

МҰНАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫ БИОРЕМЕДИАЦИЯЛАУ

Г.Өнерхан^{1*}, Л.Скипин², Е.Баделгажы³, Е.Жұмай⁴, Е.Сыздықов⁴

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан,

²Тюмень индустриалдық университеті, Тюмень қ., Ресей,

³Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан,

⁴Ш.Уәлихан²ов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан,
e-mail: guline@mail.ru

Мақалада мұнай өнімдерімен ластанған топырақты көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдер негізінде жасалған Бакойл-KZ биопрепаратымен тазарту жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде топырақтағы мұнай өнімдерінің мөлшері 67,8% дан 97,2% дейін төмендеп, топырақты тазалауда Бакойл-KZ биологиялық препаратының 2г/кг нұсқасы ең тиімді нұсқа екендігі анықталды. Мұнай өнімдерінен топырақты тазартқаннан кейін тазартылған топыраққа морфологиялық талдау жасалынып, топырақтың фитоулылығын анықтау үшін кресс-салаты көмегімен биотестілеу жүргізілді. Нәтижесінде биотестілеу көрсеткіштері алдыңғы зерттеу нәтижелерін толықтырып, Бакойл-KZ (2г/кг) биопрепараты бар нұсқа ешқандай улылық қасиет көрсеткен жоқ, яғни топырақ толығымен биоремедиацияланған. Бакойл-KZ (1г/кг) қосқан нұсқаларында тұқымдар 84-82%, Бакойл-KZ (5г/кг) нұсқаларында тұқымдар 88-90% өніп шығып, топырақтың мұнай өнімдерінен біршама тазартылғанын көрсетті. Ал, ластанған топырақтағы, биопрепарат қосылмаған топырақтағы тұқымдардың 19-23 данасы (38-46%) ғана өніп шықты. Бұдан табиғатта өздігінен тазару процесі жүретіндігін байқаймыз, бірақ өте баяу жүреді және мұнай өнімдерімен көп ластанған топырақты толығымен тазарта алмайтындығын анықтадық.

Осындай микроорганизмдер негізінде жасалынған препаратты пайдалану экологиялық жағынан зиянсыз, экологиялық апаттарды болғызбайтындығы, шығын аз кететіндігі, әр түрлі масштабтағы жер көлемін тазартуға болатындығы анықталды және мұндай тазартылған топырақ экожүйеге қайта оралғанда ешқандай зияны болмайды.

Түйін сөздер: мұнай өнімдері, бензин, солярка, биоремедиация, биотестілеу, Бакойл-KZ, топырақ, ластану.

БИОРЕМЕДИАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Г.Өнерхан^{1*}, Л.Скипин², Е.Баделгажы³, Е.Жұмай⁴, Е.Сыздықов⁴

¹Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан,

²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия,

³Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, ⁴Кокшетауский университет им.Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан,

e-mail: guline@mail.ru

В статье проведены работы по очистке загрязненных нефтепродуктами почв биопрепаратом Бакойл-KZ, изготовленным на основе углеводородокисляющих микроорганизмов. В результате содержание нефтепродуктов в почве снизилось с 67,8% до 97,2%, и установлено, что наиболее эффективным вариантом при очистке почвы является вариант биологического препарата Бакойл-KZ 2г/кг. После очистки почвы от нефтепродуктов был проведен морфологический анализ очищенной почвы и проведено биотестирование с помощью кресс-салата для определения фитотоксичности почвы. В результате показатели биотестирования дополняли результаты предыдущих исследований, а вариант с биопрепаратом Бакойл-KZ (2г/кг) не

проявлял никаких токсических свойств, т. е. почва полностью биоремедирована. В вариантах с добавлением Бакойл-KZ (1г/кг) семена проросли на 84-82%, в вариантах с Бакойл-KZ (5г/кг) семена проросли на 88-90% и показали некоторое очищение почвы от нефтепродуктов. Всего проросло 19-23 экземпляра (38-46%) семян в загрязненной почве, почве без добавления биопрепаратов. Из этого мы видим, что в природе происходит процесс самоочищения, но он происходит очень медленно и не может полностью очистить почву, сильно загрязненную нефтепродуктами.

Установлено, что использование препарата, созданного на основе таких микроорганизмов, является экологически безвредным, предотвращает экологические катастрофы, расходуется меньше, можно расчистить площадь суши в различных масштабах, и при возвращении такой очищенной почвы в экосистему вреда не будет.

Ключевые слова: нефтепродукты, бензин, солярка, биоремедиация, биотестирование, Бакойл-KZ, почва, загрязнение.

BIOREMEDIATION OF SOIL CONTAMINATED WITH PETROLEUM PRODUCTS

G.Onerkhan^{1*}, L.Skipin²., Y. Badyelgajy³, E. Zhumai⁴, Ye. Syzdykov⁴

¹Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan,

²Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia,

³Eurasian National University named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan,

⁴Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan,

e-mail: guline@mail.ru

The article deals with the cleaning of soils contaminated with petroleum products with Bakoil-KZ biopreparation made on the basis of hydrocarbon-oxidizing microorganisms. As a result, the content of petroleum products in the soil decreased from 67.8% to 97.2%, and it was found that the most effective option for cleaning the soil is a variant of the biological preparation Bakoil-KZ 2g/kg. After cleaning the soil from petroleum products, a morphological analysis of the cleaned soil was carried out and biotesting was carried out using watercress to determine the phytotoxicity of the soil. As a result, the biotesting indicators complemented the results of previous studies, and the variant with Bakoil-KZ (2g/kg) did not show any toxic properties, i.e. the soil was completely bioremediated. In the variants with the addition of Bakoil-KZ (1g/kg), the seeds germinated by 84-82%, in the variants with Bakoil-KZ (5g/kg), the seeds germinated by 88-90% and showed some purification of the soil from petroleum products. A total of 19-23 copies (38-46%) of seeds germinated in polluted soil, soil without the addition of biological products. From this we can see that the process of self-purification occurs in nature, but it occurs very slowly and cannot completely clean the soil heavily contaminated with petroleum products.

It has been established that the use of a drug created on the basis of such microorganisms is environmentally harmless, prevents environmental disasters, consumes less, it is possible to clear the land area on various scales, and there will be no harm when such purified soil is returned to the ecosystem.

Keywords: petroleum products, gasoline, diesel fuel, bioremediation, biotesting, Bakoil-KZ, soil, pollution.

Андапта. Топырақтың ластанып, деградацияға ұшырауының негізгі себептеріне бұрғылау құрылысы технологиясының бұзылуы, кен орындарының, құбырлардың апатқа ұшырауы және мұнай өнімдерін тасымалдауда төгілу т.б. жатады. Егер топырақтағы мұнай өнімдерінің концентрациясы көбейіп, тірі организмдер мен өсімдіктер дүниесіне кері әсерін тигізіп, өсімдік жамылғысын деградацияға ұшыратса ол топырақ ластанған болып табылады. Соның салдарынан топырақ құнарлылығы, өнім-

ділігі, топырақ функциясы төмендейді, топырақтың құрылымы мен қасиеттері өзгереді [1,2].

Мұнаймен ластанған топырақты тазартудың және қалпына келтірудің ең прогрессивті әдісі болып биоремедиация әдісі саналады, өйткені тірі табиғаттың биотехнологиялық ресурстарын, атап айтқанда, жергілікті деструктор микроорганизмдерді пайдалануға негізделген [3-5].

Мұнай өнімдерімен топырақ көбінесе жанар-жағармай төгілу салдарынан ластанады. Топыраққа

жанар-жағармай келесі жағдайларда төгілсе ластанды: резервуарды толтыру; резервуарды пайдалану және жөндеу кезінде; жол-көлік оқиғасы кезінде [6,7].

Зерттеудің мақсаты: Мұнай өнімдерімен ластанған топырақты биоремедиациялау үлгісін жасау және топыраққа биотестілеу жүргізе отырып топырақ сапасына баға беру.

Әдістер мен материалдар. Зерттеу жұмыстары үшін экологиялық таза дала топырағы алынып, лаборатория жағдайында арнайы түрде 50г/кг мөлшерінде бензин және соляркамен араластырылды. Осылайша мұнай өнімдерімен ластанған топырақтың микроорганизмдер әсерінен қалай тазартыныдығын тексеру үшін топырақ үлгілеріне «Бакойл-KZ» биопрепараты 1г/кг, 2г/кг, 5г/кг мөлшерінде енгізілді. «Бакойл-KZ» паста түрінде шығарылатын, мұнай тотықтырғыш микроорганизмдер негізінде топырақты микробиологиялық тазалауға арналған препарат [8]. Құрамында *Acinetobacter calcoaceticus* 2A, *Microbacterium lacticum* 41-3, *Arthrobacter terregens* III және *Micrococcus roseus* 49 штамдары бар.

Зерттеуге алынған бензин - реактивтік отын, ав-

токөліктік, этилденбеген, Аи-90, экологиялық класы 2. Солярка - дизельдік отын, жазғы, экологиялық класы 2. Зерттеулерді 3 реткі қайталаумен 30 тәулік бойы жүргіздік.

Мұнай өнімдерінен тазартылған топыраққа экологиялық баға беру үшін кресс-салат (*Lepidium sativum*) өсімдігі көмегімен биотестілеу жүргізілді [9].

Жұмыс теориялық, аналитикалық және зертханалық зерттеу әдістері негізінде жүргізілді [10-12].

Талқылау және нәтижелер. Белгілі болғандай, өндіріс жағдайында жұмыс істеуге оңай және үлкен қаржылық, еңбек және уақыт шығындарын қажет етпейтін технологиялар ғана табысты жұмыс істейді. Дәл осы дәлелдер мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды биоремедиациялау технологиясы бойынша ғылыми тәжірибе жүргізу үлгісін жасауға негіз болды.

Біз зерттеу жұмысын жүргізу үшін мұнаймен ластанбаған таза, далалық жердің құнарлы қара топырағын алып химиялық талдаулар жүргіздік (1-кесте).

1-кесте - Топырақтағы химиялық заттардың шекті концентрациясы (ШРК)

№	Заттың атауы	ШРК мг/кг	Орташа концентрация	ШРК-дан арту есесі
1	Фтор	2,8±0,02	3,5±0,1	1,25±0,08
2	Хром	6,0±0,015	6,9±0,016	1,15±0,01
3	Кобальт	5,0±0,01	2,7±0,022	0,54±0,07
4	Мырыш	23±0,03	18±0,02	0,8±0,06
5	Бенз(а)пирен	0,02±0,04	-	-
6	Ксилолдар (орто-, мета-, пара)	0,3±0,018	0,001±0,07	0,003±0,036
7	Мышьяк	2,0±0,01	-	-
8	Марганец	1500±0,01	1580±0,02	1,05±0,01
9	Формальдегид	7,0±0,021	-	-
10	Элементарлы күкірт	160,0±0,014	173±0,025	1,08±0,05
11	Сынап	2,1±0,022	-	-
12	Қорғасын	32,0±0,02	-	-
13	Мыс	3±0,04	4,1±0,03	1,4±0,01

1-кестені талдап қарасақ зерттеуге алынған топырақтан топырақ экожүйесіне әсер ететін мұнай, мұнай өнімдері, ауыр металдар табылмады. Хром, мыс, фтор, марганец мөлшері ШРК-дан 1 еседей ғана артады. Бұл топырақ құрамына, топырақта микроорганизмдердің өсіп, дамуына әсер етпейді. Топырақ қышқылдығы рН=7,1, қарашірік мөлшері 9% болды. Құнарлы, қара қоңыр топырақ.

Зерттеу нұсқаларының топырағы 50г/кг мөлшерінде мұнай өнімдері - бензин және соляркамен араластырылды. Бензин, соляркамен ластанған топырақ биопрепарат құрамындағы микроорганизмдер әсерінен қалай тазартыныдығын тексеру үшін ластанған топыраққа «Бакойл-KZ» биопрепараты 1г/кг, 2г/кг, 5г/кг мөлшерінде енгізілді. Зерттеулер 3 реткі қайталанумен жүргізілді. Топырақтың биологиялық көрсеткіштері 30 тәулік бойы зерт-

телінді. Зерттеудің бұл уақыты басқа ғалымдардың еңбектерінде де анықталғандай неғұрлым ақпаратты дәл беретін уақыт мөлшері болып саналады. Бензинмен ластанған топырақты биоремедиациялау нәтижелері 2-кестеде көрсетілді.

2-кесте - Бензинмен ластанған топырақты биопрепараттармен тазарту нәтижелері

№	Нұсқалар	Бастапқы мөлшері, %	Тәжірибе соңындағы мөлшері, %	Бензиннің ыдырау қарқындылығы, %
1	Бақылау: Топырақ+бензин	5	3,02	39,6±0,9
2	Топырақ+бензин+ Бакойл-KZ (1г/кг)	5	1,26	74,8±1,2
3	Топырақ+бензин+ Бакойл-KZ (2г/кг)	5	0,14	97,2±0,67
4	Топырақ+бензин+ Бакойл-KZ (5г/кг)	5	0,85	83±2,09

Топыраққа Бакойл-KZ препаратының әр түрлі мөлшерін енгізгеннен кейінгі зерттеу нәтижелерін талдайтын болсақ, Бакойл-KZ (2г/кг) нұсқасында ең жоғары тазалану үдерісі болды. Топырақтағы бензин препарат құрамындағы микроорганизмдер әсерінен 97,2% тазартылған. Одан кейін Бакойл-KZ (5г/кг) 83%, Бакойл-KZ (1г/кг) 74,8%-ға тазартылған. Бұдан топыраққа енгізілетін биопрепарат мөл-

шері топырақ мөлшеріне тәуелді болатындығы анықталды. Ал лаборатория жағдайында микробиологиялық препараттың соляркамен ластанған топыраққа әсер етуін зерттеген кезде көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдердің негізінде жасалған биопрепарат салынған топырақ үлгілерінде солярканың мөлшері төмендегені байқалды (3-кесте).

3-кесте - Биопрепараттардың соляркамен ластанған топырақты биоремедиациялауының көрсеткіштері

№	Нұсқалар	Бастапқы мөлшері, %	Тәжірибе соңындағы мөлшері, %	Солярканың ыдырау қарқындылығы, %
1	Бақылау: Топырақ+солярка	5	3,47	30,6±1,1
2	Топырақ+солярка+ Бакойл-KZ (1г/кг)	5	1,61	67,8±0,65
3	Топырақ+солярка+ Бакойл-KZ (2г/кг)	5	0,23	95,4±0,89
4	Топырақ+солярка+ Бакойл-KZ (5г/кг)	5	1,03	79,4±1,24

Соляркамен ластанған топыраққа Бакойл-KZ препаратының әр түрлі мөлшерін енгізгеннен кейінгі зерттеу нәтижелерінде де бензиндегідей ең жоғары тазалану үдерісі Бакойл-KZ (2г/кг) нұсқасында болды. Яғни, топырақтағы солярка мөлшері 95,4%-дан 67,8 %-ға дейін азайды. Ал биопрепарат қосылмаған бақылау нұсқасында солярканың тек үштен бірі ғана, яғни 30,6% ғана тазартылған

Зерттеу барысында Бакойл-KZ препараты мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды тазалауда жақсы нәтиже беретіндігі анықталды.

Ал бақылау нұсқасындағы топырақтың бензин мен соляркадан тазалануы табиғаттың өздігінен тазарту процесіне негізделген. Табиғи ортада орга-

низмдердің өзі де органикалық заттарды бөледі, бірақ табиғаттың өздігінен тазалану процесі табиғи тепе- теңдіктің қалыпты болуына себеп болады. Ластанған топырақтың өздігінен қалпына келуі физикалық, химиялық, және биологиялық сияқты бірқатар факторларға байланысты. Физикалық, химиялық фактордың әсерінен мұнай мен мұнай өнімдерінің деструкциясы соңына дейін жүрмейді. Биологиялық факторлар топырақтың өздігінен тазалану процесінде алдыңғы орынды иеленеді. Онда шешуші рөлді мұнай тотықтыратын микроорганизмдер атқарады. Олардың әсерінен мұнай қарапайым қосылыстарға дейін трансформацияланады, одан әрі топырақтағы көміртек айналымына қатысатын жаңа ор-

ганикалық заттардың жинақталуы жүреді.

Біз мұнай өнімдерінің қалдықтарын «Бакойл-KZ» препаратын қолдана отырып биологиялық тазар-

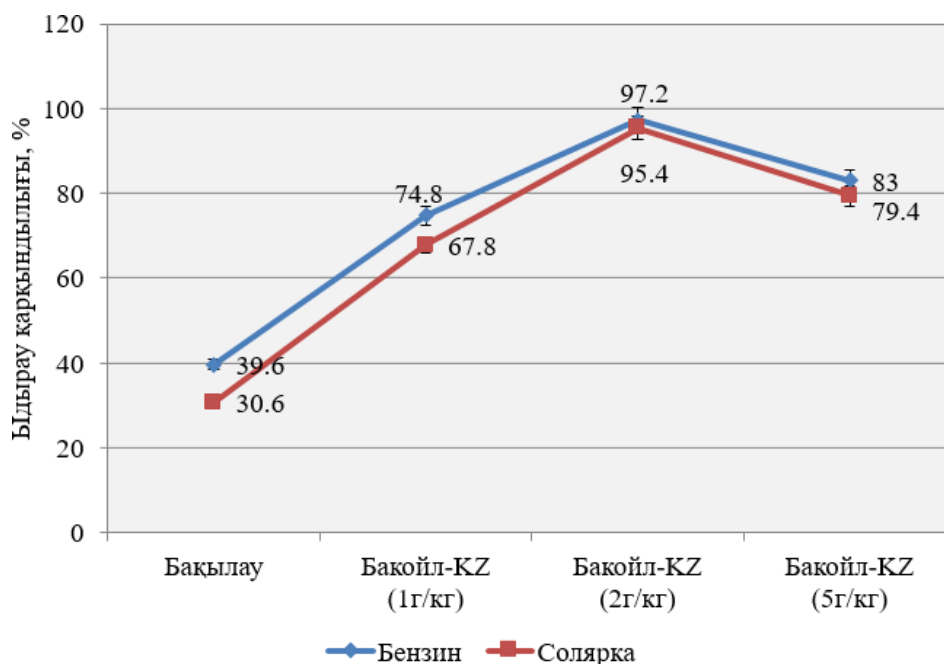
тқаннан кейін зерттеу нұсқаларындағы топырақтың морфологиялық қасиетін салыстырып қарадық (4-кесте).

Нәтижесінде «Бакойл-KZ» препаратының құрамына кіретін *Acinetobacter calcoaceticus* 2A, *Microbacterium lacticum* 41-3, *Arthrobacter terregens* III және *Micrococcus roseus* 49 штамдары препаратың енгізілу мөлшеріне қарай топырақты әр түрлі деңгейде тазартқаны байқалып, алдыңғы талдау нәтижелерін толықтырды. Мысалы 4-кестедегі 3 нұсқадағы (Бакойл-KZ (2г/кг)) топырақтардың сыртқы түрі бастапқы дала топырағының сыртқы түрімен бірдей болды. Бұдан топырақтың мұнай өнімдерінен толық тазарғандығын байқаймыз. 2,3-нұсқалар аздап қоңырқай болып, әлі де толық тазармағандығын көрсетеді. Ал бақылау нұсқасы мұнай өнімдерінің әсерінен қаралтым тартып, әлі де

тазармай жатқандығын көрсетті. Бұл дегеніміз микробиологиялық препараттың мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа сапалық тұрғыда да әсер ететіндігін дәлелдейді.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдердің негізінде жасалған биопрепарат салынған топырақ үлгілерінде мұнайдың мөлшері төмендегені байқалды. Яғни, топырақтағы мұнай өнімдерінің ыдырау қарқындылығы жоғарылады.

Сонымен, тазалаудың 30 тәулігінде топырақтағы бензин мен солярканың ыдырау қарқындылығы 67,8% дан 97,2% дейін болса, бақылау үлгісінде тек 30,6 - 39,6%-ды құрады (1-сурет).

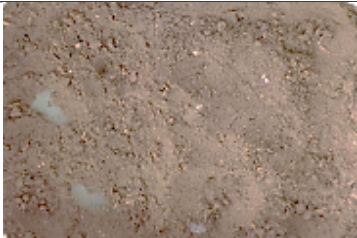


1-сурет - Биопрепарат салынған топырақ үлгілеріндегі мұнай өнімдері мөлшерінің өзгеру көрсеткіштері

Биопрепарат салынған топырақ үлгілеріндегі мұнай өнімдері мөлшерінің өзгеру көрсеткіштерін салыстырып қарайтын болсақ басқа нұсқаларға қарағанда Бакойл-KZ препаратының 2г/кг мөлшердегі нұсқасы топырақты мұнай өнімдерінен тазалауға лайықты ең тиімді нұсқа екендігі анықталды. Мұнда

бензин 97,2%, солярка 95,4% ыдырап, тазартылған. Бакойл-KZ препаратының 1г/кг мөлшері топырақты тазартуға жеткіліксіз, 74,8% және 67,8% көрсеткішті көрсетті. Ал Бакойл-KZ препаратының мөлшері 5г/кг болуы артық дозалануды көрсетіп, препарат құрамындағы микроорганизмдердің көп мөлшерде

4-кесте - Тазартылған топырақтың сыртқы көрінісі

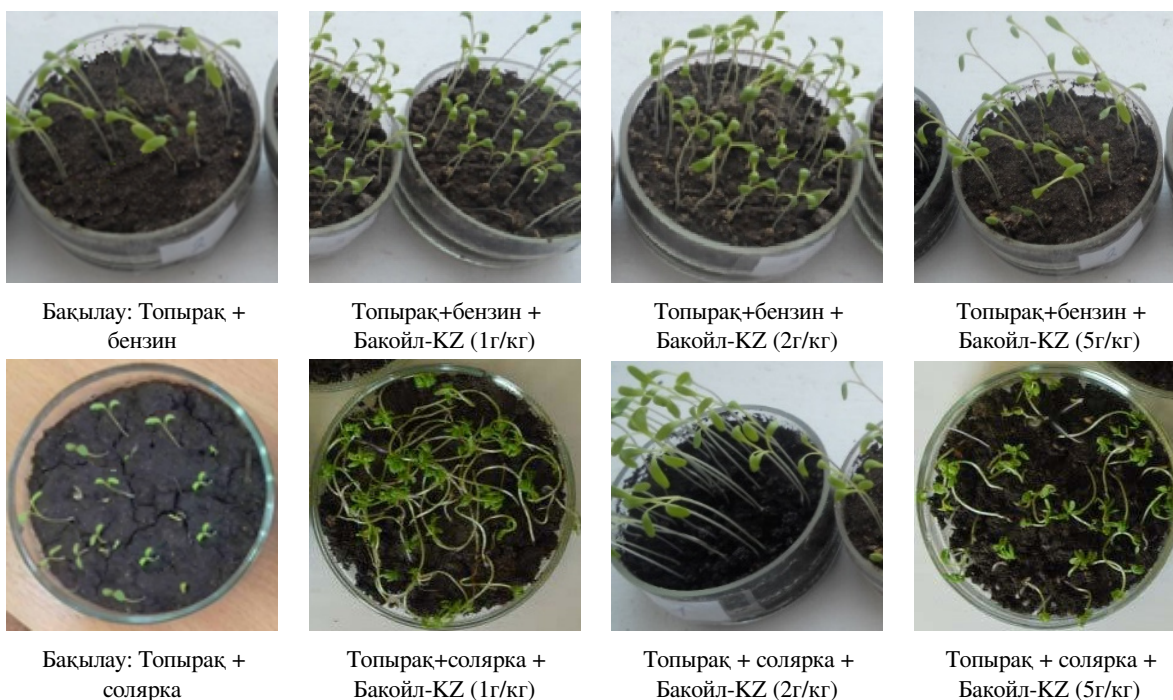
№	Нұсқалар	Бензин	Солярка
1	Бақылау		
2	Бакойл-KZ (1г/кг)		
3	Бакойл-KZ (2г/кг)		
4	Бакойл-KZ (5г/кг)		

болуы топырақты мұнай өнімдерінен тазартуға кері әсерін тигізетіндігі анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей ең тез ыдырайтын бұл бензин фракциясы. Бірақ нақты ыдырау қасиетін солярка өнімінен көруге болады, себебі бензин жеңіл болғандықтан, ұшқыштық қасиетке ие. Сондықтан оның көп бөлігі термостатта ұшып кетуі мүмкін.

Өсімдіктер топыраққа түскен әр түрлі зиянды заттардың әсеріне ең бірінші болып ұшырайтындар. Сондықтан олардың көптеген түрлерін топырақ ор-

тасы ластануының биоиндикаторы ретінде қолданылды. Біз зерттеуімізде «Бакойл-KZ» препаратын қосып тазартқан топырақтың фитоулылығын анықтауда тест-нысан ретінде кресс-салатын пайдаландық. Себебі кресс салат тез өсіп, 100 пайыз өнгіштік көрсетеді.

Биопрепарат пайдалана отырып тазартылған топыраққа кресс-салаты тұқымын сеуіп, 2 аптадан кейін нәтижесін тексеріп, талдау жасадық (2-сурет).



2-сурет - Кресс-салаты өсімдігімен жүргізілген зерттеулер

Бензинмен және дизельмен ластанған топырақтың фитоуыттылығы Бакойл-KZ (2г/кг) биологиялық нұсқаларында толығымен дерлік өніп шықты және ешқандай уыттылық көрсетпеді, яғни топырақ толығымен биоремедиацияланған. Бакойл-KZ (1г/кг) нұсқаларында тұқымның 84-82%-ы, Бакойл-KZ (5г/кг) нұсқаларында тұқымның 88-90% - ы өніп шықты, бұл топырақтың мұнай өнімдерінен біршама тазартылғанын көрсетеді (5-кесте).

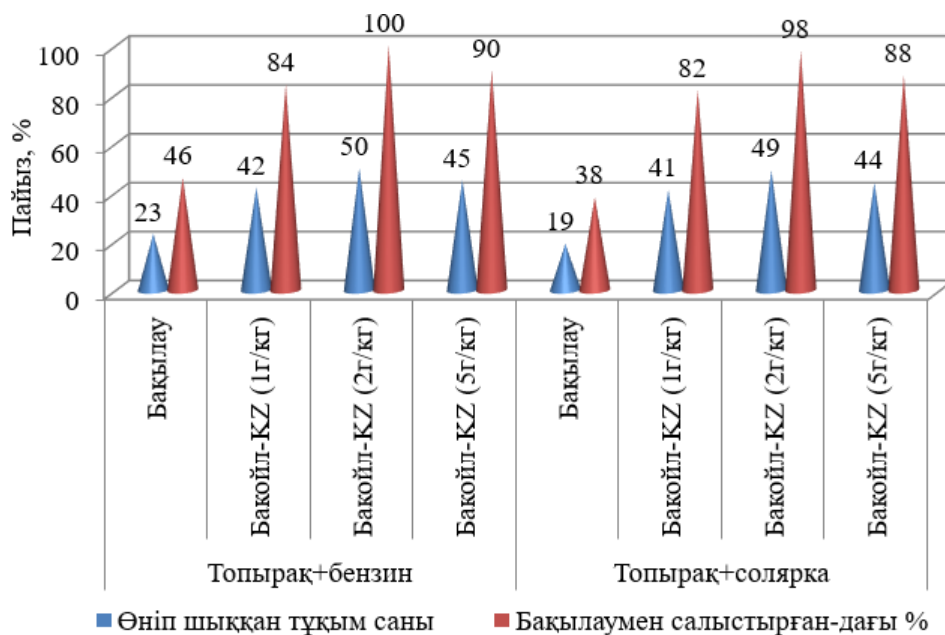
Ал, ластанған топырақтағы, биопрепарат қосылмаған топырақтағы тұқымдардың 19-23 данасы (38-46%) ғана өніп шықты. Бұдан табиғатта өзін-өзі та-

зарту процесі жүретінін, бірақ ол өте баяу жүретінін және мұнай өнімдерімен қатты ластанған топырақты толық тазарта алмайтынын көреміз.

Мұнай өнімдерінен биологиялық тазартылған топырақты биотестілеу нәтижелерін талдай келе, «Бакойл-KZ» биологиялық препараты топырақты тазартуда, топырақтағы көмірсутектерді тотықтыруда жақсы нәтиже көрсетті. Уыттылық дәрежесін салыстыра отырып, дизельдік отынның бензинге қарағанда өсімдіктерге аздап улы әсері бар екені анықталды (3-сурет).

5-кесте - Мұнай өнімдерімен ластанған топыраққа кресс-салат көмегімен фитотест жүргізген нәтижелер

Тәжірибе нұсқалары	Топырақ+бензин				Топырақ+солярка			
	Бақылау	Бакойл-KZ (1г/кг)	Бакойл-KZ (2г/кг)	Бакойл-KZ (5г/кг)	Бақылау	Бакойл-KZ (1г/кг)	Бакойл-KZ (2г/кг)	Бакойл-KZ (5г/кг)
Өніп шыққан тұқым саны	23	42	50	45	19	41	49	44
Бақылаумен салыстырған-дағы %	46	84	100	90	38	82	98	88



3-сурет - Ластанған топырақта тұқымдардың өну көрсеткіштері

Бұл биотестілеу нәтижесі алдыңғы биоремедиация нәтижелерін толықтырды және Бакойл-KZ биологиялық препаратының ластанған топырақты мұнай өнімдерінен тазартуда жақсы көрсеткіштері бар екенін дәлелдеді.

Қорытынды. Биоремедиация мұнаймен ластанған топырақты тазартуда және қалпына келтіру-

да ең прогрессивті әдіс екендігі анықталды. Осындай микроорганизмдер негізінде жасалынған препараты пайдалану экологиялық жағынан зиянсыз, экологиялық апаттарды болғызбайтындығы, шығын аз кететіндігі, әр түрлі масштабтағы жер көлемін тазартуға болатындығы анықталды және мұндай тазартылған топырақ экожүйеге қайта оралғанда ешқандай зияны болмайды.

Әдебиеттер

1. Середина, В.П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация.- М.-Наука.-1996. - 172 с.
2. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернявский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами.- Почвоведение. - 2003. - № 9. - стр.1132-1140.
3. Киреева, Н.А. Биологическая активность нефтезагрязненных почв / Н.А. Киреева, В.В. Водопьянов, А.М. Мифтахова. -Уфа.- Гилем.-2001. - 376 с.

-
4. Вельков В.В. Биоремедиация: принципы, проблемы, подходы.-Биотехнология. - 1995. - № 3-4. - стр. 20-27.
 5. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде: Учеб. пособие. - М.: Изд-во - РУДН.- 2004. - 163 с.
 6. Коваленко В.П., Турчанинов В.Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнения - М.: Недра.- 1990. - стр.140-141.
 7. Turkayeva A., Jamalova G., Mussina U., Oshak- bayev M., Timma L., pubule Je., Blumberga D. Chemical and microbiological nature of produced water treatment biotechnology // Energy procedia.-2017.- Vol. 113.- pp. 116 - 120.
 8. Патент KZ (13) B (11) 32292, МПК: C12N 1/20, B09C 1/10. Способ биоремедиации нефтезагрязненных почв / Саданов А.К., Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А., Айткельдиева С.А. - 9 с.: ил. Опубликовано 15.07.2014. Бюл. № 15.
 9. Onerkhan G., Durmekbaeva Sh., Akhmetova N. Bioindication of water quality of lake Zeranda using microseaweed. //Polish journal of science.-2019. -№19 -Vol.1.-pp.7-11
 10. Карасева, Э.В. Биоремедиация черноземной почвы, загрязненной нефтью / Э.В. Карасева, И.Е. Гирич, А.А. Худокормов, Н.Ю. Алешина, С.Г. Карасев.-Биотехнология.- 2005. - № 2. - стр. 67-72.
 11. Киреева, Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах / Н.А. Киреева. - Уфа: БашГУ. - 1994. - 172 с.
 12. Заболотских В.В., Васильев А.В., Танких С.Н. Экспресс-диагностика токсичности почв, загрязненных нефтепродуктами.-Известия Самарского научного центра РАН. - 2012. -Т.14. № 1(3). -стр.734-738.

References

1. Seredina, V.P. Oil-contaminated soils: properties and recultivation.- М.: Nauka.- 1996. - 172 p.
2. Pikovsky Yu.I., Gennadiev A.N., Chernyavsky S.S., Sakharov G.N. The problem of diagnostics and rationing of soil pollution by oil and petroleum products.- Soil science. - 2003. - No. 9. - pp.1132-1140.
3. Kireeva, H.A. Biological activity of oil-contaminated soils //H.A. Kireeva, V.V. Vodopyanov, A.M. Miftakhova. -Ufa: Gilem.- 2001. - 376 p.
4. Velkov V.V. Bioremediation: principles, problems, approaches.- Biotechnology.-1995. - No.3-4. - pp. 20-27.
5. Davydova S.L., Tagasov V.I. Oil and petroleum products in the environment: Textbook. - М.: Publishing.- House of RUDN.- 2004. - 163 p.
6. Kovalenko V.P., Turchaninov V.E. Purification of petroleum products from pollution - М.: Nedra.- 1990. - pp.140-141.
7. Turkayeva A., Jamalova G., Mussina U., Oshak- bayev M., Timma L., pubule Je., Blumberga D. Chemical and microbiological nature of produced water treatment biotechnology // Energy procedia.- 2017.-Vol.113.- pp. 116 - 120.
8. Patent KZ(13) B(11) 32292, IPC: C12N 1/20, B09C 1/10. Method of bioremediation of oil-contaminated soils / Sadanov A.K., Gavrilova N.N., Ratnikova I.A., Aitkeldieva S.A. - 9 p.: ill. Published 15.07.2014. Byul. No. 15.
9. Onerkhan G., Durmekbaeva Sh., Akhmetova N. Bioindication of water quality of lake Zerand using microseaweed. //Polish journal of science.- 2019.- No.19- Vol.1.-pp.7-11.
10. Karaseva, E.V. Bioremediation of chernozem soil contaminated with oil / E.V. Karaseva, I.E. Girich, A.A. Khudokormov, N.Yu. Aleshina, S.G. Karasev // Biotechnology.- 2005. - No. 2. - pp. 67-72.
11. Kireeva, H.A. Microbiological processes in oil-contaminated soils/H.A. Kireeva. -Ufa: BashGU.- 1994. - 172 s.
12. Zabolotskikh V.V., Vasiliev A.V., Tankikh S.N. Express diagnostics of toxicity of soils contaminated with petroleum products//Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2012. -Vol.14. No. 1(3). - pp.734-738.

Авторлар туралы мәліметтер

Өнерхан Г. - биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, кафедрасы, Астана, Қазақстан, e-mail: guline@mail.ru;

Скипин Л. - ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Тюмень индустриалды университеті, Тюмень, Ресей, e-mail: scipinln@tyuiu.ru;

Баделгажы Е. - докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, e-mail: erbahit.tourism@gmail.com;

Жумай Е. - докторант, аға оқытушы, Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан, e-mail: erlan_j@inbox.ru;

Сыздықов Е.Т. - ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан, e-mail: ESyzdykov@shokan.edu.kz.

Information about the authors

Onerkhan G. - candidate of biological sciences, associate professor, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan, e-mail: guline@mail.ru;

Skipin L. - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia, e-mail: scipinln@tyuiu.ru;

Badelgazhi Erbakhyt - doctoral student, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan, e-mail: erbahit.tourism@gmail.com;

Zhumai Yerlan - doctoral student, senior lecturer, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan, e-mail: erlan_j@inbox.ru;

Syzdykov Yerlan Tauzhanovich - candidate of agricultural sciences, senior lecturer, Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan, e-mail: ESyzdykov@shokan.edu.kz