

DOI 10.54596/2309-6977-2021-2-145-152

ЭОЖ 631.445.4:631.88:628.473.2(74.5)(045)

FTAMP 68.05.45

ОРГАНИКАЛЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ӘРТҮРЛІ ДОЗАЛАРЫНЫҢ ОҢТҮСТІК ҚАРА ТОПЫРАҚТАҒЫ МИКРООРГАНИЗМДЕР ТОПТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНА ӘСЕРІ

Макенова М.М., Науанова А.П., Бостубаева М.Б., Шуменова Н.Ж.

*С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан,
Қазақстан*

Аңдатпа

Бұл жұмыста құс саңғырығынан жасалған органикалық тыңайтқыштың әртүрлі дозаларының арпа ризосферасындағы микроорганизмдердің таралуына әсері зерттелді. Оңтүстік қара топырақтардың микробиологиялық белсенділігі арпаны себуге дейін жүргізілді. Органикалық тыңайтқыштарды қолдану аммонификаторлар мен азоттың минералды формаларын сіңіретін, азотты бекітетін бактериялар санының саңырауқұлақтар мен актиномицеттерге қарағанда басымдылығын арттырды. Гаузе коректік ортасында сараланатын актиномицеттердің өсуіне қолайлы кезең арпаның толық пісу кезеңімен тұспа-тұс келді және олардың таралуына 5 т/га-10 т/га нұсқаларының жағымды әсері байқалды. Целлюлозаны ыдыратушы актиномицеттер саңырауқұлақтардан басым нәтижелер көрсетті, бұл өсімдік қалдықтары мен топырақтағы органикалық қосылыстардың қарқынды жойылуының көрсеткіші болып табылады. Тәжірибе нұсқаларындағы органикалық тыңайтқыш дозасы артқан сайын саңырауқұлақтардың таралуына, өсіп-дамуына қолайсыз әсері ететінін зерттеулер көрсетіп отыр. Мұны органикалық тыңайтқышты компосттауға пайдаланылған биопрепараттың құрамымен байланыстыруға болады. Құс саңғырығын жоғары дозада қолдану азот бекітуші бактериялардың көбеюіне ықпал етеді.

Түйін сөздер: органикалық тыңайтқыш, арпа ризосферасы, топырақтың микробиологиялық динамикасы, бактериялар, саңырауқұлақтар, актиномицеттер.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА МИКРОБНЫЙ СОСТАВ ЮЖНОГО ЧЕРНОЗЕМА

Макенова М.М., Науанова А.П., Бостубаева М.Б., Шуменова Н.Ж.

*Казахский Агротехнический Университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан,
Казахстан*

Аннотация

В данной работе исследовано влияние различных доз органических удобрений из птичьего помета на распространение микроорганизмов в ризосфере ячменя. Микробиологическая активность южных черноземов проводилась до посева ячменя. Применение органических удобрений увеличило преобладание количества азотфиксирующих бактерий, поглощающих аммонификаторы и минеральные формы азота, по сравнению с грибами и актиномицетами. Благоприятный период для роста актиномицетов, дифференцируемых в питательной среде Гаузе, совпал с периодом полной спелости ячменя и отмечено положительное влияние на их распространение на вариантах 5 т/га и 10 т/га. Целлюлоза разрушающие актиномицеты, показали преобладающие результаты по отношению к грибам, что является показателем интенсивного разрушения растительных остатков и органических соединений в почве. Исследования показывают, что увеличение дозы органических удобрений на опытных вариантах оказывает неблагоприятное влияние на распространение, рост и развитие грибов. Это может быть связано с составом биопрепарата, используемого для компостирования органических удобрений. Использование птичьего помета в высоких дозах способствует размножению азотфиксирующих бактерий.

Ключевые слова: органические удобрения, ризосфера ячменя, микробиологическая динамика почв, бактерии, грибы, актиномицеты.

**THE EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF ORGANIC FERTILIZER
ON THE MICROBIAL COMPOSITION OF SOUTHERN CHERNOZEM****Makenova M.M., Nauanova A.P., Bostubaeva M.B., Shumenova N.J.***Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan***Annotation**

In this paper, the effect of various doses of organic fertilizers from bird droppings on the spread of microorganisms in the rhizosphere of barley is investigated. Microbiological activity of southern chernozems was carried out before sowing barley. The use of organic fertilizers increased the predominance of the number of nitrogen-fixing bacteria absorbing ammonifiers and mineral forms of nitrogen, compared with fungi and actinomycetes. The favorable period for the growth of actinomycetes differentiated in the Gause nutrient medium coincided with the period of full ripeness of barley and a positive effect on their distribution on the variants 5 t/ha and 10 t/ha was noted. Cellulose destroying actinomycetes showed predominant results in relation to fungi, which is an indicator of the intensive destruction of plant residues and organic compounds in the soil. Studies show that increasing the dose of organic fertilizers in experimental variants has an adverse effect on the spread, growth and development of fungi. This may be due to the composition of the biological product used for composting organic fertilizers. The use of bird droppings in high doses promotes the reproduction of nitrogen-fixing bacteria.

Keywords: organic fertilizers, barley rhizosphere, microbiological dynamics of soils, bacteria, fungi, actinomycetes.

Кіріспе

Бактериялар, саңырауқұлақтар, қарапайымдылар, балдырлар мен вирустардан тұратын топырақ микрофлорасы агроэкожүйенің ажырамас маңызды құрамдас бөлігі болып табылады және топырақта жүріп жатқан көптеген қызметтерге жауап береді. Мысалы, қоректік заттардың айналымы, топырақ құнарлылығы, шектеулі қоректік заттардың сіңімділігін арттыру және органикалық, бейорганикалық заттарды ыдырату арқылы өсімдіктердің өнімділігін жоғарылату сияқты [1]. Топырақтың қолайсыз әсерлерге төзімділігінің негізгі себептерінің бірі – микроорганизмдердің алуан түрлілігімен қатар микроб биомассаның артық мөлшерінің болуы [2].

Топырақтағы органикалық тыңайтқыштың мөлшері саңырауқұлақтар мен бактериялардың биомасса қатынасының жоғарылауына әкеледі, ал бейорганикалық қоректік заттар түскен кезде кері әсер байқалады. Бұл органикалық тыңайтқыштың топырақ экожүйесіне жағымды әсер ететіндігін және осылайша ауылшаруашылығының тұрақты даму тұжырымдамасын қолдайтындығын растайды [3].

Бірнеше зерттеулер көрсеткендей, органикалық тыңайтқыштарды қолдану топырақ пен қоздырғыштар арқылы берілетін аурулардың таралуын төмендететінін көрсетті [4-6].

Топырақ микробтары фосфат, мырыш сияқты топырақтағы минералды қоректік заттарды өсімдіктерге қол жетімді формаларға айналдырады және симбиотикалық және симбиотикалық емес бекіту процестері арқылы азот сияқты басқа да қоректік заттармен қамтамасыз етеді [7]. Өсімдіктердің өсуін ынталандыратын фитогармондарды түзу сияқты бірқатар шараларды топырақ микробтары жүзеге асырады [3]. Антибиотиктердің секрециясы, жасушадан тыс ферменттер бөлу, паразитизм, бәсекелестік қатынастары арқылы өсімдіктердің топырақ патогендерін тежеу және ластанған жерлердің биоремедиациясы топырақ микрофлорасы атқаратын процестер болып табылады [8].

Қолданылатын тыңайтқыш дозасы егістік жерлердің микробтық қауымдастығының құрылымына әсер етеді. Осы орайда бейорганикалық

тыңайтқыштар органикалық тыңайтқыштармен салыстырғанда артта қалады. Тыңайтқыш енгізілген топырақтарда микробтардың жалпы саны өңделмеген топырақтарға қарағанда көп болғанымен, ұзақ уақыт бойы химиялық тыңайтқыштармен өңделген топырақтарға қарағанда органикалық компостты енгізгендегі әсері айқын көрінді [9]. Органикалық тыңайтқышпен өңделген қыша, бидай, темекі және жүгері-бидай ауыспалы егістерінде органикалық көміртегі мөлшері, микробтық популяция саны және топырақ белсенділігі бейорганикалық тыңайтқыштармен өңделген топырақтармен салыстырғанда едәуір жоғары болғанын көптеген зерттеулер көрсетті [10-12].

Органикалық тыңайтқыштың тағы бір маңызды аспектісі – топырақтағы ауыр металдар мен пестицидтер сияқты ластаушы заттардың қол жетімділігінің төмендеуі. Органикалық тыңайтқыштар топырақтағы органикалық заттардың көбеюімен қатар, осындай ластаушы заттармен кешендер құра отырып, олардың қол жетімділігін төмендетуге бейім болады [13].

Сонымен қатар, органикалық тыңайтқыштар химиялық тыңайтқыштармен салыстырғанда ауылшаруашылық топырақтарының қоректік заттар құрамын жоғарылатудың қолайлы тәсілі болып табылады. Микробтық құрамның функционалды әртүрлілігі тыңайтқыш дозасының жоғарылауымен, яғни тыңайтқыштармен екі немесе үш есе өңделуімен жоғарылайды. Органикалық тыңайтқыштардың жалпы тиімділігі кез-келген жағдайда химиялық тыңайтқыштардың тиімділігінен асып түседі [14, 15].

Органикалық тыңайтқыштардың әртүрлі концентрациясы топырақтағы микроорганизмдердің популяциясына, демек минералдану деңгейіне және қоректік заттардың қол жетімділігіне әсер етеді. Органикалық тыңайтқыштарды әртүрлі дозаларында қолданудың оңтүстік қара топырақтардың микробиотасының динамикасына әсерін зерттеуге аз көңіл бөлінді. Сондықтан органикалық тыңайтқыштың әртүрлі дозаларын енгізуге байланысты арпаның бүкіл вегетациялық кезеңдегі топырақ бактериялары, актиномицеттер мен саңырауқұлақтар санының динамикасын бағалауды жөн көрдік.

Зерттеу әдістері

Зерттеу нысандары: арпа ризосферасы, топырақ микроорганизмдері, органикалық тыңайтқыш.

Топырақ үлгілері егістік қабатының (0-10, 10-20, 20-30 см) тереңдігіне конверт әдісімен іріктеп алынды, барлық жұмыстар барынша зарарсыздандыру шараларын сақтай отырып жүргізілді (арнайы киімнің болуы, пышақ пен қалақшаны спиртпен сүрту, зарарсыз пакеттердің болуы). Топырақ микроорганизмдері кешенінің саны мен құрылымы топырақ суспензиясын тығыз қоректік ортаға сұйылту әдісімен себу арқылы анықталды [16]. Азоттың органикалық түрін қолданатын бактериялардың саны ет пептонды агарда (ЕПА); крахмалды-аммиакты агарда (КАА) азоттың минералды көзін пайдаланатын бактериялар; мицелиалды саңырауқұлақтар - қышқылданған Чапек-Докс агарында есепке алынды. Аэробтық целлюлозаны ыдыратушы микроорганизмдер Гетчинсон қоректік ортасында кейіннен саңырауқұлақтар мен актиномицеттерге ажырата отырып есептелді. Азотты бекітетін бактериялар Эшби қоректік ортасында ескерілді [17].

Зерттеу нәтижелерін талдау

Арпаны сепкенге дейін тәжірибе учаскесінің оңтүстік қара топырағының микробиологиялық белсенділігі зерттелді. 1-кестеге сәйкес, тұқым себуге дейін

аммонификаторлар саны (ЕПА-ға) азоттың минералды формаларын сіңіретін микроорганизмдермен салыстырғанда (КАА-ға) сәйкесінше 143,0 млн/г және 108,0 млн/г өсті, бұл гумификация процестерінің басым екендігін көрсетеді. Актиномицеттер саны 42,0 мың/г құрады, ал саңырауқұлақтардың саны 4,0 мың/г шамасында болды (Гаузе қоректік ортасында), мұны актиномицеттер мен саңырауқұлақтардың өсу кезеңділігімен түсіндіруге болады. Чапек-Докс қоректік ортасында мицелиалды саңырауқұлақтарды 2 мың/г мөлшерінде есепке алынды. Азотты бекітуші бактериялар мөлшері топырақтың ылғалдылығы және оңтайлы температурасымен тікелей байланысты және 138,0 млн/г құрады.

1 Кесте Тұқым себуге дейінгі оңтүстік карбонатты қара топырақтардағы микроағзалар саны

Нұсқа	ЕПА	КАА	Гаузе		Чапек-Докс	Гетчинсон	Эшби
	бак-лар млн/г	бак-лар млн/г	акт мың/г	саң. мың/г	саң. мың/г	саң. мың/г	бак-лар млн/г
топырақ (0-30 см)	143,0	108,0	42,0	4	2,0	-	138,0

Зерттеу нәтижелері ЕПА мен КАА-да ескерілген бактериялардың ең жоғары көрсеткіштері арпаның өсуі мен дамуының бастапқы кезеңдерінде алынғанын көрсетті (2-кесте). Ал тәжірибе нұсқалары бойынша ең төменгі көрсеткіштер толық пісу кезеңінде тіркелді. Микроорганизмдердің популяциясы топырақта болатын органикалық заттардың мөлшерімен шектелген. Бұл органикалық тыңайтқышты бақылаумен салыстырғанда әртүрлі дозада енгізу бактериялар мен актиномицеттер санын күрт арттыратындығын білдіреді. Бұл Albiach R және т. б. зерттеушілердің қорытындыларына сәйкес келеді [18]. Органикалық тыңайтқыштарды ұзақ уақыт қолдану топырақтың сіңімді қоректік заттарына оң әсер етеді және микроорганизмдердің көбеюіне әкеледі.

2 Кесте Органикалық тыңайтқыштың әртүрлі дозаларын қолдануға байланысты арпа ризосферасының микробиологиялық белсенділігі

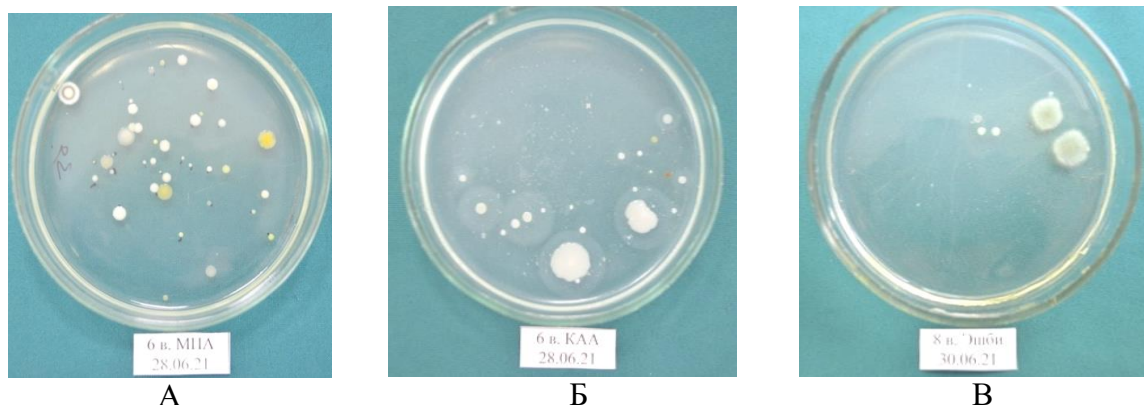
Нұсқа	ЕПА	КАА	Гаузе	Гетчинсон		Чапек-Докс	Эшби
	бак-лар млн/г	бак-лар млн/г	акт, мың/г	акт мың/г	саң мың/г	саң мың/г	бак-лар млн/г
Көктеу-түптену							
Бақылау	5.5	14.0	1.5	-	3.0	1.0	4.5
Құс саңғырығы 5 т/га	64.0	96.0	2.5	2.0	2.0	-	114.0
Құс саңғырығы 10 т/га	51.0	161.0	-	0.5	1.0	-	19.5
Құс саңғырығы 15 т/га	61.0	76.0	4.0	3.5	3.0	-	6.5
Гүлдену-масактану							
Бақылау	15.0	3.5	17.0	7.0	3.0	23.0	2.5
Құс саңғырығы 5 т/га	38.0	14.0	4.0	7.0	2.0	8.0	4.0
Құс саңғырығы 10 т/га	4.0	4.5	-	9.5	4.5	5.5	15.0
Құс саңғырығы 15 т/га	12.0	10.0	10.5	28.5	1.5	0.5	1.5

Толық пісу							
Бақылау	6.5	7.5	30.5	14.0	-	5.0	5.0
Құс саңғырығы 5 т/га	18.5	10,0	31.0	40.5	1.0	-	3.0
Құс саңғырығы 10 т/га	24.5	3.5	41.5	70.0	-	-	44.5
Құс саңғырығы 15 т/га	15.5	15.5	22.5	32.0	-	-	15.0

Дамудың бастапқы фазаларында Гаузе қоректік ортасында сараланатын актиномицеттер саны бақылаумен салыстырғанда барлық нұсқаларда актиномицеттер саны 1,5 мың/г-дан 4,0 мың/г-ға дейін өсті. Топыраққа құс саңғырығын (10 т/га) енгізу нұсқасында актиномицеттердің көбеюі байқалмады. Бұл актиномицеттердің қоректік заттарға кедей топырақта таралатынын айқындайды. Арпаның гүлдену кезеңінде актиномицеттер санының 5 мың/г-дан 26,0 мың/г-ға дейін өсуі байқалды. Толық пісу кезеңінде бұл үрдіс сақталады, ал актиномицеттер КТБ 41,5 мың/г дейін өседі. Еритін крахмалы бар Гаузе қоректік ортасында актиномицеттердің ең жоғары таралуы топыраққа 5 т/га және 10 т/га мөлшерінде құс саңғырығы енгізген нұсқаларда байқалды.

Арпаның өсіп-дамуының бастапқы және масақтану кезеңдерінде Гетчинсон қоректік ортасында сараланатын целлюлозаны ыдыратушы актиномицеттер мен саңырауқұлақтардың қалыпты өсуін байқатты. Бақылау нұсқасында актиномицеттер колониялары байқалмады. Құс саңғырығы 15 т/га енгізген нұсқада актиномицеттердің өсуі бастапқы фазаларда 3,5 мың/г-нан гүлдену-масақтану кезеңінде 28,5 мың/г-ға дейін және толық пісу кезеңінде 32,0 мың/г-ға дейін күрт өсті. Құс саңғырығынан жасалған органикалық тыңайтқыштарды топыраққа енгізу целлюлозаны ыдыратушы актиномицеттер КТБ (колония түзуші бірлік) көбеюін ынталандырады. Толық пісу кезеңінде барлық тәжірибе нұсқаларындағы актиномицеттер саны бақылаумен салыстырғанда басым болды. Толық пісу кезеңіндегі актиномицеттер колониясының максималды саны құс саңғырығы нұсқада 10 т/га енгізілген дозада есептелді. Целлюлозаны ыдыратушы саңырауқұлақтармен салыстырғанда целлюлозаны ыдыратушы актиномицеттер санының басым болуы байқалды, бұл өсімдік қалдықтары мен топырақтағы органикалық қосылыстардың қарқынды жойылуының көрсеткіші болып табылады. Целлюлозаны ыдыратушы актиномицеттердің қарқынды дамуы негізінен жазда, жоғары температурада және топырақтың төмен ылғалдылығында байқалды.

Арпаның көктеу-түптену кезеңінде Чапек-Докс қоректік ортасында мицелийлі саңырауқұлақтар тек қана бақылау нұсқасында байқалды. Гүлдену-масақтану кезеңіне қарай мицелиалды саңырауқұлақтардың белсенді өсуі байқалды, бірақ органикалық тыңайтқыштың дозалары артқан сайын саңырауқұлақтардың КТБ саны айтарлықтай төмендеді. Толық пісу кезеңінде Чапек-Докс ортасында сараланған саңырауқұлақ топтарын органикалық тыңайтқыш енгізілмеген бақылау нұсқасынан ғана байқауға болады. Органикалық тыңайтқыш енгізгеннен кейін әртүрлі кезеңдердегі *Fusarium spp* саны едәуір қысқарды және ең аз мөлшерде анықталып отырған [19].



А-ЕПА: Құс саңғырығы 5 т/га; Б-КАА: Құс саңғырығы 5 т/га;
В-Эшби: Құс саңғырығы 15 т/га

1 Сурет Арпа ризосферасындағы көктеу-түптену кезеңдеріндегі топырақ
микроорганизмдері тобының құрамы

Waring, B.G. және т.б. зерттеулерінде [20] компосттарды қолдану саңырауқұлақтардың популяциясына әсер етпеді. Тәжірибелік нұсқаларда мицелиалды саңырауқұлақтардың болмауы патогендік саңырауқұлақтардың өсуіне және таралуына тежеуші әсер еткен органикалық тыңайтқыштың құрамындағы пайдалы микроорганизмдер биомассасының артуымен байланыстыруға болады.

Арпаның дамуының бастапқы кезеңдерінде Эшби қоректік ортасында өсетін азотты бекітетін бактериялардың саны бақылаумен салыстырғанда барлық тәжірибе нұсқаларында артты. Топыраққа құс саңғырығын 5 т/га дозада енгізу азотты бекітетін микроорганизмдердің 25 есе өсуін байқатты. Арпаның гүлдену-масақтану кезеңінде азотты бекітетін бактериялар санының 1,5 млн/г-нан 15 млн/г-ға дейін айтарлықтай төмендеуі байқалды. Құс саңғырығын 10 т/га және 15 т/га дозадағы нұсқаларында өсудің қолайлы әсері байқалды, сәйкесінше 44,5 млн/г және 15 млн/г. Құс саңғырығын жоғары дозада қолдану азот бекітуші бактериялардың көп болуына ықпал етеді.

Қорытынды

Егер біз тұрақты ауыл шаруашылығы идеясын алға тартқымыз келсе, топырақтың биоалуандығы мен топырақ функциялары арасындағы байланысты түсіну, сонымен қатар органикалық тыңайтқыштың топырақ микроорганизмдерінің алуан түрлілігіне әсерін зерттеу туралы сенімді мәліметтер алуымыз керек. Топырақтың биологиялық қасиеттері басым физикалық және химиялық ортаға байланысты болғандықтан, микроорганизмдер белсенділігі және олардың функционалды әртүрлілігі топырақ саулығының маңызды көрсеткіштері болып табылады деп қорытынды жасауға болады. Осылайша, топырақ микрофлорасын бағалауды топырақтың жай-күйі мен қызметі туралы өмірлік маңызды түсінік алуға мүмкіндік беретін әлеуетті құрал ретінде қарастыруға болады. Ғылыми-зерттеу нәтижелері бойынша келесідей нақты қорытындылар жасауға болады:

1. Құс саңғырығынан жасалған органикалық тыңайтқыштың әртүрлі дозалары топырақтағы микробтық қауымдастықтар мен микробиологиялық процестерге қатты әсер етеді. Барлық тәжірибелік нұсқаларда органикалық тыңайтқышты қолдану әртүрлі физиологиялық топтардың микроорганизмдерінің дамуын күрт ынталандырды, олардың саны 25 есеге дейін өсті.

2. Қоректік заттар мен топырақ құрылымын қалпына келтірудегі құндылығынан басқа, органикалық тыңайтқышты қолдану топырақпен тасымалданатын кейбір ауру коздырғыш бактериялар және саңырауқұлақтармен күресудің бірден-бір жолы болуы мүмкін. Әдетте бәсекеге қабілетті популяция топырақтың басым жағдайларында ең жоғары өсу қарқынын сақтайды, ал бәсекеге қабілетті емес популяция жойылады немесе көбеюін уақытша тоқтады.

3. Арпаның көктеу-түптену кезеңінде арпа ризосферасынан бөлініп алынған ЕПА, КАА, Эшби қоректік орталарында сараланатын бактериялар құрамы басқа микроорганизмдер тобының құрамына қарағанда басым болды.

4. Арпаның гүлдену-масақтану және толық пісу кезеңінде керісінше саңырауқұлақтар мен актиномицеттер құрамының қарқынды өсуі анықталды.

Әдебиет:

1. Zhong, W.H., & Cai, Z.C. (2007). Long-term effects of inorganic fertilizers on microbial biomass and community functional diversity in a paddy soil derived from quaternary red clay. *Applied Soil Ecology*, 36(2-3), 84-91.
2. Brookes, P. (2001). The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research. *Microbes and Environments*, 16(3), 131-140.
3. Ahmad, F., Ahmad, I., & Khan, M.S. (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological research*, 163(2), 173-181.
4. Muhammad, F., Bajwa, M.N., & Nasir, M.A. (1995). Effect of different soil amendments on the incidence of common scab of potato. *Pakistan Journal of Phytopathology (Pakistan)*.
5. Sarathchandra, S.U., Ghani, A., Yeates, G.W., Burch, G., & Cox, N.R. (2001). Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(7-8), 953-964.
6. Graham, M.H., & Haynes, R.J. (2005). Organic matter accumulation and fertilizer-induced acidification interact to affect soil microbial and enzyme activity on a long-term sugarcane management experiment. *Biology and Fertility of Soils*, 41(4), 249-256.
7. Glick, B.R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109-117.
8. Prashar, P., Kapoor, N., & Sachdeva, S. (2013). Biocontrol of plant pathogens using plant growth promoting bacteria. In *Sustainable agriculture reviews* (pp. 319-360). Springer, Dordrecht.
9. Islam M.R. et al. Evaluating the effect of fertilizer application on soil microbial community structure in rice based cropping system using fatty acid methyl esters (FAME) analysis //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2009. – Т. 25. – №. 6. – С. 1115-1117.
10. Yu-Hong, Y.A.N.G., Dong-Mei, C.H.E.N., Yan, J.I.N., Hai-Bin, W.A.N.G., Yu-Qi, D.U.A.N., Xu-Kui, G.U.O., ... & Wen-Xiong, L.I.N. (2011). Effect of different fertilizers on functional diversity of microbial flora in rhizospheric soil under tobacco monoculture. *Acta Agronomica Sinica*, 37(1), 105-111.
11. Kang, G.S., Beri, V., Sidhu, B.S., & Rupela, O.P. (2005). A new index to assess soil quality and sustainability of wheat-based cropping systems. *Biology and Fertility of Soils*, 41(6), 389-398.
12. Malik, S.S., & Chauhan, R.C. (2014). Impact of organic farming in enhancing the soil microbial pool. In *Climate Change and Biodiversity* (pp. 183-196). Springer, Tokyo.
13. Pérez-de-Mora, A., Madrid, F., Cabrera, F., & Madejón, E. (2007). Amendments and plant cover influence on trace element pools in a contaminated soil. *Geoderma*, 139(1-2), 1-10.
14. Jaervan, M., & Edesi, L. (2015). Nitrogen cycle bacteria in soils of organically and conventionally managed crop rotations. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(1).
15. Sradnick, A., Murugan, R., Oltmanns, M., Raupp, J., & Joergensen, R.G. (2013). Changes in functional diversity of the soil microbial community in a heterogeneous sandy soil after long-term fertilization with cattle manure and mineral fertilizer. *Applied Soil Ecology*, 63, 23-28.
16. Мокаренко Т.В., Воробьева Е.В. Практическое пособие по спецкурсу «Большой практикум» Пробоотбор в химико-экологическом мониторинге. Гомель, 2004. С. 30.
17. 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.

18. Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., & Ingelmo, F. (2000). Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource technology*, 75(1), 43-48.
19. Okoh, A.I. (2011). Effect of long-term organic fertilizer application on soil microbial dynamics. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 556-559.
20. Waring, B.G., Averill, C., & Hawkes, C.V. (2013). Differences in fungal and bacterial physiology alter soil carbon and nitrogen cycling: insights from metaanalysis and theoretical models. *Ecology letters*, 16(7), 887-894.

References:

1. Zhong, W.H., & Cai, Z.C. (2007). Long-term effects of inorganic fertilizers on microbial biomass and community functional diversity in a paddy soil derived from quaternary red clay. *Applied Soil Ecology*, 36(2-3), 84-91.
2. Brookes, P. (2001). The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research. *Microbes and Environments*, 16(3), 131-140.
3. Ahmad, F., Ahmad, I., & Khan, M. S. (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological research*, 163(2), 173-181.
4. Muhammad, F., Bajwa, M.N., & Nasir, M.A. (1995). Effect of different soil amendments on the incidence of common scab of potato. *Pakistan Journal of Phytopathology (Pakistan)*.
5. Sarathchandra, S.U., Ghani, A., Yeates, G.W., Burch, G., & Cox, N.R. (2001). Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(7-8), 953-964.
6. Graham, M.H., & Haynes, R.J. (2005). Organic matter accumulation and fertilizer-induced acidification interact to affect soil microbial and enzyme activity on a long-term sugarcane management experiment. *Biology and Fertility of Soils*, 41(4), 249-256.
7. Glick, B.R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109-117.
8. Prashar, P., Kapoor, N., & Sachdeva, S. (2013). Biocontrol of plant pathogens using plant growth promoting bacteria. In *Sustainable agriculture reviews* (pp. 319-360). Springer, Dordrecht.
9. Islam M.R. et al. Evaluating the effect of fertilizer application on soil microbial community structure in rice based cropping system using fatty acid methyl esters (FAME) analysis // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. – 2009. – T. 25. – №. 6. – S. 1115-1117.
10. Yu-Hong, Y.A.N.G., Dong-Mei, C.H.E.N., Yan, J.I.N., Hai-Bin, W.A.N.G., Yu-Qi, D.U.A.N., Xu-Kui, G.U.O., ... & Wen-Xiong, L.I.N. (2011). Effect of different fertilizers on functional diversity of microbial flora in rhizospheric soil under tobacco monoculture. *Acta Agronomica Sinica*, 37(1), 105-111.
11. Kang, G.S., Beri, V., Sidhu, B.S., & Rupela, O.P. (2005). A new index to assess soil quality and sustainability of wheat-based cropping systems. *Biology and Fertility of Soils*, 41(6), 389-398.
12. Malik, S.S., & Chauhan, R.C. (2014). Impact of organic farming in enhancing the soil microbial pool. In *Climate Change and Biodiversity* (pp. 183-196). Springer, Tokyo.
13. Pérez-de-Mora, A., Madrid, F., Cabrera, F., & Madejón, E. (2007). Amendments and plant cover influence on trace element pools in a contaminated soil. *Geoderma*, 139(1-2), 1-10.
14. Jaervan, M., & Edesi, L. (2015). Nitrogen cycle bacteria in soils of organically and conventionally managed crop rotations. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(1).
15. Sradnick, A., Murugan, R., Oltmanns, M., Raupp, J., & Joergensen, R.G. (2013). Changes in functional diversity of the soil microbial community in a heterogeneous sandy soil after long-term fertilization with cattle manure and mineral fertilizer. *Applied Soil Ecology*, 63, 23-28.
16. Mokarenko T.V., Vorob'eva E.V. *Prakticheskoe posobie po speckursu «Bol'shoj praktikum» Probootbor v himiko-ekologicheskom monitoringe. Gomel' 2004. S. 30.*
17. Netrusov A.I., Egorova M.A., Zaharchuk L.M. i dr. *Praktikum po mikrobiologii: Ucheb. Posobie dlya stud. vyssh. Ucheb. Zavedenij – M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2005. - 608 s.*
18. Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., & Ingelmo, F. (2000). Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource technology*, 75(1), 43-48.
19. Okoh, A.I. (2011). Effect of long-term organic fertilizer application on soil microbial dynamics. *African Journal of Biotechnology*, 10(4), 556-559.
20. Waring, B.G., Averill, C., & Hawkes, C.V. (2013). Differences in fungal and bacterial physiology alter soil carbon and nitrogen cycling: insights from meta-analysis and theoretical models. *Ecology letters*, 16(7), 887-894.