

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Бекболат Арайлым Бекболатқызы

«Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту»

**Дипломдық жұмыс**

Мамандығы 5В070100 – Биотехнология

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
Химиялық және Биохимиялық Инженерия  
Кафедра меңгерушісі, Ph.D. докторы

Амитова А.А.  
(қолы)  
« 20 » мамыр 2022 ж.




### Дипломдық жұмыс


Тақырыбы: «Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту»

5B070100 – «Биотехнология» мамандығы бойынша


Орындаған

 Бекболат А.Б.

Ғылыми жетекші

 Еликбаев Б.К.  
«\_» мамыр 2022 ж.

Пікір беруші

Әл – Фараби атындағы ҚазҰУ  
ОЗТҚМПХЖТ кафедрасының  
лекторы, хим. ғыл. канд.  
 Рахметуллаева Р.К.  
«\_» мамыр 2022 ж.

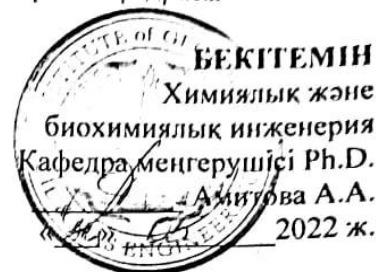
Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық технологиялық зерттеу университеті

Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты

Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы



**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушыға: *Бекболат Арайлым Бекболатқызы*

Тақырыбы: «Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту»

*Университет ректорының 16.04.2022 ж. № 1163-б бұйрығымен бекітілген.*

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «*02*» «*06*» 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: қатты қоректік ортада өсетін микроорганизмдердің жалпы ластануын, мәдени қасиеттерін, биоремедиация процесінде топырақтың химиялық талдау нәтижелерін зерттеу

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны: мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиация әдісімен тазарту.



Графикалық материал тізімі: 10 беттік слайд бойынша презентация дайындалды.

45 ғылыми мақаланың негізгі оқуы ұсынылады.

**Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерімі	Ескерту
Негізгі бөлім. Әдеби шолу	14.03.2022	Теориялық зерттеулер ғылыми әдебиеттің 45 атауын зерттеуге негізделген
Материал және зерттеу әдістемесі	21.03.2022	Зерттеулер ГОСТ ISO 11133-2016; ГОСТ 10444 11-2013 (ISO 15214:1998); ГОСТ 17.4.4.02-2017 талаптарына сәйкес жүргізілді.
Зерттеу нәтижелері. Қорытынды және нәтижелер	09.05.2022	Есептік зерттеулер 25.04.2022 аяқталды; эксперименттік зерттеулер 04.05.2022

Жобаның тиісті бөлімдерін көрсете отырып, аяқталған дипломдық жобаның кеңесшілері мен нормативті бақылаушылары қолтаңбалар

Бөлімдер атауы	Консультанттар, А.Ә.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолтаңба
Негізгі бөлім	Еликбаев Б.К., б.ғ.д.	11.05.2022 г.	
Нормоконтролер	Еликбаев Б.К., б.ғ.д.	30.05.2022 г.	

Ғылыми жетекші



б.ғ.д, ХП және ӨЭ каф.  
профессоры  
Еликбаев Б.К.

Ғылыми кеңесші



Ж.ғ. магистрі, ХжБИ  
кафедрасының  
ассистенті  
Әкімбек А.Ө.

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады

Бекболат А.Б.

Күні

30.05.2022 ж.

## АНДАТПА

Түйінді сөздер: топырақ, мұнай, микроорганизмдер, химиялық талдау, биоремедиация.

Мақсаты. Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1 Мұнаймен ластанған топырақтың және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтың жалпы ластануын зерттеу;

2 Қатты қоректік ортада өскен микроорганизмдердің мәдени қасиеттерін зерттеу;

3 Мұнаймен ластанған топырақтың химиялық құрамын биоремедиация технологияларында биологиялық өнімді қолданғанға дейін және одан кейін зерттеу.

Зерттеу нысаны. топырақ, мұнай және мұнай өнімдері, микроорганизмдер.

Алынған нәтижелер: мұнаймен ластанған топырақтың және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтың жалпы ластануы зерттелді; қатты қоректік ортада өсірілген микроорганизмдердің мәдени қасиеттері; ұсынылған биоремедиация технологияларында биологиялық өнімді қолдану алдында және одан кейінгі мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық құрамы.

Дипломдық жұмыс компьютерлік мәтінмен 30 беттен жазылған, 3 кесте мен 7 суреттен тұрады. Әдебиеттер тізімінде 45 дереккөз бар.

## АННОТАЦИЯ

Ключевые слова: почва, нефть, микроорганизмы, химический анализ, биоремедиация.

Цель. Очистка нефтезагрязненной почвы биоремедиацией.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1 Изучение общей обсемененности нефтезагрязненных почв и почв, очищенных после биоремедиации;

2 Изучение культуральных свойств микроорганизмов, выращенных на твердой питательной среде;

3 Изучение химического состава нефтезагрязненных почв до и после применения биопрепарата биоремедиационных технологиях.

Объект исследования - почва, нефть и нефтепродукты, микроорганизмы.

Полученные результаты: изучены общая обсемененность нефтезагрязненных почв и почв, очищенных после биоремедиации; культуральные свойства микроорганизмов, выращенных на твердой питательной среде; химический состав нефтезагрязненных почв до и после применения биопрепарата в рекомендованных биоремедиационных технологиях.

Дипломная работа написана компьютерным текстом на 30 страницах, содержит 3 таблиц и 7 рисунков. В списке литературы представлены 45 источников.

## **ABSTRACT**

Key words: soil, oil, microorganisms, chemical analysis, bioremediation.

The goal. Purification of oil-contaminated soil by bioremediation.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

1 Study of the total contamination of oil-contaminated soils and soils cleaned after bioremediation;

2 Study of the cultural properties of microorganisms grown on a solid nutrient medium;

3 Study of the chemical composition of oil-contaminated soils before and after the application of a biological product in bioremediation technologies.

The object of research is soil, oil and oil products, microorganisms.

The results obtained: the total contamination of oil-contaminated soils and soils cleaned after bioremediation was studied; cultural properties of microorganisms grown on a solid nutrient medium; chemical composition of oil-contaminated soils before and after the application of the biological product in the recommended bioremediation technologies.

The diploma work is written in computer text on 30 pages, contains 3 tables and 7 figures. The list of references includes 45 sources.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдеби шолу	10
1.1.1 Топырақтың мұнаймен ластануы: көздері және ерекшеліктері	10
1.1.2 Мұнаймен ластанған топырақтар	17
2 Зерттеу әдістері мен материалдары	21
2.1 Зерттеу нысандары мен әдістері	21
3 Зерттеу нәтижелері	21
3.1 Зерттелетін топырақ үлгілерінің жалпы ластануы	21
3.2 Қатты қоректік ортада өсетін микроорганизмдердің мәдени қасиеттері	24
3.3 Мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялау	25
Қорытынды және түйін	26
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	27



## КІРІСПЕ

*Өзектілігі.* Мұнаймен ластанған топырақтарды тазарту және қалпына келтіру үшін биоремедиация технологияларын қолдану бүгінгі таңда өзекті болып табылады, өйткені Қазақстанда мұнай өнеркәсібі республика экономикасында негізгі орынды алады.

*Мақсаты.* Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

1 Мұнаймен ластанған және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтардың жалпы ластануын зерттеу;

2 Қатты қоректік ортада өсетін микроорганизмдердің мәдени қасиеттерін зерттеу;

3 Мұнаймен ластанған топырақтың химиялық құрамын биоремедиация технологияларында биологиялық өнімді пайдаланғанға дейін және одан кейін зерттеу.

*Зерттеу нысаны.* топырақ, мұнай және мұнай өнімдері, микроорганизмдер.

*Ғылыми жаңалық.* Модельдік тәжірибенің мұнаймен ластанған топырақтан оқшауланған микроорганизмдердің мәдени қасиеттері алғаш рет зерттелді. «Байкал ЕМ1» биопрепаратын қолдануға негізделген биоремедиация технологиясы ұсынылды.

*Жұмыстың практикалық маңызы.* Зерттеу нәтижелерін «Биотехнология» мамандығының студенттеріне тәжірибелік сабақтарда пайдалануға болады.

## 1. Әдеби шолу

### 1.1.1 Топырақтың мұнаймен ластануы: көздері және ерекшеліктері

Қоршаған орта объектілерінің, атап айтқанда, топырақтың мұнай өнімдерімен ластануы мұнай өнеркәсібіндегі маңызды экологиялық проблема болып табылады. Әлемдік мұнай өндіру бүгінде жылына шамамен 4 миллиард тонна деңгейінде [1]. Алдын ала талдау деректері бойынша мұнай мен мұнай өнімдерінің трансформациялануынан (бұл тасымалдау процесінен тұтынушының пайдалану процесіне дейін) қоршаған ортаға зияны 2 %-ға жетеді, (бұл жылына шамамен 80 млн тоннадан астамды құрайды. ) [2].

Табиғи ортаның және оның объектілерінің (топырақ, су, жануарлар дүниесі) шикі мұнаймен ластануы бүгінгі таңда тек Қазақстан үшін ғана емес, бүкіл әлем үшін күрделі экологиялық проблема болып табылады. [3].

Қоршаған ортаны ластайтын шикі мұнай ластану деңгейіне байланысты:

- ауыз су мен ауа сапасының қайтымсыз өзгерістері [4];
- топырақ құнарлығы сапасының қайтымсыз өзгеруі [5];
- қалпына келмейтін ресурстардың қайтымсыз ысырап болуымен қатар жүреді [5].

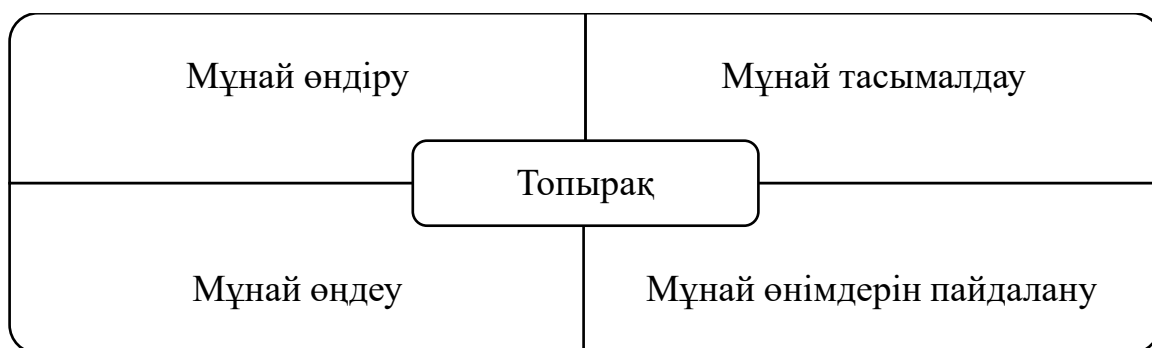
Көріп отырғанымыздай, экожүйеге бұл зиян шикі мұнайдың немесе мұнай өнімдерінің кездейсоқ ағып кетуімен анықталады.

Мұнайдың ластануы [6, 7]:

- топырақтың аэрациясын және су өткізгіштігін төмендету;
- топырақтың тесіктерін толтыру;
- өсімдіктерге экологиялық-токсикологиялық әсер ету;
- мұнай кен орнының табиғи жағдайын бұзуға;
- шикі мұнайдың канцерогендік және мутагендік қосылыстарына байланысты генетикалық материалда олардың тұрақтылығы мен биологиялық ұйымшылдығына байланысты ластанудың төмен деңгейінде де өлімге әкелетін мутацияларды тудырады.

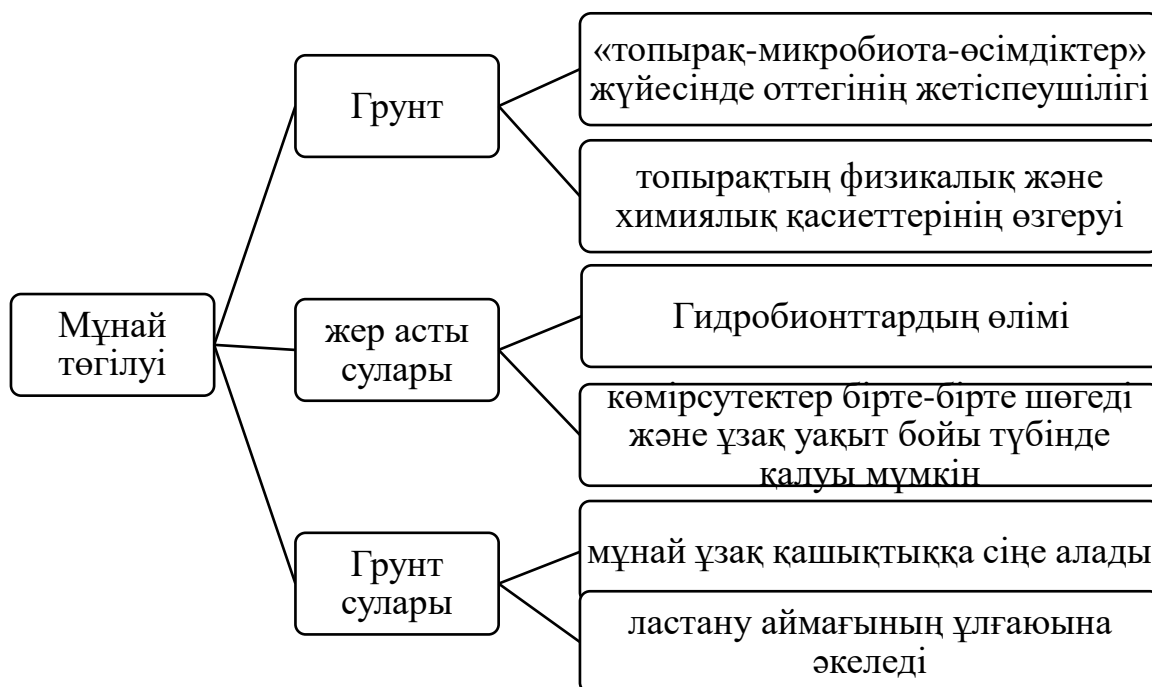
Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы жергілікті сипатқа ие болғанымен, сонымен бірге апатты зардаптарды тудырады. Қоршаған ортаға мұнайдың кездейсоқ бөлінуі ластанудың жалпы көлеміне аз ғана үлеспен анықталады. Ластаушы заттардың қоршаған ортаға айналуы және олардың топырақтың терең қабаттарына енуі мұнай мен мұнай өнімдерінің сумен эмульсия түзу қасиетімен анықталады [8].

Қоршаған ортаны (топырақты, суды) мұнай және мұнай өнімдерімен ластанудың негізгі көздеріне әртүрлі өнеркәсіптік нысандар (жанармай құю станцияларынан ірі мұнай алпауыттарына дейін) жатады [9] (сурет 1).



Сурет 1. Топырақ: мұнаймен ластану көздері

1-суреттен көрініп тұрғандай, бақылау қиын болатын көмірсутектердің ең үлкен ысыраптары мұнай өндіру циклінің бірінші кезеңдерінде – мұнай өндіру кезінде болады.



Сурет 2 – Қоршаған ортаға ірі мұнай төгілуі арқылы объектілердің ластану ерекшеліктері

Апат кезінде мұнай (2-сурет):

- жерге түседі;
- жер үсті су объектілерін ластайды;
- жер асты суларына енеді.

2-суреттен көріп отырғаныңыздай:

- жер асты, әсіресе судың жер асты ағындарымен бірге мұнай ұзақ қашықтыққа қозғала алады, бұл ластану аймағының ұлғаюына әкеледі [8];

- төгілген мұнайдың едәуір бөлігі атмосфералық сулармен бірге су объектілеріне түседі және онда бірінші кезекте жеңіл фракциялар буланады, ал қалған көмірсутектер бірте-бірте шөгеді және ұзақ уақыт бойы түбінде қалуы мүмкін [9];

- «топырақ-микробиота-өсімдіктер» жүйесінде оттегінің жетіспеушілігі биодеградация процестерінің басылуына әкеледі. Сондықтан топырақтың құрамындағы мұнай жер асты суларын да, жер үсті суларын да ұзақ уақыт ластауы мүмкін [9].

#### 1.1.1.1 Мұнай өндіру және тасымалдау кезіндегі апаттар

Отын-энергетикалық кешен әлемде қоршаған ортаны (топырақ пен суды) ластайтын негізгі жеткізуші болып табылады. Жыл сайын мұнай өндіру және тасымалдау кезінде ірі апаттардың саны 60-тан астам жағдайға жетеді. Ал мұнайдың төгілулері ауқымды және елеулі болып, елеулі материалдық шығындарға әкеп соқтыратын жағдайда, тіпті 20 мыңнан астамға жетеді. Континенттік қайраңдар аймағында және құрлықта мұнай өндіру, сондай-ақ көліктік және мұнай тарату жүйелері, мұнай мен мұнай өнімдерінің басым бөлігі қоршаған ортаға төгілуінің негізгі көздері болып саналады, және қоршаған ортаға төгіледі – су қоймалары мен топырақ [10].

Қоршаған ортаның ластануы келесі жағдайларда болуы мүмкін (3-сурет):

- мұнайлы сулардың және мұнай өнімдерінің авариялық төгілуі;
- технологиялық процестердің бұзылуы.



Сурет 3. Мұнай төгілу себебі

Барлық мұнайдың 99,5 %-ы құбырлар арқылы өтеді. Сондықтан:

- құрылымдардың тұтас кешендері құрылуда,
- жүйелер құбырлардан, компрессорлық станциялардан және көптеген басқа құрылымдардан жасалады.

Әдетте, мұнай ел аумағы арқылы орта есеппен 1500 шақырымға дейінгі қашықтыққа айдалады. Қолданылатын құбырлардың көпшілігінің диаметрі 300-1420 мм-ді құрайды. [11].

Осылайша, өнеркәсіптің дамуымен бірге пайдаланылатын мұнай мөлшері артады, бірақ әртүрлі техникалық және басқарушылық әзірлемелер басқа себептерден артта қалады, олар кемелді емес және мұнайдың суға төгілуіне әкеліп соғады, ластануды қалыптастырады. Мұнайлы ағынды су көздерін тазарту өте кең, өйткені мұнай өнеркәсібінде, мұнай өңдеуде, мұнай сақтауда, тасымалдауда және мұнай-химия өнеркәсібінде мұнай өндіру процесінде көптеген майлы ағынды сулар түзіледі [12]. Ағынды сулардың мұнаймен ластануы негізінен келесі аспектілерде көрінеді [13]:

1) ауыз су және жер асты су ресурстарына әсер ету, су ресурстарына қауіп төндіру;

2) адам денсаулығына қауіп төну;

3) ауаның ластануы;

4) еңбек өнімділігіне әсер ету;

5) табиғи ландшафтты бұзу, тіпті, мүмкін, мұнай жанарғыларының пайда болатын қауіпсіздік проблемаларының жиынтығына байланысты. Мұнайлы ағынды сулардың ластануы фонында мұнайлы ағынды сулардың шығарындыларының шекті рұқсат етілген концентрациясы 10 мг/л құрайды. Сондықтан мұнайлы ағынды суларды тазарту қазіргі заманғы инженерлік және экологиялық проблемалар саласында шұғыл қажет.

#### 1.1.1.2 Мұнай қалдықтардың түзілуі және жинақталуы

Мұнай өндіру және барлау кезінде қалдықтар жинақталады – бұл бұрғылау ерітінділері, мұнай ағынды сулары, мұнай қорларын тазарту құрылыстарының шламдары және қабат өндірісінің шламдары. Қуаттылығы тәулігіне 105 000 баррель мұнай өңдеу зауыты жылына шамамен 50 тонна мұнай шламын шығарады [14].

Резервуардың түбінде және басқа сақтау орындарында табылған қалдықтар әдетте шлам деп аталады. Шикі мұнайды сақтау үшін оның түбінде табылған шлам түрі көмірсутектер, асфальтендер, парафин, су және құм, темір сульфидтері және темір оксидтері сияқты бейорганикалық түзілімдерден тұрады. Көмірсутек мұнай шламының құрамдас бөлігі болып табылады, ол сыртқы ортаның өзгеруі нәтижесінде шикі мұнайдың қасиеттерін пайдалану кезінде пайда болады. Мұнай шламдарының түзілуі әдетте бұлтты нүктелерден төмен салқындатуды, жарық ұштарын бөлуді, үйлесімсіз заттармен симптомдарды және эмульсияны қалыптастыру үшін суды енгізуді тудырады [15].

Ресурстарды сақтау және қалпына келтіру туралы заңға (RCRA) сәйкес тұнба басқа қауіпті қалдықтармен қауіпті ретінде анықталады [16]. Мұнай шламының элементтік құрамы – азот, фосфор, калий, темір, мыс, кальций, магний, кадмий, фосфат, хром, мырыш, натрий, қорғасын [17].

Өңделмеген мұнай тұнбалары коррозиялық әсерге және мұнай сақтау қабілетінің дәрежесіне әкелетін қайталанатын мәселе болып табылады. Экономикалық тиімділікке тұнбаны жою және кәдеге жарату шығындары кіреді, мұнда шығындардың көп бөлігі экологиялық қауіпті материалды кәдеге жарату төлемі болып табылады.

Дүние жүзінде мұнай шламын алу және пайдаланудың бірқатар әдістері қолданылады, соның ішінде: термиялық, механикалық, биологиялық және химиялық. Жалпы, олар экономикалық тұрғыдан тиімді емес. Мұнай шламын тазалауға байланысты кәдеге жарату, тасымалдау және толтыру шығындарын қосатын болсақ, шламда бірнеше зиянды қосылыстар да бар. Бұл ластаушы заттарға алифатты көмірсутектер және полициклді ароматты көмірсутектер (РАН) сияқты мұнай көмірсутектері жатады; Мұнай шламында 550 мг/кг РАН бар мұнай көмірсутектерінің (NPH) жалпы көлемінің 33 %-дан астамы [18], барий, қорғасын, мырыш, сынап, хром, мышьяк қоса алғанда, полихлорланған бифенилдер (ПХБ), никель болады [19]. Мұнай өнімдерін өндірушілер, өңдеушілер және тасымалдаушылар резервуарлардағы шламды тазарту шараларын қабылдауы керек, бұл техникалық қызмет көрсету үшін өте маңызды.

Әрбір қоймада шламның жиналу уақытымен, бірақ мұнай қоймасында өндіріс орындарында үлкен мәселелер туындайды. Шағын өндіріс орындарында мұнай шламын тиімді қайта пайдалану шлам материалын өңдеусіз пайдалануды талап етеді. Қалдықтарды құрылыс материалы ретінде пайдалану өте экологиялық таза болуы керек.

### 1.1.1.3 Мұнай шламы

Мұнай шламында органикалық компоненттер де, концентрация диапазонының өзіне тән түрі бар ауыр металдар да бар [20]. Соңғы зерттеулерге сәйкес, мұнай өңдеу зауыттарының мұнай шламындағы металдардың жоғары концентрациясы Zn (1299 мг/кг), Fe (60-200 мг/кг), Cu (500 мг/кг), Cr (480 мг/кг) болып табылады. Ni (480 мг/кг) және Pb (565 мг/кг) [21].

Агрегатта мұнай шламын дұрыс емес кәдеге жарату морфологиялық өзгерістерге әкелетін қоршаған топырақтардың табиғи және физикалық қасиеттерінің осындай елеулі өзгерістерімен байыпты күресті қамтиды [22]. Топырақ өсімдіктерінің өсуінің жетіспеушілігі және өсуінің тежелуі сипатталған [23]. Жоғары тұтқырлық оны топырақ саңылауларында бекітіп, жердің ауа қабатының үздіксіз қабығын құрайды [24]. Қауіпті мұнай шламында гигроскопиялық ылғал, гидравликалық өткізгіштік және топырақтың сулану қабілеті төмендейді [25]. Жоғары молекулалық элементтер гидрофобты қыртыс ретінде таңдалатыны тексерілді, бұл топырақта судың болуы мен су-ауа алмасуын білдіреді [26]. Табиғи газды қоршаған ортаға тиімсіз тазарту және дұрыс кәдеге жаратпау денсаулықтың күрделі проблемасы болып табылады, өйткені оның құрамында адамдар мен жануарларға мутациялық әсері бар улы болып табылатын

мұнай көмірсутектері (МНК) және ПАК бар [21]. ОНС су жүйелеріне елеулі қауіп төндіретін топырақ профиліне жер асты суларына еніп кетуі мүмкін [27]. Топырақта СНС болуы әртүрлі өзгерістерге әкеледі [28]. Мұнай шламының компоненттерінің көпшілігі тығыз молекулалық байланыстарға, молекулалық массаға, гидрофобтылыққа және суда төмен ерігіштікке байланысты қыңыр.

Соның ішінде өндірістің ұлғаюына және қауіпті сипатына байланысты көбірек назар аударуды қажет ететін мұнай қалдықтары. Қауіпті ластаушы заттарды анықтау немесе қозғалыссыздандыру, содан кейін осы қалдықтардың қоршаған ортаға және денсаулыққа әсеріне әсер ету үшін бірнеше басқару тәсілдері әзірленді. Бұл тәсілдер мыналарды қамтиды, бірақ олармен шектелмейді:

- егіншілік/жерлеу;
- фотокатализ;
- дәреже;
- емдеу/тұрақтандыру;
- еріткіш экстракциясы;
- ультрадыбыстық өңдеу;
- пиролиз;
- химиялық өңдеу;
- биодеградация [29].

Экологиялық қалдықтардың табиғатына, экологиялық саясатқа және құнды өңдеуге қатысты жоғарыда аталған тәсілдердің кейбірі кездейсоқ болып шықты. Мұнай шламынан көмірсутектерді анықтауға қатысты кейбір зерттеулерге мыналар жатады:

- еріткіш экстракциясы;
- центрифугалау арқылы өңдеу;
- радиоактивті қабаттармен мұнай өндіруді арттыру;
- мұздату және балқыту арқылы өңдеу;
- тұнбаның пиролизі;
- микротолқынды сәулелену;
- электромагниттік әдіс;
- ультрадыбыстық сәулелену;
- көбікті флотация.

Көптеген тазалау әдістері қалдықтармен үш өңдеу әдісін пайдаланады [30]:

- 1) технологияны қолдану арқылы мұнай шламының бастапқы түзілуі;
- 2) майлы шламнан мұнайды алу;
- 3) қайтарылмайтын мұнай шламын кәдеге жарату.

Бірінші кезең мұнай шламының пайда болуын болдырмауға көмектессе, қалған екі бағыт шикі мұнайлы шламды тиімді өңдеуге бағытталған.

Көріп отырғанымыздай, мұнай өнімдерінің қоршаған ортаға ағуы құрамында мұнайы бар әртүрлі қалдықтар түрінде болуы мүмкін. Олардың қалыптасуы кезеңдерде мүмкін болады [31]:

- мұнай айдау;
- жабдықтар мен машиналарды пайдалану;
- су қоймаларын тазалау және басқа жағдайларда.

Мұнай шламының құрамы мен сипаттамалары көптеген факторларға байланысты айтарлықтай өзгереді [32]:

- сақтау уақыты
- өндіріс түрі,
- қоршаған ортаның жағдайы және т.б.

Мұнай өндіру шламы [33] сипатталады:

1) үлкен мазмұнымен:

- минералды бөлшектер (75 % дейін),
- шикі мұнай (40 %-ға дейін);

2) мазмұны азырақ:

- мұнай өңдеу шламымен салыстырғандағы су (5-10 %).

Кейде кәсіпорындар мұнай шламын өз үй-жайларында сақтауға тура келеді [34]:

- тиісті өндірістік қалдықтар полигондарына қолжетімділіктің болмауы;
- қайта өңдеуді қаржыландырудың жетіспеушілігі.

Техникалық талаптарға сай келмей мұнай шламын ұзақ сақтауға арналған қондырғыларды құру оның құрамының топырақ пен суға енуіне әкеледі [35].

Қазіргі уақытта ресейлік мұнай өңдеу зауыттарының қоймаларында жиналған мұнай шламының көлемі жүздеген миллион тоннаға бағаланады. Құрамында көмірсутектері бар қалдықтардың дұрыс өңделмей жиналуы, қоршаған ортаның уыттылығына әкеп соқтыру өте өткір мәселе болып табылады. Сенімді және заманауи қоралар мен полигондарды ұйымдастыру өте қымбат және әрқашан қол жетімді емес [36].

Мұнай өңдеу кешенінің мұнай шламы шұңқырлары мен мұнай өнеркәсібінің мұнай шламы шұңқырларын ажырату қажет. Біріншісі, әдетте, мұнай өнімдері мен мұнайдың ескі қалдықтарымен толтырылған гектардан астам аумаққа және айтарлықтай тереңдікке ие; екіншісі – бұрғылау қалдықтарын сақтауға арналған алаңы 0,5 га-дан аспайтын таяз шұңқырлар [37].

Сарайлар мен шламды жинақтауға арналған басқа да нысандардың құрылысы көбінесе өздігінен жүргізілетіндіктен, жиналған қалдықтарды нақты бағалау мүмкін емес, әртүрлі дереккөздер ондаған миллионнан жүздеген миллион тоннаға дейінгі сандарды көрсетеді [38].

Қазіргі уақытта көмірсутектерді сақтауға арналған заманауи резервуарлар, сондай-ақ оқшауланған тұнба резервуарлары көбірек құрылуда. Біртіндеп ескірген мұнай шламдары қоймалары енді пайдаланылмайды, бірақ көбінесе олар өңделмей қалады, бұл биотаға өте жағымсыз әсер етеді. Құрамында көмірсутегі бар қалдықтарды орналастыруға рұқсат етілмеген учаскелердің болуы мұнай



өнеркәсібінің кәсіпорындарына қаржылық ауыртпалық түсіреді, өйткені муниципалитеттер бүлінген жерлерді кәсіпорынмен қайта өңдеусіз балансқа қайтарудан бас тартады [39].

Мұнай шламы қоймада ұзақ тұрғанда топырақ бөлшектерімен байланысып, жоғары молекулалық қосылыстардың жиналуымен мұнайдың физикалық-химиялық түрленуіне ұшырайды.

Мұндай тұнба мутагендік және канцерогендік қасиеттері бар көмірсутектердің көзіне айналады. Мұнай шламын сақтау уақыты неғұрлым ұзақ болса, соғұрлым олардың уыттылығы жоғары болады. Бұл өсімдіктерде зиянды құрамдастардың жинақталуына ғана емес, жалпы өсімдік жамылғысының қырылуына да әкелуі мүмкін [40].

Құрамында көмірсутектері бар қалдықтардың аккумуляторлары [41] бойынша жіктеледі:

- функционалдық мақсат;
- қалдықтардың түрі;
- жинақтау көлемдері;
- геометриялық сипаттамалар;
- жас;
- технологиялық және конструкторлық ерекшеліктері.

Құрамында көмірсутегі бар қалдықтардың аккумуляторлары бірқатар ортақ сипаттамаларға ие [41]:

- жетек корпусының айқын қатпарлы құрылымы;
- жоғары суды кесу;
- түп шөгінділерінде минералды бөліктің жоғары мөлшері.

### **1.1.2 Мұнаймен ластанған топырақтар**

Топырақты мұнаймен сіндіру трансформацияны тудырады:

- топырақтың химиялық құрамы;
- топырақ құрылымы;
- топырақ биотасы.

Құрамында қарашірік бар жоғарғы горизонтта мыналар кездеседі [42]:

- көміртегі мөлшерінің айтарлықтай артуы;
- топырақтың өсімдік жамылғысының өсуіне жарамдылығын дамыту (соңғы жағдайда май бөлшектері гидрофобты бола отырып, судың өсімдіктердің тамыр жүйесіне жетуіне кедергі келтіріп, оларға зиян келтіреді);
- қарашіріктің липидті және қышқылдық компоненттерінің арақатынасының өзгеруі;
- енгізілген көміртегі есебінен ерімейтін гумин мөлшерінің артуы;

- топырақтың тотығу-тотықсыздану жағдайының өзгеруі;
- кейбір микроэлементтер мен қарашірік компоненттерінің қозғалғыштығын арттыру;
- ауыр фракциялардың әрекеті, т.к. ұтқырлығы аз болғандықтан, олар тұрақты ластану аймағын құруға қабілетті;
- кеуектерді цементтеу (асфальтендер, шайырлар, ауыр мұнай құрамындағы ауыр металдар) нәтижесінде топырақтың су-физикалық сипаттамаларының өзгеруіне;
- парафин майын жасау кезінде ұзақ уақыт бойы ылғал алмасудың бұзылуына.

Мұнай өнімдерінің топыраққа ену тереңдігі 30 м -ге дейін жетуі мүмкін екендігі анықталды; аквиклюз деңгейіне дейін [43].

Мұнай өндіру кезіндегі қоршаған ортаның ластануы тек мұнайдың өзінің төгілуінен ғана емес, сонымен қатар жоғары минералданған қабат суларының жер бетіне шығуынан болады.

#### 1.1.2.1 Мұнайдың топырақтың морфологиялық ерекшеліктеріне әсері

Мұнайдың топырақтың морфологиялық ерекшеліктеріне әсері [44]:

- қарашірік горизонтының құрылымы өзгереді - лайлы немесе кесек-лайлыдан кесек болады (мұнайдың құрылымдық әсері көрінеді);
- толтырғыштардың суға төзімділігі артады;
- топырақтың ылғал сыйымдылығы төмендейді;
- су бетінің бойымен қозғалады немесе үлкен кеуектер арқылы төменгі горизонттарға сіңеді;
- әртүрлі көлемдегі топырақ кеуектерінің мұнай өнімдерімен бітелуі байқалады (жалпы кеуектілік 25 %-ға төмендеуі мүмкін);
- судың булану қарқындылығының төмендеуіне байланысты далалық ылғалдылықтың жоғарылауы байқалады (ылғалдылықтың жоғарылауы ластаушы заттардың пайызына 0,5 - 1,5 % болады);
- әртүрлі көлемдегі тот басқан аймақтардың пайда болуы;
- глейлеу пайда болады (ферругинді-маргликозды түйіндердің қара нүктелерінің көрінісі);
- мұнай топырақтың тереңдігіне енеді (факторларға байланысты: ластану мөлшері, жер асты суларының деңгейі, еңіс, топырақтың гранулометриялық құрамы, өсімдік жамылғысының болуы).

#### 1.1.2.2 Мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық және физика-химиялық қасиеттері

Мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық және физика-химиялық қасиеттері келесі белгілермен анықталады [33; 44, 45]:

- топыраққа химиялық заттардың кең спектрі түседі, олардың арасында аз улы органогендік элементтер басым: оттегі мен көміртегі, азот және сутегі, сонымен қатар темір, алюминий, кальций, магний, фосфор және марганец;
- топырақта органикалық заттардың мөлшері артады;
- топырақ өз массасының 10 % мөлшерінде көмірсутектерді ұстауға қабілетті: мұнайдың көп мөлшерінің түсуі көміртегі мен басқа химиялық элементтердің оңтайлы қатынасының бұзылуына әкеледі;
- таза топырақта көміртегі мен азоттың қатынасы, әдетте, 25:1, мұнаймен ластанған кезде бұл қатынас 60:1-ге дейін жетеді;
- көміртегі тотықтырғыш микроорганизмдердің белсенділігіне байланысты коректік заттардың тапшылығының артуына әкеледі;
- мұнай, топырақ агрегаттарын қаптайды, құнарлылыққа теріс әсер ететін коректік заттардың сулы ерітінділерінің қозғалысын блоктайды;
- топырақты сіңіретін кешен: төмен дозаларда май алмасатын негіздер мөлшерінің біршама артуына ықпал етеді, ал ластануының жоғарылауы коллоидтарды гидрофобты қабықшалармен бітелуіне байланысты негіздер мөлшерінің азаюына әкеледі;
- негіздік катиондардың әсерінен қышқылдықтың біршама төмендеуіне әкеледі;
- мұнай топырақтың физикалық қасиеттеріне кері әсер етеді, өйткені мұнай кеуектердің бос кеңістігін алып, газ фазасын (ауаны) ығыстырады;
- тотығу-тотықсыздану процестері бұзылған;
- оттегінің жоғалуы мұнай көмірсутектерінің кейінгі тотығуы кезінде де болады;
- топырақ ферменттерінің көпшілігі тежеледі.

### 1.1.2.3 Мұнай және мұнай өнімдерінің биотаға әсері

Мұнаймен ластанған топырақта микробиоценоздың қатты бұзылуы орын алады [33, 44, 45]:

- біріншіден, микроорганизмдердің тежелуі байқалады, кейін олардың белсенділігінің жоғарылауы және көмірсутектерді тотықтыратын микроорганизмдердің биомассасының жоғарылауы байқалады;
- мұнаймен ластану өсімдіктердің, әсіресе топырақта тіршілік ететін балдырлардың фотосинтез процесіне теріс әсер етеді;
- барлық балдырлардың басылуы немесе толық өлуі, немесе түрлерінің ауыстырылуы (балдырлардың саны топырақтың өзін-өзі тазарту процесінің қарқындылығын сипаттайды);
- өсімдіктердің дамуына мұнаймен ластану дозасының әсері: мұнайдың 1 %-ға дейін болуы – коректену процестері мен топырақ құрылымының жақсаруына байланысты өсімдіктердің дамуы жеделдейді; 1-ден 3 %-ға дейін - биоөнімділік

төмендейді, ең сезімтал түрлер өледі; майдың 5 %-дан астамы прогрессивті басатын әсерге ие;

– ауыр мұнай өнімдері микроорганизмдердің бұзылуына нашар әсер етеді, сондықтан олар өсімдіктерге тікелей токсикалық әсер етеді, тамырларды орап, олардың сумен қамтамасыз етілуін азайтады, бұл өсімдіктердің өлуіне әкеледі;

– мұнаймен ластану топырақ фаунасына әсер етеді: ірі омыртқасыздар (құрттар, жәндіктер) тез өледі; буынаяқтылар төзімдірек, ересектер ұзақ уақыт бойы өміршеңдігін сақтайды;

– ластану аймағынан педобионттардың миграциясын тудырады.

## 2 Материалдар мен зерттеу әдістері

### 2.1 Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеу объектісі мұнаймен ластанған топырақ үлгісі болып табылады.

Зерттеу материалдары: микроорганизмдерді өсіруге арналған қоректік орталар, микробиологиялық зерттеулерге арналған зертханалық шыны ыдыстар.

Зертханалық зерттеу әдістері келесі негізгі процедураларға негізделді, олар 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4. Зерттеу әдісі

4-суретке қоса, мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялау бойынша зертханалық зерттеулерде эксперименттердің үш тобы қолданылғанын атап өткен жөн:

1-тәжірибе 100 г топыраққа 1,5 мл мөлшерінде «Байкал ЭМ1» биопрепаратын қолдануға негізделген.

2-тәжірибе 100 г топыраққа 1,5 г мөлшерінде «Дар плодородия» биологиялық өнімін қолдануға негізделген.

Бақылау – биопрепарат пайдаланылмаған.

### 3 Зерттеу нәтижелері

#### 3.1 Зерттелетін топырақ үлгілерінің жалпы ластануы

Зерттеу үшін таңдалған экологиялық таза топырақтар мұнаймен ластанған үлгі болып табылады.

Зерттеу үшін таңдалған таза топырақтар толық ластануға сыналған (5-сурет, 1-кесте).



а)  
бақылау тәжірибе  
0 сағат

б)  
1-тәжірибе  
24 сағат

в)  
2-тәжірибе  
24 сағат

Сурет 5. 0 және 24 сағат өңдеуден кейінгі топырақтың жалпы ластануы

Кесте 1. Мұнаймен ластанған топырақтың жалпы ластануы

Көрсеткіш	Бақылау уақыты	$\bar{X} \pm m_x$ , КОЕ/г	$C_v$ , %
Тәжірибе 1	24 сағ	$(4,5 \pm 1,5) \times 10^2$	47,1
Тәжірибе 2	24 сағ	$(4,5 \pm 0,5) \times 10^2$	15,5
Бақылау	0 сағ	$(3,0 \pm 1,01) \times 10^6$	47

5-сурет пен 1-кестеден көрініп тұрғандай, топырақтың жалпы ластануы алтыншы сұйылту деңгейінде болды, бұл ластанудың жоғары қарқынын көрсетеді. Модельдік ластанудан кейін 24 сағаттан кейін топырақтың жалпы ластануы екінші сұйылту деңгейіне дейін күрт төмендегенін көреміз. Микробиотаның бұл әрекеті көптеген микроорганизмдердің белсенділігі көмірсутектердің қысымымен күрт төмендегенін көрсетеді.

Сондай-ақ, 1-кестеден ластанудың өзгергіштігі 1-тәжірибеде және бақылау тобында (47 %) салыстырмалы түрде жоғары екенін көреміз, ал 2-тәжірибеде өзгергіштік 15 % деңгейінде.

2-кестеде және 6-суретте 120 сағат өсіруден кейін алынған нәтижелер көрсетілген.



а)  
бақылау тәжірибе  
120 сағат

б)  
1-тәжірибе  
120 сағат

в)  
2-тәжірибе  
120 сағат

Сурет 6. 120 сағат өңдеуден кейін топырақтың жалпы ластануы

Кесте 2. Биоремедиация технологияларынан кейін топырақтың жалпы ластануы

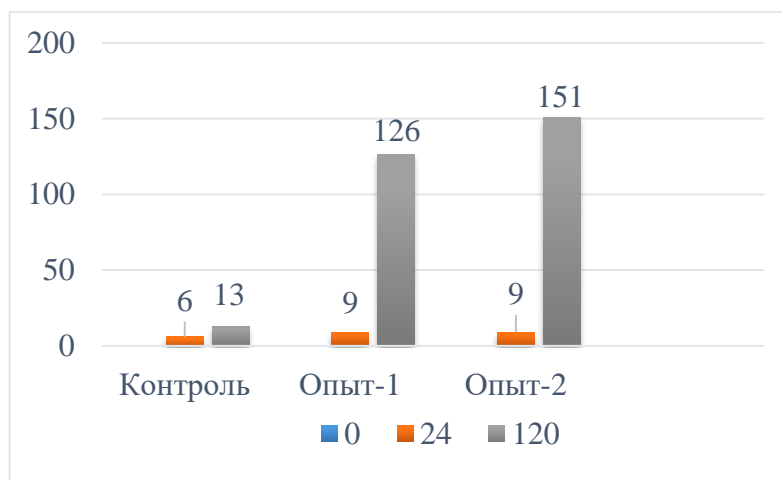
Көрсеткіш	Бақылау уақыты	$\bar{X} \pm m_x$ , КОЕ/г	$C_v$ , %
Тәжірибе 1	120 сағ	$(6,0 \pm 0,1) \times 10^5$	23
Тәжірибе 2	120 сағ	$(7,5 \pm 1,5) \times 10^4$	12
Бақылау	120 сағ	$(6,5 \pm 0,5) \times 10^6$	39

6-сурет пен 2-кестеден көріп отырғанымыздай, 120 сағат өсіруден кейін микробиотаның белсенділігі тәжірибелік топтарда артып, бесінші (1-тәжірибе) және төртінші (2-тәжірибе) сұйылтуға жеткен. Бақылау тобында ластану алтыншы сұйылту деңгейінде қалды. Алынған мәліметтер мұнаймен ластанудан техногендік қысымға ұшыраған топырақ үлгілеріндегі микробиотаның бейімделгіш трансформациясын көрсетеді.

Өзгергіштік көрсеткіштері бойынша бақылау тобында да салыстырмалы түрде жоғары көрсеткіштер байқалғанын көреміз, ал эксперименттік топтарда бұл

көрсеткіш сәйкесінше 23 және 12 % деңгейінде. Бұл зерттелетін топырақ үлгілерінің ластануының салыстырмалы түрде төмен өзгергіштігін көрсетеді.

7-сурет қатты қоректік орталарда өсірілген дақылдардың өсу жылдамдығының кинетикасын көрсететін график.



Сурет 7. Қатты қоректік орталарда өсірілген дақылдардың өсу жылдамдығының кинетикасы

7-суреттен көріп отырғанымыздай, микроорганизмдердің зерттелген колонияларының өсуінің сандық көрсеткіштері бастапқы кезеңде мұнаймен ластанудың үлкен әсерін көрсетеді, бірақ 120 сағат өңдеуден кейін мұнаймен ластанған топырақтардың зерттелген үлгілерінің микробиологиялық белсенділігі байқалады.

### 3.2 Қатты қоректік ортада өсетін микроорганизмдердің мәдени қасиеттері

3-кестеде қатты қоректік ортада өсірілген микроорганизмдердің мәдени қасиеттерін зерттеуде алынған нәтижелер берілген.

3-кестеден көріп отырғанымыздай, зерттелген колониялардың мәдени қасиеттері көп жағынан ұқсас болды:

- пішіні бойынша - күрделі, дөңгелек болды;
- өлшемі бойынша – орташа (2-4мм);
- мөлдірлілігі - түссіз;
- жиектің контуры бойынша - тегіс және толқынды;
- профиль бойынша - тегіс;
- түсі бойынша - ақ;
- құрылымы-біртекті.



Кесте 3. Қатты қоректік ортада өсірілген микроорганизмдер колонияларының мәдени қасиеттері

Топ	Культуралық құрылымы құрылы						
	Колонияның формасы	Өлшемі	Мөлдірлігі	Жиек контуры	Профиль	Түсі	Структурасы
Контроль	Дөңгелек, Күрделі	Орташа 2-4мм	Бұлыңғыр	Тегіс және толқынды	Тегіс	Ақ	Біртекті
Опыт1	Дөңгелек	Орташа 2-4мм	Бұлыңғыр	Тегіс	Тегіс	Ақ	Біртекті
Опыт 2	Дөңгелек	Орташа 2-4мм	Бұлыңғыр	Тегіс	Тегіс	Ақ	Біртекті

### 3.3 Мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялау

Мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялаудың әзірленген технологиясы 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4. Биоремедиация процесінде көмірсутектердің болуына топырақтың химиялық талдауы

Топ	0 сағат, мг/кг	120 сағат, мг/кг
Тәжірибе 1	20	8
Тәжірибе 2	20	14
Бақылау	20	20

4-кестеден көріп отырғанымыздай, биоремедиация процесі 40 % деңгейінде болған № 1 тәжірибеде ең жақсы нәтиже алынған, ал № 2 тәжірибеде кәдеге жарату 30 % ғана жеткен.

Осылайша, 100 г топыраққа 1,5 г мөлшерінде биологиялық өнімді пайдалану мұнай көмірсутектерін пайдаланудың жоғары көрсеткіштеріне ықпал етеді деп қорытынды жасауға болады.

## **ҚОРЫТЫНДЫ**

Мұнаймен ластанған топырақтарды тазарту және қалпына келтіру үшін биоремедиация технологияларын қолдану бүгінгі таңда өзекті болып табылады, өйткені Қазақстанда мұнай өнеркәсібі республика экономикасында негізгі орынды алады.

Жұмыстың мақсаты орындалды, өйткені мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялау технологиясы ұсынылды.

## **ТҮЙІН**

1 Мұнаймен ластанған топырақтың және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтың жалпы ластануы зерттелді.

2 Қатты қоректік ортада өсірілген микроорганизмдердің мәдени қасиеттері зерттелді.

3 Мұнаймен ластанған топырақтардың химиялық құрамы ұсынылған биоремедиация технологияларында биологиялық өнімді қолданғанға дейін және одан кейін зерттелді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 OPEC Annual Statistical Bulletin [Электронный ресурс] – URL: [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/ASB\\_2016.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/ASB_2016.pdf) (дата обращения 05.04.2022).
- 2 Артемьева, Т.И. Комплексы почвенных животных и вопросы рекультивации техногенных территорий / Т. И. Артемьева – М.: Наука. – 2009. – С. 72–75.
- 3 Wu M., Ye X., Chen K., Li W., Yuan J., Jiang X. Bacterial community shift and hydrocarbon transformation during bioremediation of short-term petroleum-contaminated soil. *Environ. Pollut.* 2017;223:657–664. Doi: 10.1016/j.envpol.2017.01.079.
- 4 Sun X.F., Yang B.B., Zhu X.J. Study on the effect of different processing contaminated soil bioremediation technology. *Biotechnol. Bull.* 2016;3:68–72. (In Chinese).
- 5 Sebiomo A., Bankole S.A., Awosanya A.O. Determination of the ability of microorganisms isolated from mechanic soil to utilize lubricating oil as carbon source. *Afr. J. Microbiol. Res.* 2010;4:2257–2264.
- 6 Jia J., Zong S., Hu L., Shi S., Zhai X., Wang B., Li G., Zhang D. The Dynamic Change of Microbial Communities in Crude Oil-Contaminated Soils from Oil Fields in China. *J. Soil Contam.* 2017;26:171–183. Doi: 10.1080/15320383.2017.1264923.
- 7 Dhote M., Kumar A., Jajoo A., Juwarkar A. Assessment of hydrocarbon degradation potentials in plant-microbe interaction system with oil sludge contamination: A sustainable solution. *Int. J. Phytoremediation.* 2017;19:1085–1092. Doi: 10.1080/15226514.2017.1328388.
- 8 Белов, П.С. Экология производства химических продуктов из углеводородов нефти и газа: учебник для вузов / П.С. Белов, И.А. Голубова, С.А. Низова – М.: Химия, 1991. – 256 с.
- 9 Пряничникова В.В. Электрохимический способ ликвидации последствий нефтяного загрязнения грунтов. Дисс. на соиск. Уч. степени к.т.н. Уфа, 2018. – 162 с. URL: (дата обращения: 05.05.2022).
- 10 Зильберман М.В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / М. В. Зильберман, Е. А. Порошина, Е. В. Зырянова – Пермь: ФГУ УралНИИ «Экология», 2005. – 111 с.
- 11 Маслова, Е.А. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки / Е.А. Маслова, С.В. Мещеряков. – М.: Ноосфера, 2004. – 450с.
- 12 Ahmed, A.F., Ahmad, J., Vasma, Y., Ramzi, T., 2007. *J. Hazard. Mater.* 141, 557–564.
- 13 Pouloupoulos, S.G., Voutsas, E.C., Grigoropoulou, H.P., Philippopoulos, C.J., 2005. *J. Hazard. Mater.* 117, 135–139.
- 14 Ling CC, Isa MH. Bioremediation of oily sludge contaminated soil by co-composting with sewage sludge. *J Sci Ind Res.* 2006;65:364–369.

- 15 Paratene™ sludge fluidization and recovery [Internet]. [cited 6 November 2017]. Available from: <http://www.paratene.com/pdfs/brochures/tanksludgepaper>.
- 16 USEA. Hazardous waste listings – A user-friendly reference document draft [Internet]. C2008. [cited 21 October 2017]. Available from: <http://www.epa.gov/osw/hazard/waste-types/pdfs/listingref.pdf>.
- 17 Asia IO, Enweani IB, Eguavoen IO. Characterization and treatment of sludge. *Afr J Biotechnol.* 2006;5:461–466.
- 18 Bojes HK, Pope PG. Characterization of EPA's 16 priority pollutant polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in tank bottom solids and associated contaminated soils at oil exploration and production sites in Texas, *Regul. Toxicol Pharmacol.* 2007;47:288–295.
- 19 Neff JM. Composition, environmental, fates, and biological effects of water based drilling muds and cuttings discharged to the marine environment. Prepared for Petroleum Environmental Research Forum and American Petroleum Institute; 2005. P. 1–73.
- 20 API Environmental Guidance Document: Onshore solid waste management in exploration and production operations. American Petroleum Institute (API); Washington D.C: 1989. p. 1–120.
- 21 Roldán-Carrillo T, Castorena-Cortés G, Zapata-Peñasco I, Reyes-Avila J, Olgúin-Lora P. Aerobic biodegradation of sludge with high hydrocarbon content generated by a Mexican natural gas processing facility. *J Environ Manage.* 2012;95:S93–S98.
- 22 Robertson SJ, McGill WB, Massicotte HB, Rutherford PM. Petroleum hydrocarbon contamination in boreal forest soils: A mycorrhizal ecosystems perspective. *Biol Rev.* 2007;82:213–240.
- 23 Al-Mutairi N, Bufarsan A, Al-Rukaibi F. Ecorisk evaluation and treatability potential of soils contaminated with petroleum hydrocarbon-based fuels. *Chemosphere.* 2008;74:142–148.
- 24 Trofimov SY, Rozanova MS. Transformation of soil properties under the impact of oil pollution. *Eurasian Soil Sci.* 2003;36:S82–S87.
- 25 Suleimanov RR, Gabbasova IM, Sitdikov RN. Changes in the properties of oily gray forest soil during biological reclamation. *Biol Bull.* 2005;32:109–115.
- 26 Tang J, Lu X, Sun Q, Zhu W. Aging effect of petroleum hydrocarbons in soil under different attenuation conditions. *Agr Ecosyst Environ.* 2012;149:109–117.
- 27 Xu N, Wang W, Han P, Lu X. Effects of ultrasound on oily sludge deoiling. *J Hazard Mater.* 2009;171:914–917.
- 28 Suleimanov RR, Gabbasova IM, Sitdikov RN. Changes in the properties of oily gray forest soil during biological reclamation. *Biol Bull.* 2005;32: 109–115.
- 29 Mater L, Sperb RM, Madureira L, Rosin A, Correa A, Radetski CM. Proposal of a sequential treatment methodology for the safe reuse of oily sludge-contaminated soil. *J Hazard Mater B.* 2006;136:967–971.

30 da Silva VL, Alves FC, de Franc FP. A review of the technological solutions for the treatment of oily sludges from petroleum refineries. Waste Manage Res. 2012;30:1016–1030.

31 Мазлова, Е.А. Шламовые отходы нефтегазовых компаний /Е.А. Мазлова, И.А. Меньшикова // Защита окружающей среды нефтегазовом комплексе. – 2010. – №1. – С. 20-23.

32 Шлепкина, Ю.С. Анализ методов утилизации нефтешламов.Преимущества и недостатки / Ю.С. Шлепкина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – №12. – С. 299-302.

33 Ягафарова, Г.Г. Современные методы переработки нефтешламов/Г.Г. Ягафарова, С.В. Леонтьева, А.Х. Сафаров, И.Р. Ягафаров. – М.: Химия, 2010.- 190 с.

34 Чертес, К.Л. Углеродсодержащие отходы. Анализ, методики и прогнозы/ К.Л. Четес, Д.Е. Быков // Экология и промышленность России. – 2008. -№ 6. – С. 14-17.

35 Чертес, К.Л. Углеродсодержащие отходы. Анализ, методики и прогнозы/ К.Л. Четес, Д.Е. Быков // Экология и промышленность России. – 2008. -№ 6. – С. 14-17.

36 Мещеряков, С.В. Проблемы загрязнения природных вод предприятиями нефтегазового комплекса и пути их решения / С.В. Мещеряков,Т.С. Смирнов // Экология и промышленности России. – 2008. - №8. – С. 33-37.

37 Пряничникова, В.В. Нефтешламовые хранилища: проблемы и пути решения/ В.В. Пряничникова, И.Х. Бикбулатов // Экология и нефтегазовый комплекс: Сб.тр. Междун. Науч.-практ. конф. – Атырау: Атырауский институт нефти и газа, 2013. – С.222-225.

38 Жаров, О.А. Современные методы переработки нефтешламов /О.А. Жаров, В.А. Лавров //Экология производства: научно-практический журнал.– 2004. - № 5. – С. 43-51.

39 Чертес, К.Л. Углеродсодержащие отходы. Анализ, методики и прогнозы/ К.Л. Четес, Д.Е. Быков // Экология и промышленность России. – 2008.-№ 6. – С. 14-17.

40 Максименко, А.П. К вопросу рекультивации нефтешламовых амбаров/А.П. Максименко, В.А. Герш [Электронный ресурс] // Сборник работ ФГУ«Краснодарский опытный лесхоз». – URL: [www.rusbio.biz/ru/nb2006\\_25.shtml](http://www.rusbio.biz/ru/nb2006_25.shtml) (дата обращения: 14.05.2022).

41 Бобович, Б.Б. Переработка отходов производства и потребления /Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – 496 с.

42 Козловская, Н.В. Трансформация почвы и травяного покрова под влиянием пластовых минерализованных вод при нефтедобыче в условиях Удмуртии: дисс. ... канд. Биол. наук: 03.00.16. / Н.В. Козловская; ПГУ – Пермь, 2001. – 242 с.

43 Назаров, В.Д. Рекультивация нефтезагрязненных грунтов /В.Д. Назаров, М.В. Назаров, В.Ю. Разумов, И.Р. Галинуров // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - № 9. – М. – 2013. – С. 5-9.

44 Каменщиков, Ф.А. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта / Ф.А. Каменщиков, Е И. Богомольный – М.: Ноосфера, 2006. – 560 с.

45 Другов, Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов/ Ю.С. Другов, А.И. Родин. – М.: Нефтехим, 2007. – 330 с.

**Ғылыми жетекшінің пікірі**

Дипломдық жұмыс  
Бекболат Арайлым Бекболатқызы

Мамандығы 5В070100-Биотехнология

**Тақырыбы:** «Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту» Қатты қоректік ортада өскен микроорганизмдердің мәдени қасиеттерін зерттеу.

Дипломдық жұмыста мұнаймен ластанған топырақтың химиялық құрамын биоремедиация технологияларында биологиялық өнімді қолданғанға дейін және одан кейін зерттелуі талқыланды.

Лабораториялық жағдайда, мұнаймен ластанған топырақтарды биоремедиациялау бойынша зертханалық зерттеулерде эксперименттердің үш тобы қолданылды. Зерттеу үшін таңдалған экологиялық таза топырақтар мұнаймен ластанған үлгі болып таңдалды. Зерттеу жұмыстары қатан асептикалық жағдайда жүргізілді.

Тәжірибелік зерттеу жұмыс нәтижелерінен оң көрсеткіш алынды. Мұнаймен ластанған топырақтың және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтың жалпы ластануы зерттелді. Дипломдық жұмысты жасау кезінде келесі құралдар қолданылды: микроорганизмдерді өсіруге арналған қоректік орталар, микробиологиялық зерттеулерге арналған зертханалық шыны ыдыстар.

Бекболат Арайлым Бекболатқызы орындаған дипломдық жұмысты 96 балл деп бағалаймын және ол 5В070100-Биотехнология мамандығы бойынша бакалавр атағына лайық деп санаймын.

**Ғылыми жетекшісі:**  
«Химиялық процестер және  
өнеркәсіптік экология»

кафедрасының профессоры, б.ғ.д  
Б.К.



Еликбаев

28.05.2022ж.

**РЕЦЕНЗИЯ**

Дипломдық жұмыс

Бекболат Арайлым Бекболатқызы

513070100 - «Биотехнология»

Тақырыбы: «Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту»

Аяқталды: 30.05.2022

а) графикалық бөлімі 3 кесте, 7 суреттен;

б) түсініктеме қағаз 30 парақтан тұрады.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС БОЙЫНША ЕСКЕРТУЛЕР**

Дипломдық жұмыста таңдалған тақырыптың өзектілігі, мақсаты мен міндеттері айқындалған. Ақпаратты жинау және талдау әдістері, объектілері мен мәні, дипломдық жұмыстың құрылымына негізделе отырып жазылған. Мұнаймен ластанған топырақтың және биоремедиациядан кейін тазартылған топырақтың жалпы ластануы, қатты коректік ортада өсірілген микроорганизмдердің мәдени қасиеттері зерттелді.

Зертханалық бөлмеде тәжірибелік әдістер арқылы қатты коректік ортада өсетін микроорганизмдердің жалпы ластануы, мәдени қасиеттері, биоремедиация процесінде топырақтың химиялық талдау нәтижелері зерттелген. Тәжірибелік жұмысының нәтижелері алынған. Мәліметтері кесте түрінде келтірілген. Алынған нәтижелер бойынша түйінді қорытынды сөз жазылған.

**ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ**

Дипломдық жұмысты қорғауға ұсынылады, Бекболат Арайлымның «Мұнаймен ластанған топырақты биоремедиация әдісімен тазарту» тақырыбына орындалған дипломдық жұмысын оң бағалап, жұмысты жақсы қорғау нәтижесінде техникалық ғылымдар бакалавры академиялық дәрежесін беруге лайықты деп есептеймін.

**Пікір беруші:**

Әль – Фараби атындағы ҚазҰУ ОЗТҚМППХЖТ

Фараби атындағы ҚазҰУ ОЗТҚМППХЖТ профессоры, хим. ғыл. канд.

Рахметуллаева Р. К.



05 2022 ж.

РАХМЕТУЛЛАЕВА Р. К.