

ISSN 2224-5308

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**БИОЛОГИЯ ЖӘНЕ МЕДИЦИНА
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ**



**SERIES
OF BIOLOGICAL AND MEDICAL**

4 (310)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2015 ж.

ИЮЛЬ – АВГУСТ 2015 г.

JULY – AUGUST 2015

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. А. Арзықұлов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.** (бас редактордың орынбасары); биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаева Н.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Күзденбаева Р.С.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рахышев А.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ақшолақов С.К.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Алшынбаев М.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Березин В.Э.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ботабекова Т.К.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қайдарова Д.Р.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахыпбеков Т.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Абжанов Архат (Бостон, АҚШ); **Абелев С.К.** (Мәскеу, Ресей); **Лось Д.А.** (Мәскеу, Ресей); **Бруно Луненфелд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); философия докторы, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Ұлыбритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Ұлыбритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, АҚШ); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, ҚХР)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. А. Арзыкулов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин** (заместитель главного редактора); доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.К. Бишимбаева**; доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Р.С. Кузденбаева**; доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **А.Р. Рахишев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **С.К. Акшулаков**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.К. Алчинбаев**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Э. Березин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Ботабекова**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.Р. Кайдарова**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.К. Рахыпбеков**

Редакционный совет:

Абжанов Архат (Бостон, США); **С.К. Абелев** (Москва, Россия); **Д.А. Лось** (Москва, Россия); **Бруно Луненфельд** (Израиль); доктор, проф. **Харун Парлар** (Мюнхен, Германия); доктор философии, проф. **Стефано Перни** (Кардиф, Великобритания); **Саул Пуртон** (Лондон, Великобритания); **Сапарбаев Мурат** (Париж, Франция); **Сарбассов Дос** (Хьюстон, США); доктор, проф. **Гао Энджун** (Шэньян, КНР)

«Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская». ISSN 2224-5308

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5546-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / biological-medical.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

Zh.A. Arzykulov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **N.K. Bishimbayeva**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.S. Kuzdenbayeva**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **A.R. Rakhishev**, dr. med. sc., prof., academician of NAS RK; **S.K. Akshulakov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.K. Alchinbayev**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.E. Berezin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Botabekova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **D.R. Kaidarova**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.K. Rakhypbekov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

Abzhanov Arkhat (Boston, USA); **S.K. Abelev** (Moscow, Russia); **D.A. Los** (Moscow, Russia); **Bruno Lunenfeld** (Israel); **Harun Parlar**, dr., prof. (Munich, Germany); **Stefano Perni**, dr. phylos., prof. (Cardiff, UK); **Saparbayev Murat** (Paris, France); **Saul Purton** (London, UK); **Sarbassov Dos** (Houston, USA); **Gao Endzhun**, dr., prof. (Shenyang, China)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of biology and medicine.
ISSN 2224-5308

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5546-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz> / biological-medical.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 4, Number 310 (2015), 101 – 107

**BIOREMEDIATION AS THE BASIS FOR REMEDIATION
OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROLEUM
AND PETROLEUM PRODUCTS (OVERVIEW)****A. K. Sadanov, O. N. Auezova, G. A. Spankulova**

RSOE «Institute of Microbiology and Virology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: guleke75@mail.ru

Keywords: oil, oil products, oil-oxidizing microorganisms, hydrocarbon oxidizing microorganisms, bioremediation, biodegradation.

Abstract. There is an analysis of literature data on biological clearing of soils contaminated with oil and oil products. Petroleum and petroleum products are one of the most common environmental pollutants. Their spills cause the death of organisms change the properties of ecosystems and their degradation. The problem of oil pollution has acquired a global scale in the late XX century. This is due to the fact that oil has become the most used source of energy.

Most large-scale contamination of exposed soil ecosystem, the negative effects is, manifested in the degradation of agricultural lands, lowering crop yields and a decrease productivity. The process of self-recovery biocenoses in regions that subjected oil pollution, occupies very long time, and takes place within 10-25 years. In this regard, an important area of environmental biotechnology is the development of effective and safe methods of cleaning oil-contaminated environments. The most promising and environmentally sound is microbiological methods based on the use of hydrocarbon-oxidizing microorganisms.

In a review article the basics of microbiology and biotechnology bioremediation of soils contaminated with oil and oil products are described. It is also considered the value of oil-oxidizing microorganisms for bioremediation of soil.

БИОРЕМЕДИАЦИЯ – МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚАЙТА ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДІҢ НЕГІЗІ (ӘДЕБИ ШОЛУ)

А. Қ. Саданов, О. Н. Ауэзова, Г. Ә. Спанкұлова

РМК «Микробиология және вирусология институты» ҚР БЖҒМ ҒК, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: мұнай, мұнай өнімдері, мұнай тотықтырғыш микроорганизмдер, көмірсутек тотықтырғыш, биоремедиация, биодеградация.

Аннотация. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған жерлерді биологиялық тазалау бойынша әдебиеттерге шолу жасалынды. Мұнай және мұнай өнімдері кең тараған қоршаған ортаны ластаушылардың бірден бірі болып табылады. Олардың төгілуі организмдердің өліміне, экожүйенің өзгерісіне және олардың тозуына әкеледі. XX ғасырдың соңынан бастап мұнаймен ластану жақандық кең ауқымды мәселе бола бастады. Бұл мұнайдың энергия көзі ретінде ең көп қолданылуымен байланысты. Топырақ экожүйесінің кең ауқымды ластануына ұшыраған топырақ экожүйесінің жағымсыз әсерлері ауылшаруашылығы алқаптарының тозуына және шығымдылығы мен өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Мұнаймен ластанған аймақтардың биоценоздарының қайта қалпына келуі 10-25 жылға созылатын, өте ұзақ жүретін үрдіс. Осыған байланысты, экологиялық биотехнологияның маңызды бағыты мұнаймен ластанған ортаны тазалаудың тиімді және қауіпсіз әдістерін дамыту болып табылады. Ең перспективті және экологиялық қауіпсіз әдіс - көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдерді пайдалануға негізделген микробиологиялық әдістері болып табылады.

Әдеби шолу мақалада мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақты биоремедиациялауда микробиологиялық пен биотехнологиялық негіздер қарастырылған. Сондай-ақ биоремедиация үшін мұнай тотықтырғыш микроорганизмдердің маңызы қарастырылған.

Кіріспе. Қазіргі кезде мұнай мен мұнай өнімдерін өндіруде, тасымалдауда және өңдеуде болатын апатты төтенше жағдайлардың нәтижесінен топырақ жамылғысының мұнай мен мұнай өнімдерімен ластануы өте маңызды мәселелердің бірі болып табылады, бұл экологиялық және экономикалық зақымдалуға – ауылшаруашылығының дақылдарының шығымдылығының төмендеуіне, ормандар мен шалғындардың өнімділігін азаюына, құнарлы жерлердің айтарлықтай аумақтарын шаруалыққа пайдаланудан айыруға әкеледі. Қазіргі деңгейде мұнай өндіретін және мұнай өңдейтін өндірістердің соншалықты дамуы оның қоршаған ортаға әсерін жою мүмкіншілігін бере алмай отыр, сондықтан, мұнаймен ластанған топырақты рекультивациялаудың бар технологиясын жетілдіру мен қажетті жаңа технологияларды өңдеулер қажет [1-3].

Қазақстан мұнай өндіруші ірі мемлекеттердің бірі болып табылады, әлемдегі мемлекеттердің мұнай қоры бойынша бірінші ондығына кіреді. Мұнай мен газ – бұлар Қазақстанның шикізаты ретінде басты байлықтары, сондай-ақ олар оның болашақта өркендеуінің негізі болып табылады. ТБүгінгі күнде Қазақстанда 200 аса мұнай және газ кен орындары бар. Мұнай мен газ өндіру Қазақстан экономикасының ерекше қарқынды дамушы саласы болып табылады. мұнай мен газ кендерін меңгеруді қарқындандыру үрдістері жағдайында мұнайлы аймақтардың экологиялық жағдайының мәселелерінің барлығы өте өзекті болып тұр [4]. Топырақ-климаттық жағдайлардың әртүрлілігіне және қалпына келтіру мәселелері бойынша шаралар бағасына байланысты қолайды және нақты жағдайларға бейімделген әдістерді іздеу өте өзекті болып қалады.

Мұнай және мұнай өнімдерінің қоршаған ортаға әсері. Мұнай және мұнай өнімдері әлемдік экономиканың дамуының негізгі факторларының бірі болып табылады. Қоршаған ортаға дизелді отын мен қазандық отындар, жанар-жағар материалдардың, ерітінділердің түсуі және авто жанар-жағар май құю мен техникалық қызмет көрсету бекеттері санының көбеюі, автокөліктер парктөрінің, өндіріс орындар инфрақұрылымдарының кеңеюі табиғат нысандарында мұнай мен мұнай өнімдерінің ұлғайына әкеледі.

Мұнай және мұнай өнімдерімен ластану жаңа экологиялық жағдай тудырады, табиғи биоценоздың терең өзгерісіне және толық трансформациясына әкеледі. Ластанған топырақтың жалпы ерекшелігі: топырақ мезо және микрофаунасының түрлік және сандық шектелуі. Мұнай мен мұнай өнімдері топыраққа түсіп, оның ерекшелігін айтарлықтай, кейде қайтымсыз өзгерістерге – битумозды сортаңдардың, кірігулердің және т.б. пайда болуына ұшыратады. Бұл өзгерістер жердің

өсіталдығы мен биоөнімділік жағдайының нашарлауына соқтырады. Топырақ жамылғысымен өсімдігінің бұзылуы нәтижесінде табиғаттың жағымсыз үрдістері –топырақ эрозиясы, деградация, криогенез күшейеді.

Мұнай және мұнай өнімдерінің топыраққа түсуі топырақтың негізгі ферменттерінің белсенділігінің өзгеруіне әкеледі, яғни азот, фосфор, көмірсу мен күкірт айналымдарына әсер етеді [5]. Кейбір топырақ ферменттердің белсенділігіндегі тұрақты өзгерісті мұнаймен ластанған топырақтың диагностикалық көрсеткіші ретінде қолдануы мүмкін.

Сондай-ақ, мұнайлы ластауыштар топырақта өсімдіктердің ауруы мен фитотаксиндер шақыратын микроскопиялық саңырауқұлақтардың жиналуына қабілетті болуы мүмкін [6]. Мұнайдың өсімдік жамылғысына тікелей әсері өсімдіктің өсуінің кешеуілдеуіне, фотосинтез қызметі мен тыныс алуының бұзылуына, әртүрлі морфологиялық бұзылыстарға әкеледі және өсімдіктің тамыр жүйесі, жапырағы, бұтақтары мен репродуктивті мүшелері қатты зардап шегеді.

Мұнай қоршаған ортаға түскенде оны бүлдіріп, ластап, барлық тіршілік процестерін бұзатын қауіпті зат. Тыныс алу белсенділігін және микроағзалардың өздігінен тазарту қасиетін тежейді, олардың жекеленген топтарының сандық ара-қатынасын өзгертіп, табиғи тепе-теңдікті бұзады, метаболизм бағытын өзгертеді.

Мұнай – күрделі ішкі ұйымдық сипатты, сыртқы факторлардың әсерінен өзгеріске қабілетті дисперсті жүйе. Химиялық құрамы бойынша мұнай 1000 шамасында жекелеген заттардан құралған, күрделі қосылыс. Олардың ішінде үлкен бөлігін – көмірсутектер (500 аса), массасы бойынша 80-90 % және гетероатомды органикалық (4-5% массасы бойынша), көбіне күкіртті (шамамен 250), азотты (80 аса) қосылыстар құрайды. Қалған қосылыстардың ішінен мұнайда еріген $C_1 - C_4$ газ 1-4%, металл-органикалық қосылыстар (ванадий мен никель), органикалық қышқылдардың тұздары, минералды тұздар мен су (10%). Мұнайдың көмірсутек құрамы парфиндерден (көлемі бойынша 30-50%), нафтендерден (25-75%) және ароматты қосылыстардан (10-35%) тұрады деп белгіленген [7].

Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақ экожүйесін қайта қалпына келтіру әдістері. Топырақ өзінде тіршілік ететін барлық тірі организмдердің: әртүрлі бактериялар, актиномицеттер, саңырауқұлақтар, балдырлар, қарапайымдылар, жауынқұрттар, жәндіктердің личинкалар жиынтығының белсенді қызметтерінің арқасында өзіндік кремат тазарту қабілетке ие [8]. Мұнаймен ластанған табиғат нысандарының өзіндік табиғи тазартуы – ұзақ жүретін үрдіс. Осыған байланысты, мұнай көмірсутектерімен ластанған топырақты тазарту тәсілдерін өңдеу – қоршаған ортаға антропогенді әсерлерді төмендету мәселелерін шешуде маңызды міндеттердің бірі. Қазіргі деңгейде мұнай өндіретін және мұнай өндейтін өндірістердің соншалықты дамуы, оның қоршаған ортаға әсерін жою мүмкіншілігін бере алмай отыр, сондықтан, мұнаймен ластанған топырақты рекультивациялаудың бар технологиясын жетілдіру және қажетті жаңа технологияларды өңдеулер қажет.

Жерді рекультивациялау – бұл ластанған және бүлінген жерлердің шаруашылық құндылығы мен өнімділігін қайта қалпына келтіруге бағытталған шаралардың кешені. Рекультивацияның міндеттері – мұнай мен мұнай өнімдерінің құрамын және сонымен бірге басқада улы заттарды қауіпсіз деңгейге дейін төмендету, ластану нәтижесінде өнімділігін жоғалтқан жерлерді қайта қалпына келтіру [9].

Қазіргі кезде мұнаймен ластанған топырақты жоюдың бірнеше әдістері, атап айтқанда механикалық, физика-химиялық, биологиялық әдістері өңделген (кесте).

Биоремедиация – бұл өмір сүру қызметінде сіңіру, органикалық ластаушыларды метаболиздеу, оларды деградациялау қабілетіне ие тірі организмдердің негізінен құралған, топырақты биологиялық тазалауға арналған технология [11].

Биологиялық әдіс мұнаймен ластанған топырақтарды тазалау үшін, экономикалық та, сондай-ақ экологиялық жоспарда да ең перспективті әдіс болып табылады, бұл мұнай және мұнай өнімдерінің компоненттерін ыдырататуға ерекше жоғары қабілетті, әртүрлі микроорганизмдердің топтарын пайдалануға негізделген.

Мұнаймен ластанған топырақты тазалауға арналған механикалық, термиялық және физика-химиялық әдістер қымбат және ластанудың белгілі бір деңгейінде (дұрыстығында, топырақта мұнай 1%-дан кем емес болғанда) ғана тиімді, көбіне қосымша ластаушыларды енгізумен байланысты және толықтай тазартуды қамтамасыз етпейді. Антропогенді қиын ыдырайтын қосылыстарды

Мұнаймен ластанған топырақты жоюдың әдістері [10]

Әдістер	Жою тәсілдері	Қолданудың ерекшеліктері
Механикалық	Ластанған мұнайды жұлып алып, үлкен ыдыста шайқау	Сәйкес техникалар мен резервуарлардан көп мөлшерде төгілу кезіндегі алғашқы шаралар (топырақты тазалау мәселесінде мұнайды топыраққа іркіуге рұқсат етілмейді)
	Топырақты ауыстыру	Ластанған жерге табиғи ыдырау үшін топырақты тасу
Физика-химиялық	Өртеу	Мұнайдың су көздеріне төгілу қаупі кезіндегі төтенше шара. Бұл мұнай және мұнай өнімдерінің түріне байланысты, бұл төгілген мұнай мен мұнай өнімдерінің 50 %-дан 70 %-ға дейін жояды, ал қалғаны топыраққа сіңіп кетеді. Жоғары температураның жетіспеуінен мұнайдың толық тотықпаған бұға айналған өнімдері атмосфераға таралады және өртегеннен кейінгі топырақты қоқыс тастайтын жерге шығарып тастау қажет.
	Тұтануға жол бермеу	Цехтарда, тұрғын үйлерде, автомагистральдарда тез жаңғыш өнімдер төгілген жағдайда төгінділердің бетін, сондай-ақ өртеу қаупі бар ластанған топырақтарды өртке қарсы көбіктермен бөлу немесе сорбенттермен көміп тастау керек.
	Топырақты шаю	ПАВ қолдану арқылы шаю барабандарында жүреді, шайылған сулар гидроизолирлі тоғандарда немесе үлкен ыдыстарда тұндырылады, яғни ақырында оларды бөлу және тазарту жүргізіледі.
	Топырақты дренаждау (күрғату)	Топырақтардың әртүрлі шаюы сол орныда дренажды жүйенің көмегімен жүргізіледі; мұнай ыдыратушы бактерияларды қолдануы мүмкін.
	Ерітінділермен экстракциялау	Әдетте бұл – олардың қалдығын ұшқыш ерітінділермен будан айыру арқылы шайу барабандарында жүргізеді.
	Сорбция	Қатты беткі қабатқа (асфальт, бетон, қатты зақымданған грунт) жеңіл жаңғыш мұнай өнімдердің төгілуі кезінде мұнай өнімдерін жою және өрт қауіпсіздігін төмендету үшін сорбенттермен көміп тасталады.
	Термиялық десорбция	Сәйкес құралдың болуы кезінде сирек жүргізіледі, мазутты фракцияға дейінгі пайдалы өнімді алуға мүмкіндік береді.
Биологиялық	Биоремедиация	Мұнайды ыдырататын микроорганизмдерді қолдану. Топыраққа культураны айдау керек. Тыңайтқыш ерітінділермен кезеңді қоректендіру, тереңдігі бойынша өндеуді шектеу, топырақтың температурасы (15°C жоғары) үрдіс 2-3 сезонда жүргізіледі.
	Фиторемедиация	Мұнайға төзімді өсімдіктерді (жайыла өсетін беде, қымыздық, шалғын және т.б.) себу жолы арқылы мұнай қалдықтарын жою, топырақ микрофлорасын белсендіру ластанған топырақты рекультивациялаудың соңғы кезеңі болып табылады.

(ксенобиотиктер) ыдыратуға қабілеттілік көптеген организмдерде табылды. Бұл қасиетпен микроорганизмдердің осындай байланыстарды катаболиздейтін спецификалық ферментті жүйесі қамтамасыз етеді [11]. Соншалықты микроорганизмдер ксенобиотиктерді бұзуда салыстырмалы жоғары потенциалға қабілетті, ластанған нысандарды биоремедиациялау жолдарын өндеуде маңызы зор.

Биоремедиация *ex situ* – ластанған жерде жүргізілмейді. проводится вне места загрязнения. Мұнаймен ластанған топырақты тасып шығарумен байланысты биоремедиация әдісінің маңызды артықшылықтары бар, яғни рекультивирленген топырақты жоғары бақылау және үрдістің қолайлығы. Аталған әдістің маңызды кемшіліктері де бар, шаруашылық айналымнан айтарлықтай аумақтың жоғары шығындау мен алып кету, яғни ластанған топырақ арнайы қондырғыларға шығарылады, биоремедиацияға ұшырайды және орнына қайтадан алып келінеді [12].

Биоремедиация *in situ* – ластанған топырақты тасымалдауды қажет етпеді және тікелей ластанған орында жүргізіледі [13]. Бұл әдіс ластанған жерде тіршілік ететін табиғи (аборигенді) микроорганизмдердің өсуін реттеуге негізделген.

Биоремедиация *in situ* екі негізгі тәсілі бар: биостимуляция и биоқосымша (биоаугментация немесе биожақсарту).

Биостимуляция *in situ* (ластанған жерде биостимуляция). Бұл тәсіл ластанған топырақта мекен ететін және ластаушыларды жоюға қабілетті табиғи микроорганизмдердің өсімін реттеуге негізделген, бірақ негізгі биогенді элементтердің (азот, фосфор, калий және басқада қосылыстардың) жетіспеушілігінен немесе физика-химиялық жағдайлардың қолайсыздығы тиімді болуға

кабiлетсiз. Бұндай жағдайда зертханалық тәжірибелер барысында ластанған топырақ үлгілерін пайдалану, ластанған нысанға қанша мөлшерде және анық қандай кешендер енгізу керектігі анықталады, яғни ластаушыларды ыдыратуға қабілетті микроорганизмдердің өсімін реттейді [14].

Биостимуляция *in vitro*. Бұл тәсілдің өзгешелігі, ластанған топырақтың табиғи микрофлораларының үлгілерінің биостимуляциясы алдымен зертханалық немесе өнеркісіптік (биореакторларда немесе ферментерларда) жағдайда жүргізіледі. Сонымен бірге ластаушыларды ең тиімді жоюға қабілетті, айрықша және таңдап алынған микроорганизмдерді қамтамасыз етеді. «Белсендірілген» микрофлораны ластанған нысанға, ластаушыны жоюдың тиімділігін жоғарылататын қажетті қосымшалармен бірге бір уақытта енгізеді [14].

Биоқосымша (*bioaugmentation* – биоаугментация немесе биожақсарту) ластанған жерге мамандандырылған, ол жерде мекен етуге бөлек микроорганизмдерді енгізумен жүретін өзіндік үрдіс, яғни алдын ала табиғи қайнар көздерден бөлініп алынған немесе арнайы генетикалық модифицирленген микроорганизмдер [13].

Сонымен, табиғи ортада көмірсутектерді биодеградациялау табиғи мұнай тотықтырғыш микрофлораларды стимуляциялау арқылы олардың дамуына қолайлы жағдай жасау жолымен немесе ластанған эко жүйеге көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдерді азот, фосфор, әктас тұздары тағы басқалары сияқты қосымшалармен бірге енгізу арқы іске асады. Биологиялық рекультивацияның тиімділігі далалық және зертханалық тәжірибелермен дәлелденеді, яғни табиғи ресурстарды көктем-жаз уақытында қолдануға қарамастан, пайдалану анағұрлым экономикалық тиімді.

Қоршаған ортадағы мұнай және мұнай өнімдерін биодеградациясының – табиғи микрофлораны стимуляциялайтын және белсенді штамдарды интродукциялайтын интенсификациялаудың екі жолы, бір біріне қарсы ғана емес, сондай-ақ бір бірін толықтырады [15].

Мұнай және мұнайөнімдерін деструкциялаушы-микроорганизмдер. Қоршаған ортаға түскен органикалық ластаушыларды ыдырату кезінде әртүрлі систематикалық топтарға жататын микроорганизмдер басты маңызға ие. Мұнай, мұнай өнімдерін ыдыратуға қатысатын микроорганизмдер мен қоректік субстрат ретінде пайдаланылатын көмірсутектер табиғатта кең тараған. Оларға әртүрлі түрдегі микромицеттер, ашытқылар және бактериялар жатады. Мұнай көмірсутектерін биодеградациялауға қабілетті, топырақ экожүйесінен бөлініп алынған бактериялардың 22 туыстығы, микроскопиялық саңырауқұлақтардың 31 туыстығы және сондай-ақ ашытқылардың 19 туыстығы сипатталған [11, 12, 15-19]. Топырақтың өздігінен тазаруы, ыдырауы, деградациялануы, әртүрлі табиғи ластаушылардың топырақтың құрамына кіретін қарапайым қосылыстар түзумен миграциялануы, сондай-ақ патогенді организмдердің жойылуы күрделі және ұзақ жүретін биологиялық үрдіс. Мұнай көмірсутектерінің микробты деградациясының қарқыны көптеген факторларға тәуелді, сондай-ақ бұл үрдістің интенсификациясы үшін микроорганизмдердің өсуі мен дамуы үшін қолайлы жағдай қажет етеді. Көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдердің белсенділігіне әсер ететін негізгі табиғи факторларға температура, топырақтың ылғалдылығы, қышқылдығы мен аэрациясы және минералды қоректік элементермен қамтамасыз етуі, күн сәулесінің интенсивтілігі жатады.

Топырақта көмірсутек тотықтырғыш микроорганизмдерді дамыту үшін мезофильді жағдай, яғни температура интервалы 20-30 °С қолайлы. Мұнай тотықтырғыш микроорганизмдер толықтай құрғатылған ортада дамымайды. Ылғалдылықтың ең қолайлы жағдайы толық ылғалдылықтың 60 % болып табылады. Топырақта мұнайды ыдырату үшін қолайлы рН маңызы бейтарапқа жақын болып табылады, соншалықты мұнайдың ыдырау үрдісі айрықша тотығады, сондықтан барлық мұнайды деструкциялаушы – микроорганизмдер аэробты болып келеді, яғни биодеградацияны жылдамдығын тездететін оттектің жетімділігі міндетті фактор болып табылады [20].

Мұнайды ең белсенді деструкциялаушылар бактериялардың арасында кездеседі. Олар кең спектрлі көмірсутектерді, оның ішінде ароматты көмірсутектерді сіңіруге қабілеті қасиетке, үлкен практикалық қызығушылыққа ие, сондай ақ өсімталдығы тез. Көмірсутектотықтырғыш микроорганизмдер тобы таксономикалық табиғи жаратылысы әртүрлі. Ең белсенді бактериялық штамдар мына туыстарға жатады: *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Xanthomonas*, *Alcaligenes*, *Nocardia*, *Brevibacterium*, *Mycobacterium*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Sphaerotilus*. Актиномицеттер

арасындакөп санды *Streptomyces* туыстығы көңіл аудартады. Ашытқылардан *Candida* мен *Torulopsis* туыстарын бөліп алады [16-22].

Көмірсутек тотықтырғыш белсенді деструктор-микроорганизмдерді таңдағанда бір қатар ережелерді сақтау керек. Деструктор-микроорганизмдерді іздеу кезінде, топыраққа енгізілетін микробты биомасса топырақ микрофлорасы үшін бөтен болмауын ескеру қажет. Топыраққа енгізетін микроорганизмдер тағы бір маңызды ережесі, олардың патогенді болмауы болып табылады.

Қорытынды. Топырақтың мұнай және мұнай өнімдерімен ластануы – қоршаған орта мен экологияның бірден бір көп жоспарлы және күрделі мәселесі. Қазіргі кезде мұнаймен ластанған аймақты биоремедиациялау технологиясы жетістікпен дамып келеді. Осыған байланысты мұнаймен ластанған топырақты тазалау үшін, мұнай және мұнай өнімдерін ыдыратуға ең қабілеті микробты ценоздарды стимуляциялау арқылы тыңайтқыштарды және әр түрлі биопрепараттарды ендіру жолдары тиімді, әрі экологиялық тұрғыдан маңызды.

Топырақты биологиялық тазарту, яғни биоремедиациялау топырақты, топырақ қыртысын және топырақ суларын мұнай және мұнай өнімдерінен тазартуға ғана емес, сонымен бірге ластанудың одан әрі іргелес аумаққа таралуын болғызбауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Проскуряков В.А. Химия нефти и газа. – СПб.: Химия, 1995. – С.448.
- [2] Абросимовт.А.А. Экология переработки углеводородных систем // Под ред. Доламатова М.Ю., Теляшева Э.Г. – М.: – 608 с.
- [3] Саксонов М.А., Абалаков А.Д., Данько Л.В., Бархатова О.А., Балаян А.Э., Стом Д.И. / Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли // Физико-химические и биологические методы: учеб.пособ. - Иркутск: Иркут. Ун-т, 2005.-114 с.
- [4] <http://bioengineering.kz>
- [5] Киреева Н.А., Новоселова Е.И., Ямалетдинова Г.Ф. /Диагностические критерии самоочищения почв от нефти // Экология и промышленность России 2001 Декабрь.
- [6] Киреева Н.А., Кузяхметов Г.Г., Мифтахова А.М., Водопоьянов В.В. // Фитотоксичностьантропогенно-загрязненных почв / -Уфа Гилем, 2003.
- [7] Химическая энциклопедия. Т.3, с. 233, Научное издательство «Большая Российская энциклопедия». М., 1992.
- [8] Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М. Наука. 2003, 223 С.
- [9] Реймерс Н.Ф. Природопользование / Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990.-639, С.
- [10] Колесниченко А.В. Процессы биодеградации в нефтезагрязненных почвах / А.В. Колесниченко, А.И. Марченко, Т.П. Побежимова, В.В. Зыкова.- Москва: «Промэкобезопасность», 2004. - 194 с.
- [11] Киреева Н.А., Бакаева М.Д. Рекультивация нарушенных земель. – Уфа. РИО БашГУ, 2005. – 208 С.
- [12] Исмаилова Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем/ под редакцией М.А. Глазковской. – М., Наука, 1988. – С. 222-230.
- [13] Стабникова Е.В. Выбор активного микроорганизма деструктора углеводов для отчистки нефтезагрязненных почв // прикладная биохимия и биотехнология. – 1995. Т. 31, № 5. – С. 534-539.
- [14] Логинов О.Н., Силищев Н.Н., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф. / Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений–Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. – 100 с.
- [15] Коронелли Т.В. / Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология.-1996.- 32, № 6.- С.579-585.
- [16] Ильин Н.П., Калачникова И.Г. Наблюдение за самоочищением почв от нефти в средней и южной тайге //Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. М. 1982. с. 245-258.
- [17] Atlas R.M., Bartha R. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation (ed. By. K.C. Marshall)// Adv. Microb. Ecol.- 1992. – V. 12. – P. 287-338.
- [18] Leahy J.G., Colwell R.J. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. 1990, Microbiology Rev. 54, 305-315
- [19] EfsunDindar, FatmaOlcaй et al. Bioremediation of petroleum-Contaminated Soil//J. Biol. Environ. Sci.// 2013, 7(19), P.39-47.
- [20] Свистова И.Д., Щербаков А.П., Корецкая И.И., Талалайко Н.Н. Накопление токсичных видов микроскопических грибов в городских почвах./Гигиена и санитария. Москва, 2003, № 5, С. 22-25.
- [21] Розанова Е.П., Кузнецов С.И. Микрофлора нефтяных месторождений. – М.: Наука, 1974. – 197 с.
- [22] Сидоров Д.Г., Борзенков И.А., Ибатулин Р.Р., Милехина Е.И., Храмов И.Т., Беляев С.С., Иванов М.В. Полевой эксперимент по очистке почв от нефтяного загрязнения с использованием углеводородокисляющих микроорганизмов // Прикладная биохимия и микробиология.- 1997.- Т.33, №5.- С.497-502.

REFERENCES

- [1] Proskuryakov VA Chemistry of oil and gas. - SPb.: Chemistry, 1995. - P.448.
- [2] Abrosimov AA Environmental hydrocarbon processing systems // pod.red. Dolamatova MU, EG Telyasheva - M.: - 608.
- [3] Saxonov M.A., Abalakov A.D., Danko L.V., Barkhatova O.A., A.E. Balayan, D.I. Stom / Environmental monitoring of oil and gas industry // Physico-chemical and biological methods: Textbooks. - Irkutsk: Irkut. University, 2005. P. 114.
- [4] <http://bioengineering.kz>
- [5] Kireeva N.A., Novoselov E.I., Yamaletdinova G.F. / Diagnostic criteria for self-purification of soil from oil // Ecology and Industry of Russia in December 2001.
- [6] Kireeva N.A., Kuzyahmetov G.G., Miftahova A.M., Vodopyanov V.V. // Fitotoksichnost antropogenno-contaminated soil / -Ufa Guillem, 2003.
- [7] Chemical Encyclopedia. V.3, p. 233 Scientific publishing "Great Russian Encyclopedia". M., 1992.
- [8] Ananiev N.D. Microbiological aspects of self-purification and soil stability. M. Science. 2003, P.223
- [9] Reimers N.F., Nature / Dictionary of. - M.: Thought, 1990.-639, S.
- [10] 10. Kolesnichenko A.V., A.I. Marchenko, T.P. Pobezhimova, V.V. Zykova. /The processes of biodegradation of oil-contaminated soils / - Moscow: "Promekobezopasnost", 2004. P. 194
- [11] Kireeva N.A., Bakaev M.D. Reclamation of disturbed lands. - Ufa. RIO BSU, 2005. - 208 pp
- [12] Ismailov N.M., Y.I. Pikovsky The current state of methods of remediation of contaminated lands. Recovery of oil-contaminated soil ecosystems / edited by M.A. Glazovskaya. - M., Nauka, 1988. - P. 222-230.
- [13] 13. Stabnikova E.V. Selection of the active microorganism destructor of hydrocarbons for cleaning contaminated soils // Applied biochemistry and biotechnology. - 1995. T. 31, № 5. - P. 534-539.
- [14] Loginov O.N., Silischev N.N., Boiko T.F., N.F. Galimzyanova / Biotechnological methods of cleaning the environment from anthropogenic pollution-Ufa State. ed. scientific and tech. Literature "Reagent", 2000. P.- 100
- [15] Coronelli T.V. / Principles and methods of intensification of hydrocarbon biodegradation in the environment (review) // Applied Biochemistry and mikrobiologiya., 1996.- 32, № 6.-P.579-585.
- [16] N.P. Ilyin, Kalachnikova I.G. Observation of self-purification of soil from oil in the middle and southern taiga / Mining and geochemistry of natural systems. M., 1982. P. 245-258.
- [17] Atlas R.M., Bartha R. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation (ed. By. K.C. Marshall)// Adv. Microb. Ecol.- 1992. – V. 12. – P. 287-338.
- [18] Leahy J.G., Colwell R.J. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. 1990, Microbiology Rev. 54, 305-315.
- [19] EfsunDindar, FatmaOlcay et al. Bioremediation of petroleum-Contaminated Soil//J. Biol. Environ. Sci.// 2013, 7(19), P.39-47.
- [20] Svistova I.D., A.P. Shcherbakov, Koretskaya I.I., N.N. Talalayko/ The accumulation of toxic species of microscopic fungi in urban soils. / Hygiene and sanitation. Moscow, 2003, № 5, P. 22-25.
- [21] Rozanov E.P., S.I. Kuznetsov The microflora of the oil fields. - M.: Nauka, 1974, P - 197 p.
- [22] Sidorov D.G., Borzenkov I.A., Ibatulin R.R., Milekhina E.I., Temples I.T., Belyaev S.S., Ivanov M.V./ Field experiment on cleaning soil from oil pollution using hydrocarbon oxidizing microorganisms // Applied Biochemistry and microbiology.- 1997.- T.33, №5.- P.497-502.

**БИОРЕМЕДИАЦИЯ КАК ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ (ОБЗОР)**

А. К. Саданов, О. Н. Ауэзова, Г. А. Спанкулова

РГП «Институт микробиологии и вирусологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, нефтеокисляющие микроорганизмы, углеводородокисляющие микроорганизмы, биоремедиация, биодеструкция.

Аннотация. Проведён анализ литературных данных по биологической очистке почв, загрязненной нефтью и нефтепродуктами. Нефть и нефтепродукты являются одним из самых распространённых загрязнителей окружающей среды. Ее разливы вызывают гибель организмов, изменение свойств экосистем и их деградацию. Проблема нефтяного загрязнения приобрела глобальные масштабы в конце XX века. Это связано с тем, что нефть стала самым используемым источником энергии.

Наиболее масштабному загрязнению подвергаются почвенные экосистемы, негативные последствия которого проявляются в деградации сельскохозяйственных угодий, снижении урожайности и уменьшении продуктивности. Процесс самовосстановления биоценозов в регионах, которые подверглись нефтяному загрязнению, занимает весьма продолжительное время и протекает в течение 10-25 лет. В связи с этим важным направлением экологической биотехнологии является разработка эффективных и безопасных способов очистки нефтезагрязненных сред. Наиболее перспективными и экологически безопасными является микробиологические методы, основанные на использовании углеводородокисляющих микроорганизмов.

В обзорной статье рассмотрены микробиологические и биотехнологические основы биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Также рассмотрены значение нефтеокисляющих микроорганизмов для биоремедиации почвы.

Поступила 31.07.2015 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.biological-medical.kz/index.php/ru/>

Редактор *М. С. Ахметова*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 04.07.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

10,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.