

ЭОЖ 631.45; 631. 67

**МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ ҚАЛПЫНА
КЕЛТІРУ ӘДІСТЕРІНІҢ ҚАЗІРГІ ТАҢДАҒЫ ЖАҒДАЙЛАРЫ**

Биол. ғылымд. канд. С.Н. Досбергенов

Мұнаймен ластанған топырақтарды тазартудың физикалық, физика – химиялық, химиялық, биологиялық тәсілдері және оларды шешудің проблемалары қарастырылған. Микробиологиялық және агротехникалық амалдарды қолдану мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын тездетеді.

Мұнай және тұзды жерасты ыза суларының топырақты ұзақ мерзімде ластауы жер құнарлылығының күрт төменденуіне немесе ландшафттың толық деградациялануына алып келеді. Осындай жерлерді қалпына келтіру мен қорғау аса өзекті мәселе. Қазіргі таңда ластану зардаптарын жоятын ғылыми негізделген әдістер жоқ. Қоршаған ортаның мұнаймен ластануының қолайсыз зардаптарын барынша азайту үшін өндіру технологиясы мен оның тасымалдану ережелерін қатал сақтаумен қатар әртүрлі табиғи жағдайларда ластаушы заттар мен ластанған экожүйенің трансформациялану заңдылықтарын білу қажет. Олардың кеңістік – мерзімдік өзгерістерін болжаумен қатар ластанған экожүйені қалпына келтіру шараларын ғылыми негіздеудің маңызы зор. Мұнаймен ластанған топырақтардың зардаптарын жойып бүлінген топырақтарды қалпына келтіру шараларын жүргізген кезде, «экожүйеге ластанудан келген зардаптардан артық зиян келтірмеу» принципін ұстау қажет. Ластанған экожүйені қалпына келтіру концепциясы осы принципке сүйенеді. Оның мәні экожүйенің алғашқы функциясын қалпына келтіру үшін экожүйенің ішкі қорларын барынша мол жұмылдыру болып табылады. Экожүйенің өздігінен қалпына келуі мен рекультивациялануы бір-бірінен ажырамайтын биохимиялық процесс. Рекультивация – бұл экожүйенің табиғи қорларын (климат, микробиологиялық және ландшафтты – геохимиялық процестерді) пайдалана отырып өздігінен қалпына келу процесінің жалғасы.

Ластанған жерлерді қалпына келтіру концепциясына байланысты әртүрлі топырақты – климаттық және ландшафтты – геохимиялық жағдайларда ұқсас типтегі ластанушылардың трансформациялануы, дозаларының бірдей болуына қарамастан әртүрлі жылдамдықта жүреді және

эрауан стадияларда кідіріс табады. Шынайы жағдайларда бұл өзгерістер мұнай құрамының әртүрлілігіне және экожүйенің жеке дара сипатына байланысты одан да әрі үдей түседі. Экожүйеге енген мұнайдың жиынтық эффектісінің көпжақтылығы экожүйені мұнаймен ластану реакциясына байланысты типтеуді қажет етеді. Сонымен ортаның мұнаймен ластануы мен әртүрлі табиғи зоналардағы серіктескен заттардың ықпалынан орта өзгеруінің болжама әдістерін жасаудың да маңызы ерекше. Бұл мақсатқа, мысалы, экологиялық, физика – химиялық, топырақтық геохимиялық, биологиялық факторларды есепке алатын ландшафтты – геохимиялық аудандастарды пайдалануға болады.

Топырақ экожүйесінің мұнай және мұнай өнімдерінен өздігінен тазалануы мен өздігінен қалпына келтірілуі – бұл ластаушы заттардың трансформациялануының сатылық биогеохимиялық процесі. Бұл биоценозды қалпына келтірудегі сатылық процестермен қатарласа жүреді. Бұл процестердің жеке сатыларының ұзақтығы эрауан табиғи зоналар үшін әртүрлі болады. Ол негізінде табиғи – климаттық жағдайларға байланысты. Сонымен қатар мұнда мұнай құрамының әртүрлілігінің, ондағы ілеспелі тұздардың бастапқы концентрациясының маңызыда айтарлықтай. Мұнайдың табиғи фракциялануы мен ыдырау процестері оның топырақ бетіне немесе су қоймаларына түсуінен басталады.

Топырақтағы мұнайдың трансформациялануын жалпы үш кезеңге бөледі: 1) алифаттық көмірсутектерінің физика – химиялық және жартылай микробиологиялық ыдырауы; 2) әртүрлі кластағы төменгі микробиологиялық бүлінуі, шайырлы заттардың жаңа жарандылары; 3) жоғары молекулалы қосылыстардың трансформациялануы: шайыр, асфальтендер, полициклді көмірсутектер.

Биодеградация кезеңдеріне байланысты биоценоздардың біртіндеп қалпына келтірілуі жүреді. Бұл процестер баяу жүреді. Экожүйенің әртүрлі сатысында эрауан қарқынмен өтеді. Топырақтың қарапайым жануарларының сапрофиттік кешендері топырақ микрофлорасы мен өсімдік жамылғысына қарағанда біршама баяу қалыптасады. Процестердің толық қайтымдылығы байқалмайды. Микробиологиялық белсенділіктің аса күшті өріс алуы мұнайдың биодеградациялануының екінші кезеңінде жүреді. Барлық микроорганизмдердің сандық мөлшері бақылаулық мөлшерге дейін төмендегенде мұнайды ыдыратушы микроорганизмдердің саны көп жылдар бойы жүргізілген бақылаумен салыстырғанда аномальды жоғары болып қалады. Өсімдіктердің өсуінің қалыпты жағдайларының қалпына келуі

ластанудың бастапқы деңгейіне байланысты. Аса жоғары бастапқы салмақтың өзінде де мұнайдың үдемелі биодеградалу процесіне қарамастан өсімдіктердің қалыпты өсуі қалыптаспайды.

Сонымен мұнаймен ластанған экожүйенің өздігінен қалпына келу механизмі едәір күрделі. Бұл механизмді басқару үшін экожүйенің метастабильдік жағдайының әлі де болса мүмкін болатын өздігінен қалпына келу шекарасын анықтау қажет. Сонымен қатар экожүйені осы шекараға қайтарудың тиімді әдістерін іздестірудің маңызы айтарлықтай. Осы мәселені шешу мұнаймен ластанған топырақ экожүйесін рекультивациялаудың оңтайлы жолдарын анықтауға көместеседі.

Қазіргі таңда мұнаймен ластанған топырақтарды рекультивациялау жеткілікті дәрежеде ғылыми негізделген түрде жүргізілуде. Топыраққа төгілген мұнайдың зардаптарын жою жолдары топырақтың құнарлы қабатын қайтымсыз өзгерістерге душар етеді. Мысалы, мұнайды жағу, ластанған жерлерді грунттармен төсеу, ластанған топырақтарды үйінділерге жинау. «Рекультивациялаудың» мұндай әдістері мүлдем тиімсіз. Механикалық және физикалық әдістер мұнай мен мұнай өнімдерін топырақтан толық аластата алмайды. Себебі мұнайдың топырақтағы табиғи ыдырауы биохимиялық процес. Мұнда топырақ микроорганизмдерінің функционалды белсендік кешенінің шешуі маңызы бар. Себебі олар мұнай мен мұнай өнімдерін көмір тотығы мен суға дейін толық минералдайды. Ал көмірсутектерін ыдыратушы микроорганизмдер топырақ биоценозының тұрақты компонентті. Сондықтан олардың катаболикалық белсенділігін мұнаймен ластанған топырақтарды қалпына келтіру үшін қолданады.

Мұнаймен ластанған топырақтарды микроорганизмдермен тазарту негізінде екі жолмен жүргізіледі: 1) ортаның физикалы-химиялық жағдайларын өзгерту жолдарымен топырақтың табиғи микрофлораларының катаболикалық белсенділігін көтеру (бұл мақсат үшін белгілі агротехникалық тәсілдер қолданылады); 2) ластанған топырақтарға арнайы таңдап алынған белсенді мұнай ыдыратушы микроорганизмдерді ендіру. Келтірілген әдістер бірқатар ерекшеліктерімен сипатталады.. Оларды іс жүзіне ендіру техникалық және экологиялық қиындықтарға душар етеді. Агротехникалық амалдардың көмегімен табиғи микробиоценоздің құрамына кіретін көміртексутектерін ыдыратушы микроорганизмдердің катаболикалық белсенділігін көтеру жолымен оңтайлы жағдай тудырғанда мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын тездетуге болады.

Көмірсутектерінің ыдырауын шектеуші негізгі факторлардың бірі ластанған топырақтардың газға режімі болып табылады. Мұнаймен ластанған топырақтың газ алмасуын нашарлатып тотықсыздану процесінің күшеюіне жағдай туғызады. Микроорганизмдердің көмірсутектерін ыдыратуы үшін молекулалық оттегі қажет, ал анаэробты жағдайда ыдырату процесі тым нашарлап кетеді. Сонымен мұнайдың көмірсутектерін ыдыратушы жүзден астам бактериялар мен микроскоптық саңырауқұлақтардың, дрожжалардың ішінде тек біреуі ғана анаэробтарға жатады. [1]. Топырақтың азотиясын жақсартатын топырақ өңдеу тәсілдері көмірсутектерін ыдыратушы микроорганизмдердің белсенділігін арттырып тотықтыру процесін күшейтеді. Топырақтағы мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырауын жиі-жиі жыртып қопсыту және дискілеу арқылы күшейтуге болады [2, 3]. Топырақты өңдеу мұнаймен ластанған топырақтардың өздігінен тазалануын реттеуші қуатты фактор болып табылады. Ол микробиологиялық және ферментативтік белсенділігін арттырады. Сонымен топырақты өңдеудің нәтижесінде жақсартылған агрофизикалық қасиеттеріне ие қуатты биологиялық белсенді қабат түзіледі. Топырақта оңтайлы су, газғауалық және жылу режимдері пайда болады. Микроорганизмдердің саны өсіп олардың белсенділігі артады, биохимиялық процестердің энергиясы өсе түседі.

Топырақтың биогендік элементтер – азот, фосфор және калиймен қамтамасыз етілуі мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырау қарқындылығының артуының маңызды факторы. Биогенді элементтерді енгізгенде топырақтағы микроорганизмдер саны екі есеге дейін өседі. Сонымен қатар C:N қатынастары айтарлықтай өзгереді. Бактерияның толық қанды өсуі үшін көміртегінің он бөлігіне азоттың бір бөлігі сәйкес келуі керек. Егер осы қатынастың арасы арта түссе, көмірсутектерінің ыдырауы бәсеңдей береді. Ластанған топырақтарда C:N қатынасы 400...420 дейін көтерілуі мүмкін [4]. Ластанған топырақтарда жылжымалы фосфор мен калийдің мөлшері төмендейді [5]. Жетіспеген биогендік элементтерді топыраққа минералдық тыңайтқыштарды енгізу арқылы толықтыруға болады. Минералдық элементтерге деген қажеттілік әртүрлі топырақтарда әралуан болады. Бірақ барлық жағдай да минералдық тыңайтқыштар түрінде енгізілген биогендік элементтер топырақтағы көмірсутектерінің ыдырауына себепші болады [6, 7].

Мұнай мен мұнай өнімдерінің микробиологиялық ыдырауын анықтаушы маңызды факторлардың бірі – температура. Топырақтың оңтайлы температурасы 20...37 °C арасында орын алады. Аридтік зонадағы орналасқан топырақтардың мұнайдан өздігінен тазалану қарқыны гумидтік зонадағыға

қарағанда айтарлықтай жоғары болады. Топырақтың ылғалдылығын сақтау негізгі агротехникалық тәсілдің бірі болып саналады. Қолайлы су режимін топырақты суару арқылы ұстап тұрады. Мұнаймен ластанған топырақтарға тарамдалған тамыр жүйелері бар люцерна және басқа да бұршақ тұқымдас өсімдіктерді егу көмірсутектертерінің ыдырауын тездетеді [8, 9]. Көпжылдық өсімдіктер өздерінің дамыған тамыр жүйесімен ластанған топырақтардың газғауа режимін жақсатады. Өздерінің тамыр жүйесімен азот және биологиялық белсенді қосылыстармен байытады. Бұл өз кезегінде микроорганизмдердің мұнай мен мұнай өнімдерін ыдыратуын тездетеді. Сонымен өсімдіктердің өзі де әртүрлі кластағы мұнай көмірсутектерін ыдыратады [10].

Микробтық клетканың көмірсутекті субстратпен, оттегімен және қоректік заттармен байланысын жақсарту үшін беттік – активті заттарды қолданады [11, 12]. Эмульгаторларды қолдану тиімділігі олардың химиялық табиғатына байланысты [13]. Әлбетте, мұнда беттік – активті заттардың өздігінен ыдырауы биосфераның қосымша ластану көзі болуы мүмкін. Бұдан сақ болу керек. Мысалы, АҚШ-та мұнайдан тазарту үшін әртүрлі химиялық заттарды қолдану сертификатсыз жүргізілмейді.

Агротехникалық тәсілдерді қолдана отырып, көп жағдайларда ортаның физика – химиялық қасиеттерін өзгерте отырып, мұнай мен мұнай өнімдерінің ыдырауын тездетуге болады. Топырақтардағы көмірсутектерінің ыдырауы көп факторларға байланысты, сондықтан әрбір нақтылы жағдайға нақты агрохимиялық шаралар жасау қажет. Бұл шараларды ортаның физика – химиялық жағдайларына байланысты микробиологиялық, биохимиялық және агротехникалық кешендер негізінде жүргізу керек. Шет елдердегі және ТМД елдерінде жүргізілген мұнаймен ластанған топырақтарды рекультивациялау жұмыстары қарама – қайшы нәтижелер беруде: әдетте сол бір белгілі шаралар әралуан жағдайларда әртүрлі эффект береді. Ал мелиоранттар олардың ұзақ мерзімде әсер ететін салдары есепке алынбай тандап алынады.

Сонымен мұнаймен ластанған экожүйені қалпына келтіру концепциясына сай және эксперименталдық материалдардың нәтижелеріне сүйене отырып топырақтың өздігінен тазалану принциптерін жасауға болады. Рекультивация шараларын жүргізу топырақ экожүйесіндегі мұнайдың биогеохимиялық трансформациялануының сатылығына тығыз байланысты.

Оның бірінші кезеңі аса уытты геохимиялық жағдайға, яғни биоценоздың максималды ингибирленуіне сәйкес келеді. Осы кезеңде дайындық шараларын жүргізу орынды: аэрациялау, ылғалдандыру, ластанудың таралуын тоқтату. Бұл шаралардың мақсаты –

микробиологиялық процестерді күшейту, сонымен қатар мұнайдың фотохимиялық және физикалық ыдырауын тездетіп, олардың топырақтағы концентрациясын төмендету болып табылады. Осы кезеңде топырақ экожүйесінің өзгеру шегі бағаланады. Бірінші кезеңнің ұзақтылығы әр зонада әртүрлі болады. Мысалы, аридтік зонада ол бір жыл шамасындай.

Екінші кезеңде мұнайдың биодеградациялану процесін күшейтіп және топырақтың агрофизикалық қасиеттерін жақсарту үшін, сонымен қатар топырақтың қалдық фитотоксикалығын бағалау мақсатында ластанған учаскелерде дақылдардың сынамалы нұсқалары себіледі. Осы кезеңде топырақтың су режимі мен қышқылды – сілтілі жағдайларын реттеу жұмыстары жүргізіледі. Қажетті жағдайда тұзсыздандыру шаралары өткізіледі. Үшінші кезеңде табиғи өсімдіктердің биоценозы қалыптасады, мәдени фитоценоздар пайда болады, көпжылдық өсімдіктерді себу іс жүзіне асырылады.

Рекультивациялау процестерінің жалпы ұзақтығы табиғатты – климаттық жағдайлар мен ластанудың сипатына байланысты. Бұл процестер далалық, орманды – далалық, субтропикалық аудандарда аса тезірек өтеді. Солтүстік аудандарда бұл процестер ұзақ мерзімге созылады. Әралуан табиғат зоналарында рекультивациялау кезеңдері жобамен 2-ден 5 жыл аралығында өтеді. Мұнайға әртүрлі мелиоранттарды, соның ішінде мұнайды ыдырату процестерін тездететін минералдық және органикалық тыңайтқыштарды енгізудің маңызы ерекше.

Мак Жилдің жұмыстарында мұнаймен ластанған топырақтарда микроорганизмдер мен өсімдіктер арасындағы азот үшін бәсекелестік мәселелері талқыланады [14]. Бірқатар авторлар топыраққа азот және басқа да минералдардың және органикалық тыңайтқыштарды енгізуді ұсынады. Осы айтылған тыңайтқыштарды әртүрлі қоспалармен енгізу микроорганизмдердің мұнайды ыдыратуын тездетеді. Бірақта осы жерде айта кететін бір жайт, енгізілген мелиоранттар негізінде бірінші жылы ғана оң нәтижелер берген. Сондықтан табиғат жағдайларын ескере отырып әртүрлі типтегі топырақтар мен мұнайларға көпжылдық зерттеулер жүргізіу қажет. Әзірше мелиоранттарды тек екінші және үшінші жылдарда енгізу ұсынылады. Мұнай компоненттерін ыдыратуды күшейту үшін микроорганизмдердің штаммдарын қолдану әлі де толық анықталмаған. Олардың нәтижелерін алдын – ала болжау мүмкін емес.

Өздерінің қоректенуінің негігі энергетикалық көзі ретінде мұнай мен мұнай өнімдерін пайдаланатын микроорганизмдердің қазіргі таңдағы зерттеліну жағдайына көз жіберсек, мұнаймен ластанған топырақтарды

тазартудың теориялық мүмкіндіктерінің зор екендігін көреміз. Әлбетте, мұнай мен мұнай өнімдерінің әртүрлі құрамда болуы, мұнайды ыдырататын микроорганизмдердің әралуан типтерінің қатысуына алып келеді. Нәтижесінде көпсатылы биохимиялық процестер туылып, оны реттеуде күрделі қиындықтар пайда болады. Микробиологиялық әдістерді пайдаланғанда топыраққа енгізілген популяциялар мен ондағы табиғи микрофлоралар арасында күрделі проблемалар пайда болады.

Қазіргі таңда техникалық құрал саймандар мен тәсілдердің жетілмегендігі және топырақ жағдайларындағы көп факторлы кешен субстрат – микробиоценоз – қоршаған орта – метаболизм өнімдері арасындағы үзіліссіз бақылау әдістерінің болмауы көп қиындықтарға душар етеді. Осы процестерге қатысушы факторлар өздерінің шектен тыс тұрақсыздығымен және өзгергіштігімен сипатталады. Әрине, мұндай жүйені моделдеу бірден – бір қиын мәселелердің қатарына жатады. Бұл мәселені таза эмперикалық жолмен шешу өте қиын, себебі тәжірибе нұсқалары іс жүзінде шексіз. Сондықтан биогеохимия және ластанған топырақтардың экологиясы саласында, кешенді зерттеулер жүргізу қажет. Мұнаймен ластанған топырақ экожүйесін қалпына келтіру күрделі әрі ұзаққа созылатын процес. Бұл қатаң ғылыми негіздерге сүйенеді. Жерді қалпына келтірудің жалпы заңдылықтарын білу, осы заңдылықтарды нақты табиғат және экожүйе жағдайларына байланысты қолдану жолдарын табу – биосфера үшін жалпы алғанда үлкен маңызы бар.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алиев С.А., Гаджиев Д.А. Влияние загрязнения нефтяным органическими веществам на активность биологических процессов почв // Изв. АН Аз. ССР. Сер. Биол. Наук, 1977. №2. С. 46-49.
2. Андерсон Р.К., Пропадуца Л.А. Изучение факторов, влияющих на биоразложение нефти в почве // Коррозия и защита в нефтегазодобывающей промышленности. – М., 1979. №5. С. 30-32.
3. Мукатанов А.Х., Ривкин П.Р. Влияние нефти на свойства почв // Нефть. Хоз – во 1980. N4. с. 53-54.
4. Самосова С.М., Фильченкова В.И., Губайдуллина Т.С. Микрофлора почв засоленных нефтепромысловыми сточными водами и влияние на неё некоторых агротехнических приемов // Материалы Всесоюз. совещ. «Формирование животного и микробного населения агроценозов» Пушино. – М.: Наука 1982 а. С. 144 – 145.

5. Сапаров А.С., Досбергенов С.Н., Асанбаев И.К., Кокажаева А.Б. Трансформация почв в условиях нефтехимического загрязнения на серо – бурых почвах Мангышлака // Материалы междунаро. научно – практич. конф. посвященной 100 – летию У.У. Успанова. – Алматы, Тетис, 2006. с.191-193.
6. Угрехалидзе Д.Ш. Метаболизм экзогенных алканов и ароматических углеводородов в растениях. – Тбилиси: Мецниереба, 1976. 223 с.
7. Ellia R., Adams R.S. Contamination of soils by petroleum hydrocarbons // Adv. Agron. 1961. Vol. 13. P. 97.
8. McGill W.W. Soil restoration following oil spill – a review // J. Canad. Petrol. Technol. 1977. Vol. 16. N2. P. 60-67.
9. Mitchel W.W., Lounachen T.E., Mikendrick J.D. Effects of tillage and fertilization on persistence of crude oil contamination in an Alaskan soil // J. Environ. Quality. 1979. Vol.8. P. 525-532.
10. Odu. C.T.I. Fermentation characteristics reactions of organism isolated from oil polluted soils // Environ. Pollut. 1978. Vol. 15. P. 271 – 276.
11. Odu. C.T.I. Oil degradation and microbiological change in soils deliberately contaminated with petroleum hydrocarbons // Inat. Petrol. [Techn. Pap.]. 1977. N5. P.1-11.
12. Riviere I., Gatellier C. Evolution de la macroflore d'hydrocarbures // Ann. Argon. 1976. Vol. 27. N1. P. 85-99.
13. Robichaux T.J., Myrick N.N. Chemical enhance of the biodegradation of crude oil pollutant // J. Petrol. Techno: 1972. Vol. 24/ P. 16.
14. Staff C.P. Mutant bacteria decontaminates spilled crude of site // Chem. Process. (US). 1982. Vol. 45/ N14. P. 96.

Ө.О. Оспанов атындағы Топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институты

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЕЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Канд. биол. наук С.Н. Досбергенов

*Рассматриваются механические, физико-химические,
химические и биологические способы очистки нефтезагрязненных почв.*