±0,2	6,0±0,3
<i>Flavobacterium frigidimaris</i> 61P	66,5	72,0	10,9±0,3	9,5±0,1	6,0±0,2
<i>Sphingobacterium faecium</i> 70P	56,6	65,0	10,5±0,2	10,2±0,3	5,0±0,1
<i>Streptomyces europaeiscabiei</i> 85P	54,3	55,0	9,2±0,7	10,1±0,3	5,0±0,2
<i>Pseudomonas indoloxydans</i> 104P	55,0	46,0	7,8±0,1	8,7±0,3	5,0±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 106P	55,0	45,0	8,2±0,4	9,1±0,5	5,0±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 113P	54,6	56,0	7,2±0,3	6,2±0,7	5,0±0,2

Кестеге сәйкес барлық зерттелген штамдардың ішінде *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P бактериялардың өсу қарқындылығы жоғары болғаны байқалды. Атап айтқанда 3 тәулікте бақылау нұсқасында өсу қарқындылығы 53,3% құраса, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P штамдарында (66,5 %) 1,25 есеге, *Halomonas meridiana* 48P штамында (58,3%) 1,09 есе, *Sphingobacterium caeni* 2P (56,5%) және *Sphingobacterium faecium* 70P (56,6%) штамдарында бақылаумен салыстырғанда 1,06 есеге дейін артты. Арпаның өнгіштігі жалпы алғанда 43,0% және 72,0% аралығында болды. Бақылау штамымен салыстырғанда ең жоғары өнгіштік көрсеткен *Flavobacterium frigidimaris* 61P штамында 1,67 есе дейін артқаны байқалды (1-сурет).



1-сурет – Микроағзалардың in vitro жағдайында арпа тұқымының өсуі мен дамуына әсері

Зерттеуге алынған *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Bacillus megaterium* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P штамдардың әсерінен арпа өскіндерінің ұзындығы бақылаумен салыстырғанда шамамен 9,5% дейін артса, ал *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P, *Bacillus megaterium* 106P штамдары әсерінен тамырының ұзындығы 37% дейін артқаны байқалды. Тамыршалар саны бойынша да бұл штамдардың басымдық көрсеткені байқалады. Өсімдіктің тамыршасы бақылауға қарағанда 1 данаға артық болды. Бұл өсімдіктердің өсуіне және дамуына әсер ететін микроағзалардың метаболиттерінің әсер етуін көрсетеді. Микроағзалардан бөлінетін кейбір негізгі метаболиттер: цитокининдер, ауксиндер, гиббереллиндер, салицил қышқылы және каротиноидтар. Цитокининдер тамыршалар санының артуына және өсімдіктердің дамуына ықпал етсе, ауксиндер тамырлардың ұзындығына және олардың санын арттыруға көмектеседі. Гиббереллиндер өсімдіктердің өсуін тездететін гормондар болып табылады, олар жасушалардың ұзаруына әсер етіп, тамырдың дамуына ықпал етеді. Салицил қышқылы өсімдіктің стресске қарсы қорғанысын күшейтіп, тамыр жүйесінің дамуына оң әсер етуі мүмкін. Осы метаболиттер микроағзалардан бөлініп, өсімдіктердің физиологиялық процестеріне әсер етіп, тамыр жүйесінің дамуына және қоректік заттарды тиімді сіңіруге ықпал етеді.

Тұзды ортаға төзімді микроағза штамдарымен арпа тұқымын өңдеу арқылы зерттелген штамдардың басым бөлігі дақылдың морфометриялық көрсеткіштеріне, соның ішінде өскін мен тамырдың өсуіне және тамырша санына әсер еткенін көрсетті.

Қорытынды

Тұқым материалдарының сапасы ауыл шаруашылығы өнімдерінің өнімділігіне тікелей әсер етеді. Өсу энергиясы мен тұқымның өнгіштігінің көрсеткіштері – бұл тұқымның жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін маңызды факторлар. Өсу энергиясы жоғары тұқымдар дұрыс және толық өскіндер береді, бұл өсімдіктердің жақсы өсуі мен дамуын қамтамасыз етеді. Мұндай тұқымдар әсіресе сыртқы жағдайлардың қолайсыздығына қарсы оң нәтиже көрсетеді, себебі олар арамшөптермен бәсекеге түсе алады және қоршаған орта әсерлеріне төзімділіктері жоғары болады. Ал өнімділік көрсеткіші төмен болған жағдайда тұқымдар толыққанды өскіндер

бермейді, бұл егістің өнімділігіне теріс әсерін тигізеді. Өнімділікті арттыру үшін тұқымдардың өнгіштік қабілетінің де маңызы зор. Тамырлардың саны, ұзындығы мен массасы да тұқымның өсу мен дамуының көрсеткіштеріне жатады.

Зерттеу нәтижелері бойынша таңдап алынған штамдар арпаның «Целинный 2005» сұрыпының өсуі мен дамуына әртүрлі әсер ететіні анықталды. Оның ішінде көрсеткіштер бойынша елеулі оң әсерін көрсеткен *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P штамдары келешекте биопрепарат жасау мақсатында таңдап алынды.

Топырақ микроағзалары көптеген әртүрлі биологиялық белсенді заттарды, соның ішінде гибберелиндер, цитокининдер және микробтық фитогормондарды синтездеуге қабілетті. Мұндай заттарды өндіретін бактериялар өсімдіктердің морфофизиологиялық және биохимиялық көрсеткіштеріне әсер етуі мүмкін екенін күтуге болады, оның ішінде фотосинтез жүйесін белсендіру және каротиноидтар, азотетин, диенді конъюгаттар өндірісінің артуы арқылы қорғаныс функцияларын күшейту. Біз таңдаған бактерия штамдары өсімдіктердегі осы заттардың концентрациясына әсер етуі мүмкін.

Зерттеліп отырған микроағзалардың культуралды ерітіндісімен арпа тұқымын өңдеу оның өнуіне және сортаңданған топырақта дақыл көшеттерінің ұзындығының өсуіне оң әсер ететіні анықталды. Жоғарыда айтылған мәліметтерді қорытындылай келе, еліміздің солтүстік аймағында тұзға төзімді микроағзалар негізінде дайындалған биопрепараттарды аймақтың негізгі дақылдардың бірі – арпаны өсіру кезінде қолданудың тиімділігін зерттеу өзекті екендігі анықталды. Бұл сонымен қатар ауылшаруашылық айналымынан шыққан тұзданған жерлерді қалпына келтіру, олардың құнарлылығын қалпына келтіру және қоршаған ортаның экологиялық жағдайын жақсарту үшін қажет. Осылайша, тұзға төзімді микроағзаларды органикалық егіншілік жүйесіне енгізу – топырақтың тұздануына байланысты туындайтын өнімділік мәселелерін экологиялық тұрғыда тиімді шешуге мүмкіндік береді. Келесі зерттеу жұмыстарында тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасының микрофлорасынан бөліп алынған штамдар тұзды топырақтарды биоремедиациялау мақсатында қолданылатын биопрепараттар әзірлеуге ұсынылатын болады.

Авторлардың қосқан үлесі

ГМ, АН, ЭБ: 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

Мақала 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 өңдеудің жаңа технологияларын әзірлеу» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында шығарылды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Исанова, ГТ, Абудувайли, Ц, Мамутов, ЖУ, Калдыбаев, АА, Сапаров, ГА, Базарбаева, ТА. (2017). Засоленные почвы и определение провинции соленакопления на территории Казахстана. *Аридные экосистемы*, 4(73), 35-43.
- 2 Панкова, ЕИ, Конюшкова, МВ, Горохова, ИН. (2017). О проблеме оценки засоленности почв и методике крупномасштабного цифрового картографирования засоленных почв. *Экосистемы: Экология и динамика*, 1(1), 26-54.
- 3 Ashraf, M., Nyla, N., McNeilly, T. (2001). Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid *Brassica* species. *Plant Science*, 160(4), 683-689. DOI:10.1016/S01689452(00)00449-0.
- 4 Guo, J., Shan, Ch., Zhang, Y., Wang, X., Tian, H., Han, G., Zhang, Y., Wang, B. (2022). Mechanisms of Salt Tolerance and Molecular Breeding of Salt-Tolerant Ornamental Plants. *Frontiers in Plant Science*, 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.854116.

5 Caverzan, A., Casassola, A., Brammer, SP. (2016). Reactive oxygen species and antioxidant enzymes involved in plant tolerance to stress. *Abiotic and Biotic Stress in Plants - Recent Advances and Future Perspectives*, 463-480. DOI: 10.5772/61368.

6 Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J.-K., Shabala, S. (2020). Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. *Innovation*, 1, 100017. DOI: 10.1016/j.xinn.2020.100017.

7 Nobili, M., Contin, M., Mondini, C., Brookes, BC. (2001). Soil microbial biomass is triggered into activity by trace amounts of substrate. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(9), 1163-1170. DOI:10.1016/S0038-0717(01)00020-76.

8 Teslya, A., Galaktionova, LV, Tretyakov, NY, Dyachkov, SM, Vasilchenko, AS. (2022). Impact of agricultural land use on distribution of microbial biomass and activity within soil aggregates. *Soil Use and Management*, 39(1). DOI: 10.1111/sum.12844.

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

10 Ившина, И. (2014). *Большой практикум «Микробиология»*, Проспект науки, 112.

11 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.

12 Межгосударственный стандарт. ГОСТ 12036-85 (2011). Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб.

13 Ступина, ЛА. (2020). Влияние препаратов азотфиксирующих бактерий на морфогенетические показатели ярового ячменя. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 1(183), 47-54.

14 Субботин, АМ, Нарушко, МВ, Боме, НА, Петров, СА, Мальчевский, ВА, Габдуллин, МА. (2016). Влияние микроорганизмов из многолетнемерзлых пород на морфофизиологические показатели яровой пшеницы. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 20(5), 666-672. DOI: 10.18699/VJ16.119.

References

1 Isanova, GT, Abuduvajli, C., Mamutov, ZHU, Kaldybaev, AA, Saparov, GA, Bazarbaeva, TA. (2017). Zasolennyye pochvy i opredelenie provincii solenakopleniya na territorii Kazakhstana. *Aridnye ekosistemy*, 4(73), 35-43. [in Russ].

2 Pankova, EI, Konyushkova, MV, Gorohova, IN. (2017). O probleme ocenki zasolennosti pochv i metodike krupnomasshtabnogo cifrovogo kartografirovaniya zasolennykh pochv. *Ekosistemy: Ekologiya i dinamika*, 1(1), 26-54. [in Russ].

3 Ashraf, M., Nyla, N., McNeilly, T. (2001). Comparative salt tolerance of amphidiploid and diploid *Brassica* species. *Plant Science*, 160(4), 683-689. DOI: 10.1016/S01689452(00)00449-0.

4 Guo, J., Shan, Ch., Zhang, Y., Wang, Xi., Tian, H., Han, G., Zhang, Y., Wang, B. (2022). Mechanisms of Salt Tolerance and Molecular Breeding of Salt-Tolerant Ornamental Plants. *Frontiers in Plant Science*, 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.854116.

5 Caverzan, A., Casassola, A., Brammer, SP. (2016). Reactive oxygen species and antioxidant enzymes involved in plant tolerance to stress. *Abiotic and Biotic Stress in Plants - Recent Advances and Future Perspectives*, 463-480. DOI: 10.5772/61368

6 Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J.-K., Shabala, S. (2020). Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. *Innovation*, 1, 100017. DOI: 10.1016/j.xinn.2020.100017.

7 Nobili, M., Contin, M., Mondini, C., Brookes, BC. (2001). Soil microbial biomass is triggered into activity by trace amounts of substrate. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(9), 1163-1170. DOI:10.1016/S0038-0717(01)00020-76.

8 Teslya, A., Galaktionova, LV, Tretyakov, NY, Dyachkov, SM, Vasilchenko, AS. (2022). Impact of agricultural land use on distribution of microbial biomass and activity within soil aggregates. *Soil Use and Management*, 39(1). DOI: 10.1111/sum.12844. [in Russ].

9 Halilov, IM, Kadyrova, GH, SHakirov, ZS. (2019). Izuchenie rostostimuliruyushchih svojstv mestnykh shtammov *Bacillus thuringiensis* na razlichnykh pitatel'nykh sredah. *DAN RUZ*, 4, 64-67. [in Russ].

10 Ivshina, I. (2014). *Bol'shoi praktikum «Mikrobiologiya»*. Prospekt nauki, 112. [in Russ].

11 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.

12 Mezhgosudarstvennyi standart. GOST 12036-85 (2011). Semena sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Pravila priemki i metody otbora prob.

13 Stupina, L.A. (2020). Vliyanie preparatov azotfiksiruyushchih bakterij na morfogeneticheskie pokazateli yarovogo yachmenya. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 1 (183), 47-54. [in Russ].

14 Subbotin, AM, Narushko, MV, Bome, NA, Petrov, SA, Mal'chevskii, VA, Gabdullin, MA. (2016). Vliyanie mikroorganizmov iz mnogoletnemmerzlyh porod na morfofiziologicheskie pokazateli yarovoi pshenicy. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selekcii*, 20(5), 666-672. DOI 10.18699/VJ16.119. [in Russ].

Влияние солеустойчивых микроорганизмов на рост и развитие семян

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

Аннотация

Предпосылки и цель. До настоящего времени роль современных микробиологических методов в регулировании плодородия почвы, физиолого-биохимические особенности сельскохозяйственных культур и механизмы управления процессами обмена веществ в растительном организме были достаточно доказаны. Важность регулирования интенсивности поглощения питательных веществ из почвы, а именно повышения усвоения питательных веществ через корневую систему путём увеличения активности почвенных микроорганизмов, является актуальной задачей в развитии органического сельского хозяйства. Одним из наиболее перспективных направлений совершенствования производства продукции растениеводства является исследование закономерностей формирования микробно-растительных систем и путей повышения их эффективности.

Цель исследования – определить свойства штаммов, выделенных из микрофлоры засоленных почв Северного Казахстана, по активизации роста зерновых культур.

Материалы и методы. В ходе работы изучались активизирующие свойства солеустойчивых штаммов при лабораторном выращивании семян ячменя сорта «Целинный 2005». Для этого семена обрабатывали культуральными фильтратами микроорганизмов (титр 10^6 кл/мл) в течение 24 часов, контрольный образец замачивался в дистиллированной воде. Всхожесть семян определялась путём подсчёта нормальных проростков через 7 суток после проращивания при комнатной температуре, а также рассчитывались показатели всхожести и интенсивности роста по формуле.

Результаты. Микроорганизмы, выделенные из ризосферы солеустойчивых растений Северного Казахстана, были исследованы в 2024 году в лаборатории биотехнологии микроорганизмов ТОО «БИО-КАТУ». Оценивалось их влияние на прорастание семян ячменя сорта «Целинный 2005», в результате чего были отобраны 6 культур.

Закключение. Исследование влияния выделенных штаммов на параметры роста семян ячменя сорта «Целинный 2005» в условиях *in vitro* показало, что они оказывают положительное влияние на качество семян. Обработка семян культуральными фильтратами привела к увеличению всхожести в 1,67 раза, интенсивность роста повысилась в 1,25 раза. Длина корней увеличилась до 37%, а рост проростков – примерно на 9,5%.

По итогам работы были отобраны штаммы *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P, которые в дальнейшем будут использоваться при создании биопрепаратов и консорциумов для восстановления засоленных почв.

Ключевые слова: микроорганизм; ростстимуляция; ячмень; всхожесть; культура; штамм.

Effect of salt-tolerant microorganisms on the growth and development of seeds

Gulzhanat T. Maxutbekova, Ainash P. Nauanova, Elmira M. Baimbetova

Abstract

Background and Aim. The role of modern microbiological methods in regulating soil fertility, understanding the physiological and biochemical characteristics of agricultural crops, and managing metabolic processes in plant organisms has been well-established to date. The importance of regulating the intensity of nutrient absorption from the soil, specifically by enhancing nutrient absorption through the root system by increasing the activity of soil microorganisms, is a relevant task in the development of organic agriculture.

The aim of this study is to evaluate the growth-promoting properties of strains isolated from the microflora of saline soils in Northern Kazakhstan for stimulating cereal crop growth.

Materials and Methods. The study investigated the growth-stimulating properties of salt-tolerant strains under laboratory conditions using Tselinny 2005 barley seeds. For this, the seeds were treated with microbial culture filtrates (titer 100 CFU/mL) for 24 hours, while the control sample was soaked in distilled water. Seed germination was assessed by counting the normal seedlings seven days after germination at room temperature. Additionally, germination and growth intensity rates were calculated using a specific formula.

Results. The microorganisms isolated from the rhizosphere of salt-tolerant plants of Northern Kazakhstan were studied in 2024 at the Microorganism Biotechnology Laboratory of 'BIO-KATU' LLP. Their impact on the germination of barley seeds of the "Tselinnyi 2005" variety was evaluated, leading to the selection of six strains.

Conclusion. The study of the effect of the isolated strains on the growth parameters of barley seeds of the "Tselinnyi 2005" variety under in vitro conditions showed that they have a positive impact on seed quality. Treatment of the seeds with cultural filtrates resulted in a 1.67-fold increase in germination, while the growth intensity increased by 1.25 times. The root length increased by up to 37%, and the seedling growth was enhanced by approximately 9.5%.

As a result of the study, the strains *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, and *Streptomyces europaeiscabiei* 85P were selected, which will be further used in the development of biopreparations and consortia for the restoration of saline soils.

Keywords: microorganism; growth stimulation; barley; germination; culture; strain.