

УДК 504.06

**МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫҢ МИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН  
ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ****Г.А. Джамалова<sup>1</sup>, Б.Х. Тусупова<sup>2</sup>, Л.С. Курбанова<sup>2</sup>, М.Ғ. Нақыпбек<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Сәтбаев Университеті, Алматы қ., Қазақстан*<sup>2</sup>*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан**E-mail: k\_lau@mail.ru*

Мұнай-газ саласы дамыған өңірлердегі негізгі экологиялық проблема, қоршаған орта нысандарының мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы болып табылады. Еліміздің мұнай-газ өңірлерінде қазірдің өзінде жылдан жылға нашарлап бара жатқан аса қолайсыз экологиялық ахуал қалыптасып отыр. Бұл мақалада, мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған сұр-құба топыраққа микробиологиялық және химиялық талдау арқылы экологиялық бағалау жүргізілген.

Мақалада микроорганизмдердің әртүрлі экологиялық-трофикалық топтарының, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдермен зенді саңырауқұлақтардың биоиндикациялық маңызы көрсетілген. Жер үсті экожүйелеріндегі техногендік әсердің әртүрлі түрлеріне зенді саңырауқұлақтардың реакцияларын талдау, микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін толық бағалауға мүмкіндік береді.

Алынған мәліметтерге сәйкес, зерттелген антропогендік экожүйеде әртүрлі микробтық қауымдастықтардың өмір сүру стратегиясын байқауға болады. Микроорганизмдер қоғамдастығы экологиясының негізгі ережелерінің қазіргі заманғы дамуы, сондай-ақ популяциялық биологияның жетістіктері және жекелеген түрлердің абиотикалық және биотикалық факторларға реакциясы туралы көптеген мәліметтер микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін экотехникалық жүйені ұйымдастырудың әртүрлі деңгейлерінде талдауға мүмкіндік береді. Келтірілген деректерді пайдалану қоршаған ортаны санитарлық сауықтыруға бағытталған іс-шаралар жоспарын әзірлеуге негіз болады.

**Түйін сөздер:** мұнай, мұнаймен ластану, сұр-қоңыр топырақ, микробиологиялық талдау, микроорганизмдер, ауыр металдар

Поступила 13.05.21

DOI: 10.54668/2789-6323-2021-102-3-17-26

**КІРІСПЕ**

Қазақстан аумағында мұнай өндіру көлемінің ұлғаюы экожүйенің барлық компоненттеріне, оның ішінде топыраққа техногендік жүктеменің күшеюіне алып келеді. Көмірсутегі шикізатының ірі табиғи қорларының ашылуы және осы негізде мұнай-газ индустриясының дамуы, энергетикалық шикізат пен құрылыс материалдарының бай қорларын пайдалану қысқа уақыт ішінде, сусыз шөлдің келбетін өзгертіп

және сонымен бірге аймақтағы биогөеценос бен әлеуметтік-экономикалық шиеленістің тіршілік әрекеті үшін экологиялық дағдарыс ошақтарын қалыптастырады [6].

Мұнай және мұнай өнімдерінің қалдықтарынан табиғи экожүйелердің, әсіресе топырақтың ластануы күрделі қауіп қатерге алып келуде. Топырақтың жоғары адсорбциялау қабілетіне байланысты, мұнай ұзақ уақыт бойы топырақта сақталады. Мұнай өнімдерінің төгілуінен, әртүрлі апаттардың салдарынан топы-

рақтың физика химиялық қасиеттері өзгеріп, су ауа режимі бұзылып нәтижесінде топырақтың микробиологиялық белсенділігі өзгереді.

Мұнай өндіру процесінде және апаттар нәтижесінде мұнай мен мұнай өнімдерінің төгілуі өсімдіктердің жойылуын және мұнай кен орындарының өте тұрақсыз топырақтарының тозуын, жер бетіндегі биосфералық процестердің жалпы ауысуын тудырады.

Қазіргі уақытта топырақтың тозуының белгілі түрлеріне (қарашіріктің жоғалуы, физикалық тозу, пестицидтер мен олардың метаболиттерінің қалдықтарының жиналуы) антропогендік әсердің ерекше қауіпті факторы – мұнай мен оны қайта өңдеу өнімдерінің ластануы жатады. Мұнай-газ саласы кәсіпорындарының әсері топырақ экожүйелеріне жергілікті және кейбір ластағыштарды едәуір қашықтыққа тасымалдау кезінде әсер етуі мүмкін шикізат пен қайта өңдеу өнімдерін өндіру, өңдеу, тасымалдау кезінде улы заттарды шығарумен байланысты. Сонымен қатар, ластаушы заттардың ұзақ уақытқа созылған антропогендік әсері топырақ биоценоздарының, оның ішінде микробтардың пайда болуына теріс әсер етеді [7].

Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластануы топырақтың құнарлылығы мен экологиялық функцияларын анықтайтын морфологиялық, физикалық, физика-химиялық және биологиялық қасиеттерінің бүкіл кешеніне әсер етеді. Бұл өзгерістердің дәрежесі климатқа, ландшафтқа және рельефке, топырақтың түріне және бастапқы күйіне, сондай-ақ поллютант әсерінің құрамына, қасиеттеріне, саны мен ұзақтығына байланысты. Сонымен қатар, мұнай күрделі ластаушы болып табылады, оның әсері оның органикалық және бейорганикалық компоненттерінің мөлшерімен, құрамымен және қасиеттерімен анықталады.

Біз зерттеп отырған Өзен мұнай-газ аумағының топырақ жамылғысын негізі сұр-кұба, сортаң топырақтар құрайды. Салыстырмалы түрде, кей аудандарды сұр-кұба эрозияланған және дамымаған топырақ, сондай-ақ сортаң, тақыр және сортаң жерлер алып жатыр. Бұл топырақтардың генетикалық ерекшеліктері мен қасиеттері биоклиматтық жағдайлармен, біркелкі емес гидротермиялық режим мен топырақ түзудің биохимиялық процестерін тудыратын жер бедері мен топырақ түзуші жыныстардың гетерогенділігімен

айқындалады. Мұнай өндірісінің алаңдарында топырақ жамылғысы барлық жерде қатты техногендік тұрғыдан жойылған, шикі мұнаймен, шламмен және өнеркәсіптік сарқынды сулармен ластанған [11].

Шөл топырақтары биосфераның ең қорғаныссыз және нәзік компоненті болып табылады. Қарашіріктің аз мөлшері, құрылымсыздық, сіңіру қабілетінің төмендігі, сондай-ақ карбонаттылықтың жоғары деңгейі және сульфаттың тұздануы оларды техногендік жүктемелерге тұрақсыз етеді. Сонымен қатар, кен орындарындағы топырақ жамылғысына техногендік жүктеме өте жоғары және жыл сайын артып келеді.

Топырақ экожүйелерінің химиялық заттармен ластануы тікелей ұңғымаларға жақын көмірсутегі шикізатын құю арқылы және оны тасымалдау кезінде, сондай-ақ ілеспе газдарды жағу кезінде атмосфера арқылы жүреді. Кен орнындағы химиялық ластанудың ең қауіпті көздері химиялық реагенттер, ұңғымаларды пайдалану кезінде қолданылатын ерітінділер, өнеркәсіптік және коммуналдық-тұрмыстық қалдықтар және т.б. болып табылады.

Топырақтағы барлық процестер, оның ішінде микробиологиялық процестер өзара байланысты, өзара тәуелді және тығыз үйлестірілген, экожүйелердің тепе-теңдігін қамтамасыз етеді.

Антропогендік әсерлер және топырақ жамылғысының бұзылуы олардың маңызды экологиялық функцияларды орындай алмауына, демек, тұтастай биосфера жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін. Сондықтан топырақ жамылғысының биологиялық және биохимиялық жағдайын және оның адам қызметінің әсерінен өзгеруін зерттеу өте маңызды [8].

Топырақтың микробиологиялық параметрлеріндегі өзгерістер алдымен маңызды экологиялық бұзылулар ретінде қарастырылады.

### ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Ластанған топырақтарда топырақ микроорганизмдерінің қолайсыз эдафиялық жағдайлары туындайды, олардың азот және фосформен қоректену режимі, тотығу және ферментативті процестердің қарқындылығы бұзылады. Мұнай мен газдың апаттық күйген жерлерінде топырақтың генетикалық горизонттары күйіп кетеді және биологиялық

жансыз болады.

Топырақтағы мұнайдың жойылу жылдамдығы климатқа, механикалық құрамға, қарашірікпен және көміртегі тотықтыратын микроорганизмдердің тіршілік әрекетін ынталандыратын минералды қоректік элементтерімен қамтамасыз етуге байланысты. Сұр-кұба шөлді топырақтың микрофлорасының құрамы негізінен пенициллиум, аспергиллус, сондай-ақ қою түсті саңырауқұлақтардан тұрады. Жазда қатты құрғаған топырақта ылғал қажет емес актиномицеттер, көктемде және күзде бактериялар басым болады. Шөлдің құрғақ жағдайларында мұнаймен ластанған топырақтың өзін-өзі тазартуы баяу жүреді, бұл олардың төмен табиғи өнімділігімен және тұздануымен байланысты.

Топырақтық микология дербес ғылым ретінде С.Ваксманның (1916...1917 жж.) жұмыс нәтижелері жарияланғаннан кейін қалыптасты. Қазірдің өзінде оларда әртүрлі топырақтардың микромицеттерінің құрамын зерттеу негізінде белгілі бір топырақ жағдайларына тән түрлердің белгілі бір және тұрақты жиынтығының болуы көрсетілді. Сонымен қатар, кейбір топырақ түрлерінің жиынтығы басқа топырақтардағы түрлер жиынтығынан және барлық топырақтарға ортақ түрлерден ерекшеленді [1, 10].

Топырақ микромицеттері [12]:

- бұл өсімдіктер мен жануарлардың органикалық қалдықтарының ыдырауына және топырақ қарашірігінің пайда болуына қатысатын организмдердің көп түрлілік топтарының бірі;
- лигнинге дейін кез-келген органикалық

субстратты ыдырататын әртүрлі гидролитикалық ферменттерді синтездейді және сыртқы ортаға шығарады;

- қолжетімсіз фосфаттардың еруіне ықпал ететін, өсімдіктердің фосформен және минералдардан алынатын басқа элементтермен байытылуына әсер ететін органикалық қышқылдар түзіліп, ортаға шығарылады;

- калий, күкірт фосфорының және т.б. жоғары концентрациясы бар биомассаның үлкен қорларын жасайды;

- жер үсті экожүйелерінің қорек тізбегінің маңызды компоненттері;

- топырақтың әртүрінде уақыт пен кеңістікте өзгеріп, тұрақты дамып келе жатқан микроскопиялық микромицеттердің тән қауымдастығы қалыптасады.

Мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтың химиялық және микробиологиялық жағдайын зерттеу бойынша тәжірибелік зерттеу технологиясы 1-суретте көрсетілген.

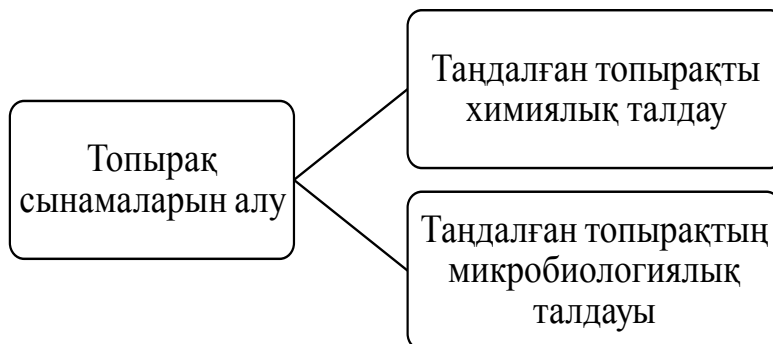
1-суреттен көрініп тұрғандай, зертханалық зерттеулер жүргізу үшін жұмыс үш кезеңде келесі әдістерді қолдана отырып жүргізілді:

Топырақ сынамаларын іріктеу [9] белгілі әдістеме бойынша жүзеге асырылды (2-сурет).

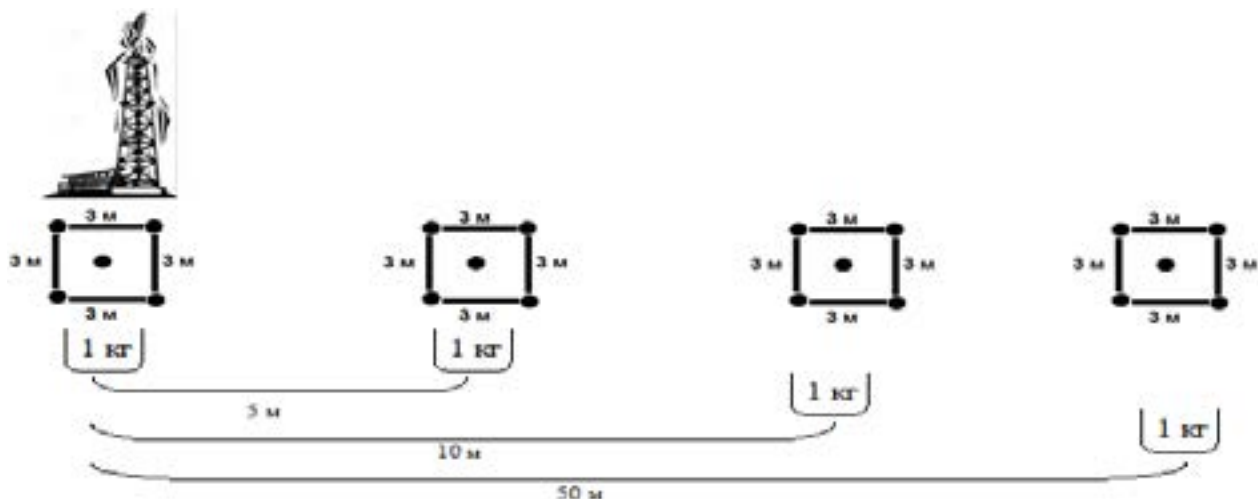
Зертханалық зерттеулерге химиялық [2, 5] және микробиологиялық [3] әдістерді қолдануға бағытталған жұмыстар кірді.

Топыраққа химиялық талдау "ҚР МШКҰЖ ҰО" РМК физика-химиялық зертханасында жүргізілді.

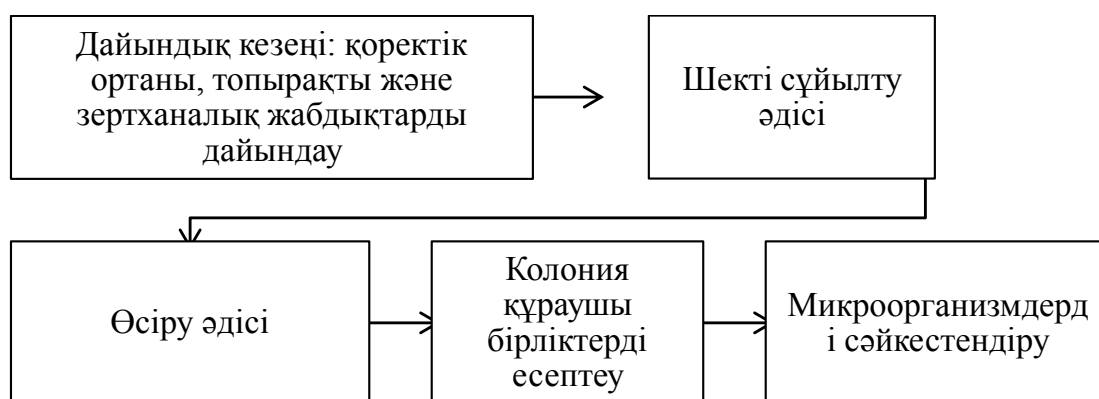
Микробиологиялық зерттеулер тиісті схема бойынша жүргізілді (3-сурет).



Сур. 1. Мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтың микробиологиялық жағдайын зерттеу бойынша тәжірибелік зерттеу технологиясы.



Сур. 2. Топырақ сынамаларын іріктеу схемасы [5].



Сур. 3. Микробиологиялық зерттеу схемасы.

3-сурет схемасынан көрініп тұрғандай, микробиологиялық талдау кезінде олар шартты түрде жұмыстың бес міндетті кезеңін ұстанады.

Көптеген стандартты микробиологиялық қоректік орта бар. Микробиологиялық талдау үшін біздің экспериментте гетеротрофты микроорганизмдердің жалпы микробтық санын анықтауға арналған балық-пептонды агар және көгерген саңырауқұлақтардың көбеюін анықтау үшін глюкозопептонды агар сияқты орталар қолданылды.

Сынамаларды алу орнына және олардың ауыр металдармен ластану дәрежесіне байланысты мұнаймен ластанған сұр-қоңыр топырақтарда микроорганизмдердің, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдердің және зең саңырауқұлақтарының таралуын зерттеу бұрын жүргізілген жоқ.

Әртүрлі экологиялық жағдайдағы топырақ микробиотасындағы тұрақты өзгерістерді зерттеу қоректік заттардың динамикасын болжау үшін де, тұтастай экожүйенің тұрақтылығы үшін де маңызды болып табылады.

Гетеротрофты микроорганизмдер қауымдастығын мұнаймен ластанған сұр-күба топырақтардағы зең саңырауқұлақтармен бірге салыстырмалы зерттеу бұрын жүргізілген жоқ. Сонымен қатар, негізгі әдістемелік әдістер топырақ пен су экожүйелерінде қалыптарды зерттеуде бірдей, бұл зерттелген топырақтың суы мен топырағындағы микромицеттік қауымдастықтардың сандық және сапалық сипаттамаларын салыстыруға мүмкіндік береді.

1-кестеде және 4 және 5-суреттерде зерттелетін дақылдардың сандық өсу көрсеткіштерін зерттеу бойынша алынған нәтижелер көрсетілген.

## ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Зерттелетін топырақтағы микроорганизмдерді сандық есепке алу, КОЕ/г

Ұңғымадан қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы, м	Өсіру кезеңі		
	24 сағат		120 сағат
	Гетеротрофты микроағзалар	Зең саңырауқұлақтары	Зең саңырауқұлақтары
0	2,0...10 <sup>3</sup>	Өсім анықталған жоқ	1,2...10 <sup>2</sup>
5	2,5...10 <sup>4</sup>	Өсім анықталған жоқ	8,3...10 <sup>2</sup>
10	0,7...10 <sup>5</sup>	Дара өсуі	1,1...10 <sup>3</sup>
50	1,5...10 <sup>6</sup>	10-нан кем	3,2...10 <sup>4</sup>

4 және 5-суреттерден көріп отырғанымыздай, зерттелетін топырақтың қарастырылып отырған микроорганизмдермен жалпы ластануы техногендік жүктеме дәрежесіне, атап айтқанда сынама алу орнына байланысты. 1-кестеде гетеротрофты микроорганизмдерді өсіру уақыты 24 сағаттан аспағаны көрсетілген, ал қалыптар үшін тұқым себу 24 және 120 сағаттан кейін анықталды. Ұңғымаға неғұрлым жақын топырақ таңдалса, тұқым мөлшері соғұрлым төмен болады.

Осылайша, зерттелетін сынамалардың тұқымдануы зерттеу, іріктеу орнына байланысты:

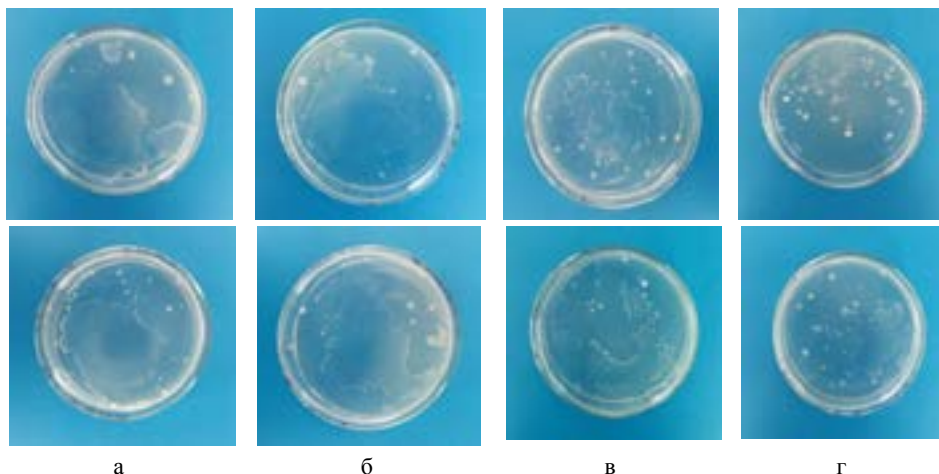
1) гетеротрофты микроорганизмдердің жалпы санына сынамаларды іріктеу орны елеулі әсер етеді:

– ұңғымадан сынамалар неғұрлым алыс алынса, олардың белсенділігі соғұрлым жоғары

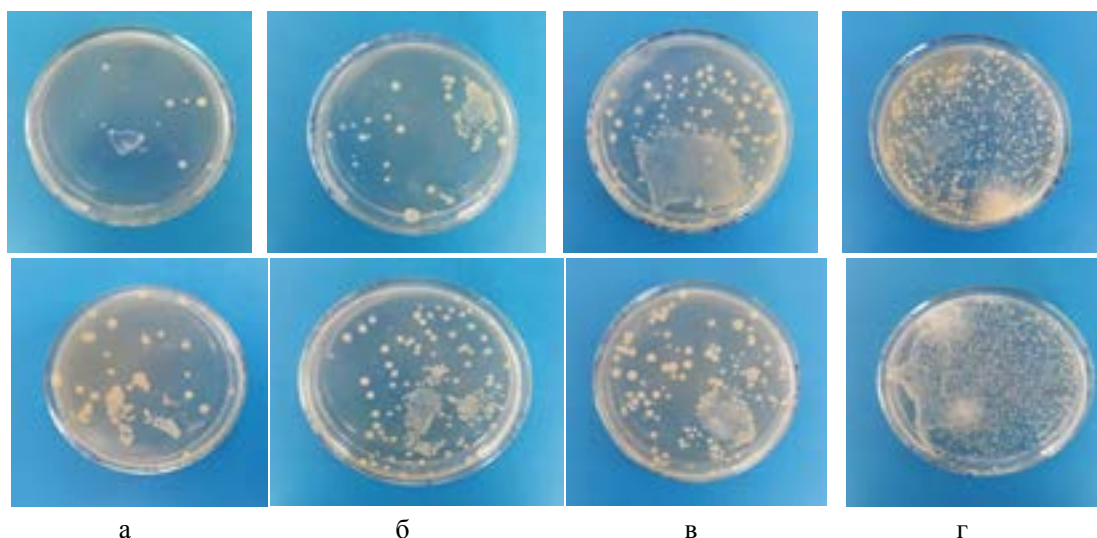
болады, ЦЦЦ

– микроорганизмдер санының үштен бірінен (ұңғыманың жанында тікелей іріктелген топырақ сынамасы үшін) төртіншіге дейін (ұңғымадан 5 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін), бесінші (ұңғымадан 10 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін) одан әрі алтыншы деңгейге дейін (ұңғымадан 50 м қашықтықта іріктелген топырақ сынамасы үшін) біртіндеп ауысуы ұңғымаға неғұрлым жақын сынамалар алынса, топырақтың ластануы соғұрлым жоғары болатындығын көрсетеді,

– гетеротрофты микроорганизмдермен техногендік бұзылған топырақтың жалпы ластануы, біз алған мәліметтерден көрініп тұрғандай, топырақтың ластану деңгейінің жанама көрсеткіші бола алады;



Сур. 4. КҚБ/г ұңғымадан 5 м (б), 10 м (в) және 50 м қашықтықта 24 сағат культивациялау арқылы алынған топырақ сынамалары үшін РПА-да гетеротрофты микроорганизмдердің өсуі.



Сур. 5. КҚБ/Г ұңғымадан 5 м (б), 10 м (в) және 50 м қашықтықта 120 сағат культивациялау арқылы алынған топырақ сынамалары үшін ГПа-ға микромицеттердің өсуі.

2) зен саңырауқұлақтарының жалпы санына топырақ сынамаларын іріктеу орнымен және оларды өсіру уақытының көрсеткішімен тең әсер еткен:

а) егер ұңғымадан қашықтықты ескерсек, көгерген саңырауқұлақтармен себу тікелей ұңғымадан және ұңғымадан 5 м қашықтықта алынған сынамалар үшін бірдей екенін көреміз, ал ұңғымадан 10 және 50 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін өсу процесі белсендірілгенін көреміз;

б) өсіру уақытын есепке алу кезінде:

– 24 сағаттық өсіру ұңғымадан 10 және 50 м қашықтықта таңдалған сынамалар үшін тез өсетін қалыптардың шамалы өсуі байқалады (өсірудің бірінші деңгейі), ал ұңғыманың жанында және ұңғымадан 5 м қашықтықта тікелей таңдалған топырақ сынамалары үшін қалыптардың өсуі байқалмайды,

– 120 сағаттық өсіру баяу өсетін қалыптарды белсендіреді және сынама алу орнына байланысты екінші (ұңғыманың жанында және ұңғымадан 5 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін), үшінші (ұңғымадан 10 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін) және төртінші (ұңғымадан 50 м қашықтықта алынған топырақ сынамалары үшін) өсіру деңгейін құрайды.

Зерттеу барысында алынған нәтижелер туралы қорытынды жасауға болады:

1. Техногенді-бұзылған топырақтың тұқымдануы топырақтың ластану дәрежесінің жанама көрсеткіші болып табылады (2...3 кесте). 2 және 3 кестелерден көріп отырғанымыздай, осы 1 кестелерді ескере отырып, ұңғымаға неғұрлым жақын сынамалар алынса, тұқымдану соғұрлым төмен және анықталатын компоненттердің массалық үлесі жоғары болады.

Кесте 2

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақты химиялық талдау

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақ	Анықталатын компоненттердің массалық үлесі, мг/л*		
	Cu	Zn	Pb
0	4	8	30
Ұңғымадан қашықтықта	4	6	24
іріктелген топырақ сынамасы, м	3	6	20
50	2	-	15

\* санитариялық-тұрмыстық су айдындары үшін Cu, Zn және Pb бойынша ШРК (мг/дм<sup>3</sup>) тиісінше 1,0; 1,0 және 0,03 құрайды.

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақтардан алынған су сығындысын химиялық талдау

Мұнаймен ластанған сұр-кұба топырақ су сығындысы	Тұз құрамы, мг / л	Анықталатын компоненттердің массалық үлесі, мг / л*		
		Cu	Zn	Pb
0	162	0,013	<0,001	0,013
Ұңғымадан қашықтықта іріктелген сынама, м	5	0,009	<0,001	0,038
	10	0,009	<0,001	0,554
	50	0,004	<0,001	0,010

\* топырақ үшін Cu, Zn және Pb бойынша ШРК (мг/дм<sup>3</sup>) тиісінше 1,0; 1,0 және 0,03 құрайды.

2. Зерттелетін техногендік бұзылған топырақтардағы табиғи экологиялық факторлардың өзгеруіне, атап айтқанда, сынама алу орнына және ауыр металдардың құрамына ерекше сезімталдықты зең саңырауқұлақтары көрсетті.

Қарастырылып отырған техногендік факторларға байланысты алынған деректердің нақтылануы зең құрамындағы елеулі айырмашылықтарды анықтады (3 сурет). Зеңдердің жалпы саны КҚБ/г көрсеткіштерінен мыңға дейінгі аралықта болды.

Жалпы алғанда, 120 сағат өсіруден кейін алынған мәліметтер зерттелетін топырақтың қалыңдығындағы микромицеттердің жоғары (1 г-да ондаған мың) санын көрсетеді, бұл топырақтың микроорганизмдермен байытылуының орташа деңгейіне сәйкес келеді [14].

Зерттелетін топырақ сынамаларындағы зең саңырауқұлақтарының тіршілік ету жағдайлары су сынамаларына қарағанда едәуір тұрақты. Бұл зерттелген қауымдастықтардың сандық бөлінуінде де, олардың сапалық жағдайында да, көптеген өмірлік маңызды параметрлердің таралуында да көрінеді. Алынған нәтижелер зерттелетін топырақтың химиялық (мысалы, рН) және физикалық (мысалы, температура) көрсеткіштерінің белгілі бір стратификациясы, ондағы белгілі бір заттардың (табиғи және техногендік) құрамы және т.б.

Осылайша, зерттелетін антропогендік биотоптардағы микроорганизмдер қауымдастықтары арасындағы айырмашылықтар жақсы анықталған белгілерге, ең алдымен, олардың профильді таралу сипаты және колония құратын бірліктердің жалпы саны (зең топырақтарындағы популяция тығыздығы) жатады.

Техногендік әсер ету жағдайында көгерудің жекелеген түрлерінің дамуындағы мұндай мінез-құлық микробиологиялық прогресс деп аталатын жағдайды сипаттау үшін жеткілікті, ол белгілі бір кезеңде, мысалы, экологиялық регрессия сатысында (мұнай ұңғымалары) антропогендік бұзылған экожүйелердің дамуымен бірге жүреді. Техногендік баспасөздің көбеюі, әдетте, экожүйе биотасының қайтымсыз жойылуына әкелуі мүмкін.

Ластанудың басқа түрлерінің, атап айтқанда, бейорганикалық табиғаттың токсиканттарының мөлшері өскен кезде (біздің жұмыстарымызда көрсетілгендей), олар толық болмағанға дейін колония түзуші бірліктердің төмендеуін байқауға болады.

Осыған байланысты техногендік бұзылған топырақтардағы кейбір қалыптар санының мәні өте кең ауқымда өзгереді. Техногендік престоу жағдайында микроорганизмдердің саны өзгеріссіз қалуы мүмкін екендігі белгілі, өйткені кейбір түрлердің жойылуы басқалардың мол дамуымен өтелуі мүмкін. Бұл көптеген қауымдастықтар үшін ортақ ереже саңырауқұлақ кешендеріне қатысты тәжірибелік растау алды [5]. Микромицеттер кешенін осындай қайта құру белгілі бір шекке дейін ғана болуы мүмкін. Өте қатты ластанумен, әдетте, көптеген микромицеттердің дамуын тежеу және олардың санының азаюы байқалады.

Қорытындыда атап өту керек, бұл:

– түрлердің алуан түрлілігінің көрсеткішін көптеген авторлар экожүйелердің бұзылуын сипаттауда ақпараттық ретінде атап өтеді [13];

– топырақтың түрлік құрылымын жеңілдету ластанудың жоғары деңгейіне тән;



– техногендік бұзылған экожүйелерді микробиологиялық талдау зерттелетін экожүйенің сапасын микроорганизмдердің жекелеген түрлерінің көптігі мен пайда болу жиілігі бойынша анықтауға болатындығын көрсетеді (жалпы саны өте күшті техногендік әсер ету жағдайында күрт өзгереді).

Жұмыста микроорганизмдердің әртүрлі экологиялық-трофикалық топтарының, атап айтқанда гетеротрофты микроорганизмдер мен қалыптардың биоиндикациялық маңызы көрсетілген.

Жер үсті экожүйелеріндегі техногендік әсердің әртүрлі түрлеріне зек реакцияларын талдау микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін толық бағалауға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтерге сәйкес, зерттелген антропогендік экожүйеде әртүрлі микробтық қауымдастықтардың өмір сүру стратегиясын байқауға болады. Микроорганизмдер қоғамдастығы экологиясының негізгі ережелерінің қазіргі заманғы дамуы, сондай-ақ популяциялық биологияның жетістіктері және жекелеген түрлердің абиотикалық және биотикалық факторларға реакциясы туралы көптеген мәліметтер микробиотаның биоиндикациялық әлеуетін экотехникалық жүйені ұйымдастырудың әртүрлі деңгейлерінде талдауға мүмкіндік береді. Біздің деректерді пайдалану қоршаған ортаны санитарлық сауықтыруға бағытталған іс-шаралар жоспарын әзірлеуге негіз болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бурова Л.Г. Экология грибов-макромицетов. – М., 1986. – 222 с.
2. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 272 с.
3. Звягинцев В.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 224 с.
4. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. – Уфа: Гил ем, 2001. – 376 с.
5. Мамонтов В.Г. Химический анализ почв и использование аналитических данных. лабораторный практикум. – Изд-во: Лань, 2019 г. – 328 с.
6. Нурпеисова М.Б. Экологическая безопасность освоения недр: моногр. / М.Б. Нурпеисова,

Е.Г. Карибаев. – Алматы: Печ. Дом, 2013. – 240 с. ISBN 967-843-55-7.

7. Пархоменко А.Н. Влияние загрязнения нефтепродуктами и серой на микрофлору почв аридной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Пархоменко Анна Николаевна. – Уфа, 2011 – 26 с.

8. Переведенцева Л.Г. П 27 Микология: грибы и грибоподобные организмы: учеб. пособие / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009. – 199 с.

9. Подалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. / Ю.А. Подалов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.

10. Принципы организации и методы стационарного изучения почв / Под ред. А.А. Роде, Н.А. Ногина, И.Н. Скрынникова. – М.: Наука, 1976. – 415 с.

11. Сабирова А.Р., Адильханова А.К. Экологическая оценка влияния нефтяных загрязнений на окружающую среду в Мангистауской области // ҚазККА Хабаршысы. – 2010. – № 5 (66). – С. 263-266.

12. Moharram A.M., El-Hissi F.T., El-Zayat S.A. Studies on the mycoflora of Aswan high dam lake, Egypt: vertical fluctuations // J. Basic Microbiol. – 1990. – V. 30. – N3. – P. 197-208.

13. Nordgren A.E., Baath E., Soderstrom J. Microfungi and microbial activity along a heavy metal gradient // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – V. 405. – P. 1829-1937.

14. Odu C.T.I. Oil degradation and microbial change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inst. Petrol. (Tech. Pap.). – 1977. – N5. – P. 1-11.

## REFERENCES

1. Burova L.G. Ekologiya gribov-makromitsetov. – M., 1986. – 222 s.
2. Vorob'eva L.A. Khimicheskii analiz pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1998. – 272 s.
3. Zvyagintsev V.G. Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii. – M.: Izd-vo MGU, 1980. – 224 s.
4. Kireeva N.A., Vodop'yanov V.V., Miftakhova A.M. Biologicheskaya aktivnost' neftezagryaznennykh pochv. – Ufa: Gil em, 2001. – 376 s.
5. Mamontov V.G. Khimicheskii analiz pochv i ispol'zovanie analiticheskikh dannykh. laboratornyi praktikum. – Izd-vo: Lan', 2019 g. – 328 s.



6. Nurpeisova M.B. Ekologicheskaya bezopasnost' osvoeniya nedr: monogr. / M.B. Nurpeisova, E.G. Karibaev. – Almaty: Pech. Dom, 2013. – 240 s. ISBN 967-843-55-7.
7. Parkhomenko A.N. Vliyanie zagryazneniya nefteproduktami i seroi na mikrofloru pochv aridnoi zony: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : 03.02.08 / Parkhomenko Anna Nikolaevna. – Ufa, 2011 – 26 s.
8. Perevedentseva L.G. P 27 Mikologiya: griby i gribopodobnye organizmy: ucheb. posobie / Perm. gos. un-t. – Perm', 2009. – 199 s.
9. Podavalov Yu.A. Ekologiya neftegazovogo proizvodstva. / Yu.A. Podavalov. – Moskva: Infra-Inzheneriya, 2010. – 416 s.
10. Printsipy organizatsii i metody statsionarnogo izucheniya pochv / Pod red. A.A. Rode, N.A. Nogina, I.N. Skrynnikova. – M.: Nauka, 1976. – 415 s.
11. Sabirova A.R., Adil'khanova A.K. Ekologicheskaya otsenka vliyaniya neftyanykh zagryaznenii na okruzhayushchuyu sredu v Mangistauskoj oblasti // KazKKA Khabarshysy. – 2010. – № 5 (66). – S. 263-266.
12. Moharram A.M., El-Hissi F.T., El-Zayat S.A. Studies on the mycoflora of Aswan high dam lake, Egypt: vertical fluctuations // J. Basic Microbiol. – 1990. – V. 30. – N3. – P. 197-208.
13. Nordgren A.E., Baath E., Soderstrom J. Microfungi and microbial activity along a heavy metal gradient // Appl. Environ. Microbiol. – 1983. – V. 405. – P. 1829-1937.
14. Odu C.T.I. Oil degradation and microbial change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inst. Petrol. (Tech. Pap.). – 1977. – N5. – P. 1-11.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Г.А. Джамалова<sup>1</sup>, Б.Х. Тусупова<sup>2</sup>, Л.С. Курбанова<sup>2</sup>, М.Г. Накыпбек<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Университет Сампаева, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

E-mail: k\_lau@mail.ru

Основной экологической проблемой в регионах с развитой нефтегазовой отраслью является загрязнение объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В нефтегазовых регионах страны уже сложилась крайне неблагоприятная экологическая ситуация, которая из года в год ухудшается. В данной статье проведена экологическая оценка микробиологического состояния и химического анализа серо-бурых почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

В работе отражено биоиндикационное значение разных эколого-трофических групп микроорганизмов, в частности, гетеротрофных микроорганизмов и плесневых грибов. Анализ реакций плесневых грибов на разные виды техногенного воздействия в наземных экосистемах дает возможность полнее оценить биоиндикационный потенциал микробиоты.

По полученным данным можно проследить стратегию выживания различных микробных сообществ по исследуемой антропогенной экосистеме. Современные развития основных положений экологии сообществ микроорганизмов, а также достижения популяционной биологии и многочисленные данные о реакции отдельных видов на абиотические и биотические факторы позволят проанализировать биоиндикационный потенциал микробиоты на разных уровнях организации экотехносистемы. Использование наших данных дает основания для разработки плана мероприятий, направленных на санитарное оздоровление окружающей среды.

**Ключевые слова:** нефть, нефтезагрязнение, серо-бурые почвы, микробиологический анализ, микроорганизмы, тяжелые металлы

**ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE MICROBIOLOGICAL STATE OF OIL-CONTAMINATED SOILS**

**G.A. Dzhamalova<sup>1</sup>, L.S. Kurbanova<sup>2</sup>, B.H. Tusupova<sup>2</sup>, M.G. Nakypbek<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan*

*<sup>2</sup>al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: k\_lau@mail.ru*

The main environmental problem in regions with a developed oil and gas industry is the pollution of environmental objects with oil and petroleum products. In the oil and gas regions of the country, an extremely unfavorable environmental situation has already developed, which is getting worse from year to year. In this article, an environmental assessment is carried out by microbiological and chemical analysis of gray-brown soils contaminated with oil and petroleum products.

The paper reflects the bioindication value of various ecological and trophic groups of microorganisms, in particular, heterotrophic microorganisms and mold fungi. Analysis of the responses of mold fungi to various types of anthropogenic impact in terrestrial ecosystems makes it possible to better assess the bioindication potential of the microbiota.

Based on the data obtained, it is possible to trace the survival strategy of various microbial communities in the studied anthropogenic ecosystem. Modern developments in the basic principles of microbial community ecology, as well as advances in population biology and numerous data on the response of individual species to abiotic and biotic factors will allow us to analyze the bioindication potential of the microbiota at different levels of the ecotechnosystem organization. The use of our data provides a basis for developing a plan of measures aimed at improving the health of the environment.

**Keywords:** oil, oil pollution, gray-brown soils, microbiological analysis, microorganisms, heavy metals