

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Институт Химиялық және Биологиялық технологиялар

Кафедра Химиялық процесстер және Өнеркәсіптік экология

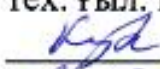
ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

«Химиялық процесстер және
өнеркәсіптік экология»

кафедрасының меңгерушісі

тех. ғыл. канд., доцент

 Кубекова Ш.Н.

«21» 06 2021 ж.

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Мақсұт Динара Мақсұтқызы

Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын
биорекультивациялау

Оқыту бағыты 7M05202 – Биоэкологиялық инженерия

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Институт Химиялық және Биологиялық технологиялар

Кафедра Химиялық процесстер және Өнеркәсіптік экология

7M05202 – «Биоэкологиялық инженерия»

БЕКІТЕМІН

«Химиялық процесстер және
өнеркәсіптік экология»
кафедрасының меңгерушісі
тех. ғыл. канд., доцент

 Кубекова Ш.Н.
«14» 06 2021 ж.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Мақсұт Динара Мақсұтқызына

Тақырыбы: «Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын биорекультивациялау»

Университет Ректорының 2019 жылғы «14» қараша №353-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 жылғы «8» маусым

Магистрлік жұмыстың бастапқы берілістері: Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту

Магистрлік жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндекация жасау;
- б) Микроағзалардың микробиологиялық белсенді түрлерін анықтау;
- в) Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биорекультивациялық технология жасау.

АҢДАТПА

Тақырыбы: Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын биорекультивациялау.

Түйін сөздер: мұнаймен ластану, мұнай өнімдері, биорекультивация, мұнай, топырақ, биоөнім, микроағзалар.

Зерттеу мақсаты: Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту.

Өзен кен орны жағдайында топырақтағы микроағзалардың таралуы, олардың культуралдық және морфологиялық қасиеттері, саны зерттеліп, белсенді түрлері бөлініп алынды. Микроағзалардың алынған белсенді түрлері негізінде ластануды тазартатын биоөнім жасалды және оның тиімділігі зерттелді.

Диссертация 51 беттен тұрады. Диссертациялық жұмыстың құрылымына кіріспе бөлім (2 бет), әдебиетке шолу (20 бет), зерттеу нысандары мен әдістері (9 бет), зерттеу нәтижелері (7 бет), қорытынды (2 бет) кіреді. Жұмыста 9 сурет, 6 кестелер ұсынылды. Қолданылған әдебиеттер тізімі 43 дереккөздерден тұрады.

АННОТАЦИЯ

Тема: Биорекультивация почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами месторождения Узень.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, биорекультивация, нефть, нефтепродукты, почва, микроорганизмы, биопрепарат.

Цель исследования: Очистка нефтезагрязненных почв месторождения Узень.

Изучено распространение почвенных микроорганизмов в почвах месторождения Узень, их культуральные и морфологические свойства, проведен их количественный учет и выделены активные виды. На основе выделенных активных видов микроорганизмов, была разработана технология очистки и изучена эффективность биопрепарата.

Объем диссертационной работы составляет 51 страниц. Структура работы включает вводную часть (2 стр.), литературный обзор (20 стр.), объекты и методы исследования (9 стр.), результаты собственных исследований (7 стр.), заключение (2 стр.).

В работе представлено 9 рисунков, 6 таблиц.

Список использованных литератур включает 43 источника.

ANNOTATION

Subject: Bioremediation of soil contaminated with oil and oil products of the Uzen field.

Key word: oil, contamination, petroleum products, oil-contamination, bio preparation, soil, bioremediation.

Research aim: Cleaning of oil-contaminated soils of the Uzen field.

The distribution of microorganisms in the soils of the Uzenfield, their cultural and morphological properties were studied, their quantitative accounting was carried out, and active species were identified. On the basis of the isolated active species of microorganisms, a purification technology was developed and the effectiveness of a biological product was studied.

The dissertation consist of 51 pages. The structure of the dissertation consist of introductory part (2 p.), literature review (20 p.), subjects and methods of work (9 p.), results of research (7 p.), conclusion (2 p.). The dissertation presents 9 pictures and 6 tables. The list of references includes 43 sources.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Негізгі бөлім	9
1.1 Мұнай топырақтың ластану көзі.	9
1.2 Мұнай және мұнай өнімдерінің топырақты ластауы және оған әсері.	11
1.3 Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерінен өздігінен тазалануы.	15
1.4 Мұнай және мұнай өнімдерінің микроағзалары-деструкторлары.	17
1.5 Топырақ биорекультивациясы.	18
1.6 Топырақтың абorigенді микроағзаларын стимулдау жолдары.	24
1.7 Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақты тазарту үшін қолданылатын биопрепараттар.	25
2. Зерттеу нысандары мен әдістері.	29
2.1 Зерттеу нысандары.	29
2.2 Өзен кен орнының мұнайына сипаттама.	32
2.3 Зерттеу әдістері.	32
2.3.1 Топырақ сынамаларын алу әдісі.	32
2.3.2 Ластанған топырақтағы мұнай өнімдерінің көлемін анықтау әдісі.	32
2.3.3 Топырақ сынамаларындағы микроағзаларының санын анықтау әдісі.	34
2.3.4 Шекті егу әдісі.	35
2.3.5 Микроағзалар санын кох әдісі арқылы санау.	35
2.3.6 Грам тәсілі бойынша бояу әдісі.	35
3 Зерттеу нәтижелері және оларды талдау.	37
3.1 Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндекация жасау	37
3.2 Микроағзалардың микробиологиялық белсенді түрлерін анықтау.	39
3.3 Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биорекультивациялық технология жасау.	41
Қорытынды	44
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	46

КІРІСПЕ

Мұнай өндірісі Қазақстанның экономикасындағы ең маңызды сала болып табылады. Қазақстанның көмірсутегілердің алдыңғы қатардағы экспортеры болу мақсаты, мұнай өндіру жерлеріндегі экожүйелерді тазарту бойынша әдістерді ойлап-табу мақсатында зерттеулер жүргізуді талап етеді. Мұнай өндіру технологияларының, транспорттаудың, өңдеу және сақтаудың жетілмегендігі, оның шығындалуына әкеліп соғады.

Қазақстан Республикасының аумағында 200 жуық мұнай және газ кен орындары бар. ТМД елдері ішінде мұнай өндірісі көлемі бойынша Қазақстан алдыңғы қатарда орналасқан. Елдегі ең ірі кен орындары – Тенгиз, Қарашығанақ, Өзен, Жаңажол және Құмкөл.

Мұнай кен өндірісі қоршаған ортаға зиянды әсер етеді. Мұнайды өндіру, тасымалдау, қайта өңдеу және сақтау кезінде қоршаған ортаның ластануы орын алады. Экожүйедегі мұнай қалдықтарынан ең қатты зардап шегетіні топырақ жамылғысы.

Мұнаймен ластану салдарынан көптеген жерлер ауыл шаруашылығына жарамсыз болып қалады. Топыраққа енген мұнай және мұнай өнімдері оның химиялық, физикалық, биологиялық және физикалық-химиялық қасиеттеріне әсер етіп, оның құрылымын өзгертеді, газ-су алмасу нашарлайды.

Жұмыстың өзектілігі. Мұнайды барлау, өндіру және транспорттау кезінде апатты жағдайлар болуы мүмкін және соның салдарынан қоршаған ортаның, соның ішінде топырақтың ластануына, ал бұл өз кезегінде ағзалардың улануына, өлуіне және топырақтың деградациясына алып келеді. Сондықтан, мұнаймен ластанумен күресудің тиімді әдістерін табу қазіргі таңдағы өзекті мәселе болып саналады. Көптеген ғалымдардың зерттеу жұмыстарының нәтижесінде топырақ рекультивациясында тек физико-химиялық әдістерді қолдану толықтай тиімді емес екендігін байқауға болады. Бүгінгі таңда ластаумен күресудің биотехнологиялық әдістері тиімдірек болып келеді. Биотехнологиялық әдістерді қолдану қоршаған ортаға зиянды әсер етпейді. Биорекультивацияда қолданылатын препараттар қоршаған ортаға уытты әсер тигізбейді. Оған қоса, бұл биопрепараттар топырақтың аборигенді микрофлорасын жақсартуға септігін тигізеді. Топырақтың мұнаймен ластануын жоюдың бұл әдісі басқа әдістермен салыстырғанда шығыны аз.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: “Өзен” кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын биорекультивациялау.

Зерттеу жұмысының негізгі міндеттері:

- 1) Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндекация жасау;
- 2) Микроағзалардың микробиологиялық белсенді түрлерін анықтау.

3) Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биорекультивациялық технология жасау.

Зерттеу нысаны – «Өзен» кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағы.

Мәселенің зерттелу деңгейі: Топырақтың мұнаймен ластану бүкіл әлемнің келелі мәселесі. Мұнай және мұнай өнімдерінің топыраққа әсерін зерттеуге және ластанған жерлерді қалпына келтіру әдістерін іздестіру мақсатындағы зерттеу жұмыстары әлемнің алдыңғы қатардағы көптеген елдердің, айта кетсек, Мексика, Үндістан, Финляндия, Ресей, Нигерияның және Қазақстанның зерттеу орталықтарында жасалды.

Осы мақсатта жасалған зерттеу жұмыстары биологиялық әдістемелердің негізінде рекультивациялық технологияларды жасауға ықпал етті және келесідей нәтижелер алынды:

1) Топырақты мұнайдан тазартуда бактериялар консорциумын қолдану арқылы ортаның рН, көміртегі, азот және фосфордың концентрациялары жағымды көрсеткіштерге келтірілді;

2) Ризосфераның өсімдік жамылғысының микроағзалары мұнай деградациясын жеделдетуге және топырақтың қалпын жақсартуға көмектеседі.

3) Мұнаймен ластанған топыраққа органикалық тыңайтқыштарды қолдану мұнайдың концентрациясының төмендеуіне және топырақтың құнарлылығын арттырады.

Қазіргі кезде мұнаймен ластанған топырақты биологиялық және механикалық әдістер негізде рекультивациялау мақсатындағы зерттеулер Қазақстанда Мусаев М.Н., Худайбергенова А.А., ал Ресейде Киреева Н.А. жүргізілуде.

Дегенмен, жасалған зерттеу жұмыстарына қарамастан, мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақты биологиялық әдістер негізінде рекультивациялау механизмі толықтай зерттелмеген. Биологиялық тазарту әдістерін қолданудың тиімділігі өңірдің климаттық жағдайына, топырақтың типіне, құрамына, мұнайдың химиялық құрамына, топырақтағы мұнай мен мұнай өнімдерінің концентрациясына байланысты.

1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1.1 Мұнай топырақтың ластану көзі

Мұнай көмірсутекті шикізат көзінің негізі, сұйық, қатты, газ тәрізді күрделі қоспа ретінде ұсынылған компоненттер және басқа кластардың органикалық қосылыстары. Адамның мұнай және мұнай өнімдерін кеңдігінен пайдалануын ескере отырып, ол табиғи ортаның барлық компоненттерінің ластануының негізгі көзі болып табылатынын байқауға болады. Мұнайдың құрамына көміртегі, сутегі, күкірт, азот және оттегі сияқты компоненттер кіреді. Көміртегі 83-87 пайызды, сутегі 12-14 пайызды, күкірт, азот және оттегі шамамен 1-2 пайызды құрайды. Жоғарыда көрсетілген элементтерден басқа мұнайдың құрамында кішігірім мөлшерде микроэлементтер болуы мүмкін.

Шикі мұнайдың көмірсутектерін химиялық құрамы бойынша негізгі үш топқа бөлуге болады: алифатты, ароматты, қаныққан және қанықпаған көмірсутектер.

Кесте 1 – Шикі мұнай компоненттері [1]

Көмірсутегі топтары	Өкілдері
Алкандар	Метан
	Этан
	Октан
Циклоалкандар	Бензол
	Толуол
	Ксилол
Полициклді ароматты көмірсутектер	Нафталин
	Антрацен
	Бензоапирен

Топырақтағы мұнайдың ыдырау жылдамдығы мен дәрежесі топырақ микроағзалары мен өсімдіктердің белсенділігіне байланысты. Топырақта неғұрлым ароматты фракциялардың концентрациясы көп болса, соғұрлым микроағзалардың ыдырату қабілеті төмендейді. Авторлардың зерттеу жұмыстарына сүйене отырып, биодеградацияның қарқындылығы белгілі бір жүйе бойынша төмендейтінін аңғаруға болады: тізбекті алкандар(C10-C19) – газдар(C2-C4) – алкандар(C5-C9) – алкендер(C3-C11) – ароматты қосылыстар – циклоалкандар. [2]

Пиковский Ю.И. мұнайды қоршаған ортаның ластағышы ретінде бағалауы кезінде келесі белгілерді қолданады: жеңіл фракциялар, циклді көмірсутектер, қатты парафиндердің, шайыр, асфальтендер және күкіртті қосылыстардың болуы.

Топырақтың шикі мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластануы кезінде олардың табиғи фракцияларға бөлінуі жүреді. Мұнайдың жеңіл фракциялары табиғи түрде булануға бейім. Топырақтағы мұнай өнімдерінің бөлігі ластанған ауданнан сумен механикалық жолмен шығарылып кетеді, ал мұнайдың басқа бөлігі химиялық және биологиялық ыдырауға ұшырайды.

Тірі ағзаларға ең уытты әсер ететіні жеңіл фракциялар, бірақ оған қарамастан, олардың булануының жоғары болуы салдарынан табиғи орта компоненттерінің өздігінен тазалануы тезірек жүреді.

Өзен кен орнындағы мұнай құрамында парафиндердің жоғары мөлшерде, яғни 16-22 пайызболуымен сипатталады.

Парафиндер топырақ ағзаларына жоғары дәрежеде улы заттар болып келмейді, алайда қату температурасының жоғары болуы топырақтың физикалық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етеді.

Мұнайдың топыраққа әсерін бағалау кезінде тағы бір маңызды фактор болып ондағы күкірттің болуы саналады. Неғұрлым күкірттің концентрациясы жоғары болса, соғұрлым топырақтың күкірттісүтегімен ластану қатері жоғары болады. Мұнайдағы күкірт көбінесе элементті, дисульфидтер, тиофендер, күкірттісүтегі, органикалық сульфидтер, тиолдар сияқты қоспалар түрінде болады. Мұнайдың жеңіл фракцияларында жоғары мөлшерде меркаптандар кездеседі.

Мұнай құрамында шайыр мен асфальтендердің болуы топырақтың физико-сулық құрамына едәуір әсер етеді. Бұл компоненттер топырақтың беткі қабатында сорбирленіп, келесіде қайта қолдануға жарамсыз етеді.

Мұнайдың табиғи ортаға келіп түсуінің негізгі көздері болып бұрғылау, транспорттау және апатты жағдайлар кезіндегі төгілу саналады. Бұл факторлардың негізгі себептері: мұнайды өндіру кезіндегі ережелерді дұрыс ұстанбау, жобалау кезіндегі қателіктер және т.б. [2]

Егер де грунт пен топырақтағы мұнай өнімдерінің концентрациясы қоршаған ортаның экологиялық жағдайында теріс өзгерістерге алып келетіндей мөлшерде болса, онда бұл грунт пен топырақ ластанған болып есептеледі.

Көптеген елдерде топырақтағы мұнайдың шекті рұқсат етілген концентрациясы белгіленбеген, себебі бұл көрсеткіш топырақтың типіне және аймақтың климаттық жағдайына байланысты.

Мұнай өнімдерінің топырақтағы мөлшері бойынша ластану дәрежелерінің Қазақстанда белгіленген классификацияларына сүйенсек, келесідей дәрежелерді бөлуге болады: [3]

- А) <1000 мг/кг – рұқсат етілген ластану дәрежесі;
- Б) $1000-2000$ мг/кг – төменгі ластану дәрежесі;
- В) $2000-3000$ мг/кг – орташа ластану дәрежесі;
- Г) $3000-5000$ мг/кг – жоғарғы ластану дәрежесі;
- Д) >5000 мг/кг – өте жоғарғы ластану дәрежесі.

1.2 Мұнай және мұнай өнімдерінің топырақты ластауы және оған әсері

Мұнай кен орындарын игеру, жабдыктандыру және пайдалану табиғи ландшафтыны өзгертеді және жердің қарқынды ластуына алып келеді.

Топырақ жамылғысы – ландшафттың негізгі элементі және «экологиялық соққыны» өзіне қабылдайды. Топырақтың ластануы салдарынан мұнай-газ саласындағы басты экологиялық мәселе – топырақ деградациясы жүреді.

Табиғатқа ең көп кері әсерін мұнай және газ құбырларындағы апаттар тигізеді. Мұнай құбырында болған бір апат кезінде жерге 2 т мұнай төгіледі, бұл өз кезегінде 1000 миль жерді істен шығарады, ал газ конденсаты құбырындағы болған апат нәтижесінде жылына орташа есеппен 2 млн. т мұнай өнімдері төгіледі [4].

Мұнай топыраққа төгілген кезде оның қасиеттеріне қайтымсыз зиян келтіреді: битуминозды сортаңданудың түзілуіне, гудронизациялану, цементтенуге және басқа да құбылыстарға алып келеді. Бұл өзгерістер жердің өсімдіктері мен биопродуктивтілігін зақымдайды. Топырақ жамылғысының өзгеруі жағымсыз құбылыстарды – топырақ эрозиясын, деградациясын, криогенезді шақырады.

Топырақ деградациясы құзыретті салалық қызметтерден дереу іс-шара қолдануды талап етеді, себебі топырақпен бүкіл ландшафтының биологиялық продуктивтілігі байланысты.

Топырақ деградациясы түрлі табиғи және антропогенді жағдайларға байланысты. Мысалы, химиялық ластану, шөлейттену, суы ағызу және тағы басқалары. Антропогендік деградация – бұл техногенді жүктемелердің (химиялық және механикалық) тікелей нәтижесі немесе табиғи гипергенді немесе топырақ қалыптастырушы процестермен байланысты құбылыс.

Нәтижесінде топырақтың жекелеген үйлесімді қолайсыз қасиеттерінің және ландшафтардың биологиялық өнімділігі төмендейді.

Топырақ жамылғысының механикалық ауытқуы. Топырақтың механикалық ауытқуы бүкіл мұнай және газ салаларында байқалады және құрылыс (бұрғылау құрылысын орнату, құбырлар жүргізу, өнеркәсіп ғимараттарын, тұрғын үйлер мен коммуникацияларды салу) және рекультивациондық (құнарлы қабатты алу, траншеяларды толтыру, сарайларды орналастыру) жұмыстармен байланысты. Топыраққа техногенді әсердің түрлілігі табиғи ортаны өндірістік игеруіне тән. Механикалық әсер ету салдарынан болатын топырақ жамылғысының бұзылу масштабы салынған құрылымдардың көлемі мен мақсаттарына және әртүрлі биогеоценоздардағы табиғи ортаның осалдығына байланысты.

Топырақтың құнарлы топырақтарын жою екі негізгі салдарға әкеп соғады. Біріншіден, топырақтың қасиеттері (физикалық, химиялық, биологиялық активтілігі) толығымен өзгереді. Екіншіден, топырақ жамылғысының бұзылмаған түріне тән емес гипергенді процестер (су және

жел эрозиясы, батпақ деградациясы және басқалары) туындайды немесе бұл процестердің қарқындылығы артады [5].

Топырақ профилінің механикалық бұзылуы кезінде, әдетте, құнарлылықты анықтайтын, түрлі жазықтардың материалдарын араластыратын, бұзылмаған ландшафттың экологиялық қызметін өзіндік атқаратын гумус-аккумулятивтік жазықтар ішінара немесе толықтай жойылады.

Осылайша, жер астындағы газ сақтау орындарының аймағында жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша, осы аймақтың топырақ қабатында гумустың, азоттың мөлшері төмен.

Топырақтың химиялық ластануы. Мұнай-газ саласының нысандарында топырақтың химиялық ластануының негізгі себептері келесі:

А) мұнай-газ өндіретін кәсіпорындарда: мұнай және газ фонтандарын туындауы, газдың өздігінен оталуы, жер асты жоғары минералды судың бөлінуі, бұрғылау сұйықтығының ағуы, метанолдың төгілуі, сарайларды жою және тағы басқа;

Б) Мұнай-газ тасымалдау кәсіпорындарында: көмірсутегі конденсатының, коррозия ингибиторының төгілуі, турбинді отынның, метанолдың, органикалық қышқылдардың, беттік-белсенді заттардың (ББЗ), компрессорды майлаушы майлардың төгілуі;

В) Мұнай-газ қайта өңдеу кәсіпорындарында: конденсат пен майлаушы майдың, сонымен қатар химреагенттердің (метанол, диэтиленгликоль, диэтанолламин, т.б.) ағуы мен төгілуі.

Осылайша, мұнай және газ салаларындағы негізгі топырақты ластаушы заттар болып: сұйықтықтар (мұнай көмірсутектері, минералданған жер асты сулары, химреагенттер, бұрғылау ерітінділері); газдар (табиғи газ және оның жану өнімдері); қатты заттар (шламдар, күкіртті көмірсутекті шикізат қайта өңдеуші кәсіпорындар аудандарындағы күкіртті шаң) табылады.

Топырақтың химиялық ластануы оның физикалық, химиялық, ион алмасу қасиеттеріне және биологиялық белсенділігіне кері әсер етеді.

Топырақтың осы қасиеттерінің өзгеру көрсеткіштері оның деградациясының белгілері ретінде пайдаланылады. Бұл мұнай-газ саласының объектілеріне тән, себебі көпшілік топырақ ластағыштарының көп компонентті болуы салдарынан Шекті Рұқсат Етілген Концентрациясын (ШРЕК) анықтау қиын болады [6].

Топырақта мұнай және мұнай өнімдері келесі формаларда кездеседі:

А) борпылдақ ортада – бу тәрізді және сұйық оңай қозғалатын күйде, бос немесе еріген су немесе сулы эмульсиялық фазада;

Б) борпылдақ ортада және жарықтарда – бос қозғалмайтын күйде топырақ бөлшектері мен агрегаттары арасында қоймалжың немесе қатты цементтің ролінде;

В) сорбирленген күйде – тау-кен жыныстарының немесе топырақтың бөлшектерінде (сонымен бірге органикалық заттардың бөлшектерінде);

Г) грунттың немесе топырақтың беткі қабатында – тығыз органо-минералдық масса түрінде.

Мұнай өнімдерінің бос және аз қозғалмалы формалары ұшқыш фракцияларды атмосфераға, ал ерігіш қосылыстарды суға оңай таратады. Бұл құбылыс уақыт өте келе тоқтамайды, себебі көмірсутектердің трансформациясының микробиологиялық құбылыстары зат алмасу өнімдерінің суда ерігіш және ұшқыш өнімдердің түзілуіне алып келеді. Мұнайдың ауыр және жеңіл фракцияларының парафиннің қатынасынан топырақтың цементациясының қауіптілігін, шайылуын, булануын көруге болады.

Мұнайдың топырақ массасын сіңіруі топырақтың химиялық құрамын, қасиетін және құрылысын өзгертеді. Ең алдымен бұл гумусқа әсер етеді: көміртегі мөлшері күрт көбейеді, бірақ топырақтың өсімдіктерге қоректік субстрат ретіндегі қасиеті нашарлайды. Мұнайдың гидрофобты бөлшектері өсімдіктердің тамырына ылғалдың баруын тежеп, оларды физиологиялық өзгеріске ұшыратады. Мұай трансформациясының өнімдері топырақ гумусының құрамын тез өзгертеді. Ластанудың алғашқы кезеңдерінде бұл, негізінен, липидті және қышқыл компоненттерге қатысты. Келесі кезеңдерде мұнай көміртегінің арқасында ерімейтін гуминнің мөлшері артады. Топырақта тотығу-тотықсыздану шарты өзгеруі, кейбір микроэлементтердің және гумустық компоненттердің қозғалысы ұлғаюы мүмкін.

Мұнай және мұнай өнімдерінің құрамына кіретін барлық заттар улы және жиі канцерогенді болады.

Мұнаймен ластану топырақ микробиоценозының күрт өзгеруіне соқтырады. Топырақ микроағзаларының комплексі мұнаймен ластануға қысқа мерзімді ингибирленуінен кейін өзінің санының көбеюі мен белсенділігінің күшеюімен жауап береді. Ең алдымен бұл көмірсутек тотықтырушы микроағзаларға қатысты. Себебі, олардың мөлшері ластанбаған топырақпен салыстырғанда бірден артады. Топырақтағы микроағзалар жиынтығы тұрақсыз. Мұнай топырақта ыдырайтындықтан, мұнай тотықтырушы бактериялар саны ластанбаған топырақтағы санынан едәуір көп.

Мұнаймен ластану өсімдіктердің фотосинтездік белсенділігін басады. Бұл ең бірінші топырақ балдырларының дамуына әсер береді. Топыраққа түскен мұнайдың мөлшері мен топырақ және өсімдік жамылғыларының сақталуына байланысты топырақ балдырларының түрлі реакциялары байқалады: жекелеген топтардың құлдырауынан және басқа топтармен алмасуынан, бір топтың бөлінуіне немесе бүкіл популяцияның өліміне дейін. Экстремалды жағдайдың көріну белгісі болып балдырлардың сыртқы түрі келеді.

Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы топырақ жануарларына кері әсерін береді және олардың жаппай қырылуына алып келеді. Ластанудың кері әсері топырақтың мұнаймен тура қатынасқан кезінде және оның қасиетінің өзгеруі салдарынан болады.

Мұнайдың фракцияларының тірі ағзаларға әсері әртүрлі. Жанармайға бай жеңіл фракциялар тірі организмдер үшін өте улы. Ұшқыш фракциялар топырақ және оның тіршілік иелерімен тура қатынсақанда ғана әсер етеді. Және де бұл фракциялардың табиғи ортаға әсері өте аз мерзімді, себебі тез буланып кетеді. Олардың тез булануы табиғи ортаның компоненттерінің өзін-өзі тез тазартуына ықпал етеді.

Жеңіл мұнай өнімдері айтарлықтай дәрежеде топырақ бетінде ыдырап, буланады және су ағындарымен тез шайылып кетеді. Булану жолымен топырақтан 20-40% мұнайдың жеңіл фракциялары жойылады.

Ауыр фракциялардың әсері кейінірек байқалады. Олар аз қозғалады және тұрақты ластану ошағын туғыза алады және табиғи ортаның тазалануы қиын жүреді. Құрамында едәуір мөлшерде шайыр, асфальтен және ауыр металдар бар ауыр мұнайлар ағзаларға улы әсер етіп қана қоймай, топырақтың су-физикалық қасиеттерін өзгертеді. Бұл кеуекті топырақ кеңістігінің цементтенуі салдарынан болады. Парафиндік мұнайдың топыраққа түсуі топырақтың ылғал алмасуын ұзақ уақытқы дейін бұзады. Олар топыраққа өте қауіпті, себебі қату температурасы төмен бола тұра топырақтың саңылаулары мен каналдарын қатты бітеп, жанама орталармен зат алмасуын тежейді.

Ластағыш заттардың трансформациясы және қайта бөлінуі кезінді гидро-атмо-лито-биогеохимиялық ауытқулар түрлі заттардың геохимиялық жағдаймен алмасуын тудырады.

Полициклді ароматты көмірсутектер өте улы. Олардың ішінде көп канцерогендер кездеседі. Улылығы жоғары метандық көмірсутектер, әсіресе көміртек тізбектері қысқа алкандар жеңіл мұнайдың негізін қалайды. Олардың ұшқыштығы мұнайдың бұл компоненттерінің тез булануына ықпалын тигізеді.

Мұнайдың қоймалжың болуына парафиндер едәуір әсер етеді. Олар мұнайда 15-20% дейін жетуі мүмкін. Қатты парафиндер нашар бұзылады.

Шайырлы-асфальтенді компоненттердің кері әсер беруі олардың қоймалжың және тығыз болуына байланысты. Бұл топырақтың физико-химиялық қасиетін өзгертеді және кейде цементтенуіне алып келеді. Мұнай құрамында болатын микроэлементтер де әсер етуі мүмкін. Олар топырақта бұл элементтердің қозғалмалы байланыстарының (As, Co, Cu, Pb, Hg, Ni, V, Fe, Mn) көлемін арттырады.

Топырақ түзілуіне әсер ететін жоғары минералды қабатты судың маңызы зор. Топырақта түрлі процесстердің жүруін, ең алдымен гумустың түзілуін өзгертетін сілтілік реакция жүреді. Натрий ионының үлкен бөлігі алмасушы катиондардың құрамын өзгертеді. Бұл өз кезегінде топырақтың физикалық құрамына әсер етеді. Н.П.Солнцеваның (1998) байқауы бойынша, солтүстік тайгалық жағдайларда дерново-подзолистая топырақ мұнаймен ластанғаннан кейін 1 жылдан соң техногендік битуминоздық сортаңға, ал 4 жылдан соң топырақ битуминоздық сортаңды сортаңға жіктеледі, ал 15

жылдан кейін битуминоздық сортаңға, ал 20 жылдан кейін битуминозды сортаңданатын сортаңға трансформацияланады [7].

1.3 Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерінен өздігінен тазалануы

Топырақтың кез келген түрі өздігінен тазалану қабілетіне ие. Бірақ, жерлердің мұнаймен ластанған кезінде, топырақтың өздігінен тазалану мерзімі бірнеше ондаған жылдарға дейін жетуі мүмкін. Микробиологиялық алуантүрлілікке бай болғанмен де көптеген жағдайларда толықтай тазартыла алмайды. Бұл процесске мұнайдың дисперстілігі, топырақтағы оттегі мөлшері, температура, гидростатикалық қысым сияқты факторлар әсер етеді.

Зерттеушілер топырақтың өздігінен тазалануының үш кезеңін бөледі, олардың мерзімі топырақтың типіне және ортаның климаттық жағдайларына байланысты әртүрлі болып келеді.

Бірінші кезең. Ұзақтығы 1-1,5 жыл. Бұл кезеңде мұнай физико-химиялық өзгерістерге ұшырайды, топырақ беті бойынша мұнайдың көмірсутектерінің миграциясы, күннің ультракүлгін сәулелерінің әсерінен көмірсутектердің трансформациясы, булану және шайылу сияқты үрдістер орын алады, барлық үрдістердің ішінде химиялық тотығуға 50 пайыз тиесілі. Көмірсутектердің құрамында деградацияға ең бейімі төменмолекулалы фракциялар, олар бірінші жылдың ішінде толық жойылады.

Екінші кезең. Ұзақтығы 3-4 жыл. Бұл кезеңде көмірсутектердің микробиологиялық трансформациясы орын алады. Ароматты және метанонафтендік көмірсутектермен қоректенетін саңырауқұлақтар мен бактериялар белсендігі өте жоғары болады. Әрбір вегетациондық кезеңде орташа есеппен мұнайдың 20 пайызы ыдырап, көмірсутектердің барлық дерлік топтары биохимиялық тұрғыда өзгеріске ұшырайды.

Екінші кезеңнің ерекшелігі ароматтық СС байланыстардың бұзылуында. Басқаша айтқанда, органикалық қосылыстар микроағзалардың әсерімен ортада басқа органикалық қосылыстардың қатысында ғана өзгереді.

Үшінші кезең. Бұл кезең қалдық мұнайдың ішінде бастапқы және екінші реттік пайда болған парафинді көмірсутегі байқалмағанда басталады. Екінші реттік пайда болған парафинді көмірсутегілерінің ішіне күрделі мұнай қосылыстарының ыдырауы нәтижесінде пайда болған метанның гомологтық қатарындағы құрылыстар жатады.

Бұл кезеңде топырақта микроағзалармен қиын ыдырайтын полициклді ароматты көмірсутектер, күрделі мұнайлы компоненттер басымырақ келеді.

Сонымен қатар, микроағзаладың сандық көрсеткіші нормаға сай келуі мүмкін, бірақ сапалық құрамына келгенде көмірсутек тотықтырғыш микроағзалар басым болады.

Микроағзалар көмегімен көмірсутектердің тотығу механизміне сүйене отырып, мұнай өнімдерінің бірінші реттік тотығуы молекулалық оттегі арқасында болатынын айтуға болады. Алкандардың ыдырауы екі схема бойынша жүруі мүмкін: монотерминалдық тотығу, бұл кезде тотығу

реакциясы соңғы бір метилдік топтан басталады; дитерменалдық тотығу, екі метилдік топ тотығады.

Ұштардағы метилдік топтардың рөлі микроағзалардың көмегімен көмірсутектердің ыдырау дәрежесі тек қана көмірсутектердің санына емес, сонымен қатар фракциондық құрылымға да байланысты деген тұжырымдама жасауға мүмкіндік береді.

Топырақтың әрбір типінде көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалардың өз өкілдері болады. Мұнай өнімдерімен ластанған топырақта жоғары мамандандырылған түрлері кездеседі. Мысалы, қатты парафиндермен қоректенетін микроағзалар-термофилдер, газ тәріздес көмірсутектерін тотықтырғыштар, ароматты көмірсутектерді ыдыратушы. [8]

Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзаларға микроскопиялық мицелиалды саңырауқұлақтар, бактериялар, ашытқылар жатады.

Бактерияларға: *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Achromobacter*, *Arthrobacter*, *Alcaligenes*, *Cytophaga*, *Sarcina*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Desulfovibrio*, *Escherichia*, *Thiobacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Enterobacter*, *Vibrio*, *Methanobacterium*, *Brevibacterium*, *Rhodococcus*, *Micromonospora*, *Pseudomonas*, *Spirillum*, *Serratia*, *Mycobacterium* сияқты туыстар жатады. Ашытқыларға: *Rhodotorula*, *Endomyces*, *Endomycopsis*, *Candida*, *Torulopsis*, *Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Trichosporon* түрлері жатады. Мицелиалдық саңырауқұлақтарға: *Mucor*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Gunninghamella*, *Acremonium*, *Trichoderma* жатады. Актиномицеттерге *Nocardia*, *Streptomyces* түрлері жатады.

Деструктивті белсенділігі жоғары болып бактериялар келеді. Олар кең ауқымды көмірсутектерді, соның ішінде ароматты көмірсутектерді жұтуға қабілетті. Ең көп тараған өкілдері: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Brevibacterium*, *Micrococcus*, *Nocardia*, *Mycobacterium* және тағы басқалары. [9]

Көптеген зерттеушілер белгілі бір аймақтағы мұнай тотықтырғыш микроағзалардың белсенді штамдарын зерттеумен айналысқан. Мысалға айтсақ, Кувейт шөлінің топырағынан *Bacillus stearothermophilus* термофилді бактерия культурасы өсірілген. [10]

Аргентина ғалымдары мұнай ыдыратқыш психрофилді бактерияны сипаттаған, олар Антарктика топырағынан өсірілген. Бұл зерттеулер климаты салқын аймақтарға үлкен маңызы бар, себебі қатаң климаттық жағдай салдарынан мұнаймен ластанумен күресу қиынға соғуда.

Мұнаймен ластанған топырақтың табиғи микробиоценозында ең басты орынды родококкалар алады, олар сұйық мұнай көмірсутектерін және газ тәрізді n-алкандарды аккумуляциялап, биомассаға айналдыра алады. бұл бактериялардың басты ерекшелігі олардың ортаның жағымсыз жағайларында – төмен температура, қоректік заттардың ұзақ мерзім бойы жетіспеушілігі кезінде, ультракүлгін сәулелерінің әсер етуі кезінде тіршілігін жалғастыруында.

Саңырауқұлақтардың қорек көзі ретінде мұнай және мұнай өнімдерін қолдана алатын негізгі массасы *Penicillium* туысына жатады. Велиев М.Г. және соавторлардың (2008) зерттеулері, мұнайды белсенді түрде сіңіретін *Mucor*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* туыстарына жататын микромицеттер екенін көрсетті.[11]

1.4 Мұнай және мұнай өнімдерінің микроағзалары-деструкторлары

Мұнай көмірсутектерін сіңіру қасиетіне түрлі систематикалық топтарға жататын микроорганизмдер ие. Оларға микромицеттердің, ашытқылардың және бактериялардың бірнеше түрлері жатады. Мұнайдың белсендірек деструкторлары бактериялар арасында кездеседі. Олар көмірсутектердің кең ауқымын, соның ішінде ароматты көмірсутектерді игеру қабілетімен ерекшеленеді, жоғары өсу қарқындарына ие, сондықтан практикалық қызығушылыққа ие.

Табиғи көмірсутекті тотықтырушы микроорганизмдер таксономикалық түрде әртүрлі. Белсендірек бактериялық штаммдар мына түрлерге жатады: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Nocardia*, *Brevibacterium*, *Mycobacterium*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Sphaerotilus*. Актиномицеттердің арасында *Streptomyces* туыстары қызығушылық тудырады. Ашытқылар ішінен *Candida* және *Torulopsis* туыстары ерекшеленеді.

Родококкалар - мұнаймен ластанудың табиғи биоценозының тұрақты және басым компоненттері, олардың негізгі экологиялық қызметі газ тәрізді н-алкандарды, мұнайдың сұйық көмірсутектерін жинақтау және оларды биомассаға айналдыру. Бұл түрдің бактериялары қолайсыз факторлар, яғни төмен температура, ультракүлгін сәулелері түскенде, қоректік заттардың ұзақ уақыт болмауы кезінде жоғары өміршеңдігімен ерекшеленеді. Тундралық мұнаймен ластанған топырақтың табиғи мұнай тотықтырушы микрофлорасы *R. Erythropolis* бактерияларының болуымен сипатталады. Осыған байланысты мұнай деструкторлары родококкаларға деген қызығушылық бар.

Т.В.Коронелли және басқа авторлар төменгі температурада көмірсутекті тотықтырушы белсенділігін едәуір дәрежеде сақтайтын штамм таңдау мақсатында парафині бар агарлы қоректік ортада +6° ауа көрсеткішінде көмірсутекті тотықтырушы бактериялардың (*Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus* туыстары) скринингін жасады. Осы әдіспен іріктеліп алынған 17 штаммды мұнай бар сұйық ортада +8° ауа көрсеткішінде өсірді. 14 тәуліктен кейін инфрақызыл спектроскопия әдісімен мұнай көмірсутектерінің концентрациясын анықтады. Нәтижесінде он екі штамм енгізілген мұнайдың 13-36%-ын, екі штамм – 5-6%-ын қолданған, ал үшеуі

тиімсіз болып шықты. Он екі штаммның барлығы да *Rhodococcus* туысының өкілдері: он бірі *R.Erythropolis* түріне, ал біреуі *R. Maris* түріне жатады [10].

Тағы бір қызығушылық тудыратын бактериялар бар. Олар споратүзуші бактериялар. Себебі, олар қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді келеді.

Қазіргі таңда, әсіресе төменгі температурада мұнай бұзушы микроағзалар белсенді түрде ізелуде. Белсенді формадағы микроағзалар әртүрлі су және топырақ экожүйелерінен, әсіресе көмірсутектермен немесе мұнаймен ластанған экожүйелерден, сонымен қатар мұнай және мұнай кен орындарының жер асты суының микрофлораларынан бөлінеді.

Көмірсутекті ластанудың белсенді микроорганизм-деструкторын таңдау кезінде белгілі талаптар қойылады. Топыраққа енгізілетін микробтық биомасса топырақ микрофлорасына бөтен болмауы керек. Және тағы бір маңызды талап – топыраққа енгізілетін микроорганизмдер патогенді болмауы тиіс. Ластанған топырақты микробиологиялық тазалау технологиясы аэробты жағдайды қажет етеді, сондықтан микроорганизм-деструкторлар аэробты және факультативті аэробты болуы керек. Микробты жасушалар қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына ұшырауы мүмкін, сондықтан микроағза-деструкторлар жоғары өміршең болуы тиіс.

Қазіргі кезде түрлі коммерциялық микробиологиялық препараттар ұсынылып отыр. Олардың кейбіреулері іс жүзінде қолданылуда (Деворойл, Дестройл, Путидойл және басқалары).

Ресей Ғылым Академиясының Микробиология институты «Биотехинвест» ғылыми-өндірістік кәсіпорнымен бірлесе отырып «Деворойл» микробиологиялық препараты жасалды. Препарат топырақ, су қоймалары, су айдындарының беті, мұнай танкерлерінің және басқа да резервуарлардың ішкі беттері ластанған кезіндегі мұнай және мұнай өнімдерінің биодegradациясына арналған.

«Деворойл» микробиологиялық препараты көмірсутекті тотықтырушы бактериялар мен ашытқылардың мұқият таңдалған бірлестігінен тұрады. Бірлестіктің құрамына *Rhodococcus*, *Pseudomonas* және *Yarovvia* туыстарының патогенді емес штаммдарының вегетативті жасушалары кіреді. Бактериялар мұнайдың п-алкандарын және ароматты көмірсутектерді тотықтыра алады. Сәтті таңдалған бірлестік препаратқа көптеген артықшылықтар береді.

Сонымен қатар топырақтың мұнаймен ластануын жою үшін «Дестройл» препараты қолданылады. Бұл коммерциялық препарат Берд қаласының биологиялық перапараттар зауытында шығарылады, *Acinetobacter sp* микробты культурасы негізінде алынады. Мұнай мен мұнай өнімдерінің көмірсутектеріне қатысты жоғары белсенділік көрсетеді [12].

1.5 Топырақ биорекультивациясы

Қазіргі кезде топырақты ксенобиотиктердің ластауынан биотехнологиялық тазарту әдістері белсенді түрде дамып жатыр. Биорекультивация топырақты немесе басқа нысанды ластағыштардан тазартуды ғана емес, олардың табиғи функцияларын қалыпқа келтіруді білдіреді. Биорекультивацияның барлық технологияларын екі негізгі түрге бөлуге болады – биостимуляция және биотолықтыру (биоаугментация) [13][14].

Биостимуляция – ластағыштарды жоя алатын табиғи микроағзаларды дамуына қажетті ортамен қамтамасыз ететін, топырақты ксенобиотиктерден тазарту әдісі.

Мұнайдың топырақта ыдырауына мұнай мен мұнай өнімдерінің көмірқышқыл газы мен суға дейін минерализациялануын қамтамасыз ететін топырақ микроағзаларының функционалдық белсенділігі әсер етеді. Мұнайдың деградациясы кезінде микробиотаның түрлі топтары қатысады: бактериялар, ашытқылар, микроскопиялық саңырауқұлақтар мен актиномицеттер. Микроағзалар-деструкторлар қауымдастығында бактериялар басым орын алады. Олар көмірсутектер, сонымен қатар ароматтық көмірсутектердің үлкен мөлшерін сіңіре алады. Түрлі көмірсутектерді ыдырата алатын мұнаймен ластанған топырақтағы тіршілік иелері болып бактериялардың *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Nocardia*, *Acromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia* туыстары табылады [15][16].

Ластанған топырақтардың тұрақты компоненттері болып газ тәрізді н-алкандардың және мұнайдың сұйық көмірсутектерін жоятын родококкалар келеді.

Микроскопиялық саңырауқұлақтардың ішінде мұнай өнімдерінің белсендірек деструкторлары болып *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Graphium*, *Mortierella*, *Gliocladium*, *Trichoderma* туыстарының өкілдері келеді.

Көмірсутектер микробтық деструкцияға төзімді болып келеді. Шикі мұнай мен оның қайта өңдеу өнімдері микробтық деградацияға ұшырау дәрежесіне байланысты келесі реттілік бойынша орын алады: шикі мұнай-керосин-жанғыш майлар-мазут. Мұнайдың микроағзалардың әсеріне төзімділігі оның гидрофобтығына байланысты. Сондықтан көптеген микроағзалар-деструкторлардың табиғи беттік белсенді заттарды (ББЗ) синтездеу қабілеті биодеградация процесінің тиімділігінде өте маңызды орын алады.

Көптеген зерттеушілердің алған нәтижелері микроағзалардың қауымдастығының жекелеген штамдардан қарағанда көмірсутекті субстратты тезірек және толықтай ыдырататынын көрсетті. Топырақ микроағзаларының қауымдастығы ксенобиотиктердің ұштасқан зат алмасуын қамтамасыз ете алады [17].

Мұнай көмірсутектерінің микробтық деградациясы қарқыны көптеген факторларға байланысты, бұл процесті қарқындату үшін микроағзалардың

өсу және даму шарттарын оңтайландыру керек. Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың белсенділігіне әсер ететін негізгі табиғи факторлар: температура, аэрация және ылғалдылық шарттары, топырақтың қышқылдығы, минералды қоректену элементтерімен қамтамасыздандырылу және күн сәулесінің қарқындылығы.

Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың топырақта дамуына оңтайлы болып мезофилді шарттар (20-30°C) саналады, қажетті температураны қалыпты ұстап тұрудың қарапайым әдістері ластанған топырақты тазартудың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалар сусыздандырылған ортада толығымен дами алмайды. Ылғалдылықтың ең жақсы шарты толық ылғал сыйымдылығынан 60 пайыз. Топырақтың су режимін оңтайландыру жер асты суларын сорғыту немесе, керісінше, кеуіп кетудің алдын алу үшін суландыру жүйесін қолданып, қажетті ылғалдылық деңгейін сақтау үшін полиэтилендік жапқаштарды пайдалану арқылы жүзеге асырылады [18].

Бейтарап рН көрсеткіштері мұнайдың топырақта ыдырауына оңтайлы болып келеді. Қышқыл топырақтарды бейтараптандыру үшін кейбір зерттеушілер әктасты қолдануды ұсынады. Әктас пен минералды тыңайтқышты бірге қолдану мұнайдың құрамына кіретін ауыр металдарды бейтараптандыруға көмектеседі [19].

Мұнайдың бұзылу процестері негізінен тотығу процестері болғандықтан, оттегінің қол жетімділігі шектеуші фактор болады. Тазарту процестерінің өнімділік деңгейі ластанған топырақтың аэрация белсенділігімен анықталады. Сондықтан күрделі механикалық құрамы бар аса суланған немесе құрылымсыз топырақ мұнай өнімдерінің ыдырауы жүрмейді. Мұнайдың микробтық деградациясы аймағына оттегінің түсуін қамтамасыз ететін ластанған топырақты өңдеу, рекультивация процесін анағұрлым тездетеді. Сонымен қатар көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың тіршілік қабілеттілігі белсендіріледі, мұнайдың жеңіл фракциясы ұшып кетеді, топырақ бөлшектерінің кесектенуі төмендейді. Микрофлораның белсенді тіршілік етуін қамтамасыз ететін топырақ өңдеуінің негізгі түрлері жерді жырту, қопсыту, жұмсарту болып табылады. Мұнаймен ластанған топыраққа түрлі перлит, ағаш қабығы, үгінділері, шөп және басқа өсімдік қалдықтары сияқты құрылымдаушыларды енгізу топырақтың аэрациялану процестерін қарқындатып, олардың тиімді тазаруын қамтамасыз етеді [20].

Тиімді температура мен аэрация шарттарында минералды қоректердің элементтерімен қамтандырылу табиғи орталарда мұнай өнімдерінің биодеградациясын шектейтін негізгі фактор болып саналады. Бұл элементтер жетіспейтін микроағзаларда көмірсутегін тотықтыру белсенділігі күрт төмендейді, бұл биоремедиация процесінің тоқтауына алып келеді. Биогенді элементтердің жетіспеушілігі топыраққа минералдық және органикалық тыңайтқыштарды енгізумен толықтырылуы мүмкін.

Көмірсутектерді тотықтырғыш микроағзалардың өсуін қамтамасыз ететін қорек элементтері арасында маңызды болып азот пен фосфор көздері табылады [21].

Мұнаймен ластану кезінде көміртегі көп мөлшерде енетіндіктен, C:N қатынасы күрт өзгереді. Көмірсутегінің 0,1-10 пайыз концентрациясы кезінде тиімді болып 9:1 қатынасы келеді. Егер бұл қатынас көп болса, бактериялардың өсуі мен көмірсутектерінің жойылуы тежеледі. Қорек элементтерін оңтайландыру (424 мг/л азот және 178 мг/л фосфор) суда микобактериялармен дизель отынының биодеградациясының жылдамдығын 10 есе ұлғайтуға мүмкіндік береді. Сонымен бірге мұнаймен ластанған топырақта басқа элементтердің қатынасы өзгереді: қозғалмалы фосфор мен алмасатын калийдің құрамы азаяды [22].

Топырақтың азоттық режимін реттеу әдісінің бірі болып оларға еркін өмір сүретін азотфиксаторларды енгізу табылады. Азотфиксациялаушы микроағзалар топырақ экожүйесінің жақсы жұмыс істеуін қамтамасыз ететін негізгі топтардың бірі. Азотфиксацияның қарқындылығы фосфаттардың болуына байланысты. Мұнаймен ластану топырақта фосфордың жылжымалы формаларының азаюына алып келеді, бұл өз кезегінде топырақтың азотфиксациясының белсенділігіне кері әсер етеді. Көміртегі мен фосфордың тиімді қатынасы $C : P = 10 : 1$ болып саналады. Фосфорлы қоректенудің шикізат көзі ретінде аммоний немесе калийдің фосфорқышқылды тұздарын қолдану ұсынылады.

Топыраққа минералды тыңайтқыштарды енгізу барлық топырақ микроағзаларының санының өсуі мен тіршілік ету шарттарының жақсаруына алып келеді.

Көмірсутектермен ластанған топырақтың табиғи микробиотасына ықпал ету әдісінің бірі, ластанған жерді биологиялық белсенді қосылыстармен байытатын және күрделі ыдырайтын көмірсутектердің кометаболизміне қажетті шарттарды жасайтын түрлі органикалық субстраттарды қолдану. Бұл мақсатқа арзан және қол жетімді ашытқы өндірісінің қалдықтарын, пептонды су, биогумус, ақуызды-дәруменді концентрат, балық ұнын, сидератты қолданады. Мұнаймен ластанған топырақтардың биологиялық белсенділігі оған компост, сүт сарысуын, мал шаруашылық комплекстерінің ағын суларының белсенді субалшықтарын, арнайы жасалған биокоспаларды қосу арқылы ұлғайтуға болады [23].

Топырақтың су мен қорек режимдерін жырту, қопсыту, сорбенттерді және қоректік қоспаларды қосу арқылы жақсартуға болады.

Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың жақсы қызмет атқаруы үшін мұнаймен ластанған топырақта негізгі биогенді элементтердің тиімді қатынасын, қажетті температура, су және ауа режимдерін қалыптастыру керек.

Мұнаймен ластанған топырақтың көмірсутектерді тотықтырғыш микроағзалардың тіршілік етуіне ықпал етудің бір әдісі болып өсімдіктерді егу саналады. Тамыр жүйесінің дамуы, құрамына органикалық заттардың

күрделі қосылыстары – қанттар, аминқышқылдары, пуриндер, нуклеозидтер, ферменттер, дәрумендер және фитосидерофор кіретін тамырдан бөлінетін заттардың арқасында микроағзалардың ризосферада өсуіне қажетті шарттарды жасауға көмектеседі [24].

Фиторемедиация өсімдіктер және олармен байланысты микроағзалар көмегімен жүзеге асатын органикалық және бейорганикалық ластағыштардың ыдырауы мен жиналуы және оларды су немесе топырақтан жұту сияқты барлық метаболитикалық процестерді қамтиды. Олай бола тұра, микроағзалар көптеген процестерді іске асырады: ластағыштың тәуелсіз деградациясы, ризосферада катаболитикалық беолсенділігін арттыру, ластағыштың фитотоксинділігін төмендету, фитогормондарды бөлу арқылы өсімдіктердің өсуіне ықпал ету [25].

Өсімдіктердің ризосферасындағы ерекше шарттар көмірсутектердің, кейбір пестицидтердің және гербицидтердің деградациясына әсер етеді [26].

Ризосфералық биотаның деструктивтік белсенділігі әр өсімдік түрінде әртүрлі болғандықтан, өсімдікті дұрыс таңдау фиторемедиацияның табысқа жетуінің негізі болып табылады. Біріншіден, өсімдік поллютанттарға төзімді болуы, тамыр жүйесі дамыған болуы керек. Екіншіден, оның ризосфералық биотасы ластағышқа белсенді болуы керек. Мысалы, дәнді дақылдардың тамырынан бөлінетін заттардың ішінде басым бөлігі органикалық қышқылдар болса, бұршақ тұқымдастардың тамырынан бөлінетін заттар құрамында симбиотикалық азот бар аминқышқылдарға және басқа да органикалық қосылыстарға бай. Сондықтан бұршақ тұқымдастарды егу көп жағдайда микроағзалардың, сонымен қатар ыдыраушы ксенобиотиктердің дамуына ықпал етеді [27][28].

Е.В. Хорькова соавторларымен бірге сегіз тексерілген шөптердің ішінен ең жақсы ремедиационды әсері бар ешкі шөбі мен арпабас таңдалынды. Өсімдіксіз топырақта 1-5 пайыздық ластану кезінде көмірсутектердің төмендеуі 62-26 пайыз болса, ешкі шөбі өскен топырақта 92-85 пайыз, арпабас топырағында 92-66 пайыз болды. Базальді аймақта топырақтың микробиологиялық көрсеткіштерінің анализі кезінде екі өсімдіктің де гетеротрофты микроағзалардың дамуына ықпал етуі байқалған.

И.Ф. Пунтус соавторларымен бірге өсімдіктің ризосфера мен ризопланда PGPR (Plant Growth-Promoting Rhizobacteria –өсімдіктердің өсуіне ықпал ететін ризобактериялар) мен микроағзалар-деструкторлардың өзара байланысын зерттеуі кезінде зерттелген плазмидасы бар штамдардың бәсекелестік қатынасы топырақта нафталиннің деградациясының жылдамдығының және өсімдіктердің қорғану әсерінің төмендеуіне алып келді. Бұны полициклді ароматты көмірсутектермен ластанған топырақтың фитобиоремедиациясы кезінде PGPR мен штамм-деструкторларды бірге қолдану кезінде еске алу керек.

Микроағзалардың бірнеше пайдалы топтары бар. Олардың бірі микориза мен түйнектер сияқты арнайы симбиотикалық мүшелер қалыптастырса, басқалары дами бастайды.

Кейбір микориза түзуші саңырауқұлақтар көмірсутектердің деструкциясына қатысуы мүмкін. Өсімдіктерді микориза түзуші саңырауқұлақтармен колониялау полициклді ароматты көмірсутектердің үлкен концентрациясымен қысымға ұшырағанымен, өсімдіктердің тіршілігін сақтауын, өсуін қамтамасыз етіп, мұнаймен ластану кезінде тотықтырғыш ферменттердің өнуіне ықпал ете алады [29][30].

Көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың дамуына ықпал етуден басқа, өсімдіктер бірнеше процестердің көмегімен ластағыштардың өзгеруіне белсенді түрде әсер ете алады. Бұл мынадай өзгерістер болуы мүмкін:

А) Фитоэкстракция – өсімдікте ластағыштың жұтылуы, транслокациясы және жиналуы, бұл механизм ауыр металдармен ластанған нысандардың фиторемедиациясының негізінде жатыр;

Б) Фитотұрақтану – өсімдіктің тамыр аймағында заттардың ерігіш күйінен ерімейтін күйіне ауысуы;

В) Ризофилтрация – өсімдік тамыр немесе басқа аймағында ластағыштың сорбциясы, немесе тамыр аймағында тұнуы, мысалы, судан ауыр металдардың және липофильді қосылыстардың экстракциясы;

Г) Фитодеградация – өсімдік тіндерінде поллютанттардың деградациясы;

Д) Фитобулану – грунттан ластағыштың экстракциялануы және оның газ тәрізді күйінде бөлінуі, мысалы, м-ксилол, трихлорэтилен, органикалық сынап және кейбір басқа ұшқыш қосылыстарда кездеседі. Дегенмен, фитобулану нәтижесінде ластағыш бір ортадан (топырақ) келесі ортаға (атмосфера) ауысады және сол себепті жағымсыз процесс болып саналады [31].

Микроағзалардың көміртегі мен энергия көзі ретінде түрлі органикалық қосылыстарды қолдану қабілеті, олардың жоғары бейімделушілік мүмкіндіктері биологиялық рекультивация технологияларын жасауға мүмкіндік берді. Бұл технологиялар белгіленген топыраққа жат келетін арнайы бөлінген көмірсутегін тотықтырушы микроағзаларды ластанған топыраққа енгізуге негізделген. Мұндай жұмыстар биотолықтыру болып саналады.

Көмірсутекті ластағыштардың белсенді микроағзалар-деструкторларын таңдау белгілі талаптарға сай жүргізілу керек. Біріншіден, олардың қолданылуы адам мен қоршаған ортаға қауіпсіз болуы, яғни микроағзалар патогенді болмауы керек, микробтық токсиндердің, ксенобиотиктердің ыдырауының мутагенді немесе жоғары токсинді аралық өнімдерінің жиналуына жол бермеуі, рекультивациялық аймақтың экологиялық жағдайын нашарлатпауы керек. Екіншіден, биопрепараттар тиімді болуы керек, яғни ксенобиотиктердің ыдырауының жылдамдығы және қарқындылығы жағынан қалпына келтірілетін аймақта тіршілік ететін микроағзалардан асу керек. Үшіншіден, енгізілетін микроағзалар ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді болуы керек. Сонымен қатар

рекультивацияланатын грунтта биопрепараттың микроағзаларының дамуы мен таралуын қадағалау мүмкіндігі болуы жөн. Бұған олардың айқын байқалатын морфологиясы, биохимиялық немесе генетикалық маркерлердің болуы көмектеседі.

Биопрепараттар-деструкторларды дайындаудың негізі болып ластанған топырақтан алынған, деструктивтік белсенділігін күшейтіп, жаңа тіршілік ортасына бейімдеу мақсатында селекцияға, генетикалық модификацияға ұшырататын микроағзалар штамдары келеді.

Топырақты көмірсутекті ластағыштардан тазартуға арналған микроағзалар негізінде жасалатын биопрепарат дайындауға жарамды түрлері ретінде *Pseudomonas putida* және *Pseudomonas sp.* және мазут сияқты қол жетімсіз субстратты деструкциялайтын *Rhodococcus* пен *Xanthomonas* туыстарының өкілдері, сонымен қатар қалыпты көмірсутектердің үлкен мөлшерін деструкциялайтын *Acinetobacter* және *Mycobacterium* штамдары көрсетілген. Көптеген авторлардың ойлары бойынша, тиімдірек келетін штаммалар-деструкторлары болып биодеградация плазмидалары бар бактериялар табылады [32][33][34].

Спора түзуші бактериялар айтарлықтай қызығушылық тудырады, себебі олар қоршаған ортаның қолайсыз жағдайларына төзімді келеді. Бациллалар штамдарының ішінде бензолды, толуолды, нафталинді, асфальтендерді жоя алатын және көмірсутектердің деградациясының тиімділігін арттыратын биоэмульгаторларды продуцирлейтін изоляттар табылған. Украиналық микробиологтар топырақ үлгілерінен мұнай көмірсутектерін деструкциялайтын термофильді, денитрифицирлеуші микроағзалардың ценозын бөліп алды. Бұл ценоздан таза культура *Bacillus stearoothermophilus* бөлініп алынды.

Rhodococcus туыстарының өкілдері биопрепараттарды жасауда перспективалы нысан болып келеді. Олар төмен температурада мұнайды ыдырата алады [35][36][37].

Осылайша, мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топырақты тазарту үшін көмірсутегі микроағзалары-деструкторларын қолдану өте тиімді екені анықталды. Бұл бірқатар арнайы биопрепараттарды жасауға мүмкіндік берді [38].

1.6 Топырақтың аборигенді микроағзаларын стимулдау жолдары

Топырақ микробиотасын ынталандыру дегеніміз –микроағзалар деструкторлардың белсендігін арттыратын ортаның жағымды жағдайларын жасау.

Топыраққа органикалық және минералдық тыңайтқыштарды енгізу көмірсутектердің онда ыдырауын жылдамдататын әдістердің бірі. Минералды азот және фосфордың еритін қосындыларын енгізу топырақ микробиотасын белсендіретін тиімді әдіс, себебі олар жасушаның өміршеңдігінде елеулі рөл атқарады.

Мұнай өнімдерін тотықтыратын қабілеті бар микроағзаларды белсендіру үшін мұнаймен ластанған топыраққа биостимуляторлар енгізеді. Оларға биогумус, қара шірінді, көң және тағы басқалары жатады. [39]

Шымтезекті сорбент ретінде қолдану мұнаймен ластанған топырақтың биорекультивациясына жақсы әсер етеді. Бұған себеп, шымтезектің мұнайды және мұнай өнімдерін жақсы сіңіретіндігінде. Оған қоса, табиғи сорбенттер ретінде үгінділер, сабан, сұлы мен бидай қабығы, ал синтетикалық сорбенттер ретінде лавсан, пенопласт, каучук үгіндісі, мақта өндірісінің қалдықтары және басқалары кеңінен қолданылады. Соңғы уақыттарда, цеолиттердің топырақтағы мұнайдың тиімді деградациялануына әсер етуі белсенді түрде зерттелуде. Цеолиттер белсенді қабаттары үлкен және кеуекті құрылымға ие, мұнай өнімдерін абсорбирлеп, мұнай тотықтырғыш микроағзалар жасушаларының бірігуіне септігін тигізеді. Топырақта микроэлементтер, фосфор және азот жеткілікті мөлшерде болғанда цеолиттер мұнай мен мұнай өнімдерінің белсенді түрде ыдырауына көмектеседі. [40]

1.7 Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақты тазарту үшін қолданылатын биопрепараттар

Қазіргі таңда топырақты мұнай және мұнай өнімдерінен тазарту кезінде биопрепараттарды қолдану кең тараған. Биопрепараттар келесі мақсаттарда қолданылуы мүмкін:

- а) Топырақ пен суды мұнай және мұнай өнімдерінен, кейбір отын түрлерінен тазарту үшін;
- б) Мұнай ұңғыларындағы мұнайдан парафинді көмірсутектерді жою үшін;
- в) Бұрғылау шламдарын тазалау үшін.

Мұнай және мұнай өнімдерінен топырақты тазалайтын биопрепараттардың келесі түрлері бар:

- а) Аборигенді микроағзалар – мұнай деструкторлары негізінде;
- б) Мұнай тотықтырғыш микроағзалардың қауымдастығы негізінде құрастылырылып жасалған;
- в) Мұнай деструкторлар болып келетін бактериялардың бір белсенді штаммының негізінде.

Топырақты тазарту тиімділігі микроағзалардың тек бір штаммын қолданғаннан қарағанда, қауымдастығын қолданғанда жоғарырақ келеді.

Ең алғашқы мұнай тотықтырғыш препараттарға Деворойл, Путидойл, Биодеструктор, Деградойл, Родер жатады. Олар мұнай тотықтырғыш микроағзалардың кептірілген және концентрленген массасы немесе олардың суспензиясы. [41]

«Путидойл» биоөнімі Батыс Сібір ғылыми-зерттеу мұнай іздеу институты мен «Вектор» ҒӨБ бірлесіп жасаған жұмысы болып табылады. Бұл өнім 1988 жылы жасалған және ең алғашқы мұнай ыдыратқыш препарат

болып келеді. Ол мұнай тотықтырғыш бактерияның *Pseudomonas putida* 36 штаммы негізінде жасалған.

«Деворойл» биоөнімі РАН микробиология Институтында *Pseudomonas stutzeri*, *Rhodococcus longus*, *Rhodococcus erythropolis* бактериялары және *Candida sp.*, *Yarrowia lipolytica* ашытқыларының бірлестігінен жасалған. Бұл микроорганизмдер топырақтың жоғары тұздылығы 150 г/л дейін және рН 4,5-9,5 дейін белсенділігін жоғалтпайды және температураның 5-40 дейін күрт өзгеруіне де төзімді, топырақтың мұнаймен 5 пайыздан жоғары ластануы кезінде де белсенді болып қала береді. Топырақтың қышқыл ортасында *Yarrowia lipolytica*, *Rhodococcus erythropolis*, нейтралды ортада бүкіл қалған микроағзалар, ал сілтілі ортада *Rhodococcus maris*, *Alcaligenes sp.* жақсы өседі. Бұл перапараттың тиімділігі микроағзалардың ароматты қосылыстарды, фенол, пирокатехин, крезол және гидрофилді алкандарды, сонымен қатар мұнайдың ауыр фракцияларын – дизель отыны мен мазутты тотықтыра алу қабілетіне байланысты.

«Руден» биопрепараты Өндірістік Микроағзалардың Генетикасы және Селекциясы Мемлекеттік Ғылыми-зерттеу Институтында, Архангельск облысының тундрасындағы топырақтан алынған *Rhodococcus sp. HX7* бактериясының штаммы негізінде жасалды. Бұл штамм 90 пайызға дейінгі қатты ластану кезінде, ортаның температурасы 5-18 кезде, рН 4,5-10 және тұздылығы 0-4 пайызға дейін кездерде белсенділігін көрсетеді. Асфальтен мен ароматты қосылыстарды ыдырата алады.

«Родер» биопрепаратының құрамына *Rhodococcus ruber*, *Rhodococcus erythropolis* микроағзалары кіреді. Бұл биопрепарат М.В. Ломоносов атындағы ММУ мен мұнай және газ БҒЗИ бірлесіп жасаған еңбегі болып табылады. Өнімді зерттеу жұмыстары Коми Республикасы, Батыс Сібір, Мәскеу облысында және АҚШ-тың Монтана штатындағы мұнаймен ластанған топырақтарына жасалды.

Бұл өнімдерді зерттеу жұмыстары биопрепараттарды жасаудың технологиясын жетілдірудің әдістерін анықтауға және олардың тиімділігін арттыруға көмектесті.

Микроағзалар жасушаларын тасымалдағышқа иммобилиздеу биопрепараттар алу технологиясын жетілдіруге және сақтау мерзімін ұлғайтуға септігін тигізді. Мұнай тотықтырғыш микроағзалардың коректенуіне қажетті органикалық және минералды қоспаларды препараттың құрамына қосқан кезде мұнайдың ыдырау нәтижелілігі артады. Мұндай технология арқылы жасалған биопрепараттар екінші буын препараттары деп танылады.

«Эконадин» биопрепараты «ЭКОНАД» ғылыми-өндіру компаниясы арқылы жасалған, оның құрамына шымтезекке иммобилизденген *Pseudomonas fluorescens* екі штаммының қауымдастығы кіреді. Бұл биопрепарат органикалық тасымалдаушының арқасында табиғи ортаға жиналмайды.

Санкт-Петербургтық «Полиинформ» ЖАҚ жасаған «Сойлекс» биопрепараты инертті тасымалдағыштарға сорбирленген мұнай ыдыратқыш бактериялардың қауымдастығынан тұрады. Өнім 3-40 температурада және рН 4,5-8,2 аралығында жұмыс жасайды.

Екінші буын биопрепараттарына Родотрин, Лессорб, Псевдомин және басқалары жатады.

Шет елдік биопрепараттарға Noggies, Hydrobac, Biocrack жатады. [42]

Үшінші буын биопрепараттар деп құрамына тек көмірсутегін тотықтырғыш бактериялар ғана емес, сонымен қатар микроағзалардың белсенділігін арттыратын түрлі қосылыстар және беттік белсенді заттарды бөле алатын микроағзалар жататын биопрепараттарды айтамыз. Мысалы, «Лестан», «Биосурфактант» биопрепараттары.

Аралас культуралы және микроағзалар қауымдастығынан тұратын биопрепараттар жасау кезінде, олардың бейімделгіш және экологиялық қасиеттері артады, дегенмен мұндай биоөнімдерді өндіру қиынға соғады.

Мұндай биопрепаратқа мысал ретінде МикрозимТМ Петро Трит айтсақ болады. Оның құрамына 12 микроағзалар түрінің қауымдастығы кіреді. Микроағзалардың биосурфактанттарды бөлуі арқасында ластанудың құрылымдық өзгерістері орын алады, бұл өз кезегінде тазартудың нәтижелілігін арттырады.

Қазақстандық биопрепараттардың ішінде «Мико-Ойл», «KazBioRem», «НефтедеструкторКазБио» айтуға болады.

«Мико-Ойл» биопрепараты Батыс Қазақстаннан бөлініп алынған микроағзалардың аборигенді штаммдары негізінде жасалған. Бұл өнімнің ішіндегі мұнай тотықтырғыш микроағзалар бактериялар және ашытқылар культураларынан тұрады: *Rhodococcus erythropolis* 119ГМ, *Bacillus subtilis* 109КС, *Rhodococcus globerulus* 51 КС, *Pseudomonas aeruginosa* 122АС, *Trichosporon jirovecii* В2, *Aureobasidium pullulans* П7, *Trichosporon cutaneum* Р20С02. Бұл микроағзалар топырақтың тұздылығы 4 пайыз, қоршаған орта температурасы 50, ылғал сыйымдылығы төмен болған кезде де өзінің белсенділігін сақтайды.

«KazBioRem» биопрепараты 2018 жылы «Экостандарт.kz» ЖШС жасалған. Бұл өнімнің негізіне мұнай тотықтырғыш микроағзалардың екі штаммы *Rhodococcus erythreus* АТ7, *Dietzia maris* 22К кіреді. Бұл биопрепаратта органикалық тасымалдаушы ретінде кебек қолданылған. *Rhodococcus erythreus* АТ7 штаммы Ақтөбе облысының Алибекмола кен орнынан бөлініп алынған. *Dietzia maris* 22К штаммы Қызылорда облысының Құмкөл кен орнының топырағынан бөлініп алынған. [43]

«НефтедеструкторКазБио» биопрепараты «КазЭкоБиосистема» ЖШС жасалған. Оның негізінде мұнай тотықтырғыш микроағзалардың *Rhodococcus erythropolis* КД штаммы жатыр. Микроағзалардың өсуіне қолайлы температура 28 градус.

Жасушаларды тасымалдағыштарға иммобилиздеу жасушалардың сақталуы және ластағыш заттардың жоғары концентрациясында

өміршеңдігін сақтауға көмектеседі. Көбінесе органикалық тасымалдағыш ретінде шымтезек және оның туындылары, үгінділер, ағаш қабығы мен жоңқа, ал бейорганикалық материалдардан вермикулит, цеолит, каолин және басқалары, полимерлі синтетикалық материалдардан поликапроамидті талшықтар мен пенополиуретан қолданылады.

Бұл технологиямен жасалған препараттардың ең басты кемшілігі олардың тазалау кезіндегі қымбат болуында, себебі бұл препараттарды қолдану кезінде шығын көп болады.

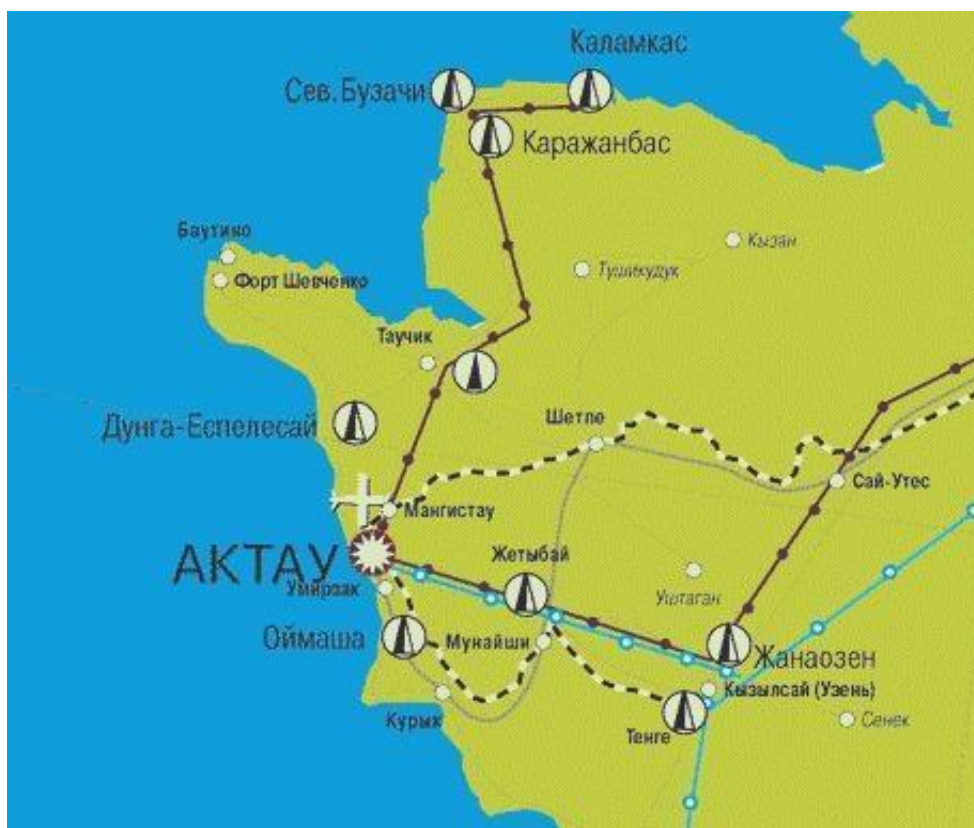
2. ЗЕРТТЕУ НЫСАНДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

2.1 Зерттеу нысандары

Зерттеу нысаны ретінде Маңғыстау облысының Өзен кен орнының мұнаймен ластанған топырағы алынды.

Өзен кен орны Маңғыстау облысының Маңғышлақ түбегінде орналасқан. Бұл кен орыны 1961 жылы 15 желтоқсанда ашылып, 1965 жылы өнеркәсіптік игеріске енгізілді. Оңтүстік Маңғыстау мұнай-газ аймағына жатады.

1960 жылы Ғазиз Әбдіразақовтың бригадасы алғашқы газ фонтанын шығарды, ал сәл кейінірек, яғни 1961 жылы 15 желтоқсанда Михаил Кулебякиннің бригадасы алғашқы мұнай фонтаны шығарды. Осы сәттен бастап Өзен кен орнын игерудің даңқты тарихы басталды.



Сурет 1 – Маңғыстау облысының кен орындары



Сурет 2 – Өзен кен орны

Топырақтың типіне байланысты Өзен кен орнының топырағы қоңыр және сұр-қоңыр сортаң топырақтарға, қалдық сортаңдар мен тақырларға, шалғынды-қоңыр топырақтарға жатады. Қоңыр топырақтар гумустың аз мөлшерімен сипатталады. Аймақтың топырағы өте құрғақтығымен және топырақ түзу жағдайының өткір континенталдығымен сипатталады. Жер асты сулары өте тереңде, сондықтан топырақ түзу процестеріне әсер етпейді.

Жалпы алғанда, топырақ табиғи құнарлылықтың төмен деңгейімен сипатталады және ауыл шаруашылығында қолдану тиімсіз келеді. Аумақтың сумен нашар қамтамасыз етілуі, топырақты көктемгі және күзгі жайылымдарда пайдалануға қиыншылық алып келеді.

Кен орнының шөгінді топырағы жоғары тұздылығымен сипатталады, себебі гипстік көкжиектер таяз орналасқан. Аумақта сұр-қоңыр сортаң топырақтар басым келеді. Жоталардың баурайында сұр-қоңыр топырақтар мен тау жыныстарының шығу жерлері жатыр.

Сұр-қоңыр сортаң топырақтар.

Сұр-қоңыр сортаң топырақтардың профилі генетикалық көкжиектерге ажыратылады. Тығыз және шамамен бүктелген гука қабығының қалыптасуы тән, нәтижесінде беті тақыр тәрізді болады және бұзықтар пайда болады; профилдің орташа бөлігінің тығыздалуы және қызаруы байқалады.

Химиялық құрамы бойынша сұр-қоңыр сортаң топырақтар құрамында гумус аз болады, ал иллювиалды сортаң көкжиектегі гумустың мөлшері кейде жоғарғы деңгейге қарағанда көбірек болады. Гумустың құрамында негізінен фульвоқышқылдары басым болады. Сұр-қоңыр сортаң топырақтың

сорғыш кешенінде кальций және магниймен қатар алмасатын натрийдің едәуір мөлшері байқалады. Бұл әсіресе иллювиальды көкжиекте байқалады, ол басқа химиялық және химия-физикалық көрсеткіштермен қатар топырақта болатын сортаң процестерінің болатынын растайды.

Сұр-қоңыр сортаң топырақтар көп жағдайда 30-40 см тереңдікте сортаңданған. Тұздану түрі бойынша олар хлоридті-сульфатты болып келеді. Жалпы сілтілігі жоғары, әсіресе жер қыртысы мен иллювиалды сортаңды көкжиекте. Топырақтың жоғары қабаттарында қалыпты карбонаттардың (сода) болуы жиі байқалады. Жоғарғы жағында гипстің мөлшері 0,1-0,3% құрайды, ал гипсті көкжиекте 50% жетеді.

Сұр-қоңыр дамымаған топырақтар.

Топырақтар таяз, органикалық заттары аз және карбонатты келеді.

Рельефтің қатты бөлшектенуіне, топырақтың қиыршықтасты болуы салдарынан және өсімдіктердің төмен өнімділігіне байланысты дамымаған сұр-қоңыр топырақтар ыңғайсыз болып келеді.

Сортаңдар.

Топырақтың сортаңдану себептері:

А) жақын орналасқан және қатты минералданған жерасты суларынан келетін тұздар (көпшілік сортаңдар);

Б) аналық жыныстардың қалдық тұздылығы. Сортаңдардың түзілуінде тұзды күмбездердің маңызы зор.

Сортаңдар – бұз эффузиялық су режимінің топырақтары. Оларда топырақтың және оның беткі жақтарының сортаңдануына алып келетін су ағындары басым. Тұздылық сипатына қарай сортаңдар хлоридті-сульфатты, сульфатты-хлоридті және сульфатты (гипсті) болып бөлінеді.

Сортаңдарды біріктіретін ерекшеліктер:

А) үстіңгі қабатынан бастап топырақтың жоғары тұздылығы;

Б) профилдің генетикалық көкжиекке әлсіз дифференциациясы, көзге көрінетін карбонатты шөгінділер болмаған кезде үстіңгі қабатқа қайнауы.

Тақырлар.

Тақырлар – шөлдердің ерекше эфемерлі-гидроморфты топырағы. Олардың су режиміне суық мезгілде топырақтың жоғарғы бөлігінің таяз сулануы және жазда қатты кебу тән. Жерасты сулары тереңде жатады (10-20м). Тақырларда жоғары сатыдағы өсімдіктер өспейді. Сонымен қатар, әсіресе көктемде және жазда қысқа жаңбырдан кейін тақырларда балдырлар мен қыналар қауымдастығы пайда болады, олар тақырды құрғатқаннан кейін үстіңгі бетінде жұқа және сазды бөлшектер түзеді. Гумустың құрамы елеусіз болғандықтан, бұл фракциялар нашар жинақталған.

Тақырлар іс жүзінде құрылымсыз топырақ болып табылады. Олардың агрофизикалық және агрохимиялық қасиеттеріне – жер қыртысының түзілуі, тығыздығы, құрылымсыздығы, нашар су өткізгіштігі, тұздылығы және гумустың аз болуына қарағанда тақырлар ауыл шаруашылығына жарамсыз келеді.

2.2 Өзен кен орнының мұнайына сипаттама

Өзен кен орнының мұнайы жоғары парафинді, асфальтенді-шайырлы компоненттерден тұрады және күкірті аз болып келеді. Қату температурасы 32 градус, қайнау температурасы 64 градус. Өзен кен орнының мұнайының негізгі физикалық-химиялық сипаттамалары 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 - Өзен кен орнының мұнайының физикалық-химиялық сипаттамасы

Тығыздығы, г/м ³			Тұтқырлығы, мм ² /с			Күкірт, % масс	Парафин, % масс	Шайыр мен асфальтен, % масс	Қату температурасы, °C	Қайнау температурасы, °C
20 ⁰ C	40 ⁰ C	60 ⁰ C	40 ⁰ C	50 ⁰ C	60 ⁰ C					
0,8503	0,8358	0,8218	20,4	14,5	10,5	0,103	15	12	32	64

2.3 Зерттеу әдістері

2.3.1 Топырақ сынамаларын алу әдісі

Зерттеу жүргізу үшін топырақ сынамалары алу кезінде жергілікті аймақтың климаты, топырақтың тік құрылымы мен біркелкілігі, ластағыш заттардың қасиеттері еленеді.

Топырақ сынамалары конверт әдісі арқылы алынды. Бұл әдіс топырақты асептикалық жағдайда бес түрлі жерден салмағы 200-250г болатындай алып, барлығын бір сынамаға араластыруды білдіреді. Топырақ сынамаларын қабаттап, 0-5 см және 5-20 см тереңдікте алынады. Сынамаларды алғаннан кейін, зерттеу жұмысын сынама алынған күні немесе келесі күні жүргізу қажет. Ол үшін топырақ сынамаларын 5 градус ауа температурасында сақтау қажет. Егер де зерттеу жұмыстарын сынама алынған күні жүргізу мүмкіндігі болмаған жағдайда, сынамаларды 30 градусқа дейін кептіріп, күн сәулесі түспейтіндей сақтау қажет. Топырақ сынамаларын әртүрлі бөгде, яғни тастар, өсімдік тамырлары және т.б. заттардан тазалау керек.

2.3.2 Ластанған топырақтағы мұнай өнімдерінің көлемін анықтау әдісі

Механикалық қосылыстардан тазартылған топырақты зертханалық гомогенизатордың немесе фарфор ыдыста үгітеді. Кейін диаметрі 1 мм болатын сүзгіден өткізеді. Осылайша дайындалған топырақтан 10г екі өлшем алынады. Өлшемді колбаға салып хлороформмен ылғалдандырады. Түссіз экстракт алғанға дейін хлороформмен шаяды. Әрбір экстракциялау уақыты 5-10 минут.

Экстрактты колбаға «қызыл лента» сүзгісімен сүземіз. Экстракция жүргізілген колбадағы топырақтың қалдығын тағы 5 см³ хлороформмен шаяды.

Біріктірілген хлороформды экстрактты сулы моншада сорғыш шкафта буландырады немесе айдау әдісімен хлороформды бөліп шығарады. Бұл мақсатта экстрактты көлемі 250 см³ колбаға құйып, оны мұздатқышқа қосып, сулы моншаға булануға қояды. Колбада 10-15 см³ сұйықтық қалғанда айдауды тоқтатады. Колбадағы сұйықтықты кесеге құйып, колбаны екі рет хлороформмен шаяды. Бұл хлороформның екі бөлігін сол кесеге құйып, булану үшін сорғыш шкафқа қояды.

Буланудан кейін кесеге қалған хлороформның тұнбасын 5-10 см³ гександа ерітеді. Алынған ерітіндіні полярлы қосылыстардан бөлу үшін хроматографиялық колонка арқылы өткізеді. Алюминий оксидінің үстінде 1-2 см ерітінді қабаты қалғанда, колонканы гексанның 2-3 бөлігімен шаяды.

Гександы бөлме температурасында ауа ағымымен буландырады. Гександы толық бөліп алғаннан кейін кесені аналитикалық таразыда өлшеп, зертханада жарты сағат ұстайды, кейін қайта өлшейді. Өлшемді қалыпты массаға келгенше дейін қайталайды. Мұнайдың хлороформдағы экстрактысы 3 суретте көрсетілген.





Сурет 3 - Мұнайдың хлороформды экстрактысы.

2.3.3 Топырақ сынамаларындағы микроағзаларының санын анықтау әдісі

Топырақ микроағзаларының санын анықтау үшін төрт түрлі қатты және сұйық қоректік орталар жасалып, топырақ суспензиясы егілді. Көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар Ворошилова-Дианова ортасына, сульфат редуцирлеуші микроағзалар Постгейт ортасына, азоттың органикалық түрлерін қолданатын микроағзалар Етті Пептонды Агарға және микромицеттер Чапек қоректік ортасына егілді.

Қоректік орталарды жасау әдістері:

Ворошилова-Дианова қоректік ортасын жасау үшін қажет: 10г натрий хлориді, 1г бір рет алмасқан калий фосфаты, 1г екі рет алмасқан калий фосфаты, 1г аммоний нитраты, 0,2г магний сульфаты, 0,02г кальций хлориді, 20г агар, 1л дистилденген су.

Чапек қоректік ортасын дайындау үшін қажет: 2г натрий нитраты, 1г бір рет алмасқан калий фосфаты, 0,5г магний сульфаты, 0,5г калий хлориді, 0,01г темір сульфаты, 30г сахароза, 15г агар, 1л дистилденген су.

Постгейт қоректік ортасын дайындау үшін қажет: 0,5г бір рет алмасқан калий фосфаты, 1г аммоний хлориді, 4г натрий сульфаты, 0,06г кальций хлориду, 0,06г магний сульфаты, 5г натрий хлориді, 6г натрий лактаты, 0,3г лимонқышқылды натрий, 1л дистилденген су. Сонымен қатар бөлек

ерітінділер жасалады: 1г аскорбин қышқылы, 0,5г темір сульфаты, 2г ашытқы экстрактысы, 1г натрий сульфиді.

Етті пептонды агар қоректік ортасын дайынау. Етті суды қатырылмаған сиыр етінен немесе жылқы етінен дайындайды. Етті барлық сүйек, сіңірлерден тазалап, ұсақтап турайды немесе ет тартқыш арқылы өткіземіз және үстіне салмағынан екі есе артық су қосамыз. Еттің бойындағы қоректік заттар суға түсу үшін салқын жерге 16-18 сағатқа қалдырамыз немесе 50 градусқа дейін 1 сағат қыздырамыз. Кейін ет пен суды жаймен қыздырып, дайын болғанға дейін пісіреді. Дайын болған етті суға 0,5 пайыз натрий хлоридін, 1 пайыз пептон және 1,5 пайыз агар қосамыз.

2.3.4 Шекті егу әдісі

Шекті егу әдісі үшін, алдымен, топырақ суспензиясы дайындалды. Топырақ суспензиясын дайындау үшін топырақ сынамалыр алу әдісі бойынша алынып, бөгде заттардан тазартылған топырақтан 10г алынып, 100мл дистилденген суға саламыз. Кейін суспензияны араластырып, 15-20 минут қалыпты жағдайда қоямыз. Суспензиядан 1мл алып 9мл дистилденген суы бар пробиркаға енгіземіз, бұл пробиркадан тағы 1мл алып келесі пробиркаға енгіземіз. Кейін алдын ала қоректік орталар құйылған Петри табақшаларына пробиркалардан топырақ суспензиясын енгіземіз.

2.3.5 Микроағзалар санын Кох әдісі арқылы санау

Микроағзалар жасушасының санын Кох әдісі арқылы анықтау келесі формула көмегімен жүзеге асырылады:

$$M = \frac{a \cdot 10^n}{V}$$

мұндағы: М – 1 мл-гі жасушалар саны; а – берілген араласқан ортадан егілген колонияның орташа саны; V – егуге алынған суспензияның көлемі; 10 – араласу коэффициенті; n – араласудың реттік нөмірі.

Есептеу жүргізу үшін, алдымен, Петри табақшаларын бірнеше бөлшектерге бөлу керек. Кейін бір бөлшектегі микроағзалар санын санап, қалған бөлшек санына және араласу дәрежесіне көбейтіледі. Алынған санды суспензияның көлеміне бөледі.

2.3.6 Грам тәсілі бойынша бояу әдісі

Грам әдісімен микроағзаларды бояу – прокариоттарды грам оң және грам теріс бактерияларға ажыратуға көмектесетін әдіс болып табылады. Бұл әдіс микроағзалардың жасушасына бояғыштарды ұстап қалу қабілетіне негізделген. Әдіс бактериялардың жасуша қабығының құрылымының және химиялық құрамының ерекшеліктеріне негізделген. Грам әдісі арқылы бояу 4 суретте көрсетілген.

Бактерияларды Грам әдісімен бояу техникасы:

1) Майсыздандырылған заттық шыныға дистилденген судың тамшысын тамызып, табақшалардағы колониядан ілмекпен сынаманы егеміз. Кейін спирт шамыныңотында ұстап препаратты бекітеміз.

2) Препарат үстіне генцианвиолет тамызып, 1-2 минут ұстаймыз.

3) Кейін дистилденген сумен шайып, люголь ерітіндісін тамызамыз және препаратты 1-3 минут ұстаймыз.

4) Препаратты генцианвиолет ағып кеткенше дейін спиртпен 15-20 секунд түссіздендіреміз, кейін дистилденген сумен шайылады.

5) Фуксин ерітіндісін препаратқа тамызып, 1-2 минуттан кейін дистилденген сумен шаямыз.

Дайын болған препаратты микроскоп көмегімен бақылаймыз.



Сурет 4 - Грам тәсілі бойынша бояу әдісі

3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛДАУ

3.1 Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндекация жасау

Мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндекация жасау кезінде кен орнында қатты ластанған және ластанбаған топырақтардың сынамалары алынды. Негізгі мақсаттар микроағзалардың таралуын тексеру, микроағзалар санын Кох әдісі арқылы санау, олардың культуралдық және морфологиялық қасиеттерін зерттеу, Грам әдісімен бояу болды.

Ластанбаған топырақта Ворошилова-Дианвоа қоректік ортасындағы көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар саны: 1:10 араласқан ортада 912,3 ктб және 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 845,4 ктб; Постгейт қоректік ортасындағы сульфат редуцирлеуші микроағзалар саны: 10^4 кл/мл; Етті Пептонды Агардағы азоттың органикалық түрлерін қолданатын микроағзалар саны: 1:10 араласқан ортада 698,2 ктб және 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 613,1 ктб және 10^{-3} дәрежесінде араласқан ортада 421,8 ктб және 10^{-4} дәрежесінде араласқан ортада 103,1 ктб; Чапек қоректік ортасындағы микромицеттер саны: 1:10 араласқан ортада 475 ктб болса, 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 387,6 ктб.

Ластанған топырақтағы Ворошилова-Дианова қоректік ортасындағы көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар саны: 1:10 араласқан ортада 846,7 ктб және 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 798,4 ктб; Постгейт қоректік ортасындағы сульфат редуцирлеуші микроағзалар саны: 10^5 кл/мл; Етті Пептонды Агардағы азоттың органикалық түрлерін қолданатын микроағзалар саны: 1:10 араласқан ортада 582,7 ктб және 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 534,5 ктб және 10^{-3} дәрежесінде араласқан ортада 461,7 ктб және 10^{-4} дәрежесінде араласқан ортада 264,7 ктб; Чапек қоректік ортасындағы микромицеттер саны: 1:10 араласқан ортада 385,6 ктб болса, 10^{-2} дәрежесінде араласқан ортада 246,3 ктб.

Культуралдық қасиеттеріне келетін болсақ, 36 градус ауа көрсеткішінде және 46 градус ауа көрсеткішінде бірдей нәтиже көрсетті.

Морфологиялық қасиеттерін зерттеу кезінде колониялардың түсі, мөлдірлігі, құрылымы, пішіні, бет-бедерінің, үстіңгі бетінің және қырларының сипаты, консистенциясы сияқты сипаттамалары бағаланды. Ластанбаған және қатты ластанған топырақтардағы микроағзалар колониясының морфологиялық сипаттамасы 3-кестеде және 4-кестеде көрсетілді.

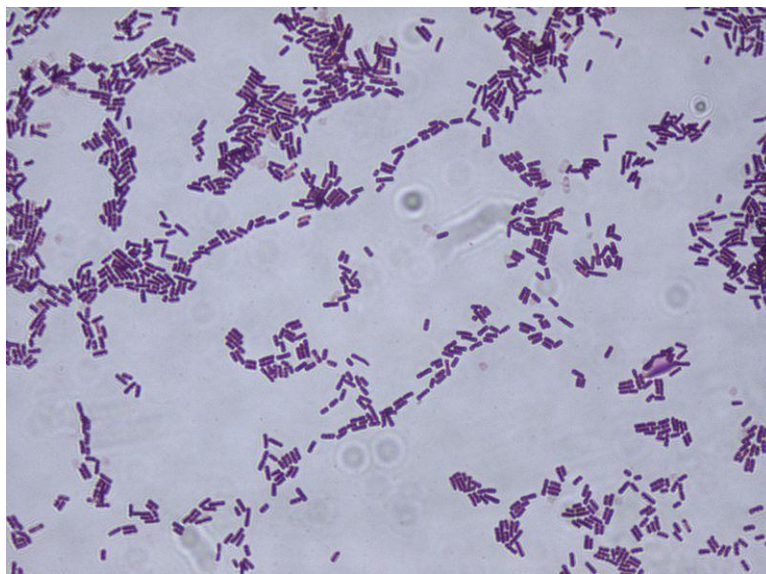
Кесте 3 - Ластанбаған топырақтағы микроағзалар колонияларына морфологиялық сипаттама

	Көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар	Азот жинағыш микроағзалар	Микромицеттер
Пішіні	домалақ	домалақ	домалақ
Түсі	сары, крем тәрізді	түссіз, крем тәрізді, сары	жасыл
Бет-бедері	тегіс	тегіс	тегіс
Үстіңгі беті	тегіс	тегіс	тегіс
Қырының сипаты	тегіс, толқын тәрізді	тегіс	тегіс, тамырланған
Мөлдірлігі	мөлдір емес	жартылай мөлдір	жартылай мөлдір
Консистенц ия	жұмсақ, май тәрізді	жұмсақ, май тәрізді	жұмсақ, май тәрізді
Құрылымы	біркелкі	біркелкі	Біркелкі

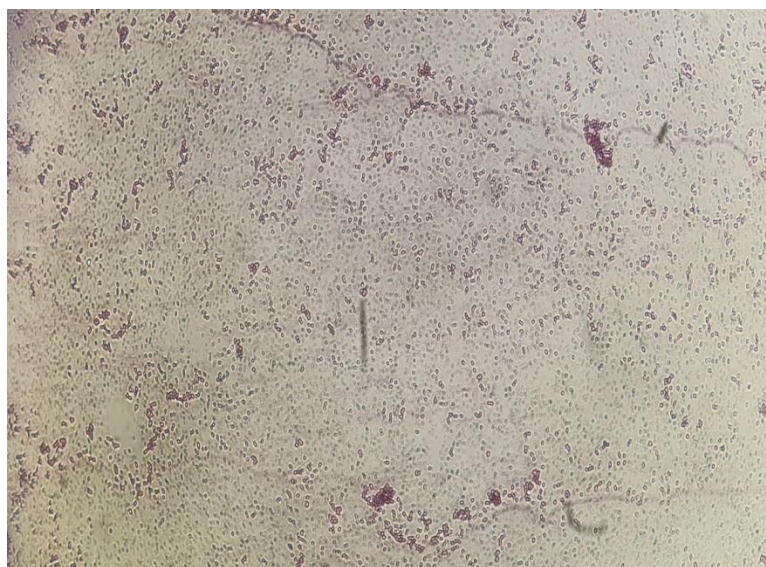
Кесте 4 - Қатты ластанған топырақтағы микроағзалар колонияларына морфологиялық сипаттама

	Көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар	Азоттың жинағыш микроағзалар	Микромицетте р
Пішіні	домалақ	дом-қ, валик жиекті дом-қ	дом-қ, тамырлы жиекті дом-қ, ризидты
Түсі	сары, крем тәрізді	түссіз, крем тәрізді, сары	жасыл
Бет-бедері	тегіс	тегіс	тегіс
Үстіңгі беті	тегіс	тегіс	тегіс
Қырының сипаты	тегіс, толқын тәрізді	тегіс	тегіс, толқын тәрізді, тамырланған
Мөлдірлігі	мөлдір емес	жартылай мөлдір	жартылай мөлдір
Консистенция	жұмсақ, май тәрізді	жұмсақ, май тәрізді	жұмсақ, май тәрізді
Құрылымы	біркелкі	біркелкі	біркелкі

Грам әдісі арқылы бояу кезінде әр қоректік ортадағы микроағзалар колониясынан препараттар дайындалды және микроскоп көмегімен бақыланды. Нәтижесінде көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар Грам оң, ал азоттың органикалық түрлерін қолданатын микроағзалар Грам теріс екендігі анықталды.



Сурет 5. Грам оң көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар.



Сурет 6. Грам теріс азот жиғыш бактериялар.

3.2 Микроағзалардың микробиологиялық белсенді түрлерін анықтау

Микроағзалардың белсенді түрін алу үшін көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалар таңдалды. Олардың белсенділігі көмірсутегін деградациялау белсенділігімен сипатталады. Көмірсутекті тотықтыратын микроағзалардың деградациялық белсенділігін анықтау үшін Ворошилова-Дианова қоректік ортасы қолданылды және көмірсутек жалғыз көзі ретінде шикі мұнай және

мұнай өнімдерін алдым, яғни дизель отыны. Жұмыс нәтижесінде оларды жақсы қолданатын микроағзалар тобы анықталды және 5-кестеде көрсетілді.

Кесте 5 - Мұнай және дизель отынында микроағзалардың 7 күн ішінде өсу қабілеті

Микроағзалар тобы	Дақыл	Дизель отыны	Мұнай
Көмірсутектотықтырғышмикроағзалар	MG1	+++	++
	MG2	++	+++
	MG3	++	++
	MG4	+++	++
	MG5	++	+++
	MG6	++	++
	MG7	++	++
Ескертулер: 1+ әлсіз өсу; 2++ қалыпты өсу; 3+++ белсенді өсу.			

Мұнаймен ластанған топырақтан бөлініп алынған MG1, MG4 дақылдары дизель отыны бар қоректік ортада өте белсенді өседі. Ал қалғандақылдар дизель отыны бар ортада қалыпты өсті. MG2, MG5 дақылдары шикі мұнай бар ортада өте белсенді, ал қалғандары қалыпты өскендігі байқалды.

MG2 штамына сипаттама. Мұнаймен ластанған топырақтан бөлініп алынды. ЕПА қоректік ортасында домалақ пішінді, жиектері толқын тәрізді, сарғыш түсті, біркелкі консистенциялы колониялар түзді. Жасушалар қозғалмалы тік таяқшалар, соңы домаланған ұзын тізбекті құрайды. Грам оң екендігі көрінді. Микроағза *Bacillus* туысына жатқызылды.

MG5 штамына сипаттама. Культура мұнаймен ластанған топырақтан алынды. Қатты қоректік ортада домалақ, ақшыл-сары түсті, жиектері толқын тәрізді, біркелкі консистенциялы колониялар түзеді. Жасушалары тік таяқшалар, қырлары домаланған, тізбек құрайды және қозғалмалы. Грам оң екендігі анықталды. Микроағза *Bacillus* туысына жатқызылды.

3.3 Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биорекультивациялық технология жасау

Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биорекультивациялық технология жасау кезінде бөлініп алынған және зерттелген белсенді штаммдардың негізінде биопрепарат дайындауда; жасалған биопрепараттардың технологиялық қасиеттерін зерттеу алға қойылды.

Биоөнім жасауда белсенді штамм ретінде *Bacillus* туысының бактериялары алынды. Биоөнім құрамына микроағзадан басқа табиғи сорбент кіреді. Табиғи сорбент ретінде ағаш ұнтағы анылды. Дереккөздерге сәйкес, ағаш ұнтағы мұнай және мұнай өнімдерін ең жоғары сіңіру қабілетімен ерекшеленеді.

Bacillus туысының бактерияларын Етті Пептонды Сорпада өсіріп, ағаш ұнтағымен араласқан 3 түрлі мұнаймен ластаған топыраққа егілді, яғни 1 пайыз, 4 пайыз және 9 пайыз мұнаймен ластанған топырақ сынамалары. Инкубация уақыты 3 күн, 30 күн, 90 күн 35г радус температурада. Нәтижесі сынамалардағы мұнай өнімдерінің мөлшерімен анықталды және 6-кесте түрінді көрсетілді.

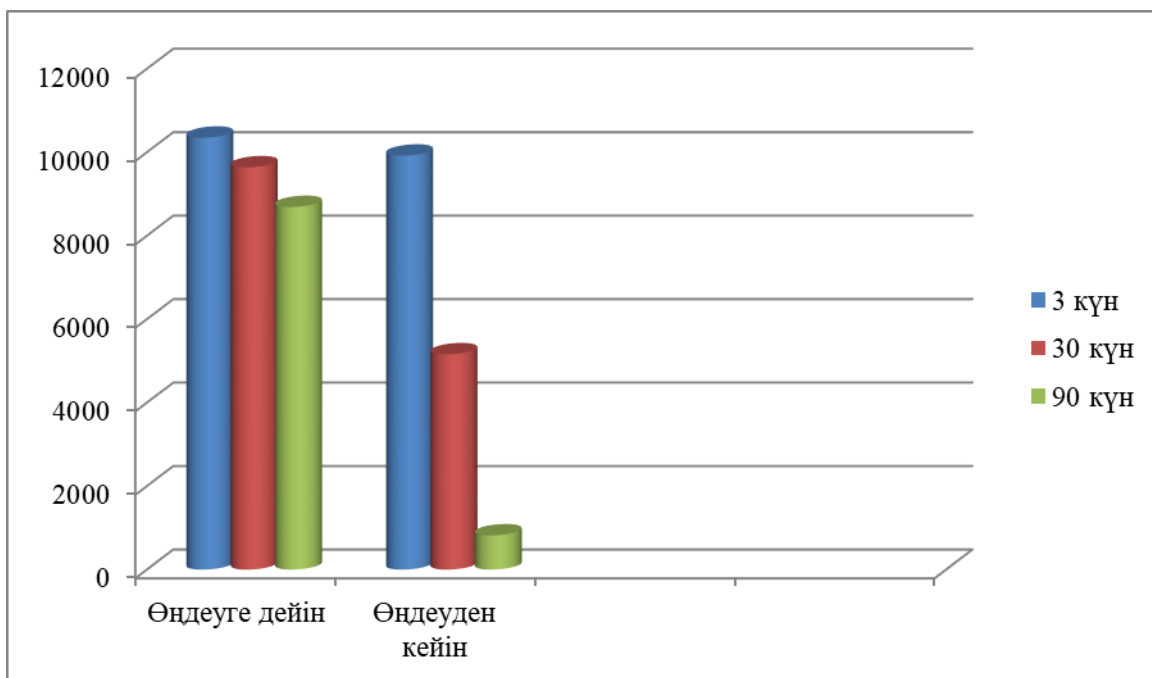
Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарға табиғи сорбенттерді енгізу арқылы топырақтың аэрациялық режимін жақсартып қана қоймай, топырақтың тығыздылығын төмендетуге болады.

Сонымен қатар, топырақтағы көмірсутек тотықтырғыш бактерияларының кометаболизмі үшін жағдай жасайды, дамуына жақсы ықпал етеді. Жеңіл көмірсутек көзін қолдана отырып, микроағзалар топырақтағы мұнай өнімдерінің уытты әсеріне бейімделеді, кейін мұнайдың жоғары молекулярлық биодеградациясына көшеді.

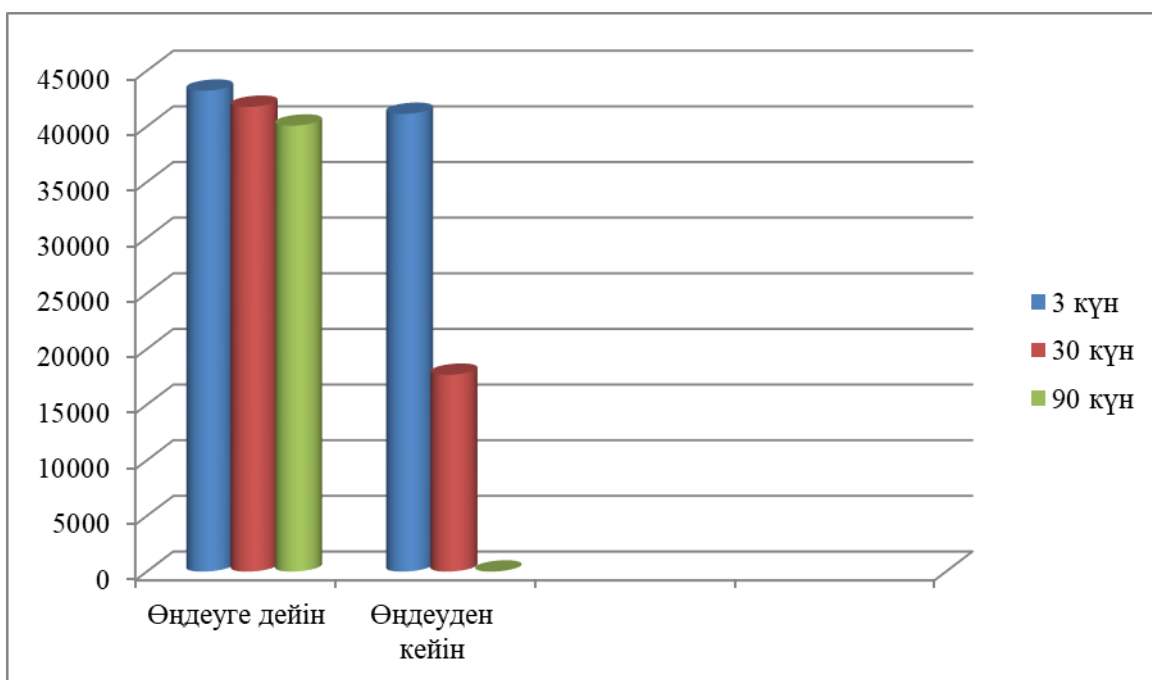
Кесте 6– Ластанған топырақты биоөніммен өндегенге дейінгі және кейінгі құрамындағы мұнай өнімдерінің мөлшері

	Мұнай өнімдерінің мөлшері, мг/кг							
	Өңделуге дейін	%	3 күннен кейін		30 күннен кейін		90 күннен кейін	
			Өңдеуге дейін	Өңдеуден кейін	Өңдеуге дейін	Өңдеуден кейін	Өңдеуге дейін	Өңдеуден кейін
Топырақ сынамасы №1	10350	1	10350	9920	9640	5160	8690	820
Топырақ сынамасы №2	43210	4	43210	41130	41760	17680	40070	7861
Топырақ	94200	9	94200	92540	92670	46690	79830	14452

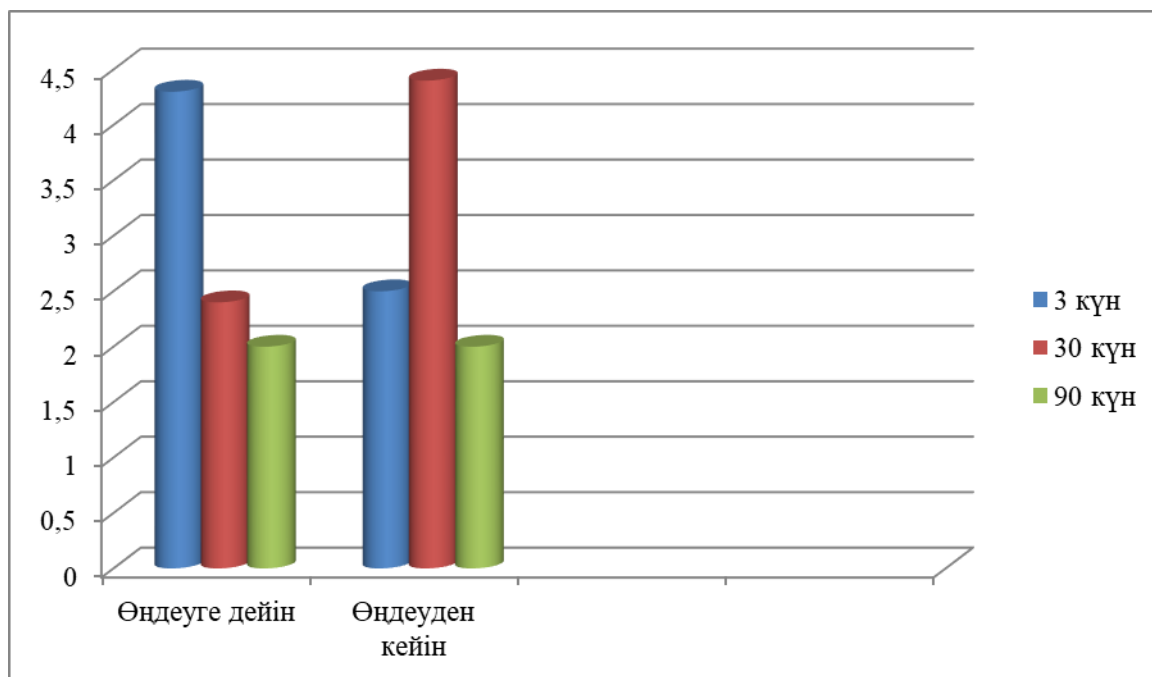
ақ сынама сы №3								
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--



Сурет 7. Топырақта мұнай өнімдерінің мөлшерінің өзгеру динамикасы (топырақтағы мұнай мөлшері 1%).



Сурет 8. Топырақта мұнай өнімдерінің мөлшерінің өзгеру динамикасы (топырақтағы мұнай мөлшері 4%).



Сурет 9.Топырақта мұнай өнімдерінің мөлшерінің өзгеру динамикасы (топырақтағы мұнай мөлшері 9%).

Кестеден 1% топырақ сынамасында 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 4,2 пайызын, 30 күнде 46,5 және 90 күнде 90,6 пайызын тазартатындығын байқауға болады.

4% топырақ сынамасында 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 4,9 пайызын, ал 30 күнде 57,7 пайыз және 90 күнде 80,4 пайызын тазартады. 9% топырақта 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 1,8 пайызын, 30 күнде 49,7 пайызын және 90 күнде 81,9 пайызын тазартады.

ҚОРЫТЫНДЫ

- 1) Жасалған әдеби шолу жұмысының нәтижесінде мұнай және мұнай өнімдерінің топырақ жамылғысының құрамы мен құрылысына кері әсер ететіні анықталды. Топырақ жамылғысындағы өсімдіктер және микробиотасына қатты уытты әсер етеді.
- 2) Топырақтың типіне байланысты Өзен кен орнының топырағы қоңыр және сұр-қоңыр сортаң топырақтарға, қалдық сортаңдар мен тақырларға, шалғынды-қоңыр топырақтарға жатады. Қоңыр топырақтар гумустың аз мөлшерімен сипатталады. Аймақтың топырағы өте құрғақтығымен және топырақ түзу жағдайының өткір континенталдығымен сипатталады. Жалпы алғанда, топырақ табиғи құнарлылықтың төмен деңгейімен сипатталады және ауыл шаруашылығында қолдану тиімсіз келеді. Аумақтың сумен нашар қамтамасыз етілуі, топырақты көктемгі және күзгі жайылымдарда пайдалануға қиыншылық алып келеді.
- 3) Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа биоиндикация жасау кезінде ластанбаған және қатты ластанған топырақ құрамындағы 4 түрлі микроағзалар: сульфат редуцирлеуші бактериялар, микрмицеттер, азот жинағыш бактериялар мен көмірсутегін тотықтырғыш микроағзалардың 36 және 46 градус температурада таралуы тексерілді, олардың сандары, морфологиялық және культуралдық қасиеттері зерттелді және грам әдісімен боялды.
Сульфат редуцирлеуші бактериялар екі түрлі температурада бірдей көрсеткіш көрсетті, ластанбаған топырақта 10^4 , ал ластанған топырақта 10^5 кл/мл тараған, грам теріс.
Микромицеттер 26 градуста жақсы өсуі байқалды, ал 36 градус температурада өсу бақыланбады.
Көмірсутегі тотықтырғыш микроағзалар колониясы домалақ пішінді, сары крем тәрізді түсті, бет-бедері, үстіңгі беті тегіс, тегіс және толқын тәрізді қырлы, жұмсақ консистенциялы және біркелкі құрылымды келеді, грам оң.
Азот жинағыш микроағзалар ластанған топырақтан қарағанда ластанбаған топырақта көбірек таралған, грам теріс.
- 4) Микроағзалардың микробиологиялық белсенді түрін анықтау кезінде көміртегі тотықтырғыш микроағзалардың колониясы алынды. Көміртегі көзі ретінде тек шикі мұнай және дизель отыны бар ортада белсенді түрде өсіп шыққан дақыл *Bacillus* туысына жатқызылды. 7 тәулік ішінде мұнайды деградациялау белсенділігімен ерекшеленді.
- 5) Өзен кен орнының мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырағын тазарту және қалпына келтіру бойынша биоөнім *Bacillus* туысының бактериясы мен табиғи сорбент ағаш үгінділері және минералды тыңайтқыш қосындыларынан жасалды. Нәтижесінде 1% ластанған топырақ сынамасында 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 4,2%, 30 күнде 46,5% және 90 күнде 90,6% тазартатындығын байқауға болады.

4% мұнайы бар топырақ сынамасында 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 4,9%, ал 30 күнде 57,7% және 90 күнде 80,4% тазартады. 9% мұнай бар топырақта 3 күннің ішінде мұнай өнімдерінің 1,8 %, 30 күнде 49,7% және 90 күнде 81,9% тазартатындығы анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кирий О.А., Колесников С.И., Зинчук А.Н., Казеев К.Ш. Использование углеводородокисляющих бактерий при биоремедиации нефтезагрязненных почв и вод. //Ростов-на –Дону – 2013. С. 12-14
- 2 Djomo JE, Dauta A., Ferrier V., Narbonne JF., Monkiedje A., Njine T. Toxic effects of some major polyaromatic hydrocarbons found in crude oil and aquatic sediments on *Scenedesmus subspicatus*.// Water Research 38, 2004 p. 1817-1821
- 3 Республиканский нормативный документ «Экологические требования в области охраны и использования земельных ресурсов (в том числе земель сельскохозяйственного назначения). Астана 2005
- 4 Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ / А.И. Гриценко, Г.С. Акопов, В.М. Максимов. – М.: Наука, 1997.-598 с.
- 5 <http://kursak.net/vliyanie-nefti-i-nefteproduktov-na-okruzhayushhuyu-prirodnuyu-sredu/>
- 6 Панов Г. Е. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / Г.Е. Панов, Л.Ф. Петряшин, Г.Н. Лысяный. – М.: Недра, 1986.- 244 с.
- 7 <http://www.activestudy.info/vliyanie-nefti-i-nefteproduktov-na-pochvu/>
- 8 Sorkhon N.A., Ghannoum M.A., Ibrahim A., Stretton R.J., Rdaman S.S. Crude oil and hydrocarbon degrading strains of *Rhodococcus*: *Rhodococcus* strains isolated from soil and marine environments in Kuwait. // Environment Pollution, 1990. - V. 65. - P. 1-18.
- 9 Ali N. Berkeley R.C.W. An investigation of the taxonomic position of two hydrocarbondegrading hemophilic endosporing bacteria isolated from oilpolluted Kuwaiti desert. Identification of bacteria // Present trendsfuture prospects: FEMS Meeting. - Granada, 1993. - P. 53.
- 10 Коронелли, Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде // Прикладная биохимия и микробиология, 1996. С. 578-585.
- 11 Иларионов С.А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв // Екатеринбург: УрО РАН, 2004, С.194
- 12 Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов.– М.: Высшая школа, 1978.-С.342.
- 13 Вельков В.В. Биоремедиация: Принципы, проблемы,подходы // Биотехнология. 1995. № 3/4. С. 20-27.
- 14 Вельков В.В. Стандартизация формата описаний промышленных технологий биоремедиации // Там же. 2001. №2. С. 70-76.
- 15 Ivanov V.N., Kachur T.L., Dulgerov A.N., Saljuk A.J. Degradations of the oil hydrocarbons by thermophylic denitrifying bacteria // Мікробіол. журн. 1995. Т. 57. №2. С. 85-94.
- 16 Benka-Coker M.O., Ekandayo J.A. Applicability of evaluating the ability of microbes isolated from an oil spill site to degrade oil // Environ. Monit. and Asses. 1997. Vol. 45. №3. P. 259-272.

- 17 Sugiura K., Ishihara M., Shimauchi N., Harayama S. Physicochemical properties and biodegradability of crude oil // Environ. Sci. and Technol. 1997. Vol. 31, №1. P. 45-51.
- 18 Gudin C., Syrratt W.J. Biological aspects of land rehabilitation following hydrocarbon contamination // Environ. Pollut. 1975. Vol. 8. P. 107-112.
- 19 Хабиров И.К. Экология и биохимия азота в почвах Приуралья. Уфа: УНЦ РАН, 1993. 224 с.
- 20 Губайдуллина Т.С. Дыхательный газообмен почвы, загрязненной нефтью. Казань: Казан. фил. АН СССР, 1983. 16 с.
- 21 Smith A.D. Stimulation of Oil Biodegradation by Using Slow-release Fertilizers // Biochem. Soc. Trans. 1985. Vol. 13, №2. P. 523-525.
- 22 Гилязов М.Ю. изменение некоторых агрохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью // Агрохимия. 1980. №12. С. 72-75.
- 23 Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.
- 24 Bowen G.D., Rovira A.D. The rhizosphere, the hidden half // Plant roots: The hidden half. N.Y.: Marcel Dekker, 1991. P. 641-649.
- 25 Турковская О.В., Муратова А.Ю., Панченко Л.В. и др. Ризосферная деградация поллютантов // Материалы II Моск. междунар. конгр. «Биотехнология – состояние и перспективы развития» (10-14 нояб. 2003 г., Москва). М., 2003. Ч. 2. С. 20.
- 26 Anderson T.A., White D.C., Walton B.T. Degradation of hazardous organic compounds by rhizosphere microbial communities // Biotransformations: Microbial degradation of health risk compounds. Amsterdam: Elsevier, 1995. P. 205-225.
- 27 Кочетков В.В., Вагидов Ш.З., Сиунова Т.В. и др. Использование генетически модифицированных ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* в фитомелиорации // Экобиотехнология: Борьба с нефтяным загрязнением окружающей среды: тез. докл. конф. Пушино: ИБФМ РАН, 2001. С. 85-87.
- 28 Кочетков В.В., Сиунова Т.В., Сизова О.И. и др. Ризосферные штаммы бактерий рода *Pseudomonas* для фиторемедиации почв с комплексным загрязнением // Материалы 8-го Междунар. семинара-презентации инновационных изуч.-техн. проектов (18-19 нояб. 2005г., Пушино). Пушино: ЗАО «А-Принт», 2005, С. 143-145.
- 29 Leyval C., Binet Ph. Effect of polyaromatic hydrocarbons in soil on arbuscular mycorrhizal plants // J. Environ. Qual. 1998. N 27. P. 402-407.
- 30 Salzer P., Corbere H., Boller T. Hydrogen peroxide accumulation in Medicago Truncatula roots colonized by the arbuscular mycorrhiza-forming fungus Glomus Intraradices // Planta. 1991. Vol. 208. P. 319-325.
- 31 Salt D.E., Blaylock M., Kumar Nanda P.B.A. et al. Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants // Bio Technol. 1995. N 13. P. 468-474.

- 32 Пунтус И.Ф., Филонов А.Е., Кошелева И.А. и др. Выделение и характеристика микроорганизмов-деструкторов полициклических ароматических углеводородов // Микробиология. 1997. Т. 66, №2. С. 269-272.
- 33 Грищенко В.Г., Гаязов Р.Р., Токарев В.Г. и др. Бактериальные штаммы деструкторы топочного мазута: Характер деградации в лабораторных условиях // Прикл. биохимия и микробиология. 1997. Т. 33, № 4. С. 423-427.
- 34 Филонов А.Е., Ветрова А.А., Пунтус И.Ф. и др. Влияние плазмид деградации на ростовые характеристики различных штаммов рода *Pseudomonas* степень деструкции нефти // Материалы 8-го Междунар. семинара-презентации инновационных изуч.-техн. проектов (18-19 нояб. 2005г., Пушино). Пушино: ЗАО «А-Принт», 2005, С. 127-128.
- 35 Ягафарова Г.Г., Гатауллина Э.М. Испытания биопрепарата «Родотрин» для ликвидации нефтяных загрязнений // Башк. хим. журн. 1995. Т. 2, № 3/4. С. 69-70.
- 36 Ягафарова Г.Г., Скворцова И.Н. Новый нефтеокисляющий штамм бактерий *Rhodococcus erythropolis*// Прикл. биохимия и микробиология. 1996. Т. 32, № 2. С. 224-227.
- 37 Коронелли Т.В., Комарова Т.И., Ильинский В.В. и др. Интродукция бактерий рода *Rhodococcus* в тундровую почву, загрязненную нефтью // Там же. 1997. Т. 33, № 2. С. 198-201.
- 38 Логинов О.Н., Силищев Н.Н., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф. Биорекультивация: Микробиологические технологии очистки почв и техногенных отходов. М.: Наука, 2009. -18 с.
- 39 Халилова, А.Ф., Денисова А.П. Биodeградация углеводов в почве с различной кислотностью и оценка способов ее стимуляции // Экология России: на пути к инновациям: Межвузовский сборник научных трудов, Астрахань, 2009., С. 210-214.
- 40 Борзенков И.А., Беляев С.С., Иванов М.В, Милехина Е.И. Консорциум микроорганизмов, используемых для очистки почвенных солончатоводных экосистем от загрязнения нефтепродуктами// Патент №2023686 РФ. - Бюлл.изобр. - 1994, №22.
- 41 Водянова М.А., Хабарова Е.И., Донерьян Л.Г.. "Анализ существующих микробиологических препаратов, используемых для биodeградации нефти в почве" Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), №7, 2010, с. 253-258.
- 42 Патент № (19) KZ (13) В (11) 32017. Микробный препарат для очистки нефтезагрязненных почв, замазученных грунтов, нефтешламов и водных поверхностей, Шигаева М.Х.; Бержанова Р. Ж., Мукашева Т. Д., Сыдыкбекова Р.К., Дюсенов О.К., Алипинова А.Р., Рысбеков Р.А. 2016/0238.1, 09.03.2016, 28.04.2017, бюл.№8
- 43 Патент № (19) KZ (13) В (11) 2609. Способ получения биологического препарата для очистки почвы от нефти и

нефтепродуктов. Молдагулова Н.Б, Сарсенова А.С., Аюпова А.Ж.,
Хасенова Э.Ж., Бердимуратова К.Т., Баякенов Д.А. 2017/0534.2,
16.08.2017, 12.02.2018, бюл.№6