

ӘҚЖ 502.521

А.А. Мукашева, А.Е. Оразбаев*, Е.О. Досжанов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*E-mail: orazbaiev2013@mail.ru

Фиторемедиация процесі арқылы мұнаймен ластанған топырақтарды тазалау

Мақалада топырақтың мұнай және мұнай өнімдерімен ластанудың бірнеше кезеңдері қарастырылған. Оның ішінде, мұнаймен ластанған топырақты тазартудың қоршаған ортаға зиян әсерін тигізбейтін биологиялық әдістің бірі – фиторемедиация жайында жақсы ақпарат берілген.

Фиторемедиация процесінің қолданылу технологиясындағы бірнеше кезеңге сипаттама берілген. Аталған процеске негіз болатын бидай дақылы мен жоңышқаға қысқаша сипаттама берілген. Мақалада, фиторемедиация процесінің экономикалық жағынан тиімділігі көрсетілген.

Сонымен қатар, аталған ластаушылардың топырақ құрамындағы мезофаунаның жойылуына қаншалықты әсер ететіні берілген. Еліміздің батыс аймағынан (Жаңажол кен орны) әкелінген мұнайдың химиялық құрамы көрсетілген және осы мұнайдың топырақта трансформациялануы айтылған.

Топырақ қабатына түскен мұнай мен мұнай өнімдерімен ластанудың алдын алу немесе оны төмендетуге бағытталған биологиялық әдістердің бірнеше жолдары көрсетілген.

Түйін сөздер: мұнай және мұнай өнімдері, фиторемедиация, бидай, жоңышқа.

А.А. Mukasheva, A.E. Orazbaiev, E.O. Doszhanov

Cleaning of soil contaminated by oil using phytoremediation processes

Studied stages of degradation processes of oil and petroleum products in the soil. Considered the methods of phytoremediation – one of the biological methods that cleans oil-contaminated soil and without damaging the environment. Presented at several stages of phytoremediation processes. At the same time, given a brief description for objects of current processes. It is a wheat and Lucerne. And said about rational advantages of this method from an economic standpoint.

In addition, presented facts, as far as, this pollutants negatively affects on disappearance of mesofauna in the soil. Presents the chemical consist of the oil imported from the western parts (Zhanazhol field) of our republic and transformation current fuel in the soil.

Presented some biological methods for solving problems as the prevention and reduction of soil contamination from oil and petroleum products.

Key words: oil and oil products, phytoremediation, wheat, Lucerne.

А.А. Мукашева, А.Е. Оразбаев, Е.О. Досжанов

Очистка нефтезагрязненной почвы при помощи фиторемедиационных процессов

Изучены этапы процессов деградации нефти и нефтепродуктов в почве. Рассмотрены методы фиторемедиации, с помощью которых очищают нефтезагрязненную почву, при этом не повреждая окружающую среду. Представлены несколько этапов при проведении фиторемедиационных процессов. Наряду с этим, дается краткая информация объектам данного процесса: пшеница и люцерна. Указаны рациональные плюсы данного метода с экономической точки зрения.

Представлены данные о том, насколько негативно влияют указанные загрязнители на исчезновение мезофауны в почве. Представлен химический состав нефти, привезенный из западных краев (месторождение Жаңажол) нашей республики и трансформация данного горючего в почве.

Представлены несколько биологических методов для решения проблем как предотвращение и снижение загрязнения почвы от нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты, фиторемедиация, пшеница, люцерна.

Мұнай өндіретін және мұнай өңдейтін өндіріс орындары қоршаған ортаға кері әсерін тигізеді. Сондағы ластаушы агенттің бірі –

мұнай болып табылады. Мұнай өндірудің ұлғаюы топырақты мұнаймен ластау қатерін өсіре беруде.

Жыл сайын мұнаймен ластанған жердің көлемі кеңейіп, ауыл шаруашылығымен орман өсіру мақсатында, сол ластанған жерлер жарамсыз болып қалуда. Жердің экожүйесінің құрамына кіретін мәдени дақылдар ластау әсерін өз бойларынан өткізіп, басқа жағынан оның индикаторы болып қызмет етуі мүмкін. Мұнай өзінің жоғарғы адсорбциясының арқасында топырақта ұзақ уақыт тұрып, оның физика-химиялық қасиетін өзгерте отырып, топырақтың тепе-теңдік деңгейінен ығысуына әкелуін, биоценоз құрылысының өзгеруінен көруге болады да, топырақ түзілу процесінің қарқындылығы мен бағыты экологиялық проблема сипатын туғызады. Топырақтың жоғарғы құнарлығын қамтамасыз ететін негізгі фактор – өсімдіктер болып табылады. Сондықтан топырақтағы өсімдіктер жиынтығының мұнаймен ластануының әсерін зерттеу және топырақ құнарлығының қайта қалпына келуі өте маңызды [1, 2].

Әдетте, тәжірибеде «тазалаудың» механикалық әдісі қолданылады: топырақтың ластанған қабатын алып тастау, тасымалдау және сақтау. Алайда, мұндай әдіспен мұнай және мұнай өнімдерімен ластану проблемасы толықтай шешілмейді, ол тек табиғи экожүйедегі экологиялық кризистің басталу уақытын кейінге жылжытады.

Топырақ биогеоценозының табиғи қалпына келуі мұнай деградациясының жылдамдығы (аталған процесті төмен температура мен ылғалдықтың жетіспеуі тежейді) және өсімдік сукцессиясына байланысты.[3].

Топырақтағы мұнай мен мұнай өнімдерінің төмендеуі бірнеше кезеңде жүреді. Әр кезеңде адамзат өз үлесін қосуға тырысады.

1. Физико-химиялық процестер. Бірнеше айдан бір жарым жылға дейін жүреді. Бұл кезеңде биологиялық процестер максималды түрде баяулайды. Мұның бір себебі, мұнайдың ауыр түйіршіктерінің гидрофобты «белсенділігі» болып табылады. Аталған процесті біршама төмендету үшін таза топырақ түріндегі қоспалар мен детергенттерді пайдалануға болады. Ал бұл өз кезегінде топырақтың тұзсыздануы және фотохимиялық процестердің белсендірілуі сияқты физикалық қасиеттердің жақсаруына ықпал жасайды. Нәтижесінде, топырақтың құрамындағы мұнайды қышқылдандыратын микрофлора пайда болады. Қазіргі таңда, аталған жұмыстарды игеруде жиырма жетіге жуық технология қолданысқа ие.

2. Микробиологиялық процестер. 4-5жыл арасында жүреді. Топырақтың улылығы бірша-

ма азаяды. Аталған кезеңде келесідей мелиоративті іс-шаралар қарастырылады: су режимі мен Ph-тың реттелуі, минералды және органикалық тыңайтқыштардың енгізілуі сияқты жұмыстар жүргізіледі. Сонымен қатар, топырақ құрамындағы мұнай мен оның бөлшектерін жоятын арнайы микроорганизмдердің зерттелуіне бағытталған биотехнологиялық әдістер жасалуда.

3. Топырақ құрамындағы қатты жоғары молекулалы құрылымдардың шіруі. Кейбір бөлшектері канцерогенді қоспаларға ауысуы ықтимал. Аталған процестердің ұзақтығы үлкен, кейде 15-25 жылдан кейін де мұнай ластануының қалдықтары байқалып жатады [4,5].

Барлығымызға белгілі, елеміздің батыс аймағы мұнай қорына бай мекен. Сәйкесінше, аталған аймақта мұнай өнеркәсіптері кеңінен жұмыс істейді.

Олардан шығатын қалдық көлемі мен улылық дәрежесі, өкінішке орай қуантарлық жағдай болмай тұр. Себебі, тек өндіріс барысында емес, сондай-ақ, мұнайды жер қойнауынан бұрғылап шығару, оны тасымалдау секілді жұмыстарда немесе көптеген авариялар барысында мұнайдың төгілуі ең алғашқы жерге-топыраққа енеді.

Солардың бірі ретінде Жанажол кен орнының топырағы мен мұнайын қарастыруға болады. Зерттеу барысы кезінде, Жаңажол кен орнының төменгі карбонат қабатындағы газсыздандырылған мұнайдың тығыздығы – 870 кг/м³, тұтқырлығы – 8 мПа*с, құрамында күкірт – 0,6%, парафин – 6,7%, шайыр, асфальтендер – 8,5%. Ал тауарлы мұнайдың тығыздығы – 825 кг/м³, тұтқырлығы-6,9мПа*с, құрамында күкірт – 0,67 %, парафин – 3,3%, шайыр, асфальтендер – 5,7% құрайды. Ал топырағы сортаң болып келеді. Сортаң топырақтың құрамында хлоридтер, сульфаттар, натрий, кальций, магний карбонаттары көп болады.

Мұнайдың трансформациялану процесінің ұзақтығы әр топырақ-климаттық зоналарда әр түрлі: бірнеше айдан көптеген жылдарға дейін жүреді.

Ал қазір мұнаймен ластанған топырақты тазартуда келешегі бар технологиялардың бірі – топыраққа әртүрлі микроорганизмдерді енгізу және өсімдіктерді пайдалану [6].

Мұнаймен ластанған топырақ фиторемедиацияның қолдану технологиясы өте қарапайым, алайда бұл әдістерді ілгері жүргізуде жоғары мамандандырылған мамандарды талап етеді. Ол бірнеше кезеңдерден тұрады:

1. Бөліктің ластану ерекшелігін бағалау (тасқын судың химиялық құрамы, мұнайдың топыраққа ену дәрежесі) жұмыстары,

2. Фиторемедиацияның ең қолайлы, үйлесімді сызбанұсқасын (схемасын) дайындау берілген ластану түрін жоюда ең тиімді және қажетті топырақтың климаттық жағдайға сәйкес келетін өсімдіктің түр – тұқымдық құрамын сұрыптау, отырғызу сызбанұсқасын анықтау, қажетті агротехникалық шараларды таңдау, соның ішінде қоректену оптимизация-

сымен өсімдіктерді химиялық қорғау жұмыстары,

3. Өсімдіктерді өсіру (агротехникалық шаралар кешенін өткізу, соның ішінде себуге арналған материалды (тұқымдарды) дайындау, қорғаныс құрамдарын қолдану,

4. Бөлу мониторингі мұнай концентрациясы мен химиялық компоненттерінің таралуын анықтау, мұнай биодегредациялану жолдарын бақылау, ақпараттық талдау мен болжау жүргізу [7,8].



1-сурет – Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтардың фиторемедиациясы кезіндегі негізгі механизмдері

Фиторемедиацияның салыстырмалы төмен бағасы өсімдіктердің топырақты тазалауға күн энергиясының әсерінен жұмыс істейтін табиғи қондырғы болуымен байланысты. Бүгінде инженерлер мен микробиологтар зерттелініп жатқан ластанған топырақтарды тазалау мәселесі мыңдаған жылдар бойы табиғатпен тікелей байланыста. Сондықтан оны шешудің барлық жағдайы тиімді болады.

Аталған фиторемедиация процесін жүргізу үшін зерттеу объектісі ретінде Жаңажол кен орнынан әкелінген мұнай және мұнаймен ластанған сортаң топырағы пайдаланылады. Ал тазартатын объект ретінде бидай мен жоңышқа алынды. Өйткені, өсімділігі жағынан бидай дақылдары топырақтың мұнай өнімдерінде кеш жетіліп, ал жоңышқа тұқымдары ерте пісіп жетілетіні анықталды. Нәтижесінде көмірсутектерді тотықтыру (пайдалану) барысында дақылдардың белсенділіктерінен өзгешеліктер бақыланды. [9,10,11].

Бидай (*Triticum*) – астық тұқымдасына жататын аса маңызды дақыл. Қазақстанда 6 түрі өседі. Биіктігі 40-130 см, тамыр жүйесі –

шашақты, тарамданған. Сабағы қуыс, жұмыр, жапырағы таспа тәрізді, сағағы сабағын орай орналасқан. Гүл шоғыры – күрделі масақ, оның қынабында 2 масақша қабыршағынан тұратын масақтар орналасқан, ал олардың аралығында 3-5 гүлдері болады [12].

Жоңышқа (*Medicago*) – бұршақ тұқымдасына жататын бір жылдық және көп жылдық шөптесін өсімдік. Еуропа, Азия және Африкада өсетін 100-ге жуық түрі бар. Кәдімгі жоңышқа (*medicago sativa*), сарбас жоңышқа (*medicago falcata*), көк жоңышқа (*medicago caerulea*), т.б. кең тараған. Қазақстанда 18 түрі өседі. Сабағы тарамданған, бұтақты түп құрады, биіктігі 40-80 см. Жапырағы үш құлақты, ұзынша келген. Гүлшоғыры – көп гүлді шашақ. Жемісі – көп тұқымды бұршақ. Жоңышқа – Республикамызда көп өсірілетін мал азықтық дақыл [13].

Сонымен, фиторемедиацияның мұнаймен ластанған топырақты тазалау технологиясы ретіндегі көптеген артықшылықтары мен кемшіліктері тізбектеп жалғаса береді. Экономикалық тұрғыдан фиторемедиация альтернативтік технологиялардан тиімдірек. Ол бірден

ірі ақша қаражатын жұсауды қажет етпейді, сонымен қатар, шығындарды бірнеше жылға созып, бөліп тастауға болады.

Фиторемедиация топырақты механикалық жолдармен экскавациялауды талап етпейді және үлкен аумақтарда жиі қолданылады. Бұл, әсіресе, отандық мұнай өнеркәсібі үшін өте маңызды. Фиторемедиация қоршаған ортаны сақтау мен жақсартуға мүмкіндік береді. Себебі, өсімдіктерді өсірумен, топырақты жақсартумен және оны эрозиядан қорғаумен байланысты. Бұл топырақты тазалауда жоғары эстетикалық технология қажет. Қорыта келе, мемлекет пен қоғам үшін ең тиімді процестердің бірі болып мұнаймен ластанған топырақтарды тазарту жолдарының технологиялары

қолданылып және осы әдістерді әрі қарай өндіріс орындарда пайдалану әрекеттері асырылады. Фиторемедиация едәуір ұзақ уақыт жүреді және ондаған жылдарға да созылуы мүмкін. Фиторемедиацияның басқа топырақты тазалау әдістерінен артықшылығы, арнайы қондырғылармен жабдықтауды, еңбек күші мен қосымша шығынды қажет етпейді. Себебі, жұмыстың көп бөлігін өсімдіктер флорасы атқарады. Сонымен қатар, бұл әдістің жоғары экономикалық тиімділігі де түсіндіріледі. Оған қоса, өсімдік тазаланушы жер бөлігін тартымдырақ етеді. Фиторемедиация – жаңа болмаса да, көптеген жерлерде ойдағыдай (табысты) тексерілген болашағы бар технология [14, 15].

Әдебиеттер

- 1 Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В., Селецкий Г.И., Оборин А.А. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почвы нефтью // Почвоведение. – №1. – М.: Наука, 1989. – С.72-78.
- 2 Исмаилов Н.М. Нефтяное загрязнение и биологическая активность почвы // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1992. – С.227-235.
- 3 Артемьева Т.Н., Жеребцов А.К., Кибардин В.М. Влияние нефтяного загрязнения на педобионтов природно-климатических зон // Проблемы почвенной зоологии: Биоразнообразие и жизнь почвенной системы: Матер. 2-го всероссийского совещания по почвенной зоологии. – М., 1999. – С. 249.
- 4 Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. – М.: МГУ, 1987. – С. 256.
- 5 Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде (обзор) / Т.В. Коронелли // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – 32, № 6. – С.579-585.
- 6 Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: МГУ, 1983. – 248 с.
- 7 Халимов Э.М., Левин С.В., Гузев В.С. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы // Вест. Моск. Ун-та. Серия 17. Почвоведение. – 1996. – № 2. – С.59-64.
- 8 Солнцева Н.П. Влияние техногенных потоков на морфологию почв в районах нефтедобычи // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1992. – С.26-39
- 9 Швец А.А. Фиторемедиация почв / А.А. Швец // Ломоносов — 2007: материалы XIV Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых/ МГУ им. М.В. Ломоносова. – М.: МАКС Пресс, 2007. – С. 8586.
- 10 Сидоров Д.Г. Полевой эксперимент по очистке почв от нефтяного загрязнения с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов / Д.Г. Сидоров, И.А. Борзенков, Р.Р. Ибатуллин, Е.И. Милехина, И.Т. Храмов, С.С. Беляев, М.В. Иванов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1997. – Т.33, №5. – С.497-502.
- 11 Чупрова, В.В. Экологическое почвоведение / В.В. Чупрова. – Красноярск: КрасГАУ, 2007. – 172 с.
- 12 «Қазақ Ұлттық Энциклопедиясы», 4 том, 37 б.
- 13 «Қазақ Ұлттық Энциклопедиясы», 2 том, 321 б.
- 14 Оборин А.А., Калачникова И.Г., Маслицев Т.А., Базенкова Е.И., Казакова Е.Н., Колесникова Н.М. Нефтяное загрязнение почв и способы рекультивации // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – М.: Наука. 1987. – С. 284-287.
- 15 Glick, B.R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment /B.R. Glick //Biotechnology Advances. – 2003. – Vol. 21. – N 5. – P. 383-393.

References

- 1 Zvyagintsev D.G., Guzev V.S., Levin S.V., Seletsky G.I., Oborin A.A. Diagnostic features of the various levels of soil contamination by oil // Soil Science. Science. Number 1. 1989. P.72-78.
- 2 Ismailov N.M. Oil pollution and biological activity of the soil // Mining and geochemistry of natural ecosystems. Science. 1992.
- 3 Artemyev T.N., Zherebcov A.K., Kibardin V.M. Effect of oil pollution on pedobionts climatic zones // Problems of soil zoology. : Biodiversity and the life of the soil system: Mater. 2 – the first nationwide meeting on Soil Zoology – Moscow, 1999
- 4 Zvyagintsev D.G. Soil and microorganisms. Moscow: Moscow State University. 1987. S. 256.

- 5 Koronelli T.V. Principles and methods of intensification of biodegradation of hydrocarbons in the environment (review) / T. Koronelli // Applied Biochemistry and mikrobiology. -1996. – 32, № 6
- 6 Babeva I.P., G.M. Zenova. Soil biology. Moscow: Moscow State University. 1983. 248.
- 7 Halimov E.M., Levin S.V., Guzev V.S. Environmental and microbiological aspects of the damaging effect of oil on the properties of the soil // Moscow. Univ. Series 17. Soil Science. 1996. Number 2. P.59-64.
- 8 Solntseva N.P. Anthropogenic influence on the morphology of the soil flows in oil-producing regions // Mining and geochemistry of natural ecosystems. Science. 1992
- 9 Shvets A.A. Phytoremediation of soil / A.A. Shvets // Lomonosov – 2007: Materials XIV Intern. conf. graduate students and young scientists / MSU. MV University. Moscow: MAKS Press, 2007
- 10 Sidorov D.G. Field experiment on cleaning soil from oil pollution using hydrocarbon-oxidizing microorganisms / D.G. Sidorov, I.A. Borzenko, R.R. Ibatulin, E.I. Milekhina , I.T. Hramov, S.S. Belyaev, M.V. Ivanov // Applied Biochemistry and Microbiology . – 1997. – V.33, № 5. – P.497 -502.
- 11 Chuprova V.V. Ecological pedology /Chuprova V.V. – Krasnoyarsk: KrasRAU, 2007. – 172.
- 12 "Kazakh National Encyclopaedia" 4 tom, 37 p.
- 13 "Kazakh National Encyclopaedia" 2 tom, 321 p
- 14 Oborin A.A., Kalachnikova I.G., Maclicev T.A., Bazenkova E.I., Kazakova E.N., Kolesnikova N.M. Petrochemical soil contamination and methods of remediation // Effect of industrial enterprises on the environment. Science. 1987. p. 284-287
- 15 Glick, B.R. Phytoremediation: synergistic use of plants and bacteria to clean up the environment /B.R. Glick //Biotechnology Advances. – 2003. – Vol. 21. – N 5. – P. 383-393.