



ХҒТАР 68.05.29
Ғылыми мақала

<https://doi.org/10.32523/2616-7034-2024-148-3-94-107>

Солтүстік Қазақстан аймағының әртүрлі топырақ типтеріндегі азот бекітуші микроағзалардың таралуы

А.Н. Қонқыбаева*¹, А.П. Науанова^{1,2}

¹Био-КАТУ, Астана, Қазақстан

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

*Байланыс үшін автор: adina.kon@mail.ru

Аңдатпа. Топырақтың құнарлылығын, ауылшаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыру және дәнді дақылдардың ауруларының таралуын азайту үшін топырақ микроорганизмдері негізіндегі биологиялық препараттарды пайдалану перспективті және экологиялық таза бағыттардың бірі болып табылады. Бұл өз кезегінде қазақстандық тиімділігі жоғары биологиялық препараттарды жасау, бағалау және өндіріске енгізу бойынша кешенді жұмысты талап етеді. Мақалада Солтүстік Қазақстан аймағының әртүрлі топырақ типтерінің суспензияларын сериялық сұйылту әдісімен себу арқылы анықталған азот бекітуші бактериялар мен актиномицеттердің таралуы туралы деректер келтірілген. Қатты қоректік орталарда азот бекітуші бактериялар мен актиномицеттердің 100-ден астам жаңа штамдары бөлініп алынды. Биотыңайтқышты жасау мақсатында бөлініп алынған азот бекітуші бактериялар мен актиномицеттердің патогенділігі мен өсу қарқындылығы зерттеліп, олардың культуралды-морфологиялық сипаттамалары да келтірілді. Әрі қарай зерттеу үшін ең белсенді №21S, №19S, №31S, №91S, №3S, №56S, №51S, №62S, №55S, №70S, №53S, №20S, №2S, №81S, №7S, №54S, №57S, №35S, №84S, №22S, №9S, №12S, №8S, №10S, №69S, №52S, №49S, №11S, №6S, №59S 30 штам таңдалды. Олар биологиялық препарат жасау үшін пайдаланылады. Болашақта бұл штамдар өсуді ынталандырушы, фунгицидтік және т.б. қасиеттері бойынша зерттелетін болады, сонымен қатар ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігін және фитосанитарлық қауіпсіздігін арттыра алатын азот бекітуші бактериялар және актиномицеттер негізіндегі биологиялық препараттарды алудың микробиологиялық технологиясын жасауда қолданылатын болады.

Түйін сөздер: актиномицеттер, азот бекітуші бактериялар, микробиологиялық препараттар, топырақ.

Түсті: 12.05.2024; Мақұлданды: 27.06.2024; Онлайн қолжетімді: 27.09.2024

Кіріспе

Органикалық ауыл шаруашылығы халықаралық федерациясының мәліметтері бойынша әлемде органикалық өндірістегі жер көлемі үздіксіз өсіп келеді. **2022 жылы дүниежүзілік органикалық егіншілік көлемі 20 миллион гектардан асып 96 миллион гектарға жетті.** Өсімдіктердің өсуі мен өнімділігін, сондай-ақ стреске төзімділікті жақсарту үшін синтетикалық химиялық заттардың орнына табиғи органикалық тыңайтқыштармен немесе микроб текті биотыңайтқыштармен алмастыруды қамтиды [1,2]. Биологиялық және органикалық тыңайтқыштар нанобөлшектерді биосинтездей алу қабілетіне байланысты өз кезегінде синтетикалық тыңайтқыштар мен фунгицидтерді қолдануды азайтады [3]. Мысалы, актиномицеттер әртүрлі антибиотиктерді және өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін заттарды бөліп шығарады, ал азот бекітуші бактериялар «азотты биологиялық жолмен бекіту» арқылы азот молекуласын өсімдіктер сіңіре алатын аммиакқа айналдырады. Сонымен қатар азот бекітуші бактериялар өсімдік гормондарын түзу арқылы тамыр жүйесінің өсуін ынталандырады, соған байланысты өсімдіктің қоректік заттар мен суды сіңіру қабілетін жақсартады [4].

Бүгінгі таңда өндірістік жағдайда азот бекітуші бактериялар негізінде жасалған Флавобактерин (*Flavobacterium Sp.*), Агрофил (*Agrobacterium radiobacter*), Мизорин (*ArtrobactermySorenS*), Азоризин (*Azospirillum lipoferum*) сияқты биотыңайтқыштар қолданылады. Бұл препараттар ауыл шаруашылығы дақылдарының басым бөлігіне оңтайлы әсер етеді [5]. Азот бекітуші бактериялардан жасалған биотыңайтқыштарды пайдалану бидай өнімділігін бақылаумен салыстырғанда 13-28%-ға арттырған, сондай-ақ дәндегі ақуыз мөлшерін 4-7% жоғарылатқан [6, 7].

Дақылдарды актиномицеттермен өңдеу гибберелин қышқылы есебінен өсімдіктердің өсуін жақсартады. Мысалы *Glomus mosseae* түріне жататын актиномицеттер анар (*Púnica granátum*) өскіндері мен тамырының өсуін жақсартып, биомассаны 68-77%-ға арттырған [8]. Сондай-ақ *Streptomyces* тұқымдасына жататын актиномицеттер сидерофтарды түзу қабілетіне байланысты қызанақтың жүгерінің қарқынды өсуіне ықпал етеді. *Actinomadura*, *Micromonospora*, *Streptosporangium* және *Nocardia* сияқты актиномицеттердің басқа тұқымдастары сілтілі немесе қышқыл фосфатаза ферменттерінің секрециясы арқылы органикалық фосфаттың минералдануын жақсартады [9, 10].

Биотехнологияның әртүрлі салаларының маңыздылығына қарамастан азот бекітуші бактериялар мен актиномицеттердің әртүрлілігі мен таралуы туралы ақпарат көптеген ірі географиялық аймақтар үшін өте шектеулі. Қазақстан топырағында азот бекітуші бактериялар және актиномицеттердің таралуы туралы зерттеулер өткен ғасырдың 70-жылдарында негізінен оңтүстік аймақтарда зерттеліп, Солтүстік Қазақстанның топырақтары мүлде зерттелмеген күйінде қалды [11]. Бұл микроағзалардың дәнді дақылдардың саңырауқұлақ ауруларына қатысты антагонистік қасиеттері жеткілікті түрде зерттелмегенін атап өткен жөн. Зерттеу жұмысы барысында алынатын нәтижелерді Солтүстік Қазақстан жағдайында ғана емес, сонымен қатар Қазақстанның басқа аймақтары мен Орталық Азияда қолдану мүмкіншілігі туындайды.

Бұл жұмысты іске асырудың басты мақсаты – Солтүстік Қазақстанның әртүрлі топырақ типтерінің микробиологиялық құрамын зерттеп, азот бекітуші бактериялар мен актиномицеттердің таза культура штамдарын бөліп алу. Олардың өсу жылдамдығы мен патогенділігін зерттеп, биотыңайтқыш құру мақсатында ең белсенді штамдарды таңдап алу саналады.

Топырақтың құнарлылығын, дақыл өнімділігін арттыруда және дәнді дақылдардың саңырауқұлақ ауруларының таралуын азайтуда топырақ микроағзалары негізіндегі биологиялық өнімдерді пайдалану болашағы зор және экологиялық таза бағыттардың бірі болып табылады. Бұл өз кезегінде тиімділігі жоғары қазақстандық биологиялық препараттарды жасау, бағалау және өндіріске енгізу бойынша кешенді жұмысты қажет етеді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зертханалық тәжірибелер «Био-КАТУ» ЖШС микроағзалар биотехнологиясы зертханасында жүргізілді. Ғылыми-зерттеу жұмысы жалпы микробиологиялық әдістерді пайдалана отырып жүргізілді, патогенділікті анықтау – сарыуыз-тұзды агарда өсіру арқылы, өсу жылдамдығын – биомасса тұзу қарқындылығын бақылай отыра жүзеге асырылды.

Топырақ үлгілерін алу конверт әдісімен жүргізілді (0-10, 10-20, 20-30 см), барлық жұмыстар барысында максималды стерильділікті сақталды (арнайы киімнің болуы, пышақ пен шпательді спиртпен сүрту, стерильді пакеттердің болуы). Топырақ суспензиясын сұйылту әдісімен тығыз қоректік ортаға себу арқылы, топырақ микроағзаларының саны мен құрылымы анықталды [12]. Азоттың органикалық түрін пайдаланатын бактериялар саны ет пептонды агарда (ЕПА); азоттың минералды көзін пайдаланатын бактериялар мен актиномицеттер крахмал аммиакты агарда (КАА); азот бекітуші бактериялар –Эшби қоректік ортасында; жіпшелі саңырауқұлақтары – қышқылданған Чапек-Докс (ЧД) қоректік ортасында; аэробты целлюлоза ыдыратушы микроағзалар – Гетчинсон қоректік ортасында анықталды, содан кейін бактерияларға, саңырауқұлақтарға және актиномицеттерге ажыратылды [13]. Жалпы микроағзалар саны өсіп шыққан колониялар саны бойынша есептелді, 1 мл-дегі колония түзуші бірлік (КТБ) мөлшері (1) формула бойынша анықталды:

$$M = a \times 10^n / V, \quad (1)$$

ондағы a – өсіп шыққан колония саны;

10^n – сұйылту саны;

V – себу мөлшері (0,1 мл).

Бұл жұмыста Солтүстік Қазақстанның 6 түрлі топырақ үлгілері зерттелді:

1. Ақмола облысы Шортанды ауданы, Научный кенті, А.И. Бараев атындағы АШҒӨО оңтүстік қара топырағы;

2. Ақмола облысы, Бурабай ауылының кәдімгі қара топырағы;

3. Ақмола облысы, Зеренді ауданы, «Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы» ЖШС кәдімгі қара топырағы;

4. Қарағанды облысы Осакаров ауданы, «Найдоровское» ЖШС күңгірт қара-қоңыр топырағы.

5. Ақмола облысы, Целиноград ауданы, Қажымұқан ауылының кебір топырақтары;

6. Ақмола облысы, Целиноград ауданы, «Ақмола-Феникс» АҚ күңгірт қара қоңыр топырақтары.

Таза микроағза культураларын алу бойынша олардың азот бекітуші, өсуді ынталандырушы және патогендік қасиеттерін зерттеу жұмысы жүргізілді.

Азот бекітуші микроағзалардың таза культурасын бөліп алу үшін Эшби мен Гаузе селективті қоректік орталарына қайта себілді.

Гаузе мен Эшби қоректік орталары микроағзалардың белгілі бір түрін бөліп алу үшін пайдаланылады, олардың өсуіне қолайлы жағдай жасап, олармен қатар өзге микроағзалардың өсуін тежейді. Белгілі бір антибиотиктер, тұздар және рН өзгерістері қосылған кезде орталар селективті болады.

Кейбір микроағзалар патогендік сипатта болуы мүмкін. Осы себепті бөліп алынған микроағзалардың патогенділігін тексеру үшін сарыуыз-тұзды агарға себу жұмысы жүргізілді. Жұмыртқаның сары эмульсиясын қосу микроағзалардың липаза белсенділігін анықтауға мүмкіндік береді.

Биотыңайтқыш жасау үшін өсу жылдамдығы жақсы штамдарды таңдау маңызды себебі бұл биологиялық тыңайтқышты дайындау шығындарын және сәйкесінше оның құнын азайтады. Өсу жылдамдығын – штамдардың биомасса түзу қарқындылығын бақылау арқылы жүзеге асырылды.

Бастапқы ақпаратты жинау бақылау және эксперимент әдістерімен жүзеге асырылып, барлық деректер зертханалық журналдарға жазылып, содан кейін электронды нұсқасы жасалды.

Зерттеу нәтижелері

Микробиологиялық талдау нәтижелері бойынша оңтүстік қара және кәдімгі қара топырақтарда ЕПА-да өсетін аммонификациялаушы бактериялар өте кең таралғаны анықталды (1 кесте), КТБ 20,0 млн/г-нан 70,0 млн/г-ға дейін өзгереді. Ал күңгірт қара қоңыр топырақта аммонификациялаушы бактериялардың саны төмен 3,5-9,0 млн /г болды.

Азоттың минералды формасын сіңіретін бактериялар топырақтың барлық түрлерінде кездесті, алайда микроағзалардың бұл тобы органикалық заттарға бай бейтарап немесе сілтілі топырақты жақсы көреді. Микроағзалардың жоғары саны оңтүстік қара және күңгірт қара-қоңыр топырақтарда байқалады («Ақмола-Феникс» АҚ) 41,3-30,5 млн/г.

Топырақ актиномицеттерінің максималды саны Гаузе қоректік ортасында өсірілген кебір және оңтүстік қара топырақтарда байқалады (140,5-576,0 млн/г). Гетчинсон қоректік ортасында актиномицеттер саны біртіндеп азаяды, кебір топырақта жіпшелі саңырауқұлақтары көп мөлшерде болды.

Зерттелген топырақ үлгілеріндегі Чапек-Докс қоректік ортасында өсетін саңырауқұлақтардың саны салыстырмалы түрде аз. Барлық нұсқалар саңырауқұлақтардың аз мөлшерін көрсетті, бұл топырақтың қатты кебуімен байланысты болуы мүмкін. Саңырауқұлақтардың саны 54,0-1,0 млн/г құрады, күңгірт қара-қоңыр топырақта бактериялардың саны біршама өсті 82,6 млн/г.

Азот бекітуші микроағзалар Ақмола облысы Зеренді ауданының «Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы» ЖШС-нен іріктеп алынған кәдімгі қара топырақтарда басым болды, ондағы КТБ 136-ға дейін жетеді, ал кебір топырақта олардың саны 4,0 КТБ/г дейін азаяды.

Кесте 1

Солтүстік Қазақстан топырағының микробиологиялық талдауы, 2023 ж.

Топырақ типі	ЕПА	КАА	Гаузе			Гетчинсон		Чапек-Докс			Эшби
	Б,млн/г	Б,млн/г	Б,млн/г	А.мың/г	С.мың/г	А.мың/г	С.мың/г	Б,млн/г	А.мың/г	С.мың/г	Б,млн/г
Оңтүстік қара топырақ	20,0	41,3	138,3	38,5	-	66,7	-	13,7	1	1,7	22,0
Кәдімгі қара топырақ (Бурабай ауылы)	60,0	7,0	13,0	12,7	-	23,0	0,7	-	-	1,0	136,0
Кәдімгі қара топырақ «Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы» ЖШС	70,0	1,0	-	140,5	-	11,0	1,0	77,0	-	-	50,0
Күңгірт қара-қоңыр топырақ «Найдоровское» ЖШС	9,0	5,0	-	56,5	-	25,0	-	82,0	-	-	4,5
Кебір	9,5	8,0	3,5	576,0	1,0	4,0	134,0	-	35,0	54,0	4,0
Күңгірт қара-қоңыр топырақ «Ақмола-Феникс»	3,5	30,5	16,5	7,5	1,5	6,5	4,0	18,5	10,5	1,5	13,5
Ескерту: Б – бактериялар; А – актиномицеттер; С – саңырауқұлақтар;											

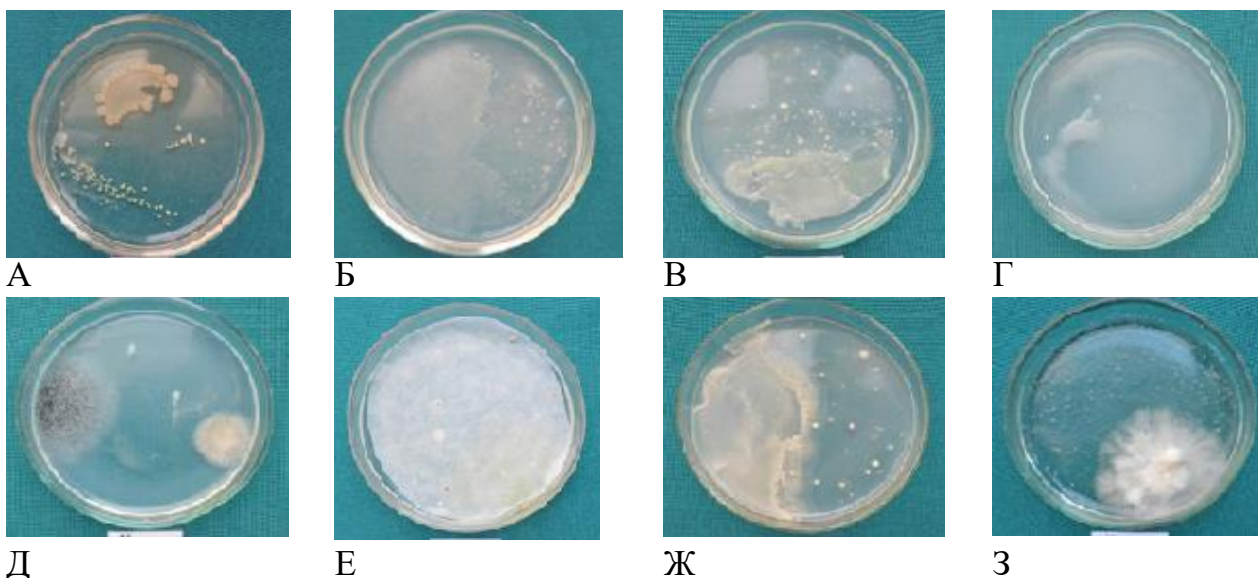
Солтүстік Қазақстан топырағындағы микроағзалардың түрлік құрамы топыраққа органикалық қосылыстарды енгізуіне, сондай-ақ сыртқы ортаның ылғалдылық және температура көрсеткіштеріне байланысты өзгеріп отырды. Солтүстік Қазақстан аймағының топырақтары азоттың органикалық түрлерін тұтынатын (ЕПА) және азот бекітуші бактерияларға (Эшби) бай екені анықталды. Сонымен қатар Гаузе және ЧД қоректік орталарында өсетін актиномицеттер де көптеп анықталса, ал жіпшелі саңырауқұлақтардың аз мөлшерде кездесуі байқалды (сурет 2).

Микробиологиялық талдаулар нәтижесінде микроағзалардың әртүрлі топтарына жататын 101 штамм бөлініп алынды. ЕПА-дан бөлініп алынған штамм колониялары негізінен беті дөңес, шеттері тегіс, түсі ақтан қоңырға дейін өзгерді. Колония диаметрі 2-5 мм, құрылымы біртекті және ұсақ түйіршікті, бетінің оптикалық қасиеттері бойынша көптеген штамдары жарық өткізді. Шырышты және тығыз консистенциядағы колониялар түзеді.

Эшби селективті қоректік ортасынан бөлініп алынған штамдардың беті көбінесе дөңес, күңгірт түсті, тегіс жиекті колония тән. Колониялардың диаметрі 2-4 мм. Құрылымы біртекті және ірі түйіршікті, микроағзалардың көптеген штамдарының беттерінің оптикалық қасиеттері бойынша бұлыңғыр, кейбір штамдар жарықты өткізеді. Консистенциясы паста тәрізді және құрғақ болды.

Гетчинсон қоректік ортасынан бөлініп алынған микроағзалардың штамдарының беті тегіс, колониялары ұнтақ тәрізді, шеттері тегіс, түсі негізінен ақ немесе сұр түсті. Колонияларының диаметрі 2-5 мм аралығында, құрылымы біртекті, ірі түйіршікті, көптеген штамдардың беттерінің оптикалық қасиеттері бұлыңғыр, кейбіреулері жарық өткізеді. Консистенциясы шырышты және құрғақ келеді.

КАА қоректік ортасынан бөлініп алынған штамдардың беті негізінен дөңес, құрылымы ұнтақ тәрізді, тегіс жиекті, ашық сарғыш түсті колониялар тән, диаметрі 2-4 мм, құрылымы біртекті, ірі түйіршікті, бетінің оптикалық қасиеттері бойынша жарықты өткізеді. Консистенциясы шырышты немесе паста тәрізді болып келеді.



Сурет 1. Солтүстік Қазақстан топырағындағы топырақ микроағзалары. А-ЕПА: оңтүстік қара топырақ; Б-КАА: кәдімгі қара топырақ; В-Гаузе: күңгірт қара-қоңыр топырақ; Г-Эшби: кәдімгі қара топырақ; Д-Чапека-Докс: Кебір; Е-Гетчинсон: күңгірт қара-қоңыр топырақ; Ж-Гаузе: күңгірт қара-қоңыр топырақ; З-Чапек-Докс: кәдімгі қара топырақ

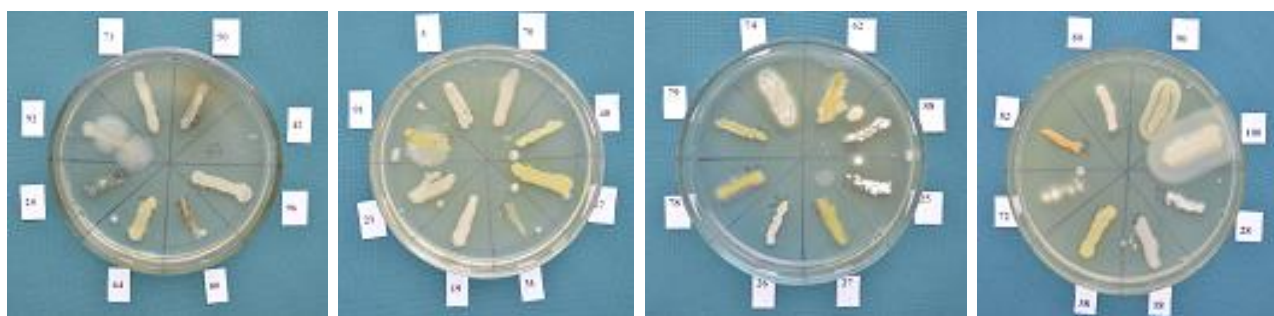
Бөлінген микроағзаларды өсіру Эшби тығыз селективті қоректік ортада 25-30°C температурада жүргізілді. Әрі қарай зерттеу үшін биомассаны қарқынды түзе алатын штамдар таңдалды. Алайда кейбір штамдар патогендік сипатта болуы мүмкін. Осы себепті бөліп алынған микроағзалардың патогенділігін тексеру үшін сарыуыз-тұзды агарға себілді (2 кесте). Жұмыртқаның сары эмульсиясын қосу микроағзалардың липаза белсенділігін анықтауға мүмкіндік береді. Тұзды ортадағы эмульсия мөлдір болады, сондықтан колониялардың айналасында липаза белсенділігі болған кезде бұлыңғырлық пайда болады немесе сары мөлдір емес аймақ пайда болады (2 сурет).

Кесте 2

Солтүстік Қазақстанның әртүрлі топырақ түрлерінен бөлініп алынған бактериялардың патогенділігі мен өсу қарқындылығын анықтау

Штамм №	Сары-уыз-тұзды агардағы патогенділік	Өсу жылдамдығы	Штамм №	Сары-уыз-тұзды агардағы патогенділік	Өсу жылдамдығы	Штамм №	Сары-уыз-тұзды агардағы патогенділік	Өсу жылдамдығы
1 S	-	++-	34 S	-	++-	67 S	++-	-
2 S	-	+++	35 S	-	+++	68 S	---	-
3 S	-	+++	36 S	-	---	69 S	+++	-
4 S	-	---	37 S	-	++-	70 S	+++	-
5 S	-	---	38 S	-	++-	71 S	---	-
6 S	-	+++	39 S	-	++-	72 S	++-	-
7 S	-	+++	40 S	-	---	73 S	++-	-
8 S	-	+++	41 S	-	++-	74 S	---	+
9 S	-	+++	42 S	-	++-	75 S	++-	-
10 S	-	+++	43 S	-	---	76 S	++-	-
11 S	-	+++	44 S	-	++-	78 S	++-	-
12 S	-	+++	45 S	-	++-	79 S	---	-
13 S	-	++-	46 S	-	---	80 S	++-	-
14 S	-	---	47 S	-	++-	81 S	+++	-
15 S	-	++-	48 S	-	---	82 S	++-	-
16 S	-	---	49 S	-	+++	83 S	---	-
17 S	-	++-	50 S	-	++-	84 S	+++	-
18 S	-	---	51 S	-	+++	85 S	++-	+
19 S	-	+++	52 S	-	+++	86 S	++-	-
20 S	-	+++	53 S	-	+++	87 S	---	-
21 S	-	+++	54 S	-	+++	88 S	++-	-
22 S	-	+++	55 S	-	+++	89 S	---	-

23 S	-	++-	56 S	-	+++	90 S	++-	-
24 S	-	++-	57 S	-	+++	91 S	+++	-
25 S	-	---	58 S	-	++-	92 S	++-	+
26 S	-	++-	59 S	-	+++	93 S	---	-
27 S	-	++-	60 S	-	++-	94 S	++-	-
28 S	-	---	61 S	-	++-	95 S	---	-
29 S	-	++-	62 S	+	+++	96 S	++-	-
30 S	-	++-	63 S	-	++-	97 S	+++	-
31 S	-	+++	64 S	-	---	98 S	++-	-
32 S	-	---	65 S	-	++-	100 S	---	+
33 S	-	---	66 S	-	---			
+- оң, -- теріс								
ескерту: +++ -күшті, ++- - орташа, +- -әлсіз, --- - белсенділік жоқ								



Сурет 2. Микроағзалар штамдарының патогенділігін сарыуыз-тұзды агарда (СТА) зерттеу

Зерттеу нәтижелері бойынша №62S, №74S, №85S, №92S, №100S штамдары ықтимал патогенділігіне байланысты алдағы зерттеулерден алынып тасталды. Биотыңайтқыш жасау үшін биомасса жинау жылдамдығы жақсы штамдарды таңдау маңызды, бұл биологиялық тыңайтқышты дайындау шығындарын және сәйкесінше оның құнын азайтады. Биомассаның қарқынды жинақталуы №21S, №19S, №31S, №91S, №3S, №56S, №51S, №62S, №55S, №70S, №53S, №20S, №2S №81S, №7S, №54S, №57S, №35S, №84S, №22S, №9S, №12S, №8S, №10S, №69S, №52S, №49S, №11S, №6S, №59S штамдарында байқалды. Қалған штамдар орташа, әлсіз немесе мүлдем биомасса түзбеді.

Талқылау

Биологиялық ауыл шаруашылығы бағытында микроб текті тыңайтқыштар дақылдарды өсіру технологиясында қолданылады. Топырақ микроағзалары өсімдіктерге сіңімді минералды қоректік элементтердің көзі және оларды аурулар мен зиянкестерден қорғайтын әртүрлі антибиотик заттарды бөліп шығару қабілетіне ие. Топырақтағы микроағзалар минералды және органикалық заттарының құрамындағы қоректік

заттарды өсімдікке сіңімді түрге айналдырады. Микроағзалардың метаболиттерінде тек қоректік элементтер ғана емес, сонымен қатар өсімдіктердің өсуі мен дамуын ынталандыратын (дәрумендер, ауксиндер, гиббереллиндер және т.б.) заттар болады. Мысалға, *Bacillus subtilis* тұқымдасына жататын бактериялар фомоз немесе пероноспороз сияқты саңырауқұлақ ауруларының алдын алуға көмектеседі [14]. *Trichoderma harzianum* тұқымдасына жататын саңырауқұлақтар тамыр шірігі ауруының қоздырғыштарын басуға көмектеседі [15]. *Azotobacter chroococcum* әртүрлі инфекциялардан қорғану үшін өсімдіктің иммундық жүйесін жақсартады [16]. Осылайша, өсімдіктің ризосфера аймағында қолайлы жағдайлар қалыптастыру арқылы олар биотыңайтқыштар мен пестицидтер қызметін атқаратын мүмкіндігі туады [17,18].

Пигорев И.Я., Тарасов С.А. ауыр құмбалшықты қара топырақ жағдайында бидай тұқымдарын себу алдында Витазим (*Pseudomonas aureofaciens*) өсу ынталандырғышымен өңдеу бақылаумен салыстырғанда құрғақ биомассаны өсіп-даму кезеңінде орташа есеппен 75г/м² арттырды [19].

Рязань облысы жағдайында жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша Метабактерин (*Bacillus megaterium SubSp.terra*), Актарофит 1,8, Амино (*Azotobacter vinelandii AV42Ж*), биотыңайтқыштары жаздық бидай және арпаның септориоз ауруына шалдығуын тежеген. Ауру таралу көрсеткіші масақтану кезеңінде 5,3-11,3% болса, сүттеніп пісу кезеңінде – 9,3-14,9% жеткен бұл бақылаумен салыстырғанда 22-30% төмен [20].

Күрделі микроб текті «MaClR» (*Brevibacillus parabrevis 11A/2*) биотыңайтқышы көкжидек (*Vaccinium myrtillus*) және мүкжидектің (*Oxycoccus palustris*) өсуін біршама ынталандырған. Оны қолданылу кезінде, тамыр бетіндегі азот бекітуші микроағзаларды қарқынды көбейіп, күшті тамыр жүйесінің қалыптасуына ықпал етті. Биотыңайтқыш қолданылған нұсқаларда тамыр массасы бақылаумен салыстырғанда 20 есе жоғары, өсімдік көлемі 53-96%-ға артық болды. Азот бекітуші *Rahnella Aquatilis BIM V-704D* және фосфат мобилизациялаушы *Pseudomonas putida BIM V-702D* бактериялары негізінде жасалған «Бактопин» биотыңайтқышы сәндік гүлдің (*Tagetes patula*) өсуін 97,3-106,2% арттырып, бүршіктену және гүлдену фазаларын жеделдетеді [21].

Жүргізілген зерттеулер бойынша патогенділік пен өсу қарқынының қасиеттерін негізге ала отырып, биотыңайтқыш әзірлеу жұмыстарының алдағы уақыттағы зерттеулеріне ең белсенді 30 штамм коллекцияға толықтырылды.

Қорытынды

«БИО-КАТУ» ЖШС микробиология зертханасында микроағзалардың жаңа штамдарын бөліп алу мақсатында Солтүстік Қазақстандағы әртүрлі топырақ типтерінің микрофлорасы зерттелді. Оңтүстік қара және күңгірт қара – қоңыр топырақтарда азот бекітуші бактериялар басым, олардың саны 136x10⁶ КТБ/мл дейін жетеді. Кәдімгі қара топырақ пен сортаң топырақ актиномицеттерге бай, олардың саны 576x10³ КТБ/мл дейін жетеді. Микроағзалардың жаңа штамдарының культуралық-морфологиялық қасиеттері сипатталған. Бөлініп алынған штамдар өсу жылдамдығы және патогенділігі бойынша да зерттелді. Тәжірибе нәтижелері бойынша №62S, №74S, №85S, №92S, №100S штамдары патогенділікке ықтималдығы бойынша алынып тасталды. Биомасса жинау қарқындылығы №21S, №19S, №31S, №91S, №3S, №56S, №51S, №62S, №55S, №70S, №53S,

№20S, №2S, №81S, №7S, №54S, №57S, №35S, №84S, №22S, №9S, №12S, №8S, №10S, №69S, №52S, №49S, №11S, №6S, №59S штамдарында ең жақсы көрсеткішке ие болды. Патогенділігі мен өсу қарқынын зерттеу негізінде әрі қарай биотыңайтқыш әзірлеу үшін ең белсенді 30 штамм таңдалды.

Қаржыландыру

Бұл мақала Қазақстан Республикасы Жоғары Білім және ғылым министрлігінің 2023-2025 жылдарға арналған ЖТН №BR21882327 «Ауыл шаруашылығы өнімдерін органикалық өндіру мен қайта өңдеудің жаңа технологияларын дамыту» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында шығарылды.

Мүдделер қақтығысы

Біз мүдделер қақтығысының жоқтығын жариялаймыз.

Авторлардың қосқан үлесі

Науанова А.П.: тұжырымдаманы дайындау, нәтижелерді өңдеу, нәтижелерді ғылыми түсіндіру.

Қоңқыбаева А.Н.: зертханалық жұмыстарды орындау, нәтижелерді өңдеу, мақала жазу.

Бұл ғылыми мақала бұрын жарияланбаған және басқа баспаларда қаралмағанын мәлімдейміз.

Әдебиеттер тізімі

1. Gardner T. et al. Soil rhizosphere microbial communities and enzyme activities under organic farming in Alabama // Diversity. – 2011. – Vol. 3. – № 3. – P. 308-328. <https://doi.org/10.3390/d3030308>
2. Bhatti A.A., Haq S., Bhat R.A. Actinomycetes benefaction role in soil and plant health // Microbial Pathogenesis. – 2017. – Vol. 111. – P. 458-467. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.09.036>
3. Kamel Z., Saleh M., El Namoury N. Biosynthesis, characterization, and antimicrobial activity of silver nanoparticles from actinomycetes // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – № 1. – P. 119-127.
4. Imran A. et al. Diazotrophs for lowering nitrogen pollution crises: looking deep into the roots // Frontiers in Microbiology. – 2021. – Vol. 12. – P. 63781.
5. Петрова С.Н., Парахин Н.В. Микробные препараты как способ формирования эффективных растительно-микробных систем // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №2(6) - 2013. С.86-91.
6. Курсакова В.С., Драчев Д.В. Роль микробных азотфиксирующих препаратов и азотных удобрений в формировании урожайности мягкой яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета №8 (46), 2008. – С.16-20.
7. Петрова С.Н., Парахин Н.В. Энергосбережение в растениеводстве на основе растительно-микробных взаимодействий // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012, №3. – С.18-20.
8. Poovarasan S., Mohandas S., Paneer Selvam P., Saritha B., Ajay K.M. Mycorrhizae colonizing actinomycetes promote plant growth and control bacterial blight disease of pomegranate (*Punica*

granatum L. cv Bhagwa) // Crop Protection. – 2013. – Vol. 53. – P. 175-181. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.07.009>

9. SouSa C.d.S., SoareS A.C.F., Garrido M.d.S. Characterization of Streptomyces with potential to promote plant growth and biocontrol // Scientific Agriculture. – 2008. – Vol. 65. – P. 50-55. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000100007>

10. Warrad M., HaSSan Y.M., Mohamed M.S.M., Hagagy N., Al-Maghrabi O.A., Selim S., Saleh A.M., AbdElgawad H. A Bioactive Fraction from Streptomyces sp. Enhances maize tolerance against drought stress // Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2020. – Vol. 30. – P. 1156-1168. <https://doi.org/10.4014/jmb.2003.03034>

11. Карагуйшиева Д. Свободноживущие азотфиксаторы почв Казахстана (азотобактер и микобактерии). Алма-Ата: Наука, 1972. – 200 с.

12. Мокаренко Т.В., Воробьева Е.В. Практическое пособие по спецкурсу «Большой практикум» Пробоотбор в химико-экологическом мониторинге. Гомель 2004. – С. 30.

13. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. и др. Практикум по микробиологии: Учеб. Пособие для студ. высш. Учеб. Заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 608 с.

14. Earl A.M., Losick R., Kolter R. Ecology and genomics of Bacillus subtilis // Trends in Microbiology. – 2008. – Vol. 16. – No. 6. – P. 269-275.

15. Kleifeld O., Chet I. Trichoderma harzianum—interaction with plants and effect on growth response // Plant and Soil. – 1992. – Vol. 144. – P. 267-272.

16. Wani S.A. et al. Azotobacter chroococcum – a potential biofertilizer in agriculture: an overview // Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives. – 2016. – P. 333-348.

17. Завалин А.А., Алметов Н.С. Применение биопрепаратов и биологический азот в земледелии Нечерноземья. – М.: Изд-во ВНИИА, 2009. – 152 с.

18. Дятлова К.Д. Микробные препараты в растениеводстве // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – № 5. – С. 17-22.

19. Пигорев И.Я., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую деятельность и урожайность озимой пшеницы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 8. – С. 47-50.

20. Лукьянова О.В. и др. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 5. – С. 502-506.

21. Алещенкова З. Микробные удобрения для стимуляции роста и развития растений // Наука и инновации. – 2015. – Т. 8. – № 150. – С. 66-67.

A.N. Konkybayeva^{1*}, A.P. Nauanova^{1,2}

¹«Bio-KATU» LLP, Astana, Kazakhstan

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

Distribution of nitrogen removing microorganisms in different types of soils in the North Kazakhstan region

Abstract. The use of biopreparations based on soil microorganisms to improve soil fertility, crop productivity and reduce the spread of fungal diseases of grain crops is one of the promising and environmentally friendly directions. This, in turn, requires comprehensive work on the creation, evaluation and introduction of highly effective Kazakhstani biological preparations. The article presents

data on the distribution of nitrogen-fixing bacteria and actinomycetes on different types of soils in Northern Kazakhstan, identified by sowing soil suspensions by serial dilutions. More than 100 new strains of nitrogen-fixing bacteria and actinomycetes were isolated on solid selective nutrient media. In order to create a biofertiliser, the pathogenicity and growth intensity of new nitrogen-fixing bacteria and actinomycetes were studied, and their cultural and morphological characteristics were described. The 30 most active strains such as №21S, №19S, №31S, №91S, №3S, №56S, №51S, №62S, №55S, №70S, №53S, №20S, №2S, №81S, №7S, №54S, №57S, №35S, №84S, №22S, №9S, №12S, №8S, №10S, №69S, №52S, №49S, №11S, №6S, №59S, which will be used to make biologics. In the future, these strains will be studied for their growth-stimulating, fungicidal properties, etc., and will also be used in the development of microbiological technology for the production of biological preparations based on nitrogen-fixing and actinomycetes capable of increasing productivity.

Key words: actinomycetes; nitrogen fixers; microbiological preparations; soil.

А.Н. Конкыбаева^{1*}, А.П. Науанова^{1,2}

¹ТОО «Био-КАТУ», Астана, Қазақстан

²Қазақский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Қазақстан

Распространение азотфиксирующих микроорганизмов на различных типах почв Северных регионов Казахстана

Аннотация. Использование биопрепаратов на основе почвенных микроорганизмов для повышения плодородия почвы, продуктивности сельскохозяйственных культур и снижения распространения грибных заболеваний зерновых культур является одним из перспективных и экологически чистых направлений. Это, в свою очередь, требует комплексной работы по созданию, оценке и внедрению высокоэффективных казахстанских биологических препаратов. В статье приводятся данные по распространению азотфиксирующих бактерий и актиномицетов на различных типах почв Северного Казахстана, выявленных путем посева почвенных суспензии методом серийных разведений. На твердых селективных питательных средах было выделено более 100 новых штаммов азотфиксаторов и актиномицетов. С целью создания биоудобрения были изучены патогенность и интенсивность роста новых азотфиксирующих бактерий и актиномицетов, также описаны их культурально-морфологические признаки. Для дальнейших исследований были отобраны 30 наиболее активных штаммов, таких как №21S, №19S, №31S, №91S, №3S, №56S, №51S, №62S, №55S, №70S, №53S, №20S, №2S, №81S, №7S, №54S, №57S, №35S, №84S, №22S, №9S, №12S, №8S, №10S, №69S, №52S, №49S, №11S, №6S, №59S, которые будут использованы для создания биопрепаратов. В дальнейшем эти штаммы будут изучены на предмет их ростстимулирующих, фунгицидных свойств и т. д., а также использованы при разработке микробиологической технологии производства биологических препаратов на основе азотфиксирующих и актиномицетов, способных повышать продуктивность и фитосанитарная безопасность зерновых культур.

Ключевые слова: актиномицеты, азотфиксаторы, микробиологические препараты, почва.

References

1. Gardner T. Soil rhizosphere microbial communities and enzyme activities under organic farming in Alabama. *Diversity*, 3, 308-328 (2011). DOI: 10.3390/d3030308.
2. Bhatti A.A., Haq S., Bhat R.A. Actinomycetes benefaction role in soil and plant health. *Microbial Pathogenesis*, 111, 458-467 (2017). DOI: 10.1016/j.micpath.2017.09.036.
3. Kamel Z., Saleh M., El Namoury N. Biosynthesis, characterization, and antimicrobial activity of silver nanoparticles from actinomycetes. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences*, 7, 119-127 (2016).
4. Imran A. et al. Diazotrophs for lowering nitrogen pollution crises: looking deep into the roots. *Frontiers in Microbiology*, 12, 637815 (2021).
5. Petrova S.N., Parahin N.V. Mikrobnye preparaty kak sposob formirovaniya jeffektivnyh rastitel'no-mikrobnih sistem [Microbial preparations as a way to form effective plant-microbial systems]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury* [Scientific and Production Magazine "Pulse and Cereal Crops"], 2(6), 86-91 (2013). [in Russian].
6. Kursakova V.S., Drachev D.V. Rol' mikrobnih azotfiksirujushhijh preparatov i azotnyh udobrenij v formirovanii urozhajnosti mjagkoj jarovoj pshenicy [The role of microbial nitrogen-fixing preparations and nitrogen fertilizers in the formation of yield of soft spring wheat]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agrarian University], 8, 16-20 (2008). [in Russian].
7. Parahin N.V., Petrova S.N. Jenergosberezhenie v rastenievodstve na osnove rastitel'nomikrobnih vzaimodejstvij [Energy saving in crop production based on plant-microbial interactions]. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury* [Leguminous and Cereal Crops], 3, 18-20 (2012). [in Russian].
8. Puvarasan S. Mikorizy, kolonizirujushhie aktinomicety, sposobstvujut rostu rastenij i kontrolirujut bakterial'nuju bolezni granata (*Punica granatum* L. cv Bhagwa) [Mycorrhizal actinomycetes promote plant growth and control bacterial disease of pomegranate (*Punica granatum* L. cv Bhagwa)]. *Zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur* [Protection of Agricultural Crops], 53, 175-181 (2013). DOI: 10.1016/j.cropro.2013.07.009. [in Russian].
9. Sousa C.S., Soares A.C.F., Garrido M.S. Characterization of streptomycetes with potential to promote plant growth and biocontrol. *Scientia Agricola*, 65, 50-55 (2008). DOI: 10.1590/S0103-90162008000100007.
10. Warrad M. A bioactive fraction from *Streptomyces* sp. enhances maize tolerance against drought stress. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30, 1156 (2020). DOI: 10.4014/jmb.2003.03034.
11. Karagujshieva D. Svobodnozhivushhie azotfiksatory pochv Kazahstana (azotobakter i mikobakterii) [Free-living nitrogen fixers in Kazakhstan soils (*Azotobacter* and *Mycobacteria*)]. Alma-Ata: Nauka, 1972. – 200 p. [in Russian].
12. Mokarenko T.V., Vorob'eva E.V. Prakticheskoe posobie po speckursu «Bol'shoj praktikum» Probootbor v himiko-jekologicheskom monitoring [Practical guide for the special course "Big Workshop" Sampling in chemical-ecological monitoring]. 2004. – 30 p. [in Russian].
13. Netrusov A.I. Praktikum po mikrobiologii [Workshop on microbiology]. M.: Akademija, 2005. – 608 p. [in Russian].
14. Earl A.M., Losick R., Kolter R. Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology*, 16, 6, 269-275 (2008).
15. Chet I. *Trichoderma harzianum*—interaction with plants and effect on growth response. *Plant and Soil*, 144, 267-272 (1992).

16. Wani S.A. et al. Azotobacter chroococcum – a potential biofertilizer in agriculture: an overview. *Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives*, 333-348 (2016).
17. Zavalin A.A., Almetov N.S. Primenenie biopreparatov i biologicheskij azot v zemledelii Nechernozem'ja [The use of biological products and biological nitrogen in agriculture in the Non-Black Earth Region]. 2009. – 152 p. [in Russian].
18. Djatlova K.D. Mikrobnye preparaty v rastenievodstve [Microbial preparations in crop production]. *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal [Soros Educational Journal]*, 7(5), 17-22 (2001). [in Russian].
19. Pigorev I.Ya., Tarasov S.A. Vlijanie biopreparatov na fotosinteticheskuyu dejatel'nost' i urozhajnost' ozimoj pshenicy [The influence of biological products on photosynthetic activity and yield of winter wheat]. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]*, 8, 47-50 (2014). [in Russian].
20. Luk'janova O.V. Perspektivy primeneniya biopreparatov v sel'skohozjajstvennoj praktike [Prospects for the use of biological products in agricultural practice]. *Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal [International Agricultural Journal]*, 5, 502-506 (2022). [in Russian].
21. Aleshhenkova Z. Mikrobnye udobrenija dlja stimuljatsii rosta i razvitija rastenij [Microbial fertilizers to stimulate plant growth and development]. *Nauka i innovacii [Science and Innovation]*, 8(150), 66-67 (2015). [in Russian].

Авторлар туралы мәлімет:

Қоңқыбаева А.Н. – магистрант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғылы, 62, Астана, Қазақстан.

Науанова А.П. – биология ғылымдарының докторы, агрохимия және топырақтану кафедрасының профессоры, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, «БиоКАТУ» ЖШС директоры, Жеңіс даңғылы, 62, Астана, Қазақстан.

Information about authors:

Konkybaeva A.N. – master's student, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Zhenis avenue, 62, Astana, Kazakhstan.

Nauanova A.P. – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Zhenis avenue, 62, Astana, Kazakhstan.