

**ГАРЧИГ  
РЕФЕРАТ**

Судалгааны ажлын зорилго .....	3
Судалгааны объект .....	3
Судалгааны арга.....	3
Судалгааны үр дүн.....	4
Судалгааны ажлын шинэлэг тал, практик ач холбогдол.....	6
Дүгнэлт.....	7
Товчилсон үгийн жагсаалт .....	10

**I БҮЛЭГ. ХЭВЛЭЛИЙН ТОЙМ**

I.1. Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний найрлага, шинж чанар .....	11
I.2. Хөрсөнд нефтийн бохирдлын нөлөөлөх байдлын норм, норматив үнэлгээ .....	15
I.3. Нефтийн бохирдолтой хөрсийг цэвэрлэх аргууд .....	18

**II БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ**

II.1 Толгойтын нефть бааз /петровис трейдинг ххк .....	24
II.2 Зүүнбаянгийн нефтийн ордын бохирдолтой талбай .....	27
II.3 Дархан –Ойн бирж шатахуун түгээх станц .....	28

**III БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН**

III.1. Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлын хэмжээг тогтоож, үнэлгээ өгөх .....	29
III.1.1. Толгойтын нефть баазын хөрсний бохирдлын түвшин .....	29
III.1.2. Зүүнбаянгийн нефтийн орд газрын хөрсний бохирдлын түвшин .....	31
III.1.3. Ойн бирж штс-ын хөрсний бохирдлын түвшин .....	39
III.1.4 Дүгнэлт .....	42
III.2. Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлыг бууруулах судалгаа .....	43
III.2.1. Толгойтын нефть баазын нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах судалгаа .....	43
III.2.2. Зүүнбаянгийн нефтиэр бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах судалгаа .....	45
III.2.3. Цагаан-элсний нефтийн ордын нефть болон нефтийн хаягдалаар /шлам/ бохирдсон хөрсийг физик-химийн болон микробиологийн аргаар цэвэрлэх .....	50
III.2.4. Багсармал бордоог ашиглан хөрсний нефтийн бохирдлыг бууруулах туршилт .....	61

III.2.5. Нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх талбайн туршилт .....	64
<b>IV БҮЛЭГ.ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ</b>	
IV.1. Хөрсний шинжилгээний аргууд .....	69
IV.2. Хөрсний микробиологийн шинжилгээний аргууд .....	69
IV.3. Хөрсөн дэх нефтийн биоадралын процесс .....	70
IV.4. Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний найрлагыг судлах .....	70
ДҮГНЭЛТ .....	71
АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ .....	73
Хавсралт .....	76

**РЕФЕРАТ**  
**“НЕФТЬ, НЕФТИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮНЭЭР БОХИРДСОН ГАЗРЫГ БАЙГАЛЬ**  
**ОРЧИНД ЭЭЛТЭЙ АРГААР ЦЭВЭРЛЭХ, НӨХӨН**  
**СЭРГЭЭХ ТЕХНОЛОГИ”**

**СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛГО**

Нефтийн зарим орд газрууд, уул уурхайн томоохон компаниуд байршсан газрын нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшинг тогтоох, үнэлгээ өгөх, мөн хөрсний микрофлорыг судлан тогтоож, давамгайлж байгаа микроорганизмын бүрэлдэхүүнийг шинжлэх, ангилал зүйг тогтоох, мөн ялган цэвэрлэсэн микроорганизмыг нефть олборлох, нефть болон нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон орчныг цэвэрлэх, нөхөн сэргээхэд ашиглах арга, технологийг судлан тогтооход оршино.

**СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ**

Улаанбаатар хотын баруун хэсэгт байрлах хуучин Толгойтын нефть баазын хашаан дахь нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон талбай, Дорноговь аймагт орших Зүүнбаянгийн нефтийн орд газрын бохирдолтой талбай, мөн Дархан-Уул аймгийн нутаг дэвсгэр дээр орших Ойн бирж шатахуун түгээх станцын ойр орчмын талбайг тус тус судалгаанд ашиглав.

**СУДАЛГААНЫ АРГА**

Судалгааны дээж авах, аналитик дээж бэлтгэх, хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн агуулгыг тодорхойлоход уламжлалт болон стандарт аргуудыг ашиглав [1].

Хөрсний микроорганизмын тоо хэмжээг тодорхойлох, микроб өсгөвөрлөх, микроорганизмын өсгөвөрүүдтэй ажиллах, устгал хийх зэргийг микробиологийн стандарт арга зүйн дагуу явуулав [2].

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний микроорганизмын тоо хэмжээний динамикийг хөрсний үржил шимийг нэмэгдүүлж, нефтийн бохирдлоос хөрсийг цэвэрлэхэд оролцдог микроорганизмын үндсэн гурван бүлгээр судлагаа явуулав. Үүний тулд хөрсний дээжний усан хандыг органик азот ашигладаг микрофлор тодорхойлохын тулд МПА дээр, минерал азот ашигладаг микроорганизмыг цардуул-аммиакийн агар дээр, мөөгөнцөр болон хөрөнгөн эсийг Чапекийн орчин дээр өсгөвөрлөн тус тус судалгааг явуулав [3]. Ялгасан өсгөврийн төрлийг Берги, Красильниковын тодорхойлогчийг ашиглан тогтоов [4]. Өсгөврүүдийн зүйл ангийг ОХУ-ын ШУА-ийн Сибирийн салбарын Цитологи, генетикийн хүрээлэн дээр тогтоолгов.

Хөрсөн дэх нефтийн биоадралын процессыг лабораторийн нөхцөлд туршив. Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчдийн агуулгыг био нэмэлтүүдийн тусламжтайгаар бууруулах туршилтуудыг янз бүрийн нөхцөл дор биореакторт болон гадаа талбайд явууж бохирдлыг хэмжээг стандарт арга зүйн дагуу тодорхойлов.

Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний найрлагыг орчин үеийн физик-химийн аргуудын тусламжтайгаар тогтоов. Хөрсөн дэх нефтийн функциональ бүлгийн шинжилгээг спектрийн  $400-4000\text{ см}^{-1}$  мужид Фурье NIKOLET 5700 (FT-IR) (Thermo Electron, США) маркийн багажаар судлав. Функциональ бүлгүүдийн өөрчлөлтийг спектрийн коэффициентүүдийг ашиглаж тооцоолов. Мөн хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн найрлагыг хроматомасс-спектрийн аргаар судлан тогтоов.

## СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хэд хэдэн талбайн газар нутгийн тандалт болон лабораторийн шинжилгээний үр дүнд үндэслэн бохирдлын хэмжээг тодорхойлж үнэлгээ өгөв.

Улаанбаатар хотын баруун хэсэгт орших Толгойтын нефть баазын хашаан дах хөрсний дээжүүдэд хийсэн судалгаагаар нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга талбайн янз бүрийн байршилд харилцан адилгүй хэмжээтэй байна. Хамгийн их нефть бүтээгдэхүүний бохирдолтой нь вагон төмөр замын ойр орчимд  $28986\text{ мг/кг}$  буюу  $2.9\%$ -ийн бохирдолтой, тос буулгах болон савлах байгууламжуудын ойр орчмын газруудад бохирдлын түвшин  $16612\text{ мг/кг}$  хүртэл буюу  $1.6\%$ -ийн бохирдолтой байна. Харин нефтийн бүтээгдэхүүнийг агуулах зориулалтын  $1000\text{ м}^3$  багтаамжтай босоо савны ойролцоох газруудаас авсан дээжүүдийн бохирдлын хэмжээ харьцангуй бага ( $<1000\text{ мг/кг}$ ) байгаа нь талбайн энэ хэсэгт нефть бүтээгдэхүүний асгаралт, алдагдал харьцангуй бага, зориулалтын танк савнуудын битүүмжлэл сайтай байгааг илтгэж байв. Мөн бохирдлын тархалтыг гүнээс хамааруулан харахад гадаргын хөрсний буюу  $0-5$  сантиметрийн гүнээс авсан дээж дэх нефть бүтээгдэхүүний агуулга  $5-20$  сантиметрийн гүнээс авсныхаас их байгаа нь нефтийн бүтээгдэхүүний тархалт газрын гүн рүү их тархаагүйг харуулж байна. Тухайн объектод явуулсан судалгааны дүнд бохирдсон газрын байршлын зураглалыг хийлээ.

Судалгааны объект болох Дорноговь аймгийн Сайншанд сумаас  $50\text{ км}$  зайд орших Зүүнбаянгийн нефтийн орд газрын талбайд явуулсан судалгаагаар газар нутгийн ихэнх хэсэг түүхий тосоор нилээдгүй бохирдсон болох нь тогтоогдов. Хуучин ажиллаж байсан нефть боловсруулах үйлдвэрийн үлдэц, нефть дамжуулах хоолойн эвдрэл гэмтэл, үйлдвэрээс гарч байсан хаягдалаар үүссэн нуур, одоо явуулж буй зохисгүй хайгуул олборлолт, усгүйжүүлснээс үлдэх хаягдал нуур зэргээс тухайн нутаг орон маш их хэмжээгээр түүхий тосны бохирдолтонд өртөж байна. Бохирдлын түвшин  $23800-95600\text{ мг/кг}$  буюу  $2.3-10\%$ -д хүрч байна. Бохирдолтой хөрсний дээжүүдэд нарийвчилсан шинжилгээг явуулж тэдгээрт агуулагдах полиароматик нүүрсустөрөгчдийн (ПАН) найрлагыг судлан тогтоов. Судалгааны дүнгээс харахад хөрсөнд хорт хавдар үүсгэгчдийн төлөөллүүдийг оролцуулаад өргөн хүрээний ПАН-ын бохирдол бага зэрэг илэрсэн. Газрын тосны хуучин хатсан хуучин хаягдал лагийн дээжинд бензопирений концентраци Монгол улсын болон Голланд, Чех улсын үйлдвэрийн бүсийн хөрсний бохирдлын шалгуур үзүүлэлтээс их байгаа юм. Мөн түүнчлэн ШУА-ийн Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн судлаачидтай хамтран Георадарын тандалтын хэмжилтийг нефтийн хаягдал бүхий талбай дээр явуулахад газрын гадаргаас  $90\text{ см}$  хүртэл гүнд түүхий тосны олон үелсэн давхрага буюу хуримтлал маш тод үелэн харагдаж байгааг илрүүлэв.

Судалгааны 3 дахь объект болох Дархан хотод байрлах “Ойн бирж” Нефтийн зарим орд газрууд, уул уурхайн томоохон компаниуд байршсан газрын нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшинг тогтоох, үнэлгээ өгөх, мөн хөрсний микрофлорыг судлан тогтоож, давамгайлж байгаа микроорганизмын бүрэлдэхүүнийг шинжлэх, ангилал зүйг тогтоох, мөн ялган цэвэрлэсэн микроорганизмыг нефть олборлох, нефть болон нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон орчныг цэвэрлэх, нөхөн сэргээхэд ашиглах арга, технологийг судлан тогтооход оршино.

Нефтийн зарим орд газрууд, уул уурхайн томоохон компаниуд байршсан газрын нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшинг тогтоох, үнэлгээ өгөх, мөн хөрсний микрофлорыг судлан тогтоож, давамгайлж байгаа микроорганизмын бүрэлдэхүүнийг шинжлэх, ангилал зүйг тогтоох, мөн ялган цэвэрлэсэн микроорганизмыг нефть олборлох, нефть болон нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон орчныг цэвэрлэх, нөхөн сэргээхэд ашиглах арга, технологийг судлан тогтооход оршино.

ШТС-ын талбайд хийсэн судалгаагаар ойр орчмын талбайн хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга 268 мг/кг буюу 0.027 % байгаа нь бохирдлын түвшин бага, бохирдолгүй гэж үзэж болохоор байгаа юм. Бохирдсон байж болох дээжүүдэд нарийвчилсан шинжилгээг хийхэд бараг бүх дээжийн хувьд ПАН-ийн агуулга багажны илрүүлэх хязгаараас бага байгаа нь энэ төрлийн бохирдуулагч тухайн хөрсөнд байхгүй болохыг илтгэж байна. Хэдий зарим дээжийн хувьд Монгол улсын MNS 5850-2008 стандартад заагдсан хэмжээнээс давж байгаа ч энэ нь бусад улсын стандарт үзүүлэлтээс бага байгаа юм. 73 мг/кг буюу 73 ppm агуулга нь хөрсөнд байж болох нийт нүүрсустөрөгчдийн агуулга бөгөөд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдолгүй, цэвэр хөрсөнд байж болох үзүүлэлт юм.

Толгойтын нефть баазын бохирдолтой хөрсөн дээр биосубстратуудын оролцоотой явуулсан судалгааны дүнгээс харахад шувууны сангастай явуулсан дээжинд 30 дахь хоногтоо нефтийн агуулга 5124 мг/кг-аас 2486,15 мг/кг болтол буурч байгаа нь бусад туршилтуудаас илүү үр дүнтэй байв. Биоисэлдэлтийн процессын дараахь бүх туршилтуудад ароматжилтын коэффициент буурч байсан нь бохирдсон хөрсөнд агуулагдах урт гинжин хэлхээ бүхий n-алканы нүүрсустөрөгчид задралд орж байгааг илтгэх ба ялангуяа микробын суспенз болон бууцны нэмэлтэй явуулсан судалгааны дүнгүүд нь алкануудын задрал хамгийн ихтэй болохыг үзүүлж байна.  $A_2$  –коэффициент нь хяналттай харьцуулахад ихэсч байгаа нь нефтийн цагирагт нэгдлүүдийн биологийн задралтай холбоотой байна. Харин  $A_3$  коэффициентын утга хяналттай харьцуулбал бараг 2 дахин буурч байгааг парафины эгнээний нүүрсустөрөгчдийн  $CH_2$  бүлгүүд нь  $CH_3$  бүлэгтэй харьцуулахад биозадралын процесст нэлээд өртсөн болохыг үзүүлж байна.

Зүүнбаянгийн нефтиэр 5%, 10%, 15%-ийн бохирдолтой хөрсний дээжүүдийн бохирдлыг бууруулах туршилтын 2-3 сарын хугацаанд 50000 мг/кг бохирдолтой хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн хэмжээ 30 хоногийн дараа 39400 мг/кг., 90 хоногийн дараа 34500 мг/кг буюу бохирдлын түвшин 31,0 хувиар буурсан байна. Сангастай явуулсан туршилтын дүнд 35300 мг/кг, бууцтай 32600 мг/кг буюу харгалзан 29,4 ба 34,8%-иар буурсан үзүүлэлт гарчээ. Био субстратгүй явуулсан 5%-ийн бохирдолтой хөрсөн дэх нүүрсустөрөгчид задрах процесс 10, 15 хувийн бохирдолтой хөрсөнд явагдаж байгаа процессоос илүү идэвхитэй, бохирдлын түвшний бууралт харьцангуй их хувьтай байна. 60 хоногийн дараах дүнгээр 5%-ийн бохирдол 19.8 хувиар, 10%-ийн бохирдол 14.3 хувиар, 15%-ийн бохирдол 16.9 хувиар буурч байгаа нь хөрсөн дэх органик

бохирдуулагчийн агуулга ихсэх тусам хөрсний ус шингээх чадвар эрс муудаж, нефтэнд агуулагдах нүүрстөрөгчийн агууламжаас болж азот нүүрстөрөгчийн харьцаа алдагдан түүний бүтэц өөрчлөгдөж, урвал явагдах тохиромжтой нөхцөл бүрдэхгүй байгаатай холбоотой юм.

5%-ийн бохирдолтой хөрсний бохирдлыг байгалийн биосубстратуудын тусламжтайгаар 37% хүртэл бууруулах боломжтой ба бохирдлын түвшин ихсэх тусам (10, 15%) бохирдлын бууралт 25%-иас хэтрэхгүй байв.

Цагаан-Элсний нефтийн орд газраас авсан нефть болон нефтийн хаягдлаар /шлам/ бохирдсон хөрсөнд *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Methylococcus* төрлийн микроорганизмууд давамгайлж байсан ба биозадралын процессыг эдгээр микроорганизмуудын оролцоотойгоор 10 ба 30 хоногийн турш явуулахад 30 хоногийн туршилтын дараах бохирдсон хөрсөн дэх нефтийн шламд – 56%, хөрсөнд -35%-иар буурсан дүн ажиглагдав.

Хийн хроматографи-масс спектрийн шинжилгээний дүнгээр хөрсний микрофлорыг идэвхжүүлэхэд бохирдуулагчийн найрлага дахь ароматик болон n-алканы эгнээний нүүрсустөрөгчид хувиралд илүү өртдөг болохыг харуулав. Нефтийн бохирдолтой хөрсний биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараа алканы эгнээний НУ 63%-иар, нафтены НУ 46%-иар, ароматик НУ 67%-иар тус тус буурч байв.

Харин хаягдал шлам дээжний биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараа n-алканууд 77%-иар, нафтены НУ 69%, ароматик НУ 72%-иар тус тус буурсан дүн гарч байна. Хаягдал шлам дээжинд агуулагдах нүүрсустөрөгчид биоисэлдэлтийн процесст илүү түлхүү орж байгаа нь судалгааны дүнгээс ажиглагдаж байна.

## **СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ШИНЭЛЭГ ТАЛ, ПРАКТИК**

### **АЧ ХОЛБОГДОЛ**

Нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын зэргийг тухайн бүс нутгийн хөрс ба нефть бүтээгдэхүүний төрөл, шинж чанар, концентраци, цаг уурын нөхцлөөс хамааруулан тогтоосон нь цаашид тухайн газар нутгийг сэргээх, хөрсийг цэвэршүүлэх, ямар арга технологийг хэрэглэж болох талаар дүгнэлт гаргахад уг судалгааны ажлын давуу тал оршино.

Гадаад орнуудад хөрсөн дэх нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдолтын түвшинг тогтоосон үнэлгээ янз бүр байдаг. Харин манай оронд хөрсөн дэх органик бохирдлын түвшинг тогтоосон стандарт үнэлгээ гэж байдаггүй. Бидний судалгааны явцад Монгол улсад мөрдөгдөж байгаа үндэсний стандарт болох MNS 5850-2008 стандартад газрын тосны зөвшөөрөгдөх дээд хязгаарыг 2 мг/кг гэж хатуу зааж өгснийг илрүүлснээр уг стандартыг даруй өөрчлөх нь зүйтэй юм гэж үзсэн нь судалгааны ажлын ач холбогдол юм.

Судалгааны ажлын үр дүнгээр нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшинг тогтоох, үнэлгээ өгөх арга аргачилал, стандарт, материаллаг бааз, чадавхийг анх удаа монголд бий болгож байгаа нь төслийн шинэлэг бөгөөд дэвшилттэй тал юм.

Нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлыг тогтоох Монгол улсын стандарт батлуулсан нь энэ төрлийн судалгаа шинжилгээ хийдэг байгууллагуудад практик ач холбогдол бүхий баримт материал болж өгч байна.

Нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх тухайн газар нутагт тохиромжтой микробиологийн арга, аргачилалыг боловсруулж, цааш хөрсийг нөхөн сэргээх зөвлөмж, технологийг ШУА-ийн ХХТХ-ийн эрдмийн зөвлөлийн хурлаар хэлэлцүүлж батлуулахаар бэлтгээд байна.

Манай оронд уул уурхайн хайгуул, олборлолтын үйл ажиллагаа эрчимжиж байгаатай холбоотойгоор биднийг хүрээлэн байгаа байгаль орчин маш ихээр бохирдож байна. Иймээс байгаль орчинд ээлтэй нөхөн сэргээх арга, технологийг боловсруулж, байгалийн унаган төрхөө хадгалж үлдэх асуудал улс эх орны хувьд нийгмийн болон эдийн засгийн асар их ач холбогдолтой юм.

## ДҮГНЭЛТ

*Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын судалгаагаар дараах дүгнэлтэнд хүрэв. Үүнд:*

1. Толгойтын нефть баазын хөрсний дээжүүдэд хийсэн судалгаагаар нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдлын хэмжээ талбайн байршлаас хамааран янз бүрийн түвшинд байна. Нефть бүтээгдэхүүн хадгалах зориулалттай босоо савнуудын ойролцоох талбайн хөрсөн дэх нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга ихдээ 1000 мг/кг байгаа нь тухайн хөрс бохирдолгүй байгааг илтгэж байна. Харин вагон депо, тос буулгах, савлах байгууламжуудын ойролцоох талбайд нефть бүтээгдэхүүний агуулга ~29000 мг/кг байгаа нь Монгол улс болон бусад улс орнуудад мөрдөгдөж буй стандарт үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад бохирдлын хэмжээ бага байгааг судлан тогтоов. Олон улсын жишигт нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдол 50000 мг/кг-аас бага үед хөрсний өөрийнх нь ашигтай микрофлорын тусламжтайгаар өөрөө өөрийгөө цэвэршүүлдэг гэж үздэг бөгөөд шаардлагатай бол техникийн нөхөн сэргээлт хийдэг. Иймээс зарим бохирдол бүхий талбайн өнгөн хөрсийг хуулж үржил шимтэй хөрсөөр хучилт хийх замаар бохирдлыг бууруулах боломжтой юм.
2. Зүүнбаянгийн нефтийн орд газарт явуулсан судалгаагаар хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлын түвшин маш өндөр 23800-95600 мг/кг буюу 2.4-10%-д хүрч байгаа нь Монгол (MNS 5850-2008), Чех, Голланд, ОХУ-ын стандартуудын хязгаар үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад их хэмжээтэй байна. Мөн түүнчлэн ПАН-ын бохирдол бага зэрэг илэрсэн нь, ялангуяа хорт хавдар үүсгэгч бензопирений хэмжээ (зарим дээжинд) Монгол улсын болон Голланд, Чех улсын үйлдвэрийн бүсийн хөрсний бохирдлын шалгуур үзүүлэлтээс их байгаа нь байгальд учирч болзошгүй эрсдэл буюу өргөн уудам газар нутаг бүхий хүрээлэн буй орчинд учрах хор нөлөө онц ноцтой байна гэж үзэж байна. Газрын тосны бохирдлын тархалт тоосонцрын ширхэгүүдээр салхиар зөөгдөх магадлал маш бага. Харин борооны ус болон чулуулагийн орчноор дамжин тархаж газрын гүний усны чанарт аюул учруулах эрсдэлтэй байна. Иймээс тухайн бохирдолтой талбайг цэвэрлэж бохирдлыг бууруулах, нөхөн сэргээх арга хэмжээ авах шаардлагатай гэж үзэв. Мөн нефтийн хаягдал бүхий талбай дээр ШУА-ийн ООГФХ ХХТХ, болон Газарзүй Геоэкологийн Хүрээлэнгийн багийн (зохих багаж бүхий гар өрөмдлөг г.м) бүрэлдэхүүнтэй хамтарч георадарын судалгааг илүү нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэснээр, гүний болон хэвтээ чиглэлийн тархалтуудын 2 болон 3 хэмжээт

зураглалыг гарган бохирдсон талбайн эзлэхүүнийг тодорхойлох боломжтой гэж дүгнэж байна.

3. Дарханы Ойн биржийн ШТС-ийн талбайд бохирдлын түвшин бага тул хүрээлэн буй орчинд учруулах хор нөлөө ноцтой биш гэж дүгнэж, цаашид энэ талбайд судалгаа явуулах шаардлагагүй гэж үзсэн.
4. Хөрсөн дэх нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдлыг тодорхойлж, үнэлгээ өгөх бидний судалгааны дүнгээс харахад одоо мөрдөгдөж байгаа MNS 5850-2008 “Хөрсний чанар. Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” стандартад газрын тосны зөвшөөрөгдөх хэмжээг 2 мг/кг гэж тогтоосон нь маш хатуу тогтоож өгсөн ба бодит байдалд нийцэхгүй байгаа нь судалгааны ажлын явцад харагдсан юм. Иймд бусад улс орнуудын жишигтэй харьцуулан өөрийн орны нөхцөлд тохирох нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдолтой хөрсний стандартыг шинээр нэн даруй боловсруулах шаардлагатай гэж дүгнэж байна.

*Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх лабораторийн болон талбайн туршилтуудыг явуулж дараах дүгнэлтэнд хүрэв. Үүнд:*

5. Цагаан-Элсний (ЦЭ) ордын нефть болон нефтийн хаягдлаар бохирдсон хөрсний микрофлорын тоо хэмжээг сонгомол хатуу орчин (мах-пептон, Чапек, крахмал-аммиакийн агар) дээр тодорхойлж, бохирдсон хөрсөнд *Pseudomonos*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Methylococcus* төрлийн омгууд давамгайлж байгааг тогтоож, эдгээр өсгөвөрүүдийн ихэнх төлөөлөл нь нүүрсустөрөгч исэлдүүлэгч микроорганизмын бүрэлдэхүүнд багтаж, нефть ба нефтийн бүтээгдэхүүнийг задлах процесст идэвхтэй оролцдог болохыг тогтоов.
6. Цагаан-Элсний нефтийн орд газраас авсан нефть болон нефтийн хаягдлаар /шлам/ бохирдсон хөрсөнд давамгайлж буй микроорганизмуудын оролцоотойгоор биоадралын процессыг 10 ба 30 хоногийн турш явуулахад 30 хоногийн туршилтын дараах бохирдсон хөрсөн дэх нефтийн агуулга 56%, нефтийн шлам дах бохирдол 35%-иар буурлаа.
7. ЗБ-ийн ордын нефтиэр 5, 10, 15%-иар бохирдуулсан хөрсөн дэх биоадралын процесс хэрхэн явагдаж буй зүй тогтлыг судлав. Судалгаагаар 5% хүртэл бохирдолтой хөрсөнд нефтийн нүүрсустөрөгчдийг исэлдүүлэх чадвартай микроорганизмуудын үйл ажиллагаа идэвхжиж, бохирдлыг идэвхтэй бууруулж, харин бохирдол ихтэй /10,15%/ хөрсөнд нүүрсустөрөгчдийг задлах ашигтай микроорганизмын тоо хэмжээг дарангуйлах үйлчлэл үзүүлж байгааг тогтоов. Иймээс 5% хүртэлх бохирдолтой хөрсний бохирдлыг байгалийн биосубстаратыг ашиглан нөхөн сэргээх боломжтой бөгөөд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр их хэмжээгээр бохирдсон үед эхний ээлжинд бусад техникийн нөхөн сэргээлтийн аргуудыг ашиглан бохирдлын хэмжээг тодорхой хэмжээнд хүртэл буулгасны дараа биосубстаруудыг ашиглан бохирдлыг бууруулах боломжтой гэж үзэж байна.
8. Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлыг бууруулахад байгалийн биосубстарууд болох сангас, бууц, багсармал бордоо зэргийг ашигласнаар (бусад



агротехникийн орчин нөхцлийг бүрдүүлснээр) хөрсний микрофлорын тоо хэмжээ, идэвхийг дээшлүүлж хөрсний цэвэрших процессыг 5-10%-иар нэмэгдүүлэх боломжтойг тогтоов.

**ТҮЛХҮҮР ҮГ:** хөрсний бохирдол, нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдол, микроорганизм, нүүрсустөрөгчид, нөхөн сэргээлт

**Сэдвийн удирдагч:** ХХТХ-ийн Органик химийн лабораторийн эрхлэгч ЭШТА,  
доктор (Ph.D) М.Туяа

**Гүйцэтгэгчид:**

Ч. Батжаргал	ХХТХ, ЭШАА, доктор (Ph.D)
Б. Хонгорзул	ХХТХ, ЭШАА, доктор (Ph.D)
Б. Өлзий	ХХТХ, ЭШДЭА, доктор (Ph.D)
Л.Жаргалсайхан	ХХТХ, захирал, доктор (Ph.D)
Б. Хулан	ХХТХ, ЭШАА, доктор (Ph.D)
Г. Чанцалдулам	ХХТХ, ЭША, магистр

**Хэрэгжүүлэх хугацаа:** 2014-2016 (3 жил)

## ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ЖАГСААЛТ

ББ – багсармал бордоо  
БС – Босоо сав  
ВД – вагон депо  
ДМФАБ – диметилфитанилбензол  
ЗБ – Зүүнбаян  
МФАБ - метилфитанилалкилбензол  
н-АБ – алкилбензол  
НУ – нүүрсустөрөгчид  
НУТС – нил улаан туяаны спектрометр  
ОБ – Ойн бирж  
ПАН – полиаромтик нүүрсустөрөгчид  
ТББ – тос буулагх байгууламж  
ТНБ – толгойтын нефть бааз  
ТСБ – тос савлах байгууламж  
ШТС - Шатахуун түгээх станц  
ЦХ – цэвэр хөрс  
ЦЭ - Цагаан-Элс  
ФАБ – фианилалкилбензол  
ХМС – хроматомасс-спектр  
ХШХ – хий шингэний хроматограф

## I БҮЛЭГ. ХЭВЛЭЛИЙН ТОЙМ

### I.1. НЕФТЬ, НЕФТИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮНЭЭР БОХИРДСОН ХӨРСНИЙ НАЙРЛАГА, ШИНЖ ЧАНАР

Орчин үед дэлхий дахинаа үйлдвэр аж ахуйн газрууд ихээр хөгжиж, онгоц, автомашин мэтийн нефтийн бүтээгдэхүүнээр ажилладаг тээврийн хэрэгсэл болоод бусад тоног төхөөрөмжүүд ихэсч байгаатай холбоотойгоор нефтийн хэрэглээ улам ихэсч байна.

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүн нь органик гаралтай, нарийн нийлмэл бүтэцтэй нүүрсустөрөгчийн нэгдлүүдээс бүрэлдэн тогтох ба түүний найрлага дахь нэгдэл тус бүр нь хортой, хөрсөнд тархан шилжих, шингэх чадвар сайтай зэргээсээ шалтгаалаад хамгийн өргөн тархсан байгаль орчныг бохирдуулагчийн нэг юм.

Нефтийг олборлох, тээвэрлэх, хадгалах явцад болон аюул ослын үед байгаль орчинг ихээхэн бохирдуулах [5] ба жилдээ дэлхий дээр нийт олборлосон нефтийн 2% буюу ~45 сая.тн нефть, нефтийн бүтээгдэхүүн хаягдаж экологийн болон эдийн засгийн асар их хохирол учруулж байдаг. Үүнээс 22 сая тонн хуурай газар, 7 сая тонн далайд, 16 сая тонн төрөл бүрийн хөдөлгүүр ажиллахад дутуу шаталтын улмаас агаар мандалд дэгддэг ажээ [6].

Нефтийг комплекс бохирдуулагч гэж үздэг бөгөөд хүнсний хангамжийн гинжин хэлхээнд орон хуримтлагдах, дамжих нэгдлүүд [7], нэн хортой нэгдлүүд [8], бензол, бензопирен гэх мэт мутац, хорт хавдар үүсгэгч нэгдлүүдийг [8;9] агуулж байдаг.

Нефть нь геологийн нөхцөлд оршихдоо тодорхой термобарын орчинд янз бүрийн бүтэц, молекул массыг агуулсан нүүрсустөрөгчдийн нийлмэл системээс тогтдог. Газрын гадаргуу дээр гарч ирэхдээ хүрээлэн буй орчны нөхцөл байдал, химийн найрлагатай уялдан нефтийн өөрийн энергийн төлөв байдал өөрчлөгдөж байдаг. Үүнд: Нефтийн фракцуудын хөнгөн хэсэг уурших, задралд орох, усанд уусдаг бодисууд усаар угаагдах, хөрсөн дэх үлдэгдэл нэгдлүүд химийн болон биологийн исэлдүүлэлтэнд орох, микробиотын үйл ажиллагаа, найрлагыг өөрчлөх, үүний улмаас хөрсний үржил шимийг алдагдуулах зэрэгт хүргэдэг. Янз бүрийн бүс нутагт нефтийн биодеградацид орох процесс болон түүнийг түргэсгэх хандлагууд ялгаатай ба энэ нь нефтийн найрлага, байгалийн нөхцлөөс ихээхэн хамааралтай.

Эколог-геохимийн үнэлгээг явуулахдаа нефтийн үндсэн шинж чанар, найрлагыг нь авч үздэг. C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub> нүүрсустөрөгчийн атомын тоотой нефтийн хөнгөн фракцууд болох бага молекулт алканууд, циклопарафинууд, ароматик нүүрсустөрөгчид нь нефтийн хамгийн хөдөлгөөнтэй хэсэг юм. Энэ фракцид шулуун болон салбарласан бүтэцтэй алканууд 50-70%-ийг эзэлдэг. Хөнгөн хэсгийн метаны эгнээний СН нь /ялангуяа, богино гинжин С хэлхээтэй n-алканууд/ амьд организмд, түүн дотроос олон төрөл зүйлийн бичил биетний үйл ажиллагаанд хортой үйлчлэл үзүүлнэ. Хөнгөн хэсэг хөрсний олон үе давхаргуудаар шилжин хөдлөх чадвартай ба газрын гадаргуу дээр бол уурших, задрах зэргээр физик-химийн өөрчлөлтөнд орно. Нефтийн хөнгөн хэсгийн агуулга буурахад түүний хоруу чанар багасч, харин ароматик нүүрсустөрөгчдийн харьцангуй агууламж ихэснэ. Өөрөөр хэлбэл, хөнгөн фракцийн ихэнх масс нь (20-40 мас.%) хөрсний гадаргаас уурших, задрах процесст орно.

C<sub>12</sub>-C<sub>27</sub> нүүрсустөрөгчийн атом бүхий өндөр молекулт метаны эгнээний нүүрсустөрөгчид (>200°C) бараг усанд уусдаггүй ба тэдгээрийн хоруу чанар бага

молекулт нүүрсустөрөгчийнхөөс арай бага юм. Нефтэн дэхь хатуу парафинууд нь амьд организмд хортой үйлчлэл үзүүлдэггүй ч гэсэн өндөрт царцдаг, агаарт исэлдэхдээ муу зэрэг шинж чанараас болоод хөрсний өнгөн гадаргын нүх сүвийг бөглөж хөрсний хүрээлэн буй орчинтойгоо тухайлбал, агаар мандал, шим мандал, усан мандалтай бодисын үргэлжийн солилцоотой байдаг процессыг алдагдуулахад хүргэдэг.

Нефтийн найрлага дахь цагирагт нүүрсустөрөгчдөд нафтен ба ароматик нүүрсустөрөгчид багтана. Нефтэнд нафтений нүүрсустөрөгчид 35-60% хүртэл агуулагдах ба 5 болон 6 гишүүнт нафтонууд 10 хүртэл %-ийг эзэлдэг. Эдгээр нүүрсустөрөгчдийн хоруу чанарын талаар мэдээлэл харьцангуй бага байдаг. Ханасан холбоо бүхий циклоалкануудын биодеграцийн процесс хялбар явагддаггүй байна. Энэ нь түүний молекулын уусах чанар муутай, функциональ бүлэг байхгүй зэрэгтэй холбоотой байна.

Нефтэн дэх ароматик нүүрсустөрөгчид хамгийн их хоруу чанар өндөртэй ба ялангуяа бензол болон түүний гомологууд организмд олон цагирагт нүүрсустөрөгчдөөс илүү хурдан хортой үйлчлэл үзүүлдэг. “Голо” цөм бүхий бүтэцтэй ароматик нэгдлүүд нь орчны температурт бараг исэлдэхгүй ба харин хөрснөөс ялган авсан *Pseudomonas putiga* бактер, диоксигенеза ферментийн оролцоотойгоор исэлдэх процесст ордог талаар хэвлэлд бичигдсэн байдаг. Алкил- халагдсан ароматик нүүрсустөрөгчдийн исэлдүүлэх процесст орох нь арай хялбар бөгөөд моно-, диароматик нүүрсустөрөгчдийн метаболизмд *Pseudomonas* төрлийн бактериуд, *Candida*, *Torulopsis* төрлийн дрожжи оролцдог байна. Хажуугийн метилийн халагч бүлгийн исэлдүүлэх процесс 3 төрлийн ферментээр [гидролазой (спирт үүсгэх), спирт-дегидрогеназой (альдегид үүсгэх), альдегид-дегидрогеназой (хүчил үүсгэх)] идэвжин хурдасдаг байна.

Нафталин, антрацен гэх зэргийн 2 ба 3 цөмт олон цагирагт ароматик нүүрсустөрөгчид ферментийн тусламжтайгаар исэлдүүлэлтэнд орж хүчиллэг бүтээгдэхүүнийг үүсгэдэгийг тогтоосон ба харин 3 ба түүнээс дээш цагирагт нийлмэл, холимог бүтэцтэй нэгдлүүд нь ферментийн нөлөөгөөр исэлдүүлэлтэнд бараг ордоггүй гэж үздэг байна. Эдгээр нэгдлүүдийн биодеграцид орох гол шалтгаан нь нарны УФ цацрагаар өдөөгдсөн фотолиз болохыг туршилтаар баталжээ. Хөрсөнд энэ процесс зөвхөн хөрсний гадаргуу дээр явагдана.

Нефтийн давирхайлаг-асфальтат нэгдлүүд нь нүүрсустөрөгчийн бус өндөр молекулт нэгдлүүдийн төрөлд багтах ба найрлагандаа микроэлементүүдийн үндсэн хэсгийг агуулж байдаг. Тиймээс тэдгээрийн найрлаганд ордог зарим металлууд хүрээлэн буй орчинд хортой нөлөө үзүүлдэг байж болох талтай юм. Давирхайлаг-асфальтат нэгдлүүдийн органик хэсгийн хоруу чанарын талаар мэдээлэл бага байдаг ч түүний хөрсний экосистемд учруулах химийн хор хөнөөлөөсөө илүү хөрсний физик-химийн шинж чанарыг нэлээд өөрчилдөг гэж үздэг. Нефть асгарах үед давирхайлаг нэгдлүүд хөрсний өнгөн хэсэг буюу хамгийн үржил шимтэй гумусын хөндлөн хэсэгт шингээгдэж цементлэгдэн хөрсний нүх сүвэрхэг чанарыг багасгах, мөн түүний “гидрофоб” шинж чанарын улмаас ургамлын үндэс рүү ус чийг орж тэжээгдэх процессыг муутгадаг байна. Давирхайлаг бодисууд элементар хүчилтөрөгчийг маш идэвхтэй нэгдүүлэх ба микроорганизмын үйлчлэлд төдийлөн өртдөггүй учир түүний метаболизмын процесс маш удаан заримдаа хэдэн арван жилээр үргэлжлэн явагдана. Биозадралын процессын дүнд өндөр молекулт нэгдлүүдийн хувиран өөрчлөгдсөний дүнд үлдэгдэл хөрсөнд үүсэх эцсийн бүтээгдэхүүн, түүний механизмын талаар одоогоор нарийн судлагдаагүй байна [10].

### **Нефтийн бохирдолтой хөрсний биологийн шинж чанар**

Байгалийн нөхцөлд хөрсөнд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний биоадрал явагдах нь биохимийн процесстой салшгүй холбоотой юм. Нефтийн биологийн задралд орох процесс нь хөрсний микрофлорын физиологийн бүлгүүдийн ерөнхий тоо хэмжээ, тэдгээрийн биологийн идэвхтэй шууд холбоотой байдаг. Эдгээр үзүүлэлтүүд хэдий чинээ өндөр байна, төдий чинээ хөрсөн бүрхүүлийг хоргүйжүүлэх процесс идэвхтэй явагдана. Хөрсөнд явагдах бүх процессууд, түүн дотроос микробиологийн болон ферментийн үйлчлэлээр явагдах процесс нь экосистемийг биологийн тэнцвэрт байдалд оршин тогтнох амьдралын үйл ажиллагааг нь хангах чадвартай байдаг.

Ийнхүү хөрсний микробиолог, ферментийн процессыг нарийвчлан судалснаар хөрсөн дэхь нефтийн нүүрсустөрөгчдийн биологийн задралд орох процессын чиглэлийг урьдчилан таамаглах боломжийг олгох төдийгүй нефтиэр бохирдсон хөрсний биологийн үйл ажиллагааг гүнзгий ойлгох, ерөнхий зүй тогтлыг илрүүлэх зэрэг боломжийг олгох юм.

#### **Микробиологи ба ферментийн идэвх**

Янз бүрийн цаг агаарын бүсэд явуулсан судалгаанаас харахад нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсөнд микроорганизмуудын ерөнхий тоо хэмжээ, идэвх нь өсдөг болохыг тогтоосон байна. Бохирдуулсны дараахь эхэн үедээ хөрсөнд биохимийн идэвх нь давамгайлах ба бохирдолтой хөрсөндөө дасан зохицсоны дараа микроорганизмуудын ерөнхий тоо хэмжээ нэмэгддэг ч микробуудын төрөл, зүйл нь буурдаг болох нь ажиглагджээ [11]. Хөрсөнд нефтийг исэлдүүлэгч микроорганизмуудын тоо хэмжээ бага байх тусам байгаль аяндаа өөрөө цэвэрлэгдэх процесс нь удаан үргэлжилдэг бөгөөд ялангуяа их хэмжээний талбай бохирдсон, агаарын температур хүйтэн сэрүүн байдаг газар энэ нь удаан хугацаагаар явагдана.

1-р хүснэгт

Хөрсний микроорганизмуудын тоо хэмжээнд нефтийн концентрацийн нөлөөлөл

Нефтийн концентраци /кг/м <sup>2</sup> /	Микроорганизмуудын тоо хэмжээ, сая/ 1 г хөрсөнд			Эрдэсжүүлэлтийн коэффициент (КАА/МПА)
	Мах пептоны агарын орчин (МПА)	Цардуул-аммиакийн орчин (КАА)	Нүүрсустөрөгч задлагч микроорганизмууд	
<b>3 хоног</b>				
Хяналт (0)	4,50	4,20	0,95	0,93
2,5	3,50	2,60	1,60	0,74
5	3,40	2,95	1,40	0,87
10	3,50	1,80	1,20	0,51
15	3,95	1,25	0,80	0,32
<b>30 хоног</b>				
Хяналт (0)	2,70	4,20	2,55	1,55
2,5	1,10	0,54	4,30	0,49
5	1,27	0,78	4,50	0,61
10	3,60	0,97	3,90	0,27
15	1,97	0,61	4,10	0,31
<b>90 хоног</b>				
Хяналт (0)	3,25	3,60	1,47	1,11
2,5	2,10	2,00	3,04	0,95
5	1,76	2,03	2,48	1,15
10	2,26	1,74	1,62	0,77
15	4,10	2,80	1,74	0,68

Тэмдэглэгээ: МПА-аммонификаторууд, КАА-эрдэс хэлбэрийн азотыг задалдаг орчин

Дээрх хүснэгтээс харахад амьд организмд нефтийн үйлчлэл нь түүний концентрацаас шууд хамааралтай байна. Жишээ нь: Нефтийн агууламж  $2,5-10 \text{ кг/м}^3$  хэмжээтэй байхад нүүрсустөрөгчдийг исэлдүүлэгч микроорганизмуудын тоо хэмжээ ихэсч байгаа ба харин нефтийн агууламжийг  $15 \text{ кг/м}^2$  хүргэхэд энэ бүлгийн микроорганизмуудыг дарангуйлах /саатуулах/ үйлчлэл үзүүлж байгаа нь харагдаж байна. Туршилт явуулснаас 30 хоногийн дараа азотот бодисуудыг хувиралд оруулахад оролцдог микроорганизмуудын тоо хэмжээ нефтьтэй бүх вариантад ерөнхийдөө буурч байгаа ба ялангуяа цардуул-аммиакийн орчин дахь микроорганизмуудын тоо хэмжээ огцом буурч байна. Харин ч эсрэгээрээ энэ үед нүүрсустөрөгч задлагч микроорганизмуудын идэвх өсөж байгаа нь хөрсөнд нефтийн нүүрсустөрөгчийн исэлдэн задрах процесс эрчимтэй явагдаж байгааг гэрчилж байна. Туршилтын дараахь 90 хоногт МПА-гийн орчин дахь микроорганизмуудын тоо хэмжээ нь ялангуяа маш их бохирдолтой хөрсөнд илүү нэмэгдэж байна. Өмнөх 30 хоногийн туршилттай харьцуулахад эрдэс хэлбэрийн азотыг задлах үүрэгтэй микроорганизмуудын тоо нэлээд ихэсч, түүний хэрээр нүүрсустөрөгч задлах чадвартай микроорганизмуудын тоо хэмжээ аажим буурч байна.

Ийнхүү нефтийн бохирдол нь бараг эхний өдрөөсөө л хөрсөн дэх азотот нэгдлүүдийг задлах үүрэгтэй микроорганизмуудын амьдралын үйл ажиллагааг дарангуйлж эхлэх ба харин нефтийн нүүрсустөрөгчийг исэлдүүлэн задлах чадвар бүхий микроорганизмуудын идэвхийг (нефтийн агууламж маш ихтэйгээс бусад тохиолдолд) идэвхжүүлдэг болох нь тогтоогдсон байна. Органик болон эрдэсийн хэлбэрийн азотыг задлах чадвар бүхий микроорганизмууд (аммонификатор)-ын тоо хэмжээ нефтийн бохирдолтой хөрсөнд 90 хоногоос эхлэн аажмаар нэмэгдсэн ба энэ үед хөрсөнд микроорганизмуудын тусламжтайгаар нефтийн нүүрсустөрөгчдийг хувирган өөрчлөх биохимийн процесс зонхилон явагддаг болохыг тогтоосон байна.

Судлаачдын үзэж буйгаар хөрс үүсэх үйл явцыг тодорхойлох гол үүргийг гидролаз, оксидоредуктаз гэсэн 2 төрлийн ферментүүд гүйцэтгэдэг байна. Гидролаз фермент нь өндөр молекулт органик нэгдлүүдийн гидролитик задралд оруулж, улмаар хөрсийг ургамал болон микроорганизмуудад хүрэлцэхүйц шим тэжээлт бодисуудаар баяжуулахад чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Оксидоредуктаз нь хөрсний үржил шимийг бүрдүүлэх исэлдэн-ангирх процесс оролцдог байна. Исэлдүүлэн-ангиржуулах ферментүүд, тухайлбал каталаз, дегидрогеназын оролцоотойгоор нефтийн нүүрсустөрөгчдийг хоргүйжүүлэх, эрдэсжүүлэх урвалууд явагдана. Каталаза фермент нь дегидрогеназа ферментээс илүү бохирдолд мэдрэмтгий болохыг тогтоожээ. Хөрсөн дэх нефтийн нүүрсустөрөгчдийн исэлдэн задрах хурд нь оксидоредуктаз ферментийн идэвхтэй шууд холбоотой.

Нүүрсустөрөгч исэлдүүлэх процесст микроорганизмын каталаза, дегидрогеназа, полифенолоксидаза, пероксидаза ферментүүд гол үүрэг гүйцэтгэдэг.

Хөрсөн дэх каталаза ферментийн идэвх нь устөрөгчийн хэт ислийн задралаар үүсэх чөлөөт хүчилтөрөгчийг хөрсний “аэроб” микроорганизмууд ашиглан нефтийн нүүрсустөрөгчийг задлах процесст оролцдог байна. Каталазын идэвхи нь 1 г дээжнээс ялгарах мл хүчилтөрөгчийн хэмжээгээр илэрхийлэгдэнэ [12].

Дегидрогеназа нь органик бодисуудын (нүүрсус, спирт, амин хүчил, гумины хүчил) устөрөгчгүйжүүлэн ангиржуулах урвалыг хурдасган явуулж хөрсний төрөл бүрийн субстратуудын исэлдэлтээр микроорганизмуудыг энергээр хангах онцлог

үүрэгтэй чухал фермент юм. Дегидрогеназын идэвхийг 1 г хөрсөнд мг ТФФ (хлорт 2,3,5-трифенилтетразол)-ын хэмжээгээр тооцно.

Полифенолоксидаза болон пероксидаза ферментүүд нь ароматик эгнээний органик нэгдлүүд болон янз бүрийн төрлийн ксенобиотуудыг /гадны бохирдуулагч бодисууд/ ислэдүүлэн задлах болон гуминжүүлэх процесст идэвхтэй оролцоход чухал үүрэг гүйцэтгэнэ.

Пероксидаза- Хөрсний органик бодисыг (фенол, амин, гетероцагирагт нэгдэл) исэлдүүлэх үүрэгтэй. Хөрсийг пероксидазаар баяжуулах гол эх булаг нь ургамлын үндэс юм.

Полифенолоксидаза фермент – ароматик эгнээний органик нэгдлүүдийг гумусын нэгдлүүдэд хувирч өөрчлөгдөхөд идэвхтэй оролцдог.

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдол хөрсний ферментийн идэвхжилтэнд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдэг болох нь тогтоогдсон. Энэ нь бохирдуулагчийн төрөл, концентраци, хөрсний төрөл, шинж чанар, байгалийн нөхцөл, хөрсний ферментүүдийн омог, бүлэг, идэвх зэрэг маш олон хүчин зүйлээс хамаарна. Хөрсний ферментийн идэвхэнд нефтийн бохирдлын нөлөөлөх байдлын зарим шалтгаанаас дурьдвал:

1. Нефтэн дэхь хүнд металлууд нь хөрсний микроорганизмуудын тоо хэмжээг бууруулах, бүтцийг эвдэх, фермент-субстраттай холбогдох хэсгийн таталцлыг (сродство) өөрчлөх, ферментийн үйлчлэлийг шууд саатуулах /удаашруулах / зэрэг үр нөлөөг үзүүлж болно. Түүнээс гадна хүнд металлын ионууд нь ферментийг адсорблогдсон төлөв байдлаас усанд уусдаг хэлбэрт шилжүүлэх чадвартай бөгөөд ингэснээр урвалын хурдыг сааруулдаг байна. Хүнд металлууд нь нүүрсустөрөгчдөөсөө илүү хортой үйлчлэлтэй байна.
2. Нефтийн бохирдол хөрсийг нэвчин бүрхсэнээр фермент, субстратуудын хоорондох харилцан үйлчлэлд саад бэрхшээл учруулна.
3. Ароматик нүүрсустөрөгчид, түүн дотроос фенолт нэгдлүүд ферментийн үйлчлэлийг сааруулдаг.
4. Удаан хугацаагаар нефтийн бохирдолтой байсан хөрсөнд нүүрсустөрөгчдийн исэлдсэн бүтээгдэхүүнүүд ихээр хуримтлагдана. Ж-нь: гексадецилийн спирт, пальмитин, бензойн, салицилийн хүчлүүд г.м. нэгдлүүд нь хөрсний бичил биетнүүд болон тэдгээрийн ферментийн идэвхэнд хортой нөлөө үзүүлдэг байна.
5. Нефтийн нүүрсустөрөгчид нь хөрсөн дэх нийт нүүрсустөрөгчийн агуулгыг ихэсгэснээр C:N харьцаа нэлээд хэмжээгээр нэмэгдэнэ.

## **1.2. ХӨРСӨНД НЕФТИЙН БОХИРДЛЫН НӨЛӨӨЛӨХ БАЙДЛЫН НОРМ, НОРМАТИВ ҮНЭЛГЭЭ**

Нефть хийн үйлдвэрлэлийн салбарын эрчимтэй хөгжилтэй холбоотойгоор нефть болон түүний боловсруулалтын бүтээгдэхүүн хүрээлэн буй орчныг ихээр бохирдуулдаг ба ялангуяа газрын хөрсөнд нэвчин шингэснээр хөрсний физик-химийн шинж чанар, бүтэц болон биохимийн процесс явагдах үндсэн чиглэлийг өөрчилж, газрын үржил шимийг алдагдуулж хөдөө аж ахуйн чиглэлээр ашиглахад тохиромжгүй болгодог байна.

Хөрсний бохирдол гэдэг нь хүний үйл ажиллагааны улмаас хөрсөнд янз бүрийн органик болон органик биш бодисууд шингэж , агууламж нь ургамал болон амьд организмд сөрөг нөлөө үзүүлэх хэмжээнд хүрч хуримтлагдах үйл явцыг хэлнэ.

Байгалийн экосистемийн бохирдлын түвшинг тогтоохдоо бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх (хүлцэх) дээд хэмжээг хүрээлэн байгаа орчинд тавигдах шаардлагыг хангасан стандартад заагдсан үзүүлэлтүүдийг дагаж хэрэгжүүлдэг. Хөрс бохирдуулагч бодисын хөрсөнд байж болох хамгийн их хэмжээг зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ буюу хүлцэх агууламж гэнэ. Бохирдуулагч бодис энэ стандарт хэмжээнээс давсан бол хөрсийг бохирдолтойд тооцно. Нефтийн бохирдлын зэргийг тодорхой заагдсан бүс нутаг дахь бохирдоогүй “эрүүл” хөрсний фон утгатай харьцуулан авч үнэлгээ хийнэ. ОХУ-ын “Росгидромета”-гаас боловсруулсан арга зүйн зөвлөмжинд нефть олзворлодоггүй газруудад хөрсөн дэх нефть бүтээгдэхүүний фон /эрүүл хөрсний/ агуулга 40 мг/кг, нефть олзворлодог районд 100 мг/кг байхаар тогтоосон байна.

Өнөөг хүртэл хөрсний экосистемд нефть ба нефтийн бүтээгдэхүүний зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг тогтоосон нэгдсэн норм, норматив гэж байхгүй бөгөөд судлаачдын гаргасан үр дүнгүүд нь хоорондоо ялгаатай харилцан адилгүй байдаг. Энэ нь тухайн газар нутгийн хөрсний шинж чанар, төрөл, тухайн нутгийн байгаль, цаг уурын онцлог нөхцөл, бохирдуулагчийн найрлага, шинж чанар зэрэг маш олон хүчин зүйлээс хамаарна. Иймээс нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсөн дэх бохирдлын хэмжээг барагцаалсан /тоймлосон/ байдлаар тооцохыг санал болгодог нь тухайн байгалийн нөхцөлд 1-3 жилийн дотор хөрс өөрөө өөрийнхөө үржил шимийг нөхөн сэргээж хөрсний биоценозод учруулах хор хөнөөлийг устгадаг гэж үздэг эрүүл ахуйн зориулалтын цаг үеийн холбоотой норм, нормативийг ашигладаг байна. Амьдрал практик дээр зарим Нефть олзворлогч болон боловсруулах үйлдвэрүүд нь тухайн бүс нутгийн байгалийн нөхцөл байдлыг харгалзан үзэж тооцолгүй цаг үеийн зориулалтаар боловсруулсан арга, аргачлалын норм, нормативыг ашиглаж үйл ажиллагаагаа явуулснаар хүрээлэн буй орчиндоо илүү хор хөнөөл учруулж болзошгүй байдаг.

ОХУ-д сүүлийн үед хөрсөн дэх нефть бүтээгдэхүүний нийлбэр агуулгаар бохирдуулагчийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг тогтоосон. Өмнө нь зөвхөн бензин /0,1мг/л/, зарим ароматик нүүрсустөрөгчдийн /бензол, кумол, стирол, толуол г.м. /0,1-0,5 мг/кг / хүлцэх хэмжээ тодорхойлогдсон байна [12].

2-р хүснэгтэнд ХАА-н зориулалтаар ашиглагдах хөрсний нефтийн бохирдлыг 5 түвшинд ангилсан дүнг харуулав.

2-р хүснэгт

Хөдөө аж ахуйн чиглэлээр ашиглагдах хөрсний нефтийн бохирдлын түвшинг баримжаалсан дүн (Гольдберг В.М. 2001)

Нэгдлийн нэр	Бохирдлын түвшинд харгалзах нефтийн агууламж, мг/кг				
	1-р түвшин	2-р түвшин /доод/	3-ртүвшин /дунд/	4-ртүвшин /их/	5-р түвшин /маш их/
Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүн	<1000	1000-аас	2000-аас	3000-аас	>5000



Нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшингийн ангилал  
(Гольдберг В.М. 2001)

Бохирдлын түвшин	Хөрсөн дэхь нефтийн бүтээгдэхүүний нийт агуулга	
	мг/кг	%
Фон утга /эрүүл хөрс/	100-500 хүртэл	0,01-0,05
Бага зэрэг	500-1000	0,05-0,1
Дунд зэргийн бохирдолтой	1000-5000	0,1-0,5
Нэлээд бохирдолтой	5000-10000	0,5-1,0
Их бохирдсон	10000-50000	1,0-5,0
Онцгой их бохирдсон	>50000	>5,0

Гольдберг В.М. ба бусад судлаачдын үзэж буйгаар (2001) ОХУ-д хөрсөн дэхь нефть бүтээгдэхүүний байвал зохих хамгийн доод хэмжээг 1000 мг/кг-аар тооцсон ба үүнээс доош хэмжээний бохирдолтой бол байгалийн өөрийгөө цэвэршүүлэх процесс харьцангуй түргэн явагдана гэж үздэг. Хөрсөн дэхь нефть бүтээгдэхүүний байвал зохих хамгийн дээд зөвшөөрөгдөх хэмжээ цаг уурын янз бүрийн бүсэд харилцан адилгүй байдаг. Энэ нь газрын хөрсний ширхэглэлийн хэмжээ, гарал үүслээс ихээхэн хамааралтай юм. Зарим судлаачдын үзэж буйгаар цаг уурын янз бүрийн бүсэд нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын түвшин дараахь байдалтай байж болох юм. Үүнд:

- Хүйтэн цэвдэг уулын тундрын ба тайгын ойн хөрс – 1000 мг/кг хүртэл /бага зэргийн бохирдолтой/
- Тайгын болон ойт хээрийн бүс – 5000 мг/кг хүртэл /дунд зэргийн бохирдолтой/
- Ойт хээрийн ба хээрийн бүс – 10000 мг/кг /нэлээд бохирдсон/

Хөрсийг бохирдлоос цэвэрлэх тусгай арга хэмжээнүүдийг хөрсний бохирдлын түвшин их (10000-50000 мг/кг) буюу маш их бохирдолтой (>50000 мг/кг) байх тохиолдолд хөрс сайжруулах арга хэмжээг зайлшгүй авах шаардлагатай. Хөрс болон газрын гүн дэх бохирдсон усыг цэвэрлэх арга технологийг сонгон явуулж бохирдлыг цэвэрлэсний дараа бохирдлын түвшинг заавал байгалийн “фон” хэмжээнд хүртэл цэвэрлэх боломжгүй юм. Иймээс хөрсөн дэх үлдэгдэл бохирдуулагчийн хортой агууламжийг 1000-1500 мг/кг, усанд 1,0-1,5 мг/л хүртэл бууруулахад цаашид хөрс өөрөө аяндаа байгалийнхаа хүчин зүйлийн нөлөөгөөр хүний хяналтан дор бүрэн цэвэрших боломжтой гэж үздэг.

Дэлхийн зарим улс орнуудад хийсэн судалгаанаас харахад хөрсний бохирдлын түвшин 5000-10000 мг/кг –ийн хязгаарт байх тохиолдолд хөрсийг цэвэрлэж нөхөн сэргээх арга хэмжээг авах зайлшгүй авах шаардлагатай гэж үздэг байна. Доорх хүснэгтэнд Герман болон Голланд улсад мөрдөгдөх бохирдсон хөрс ба усны экологийн шалгуур үнэлгээг боловсруулсан дүнг 4-р хүснэгтэнд үзүүлжээ.

Хөрс ба хөрсний усан дахь нефтийн нүүрсустөрөгчдийн хүлцэх агууламж

Герман (Мак Джилл, 1977)			Голланд						
Хөрс, мг/кг			Хөрсний ус, мкг/л		Хөрс, мг/кг		Хөрсний ус, мкг/л		
Категори			Категори		Категори		Категори		
I	II	III	I	II	III	Байвал зохих /доод/	Зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ	Байвал зохих	Зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ
300	3000	5000	500	1000	2000	50	5000	50	600

*Тэмдэглэгээ: I-усан сан, дархан цаазат газар; II- голын сав хөндий; III-усны хагалбар газар;*

Бохирдлын түвшин 1000-10000 мг/кг агууламжтай байх үед бохирдуулагч эх үүсвэрийг бууруулах үүднээс хөрсийг сийрэгжүүлэх, усалж чийглэх, агааржуулах зэрэг хамгийн наад захын энгийн арга хэмжээг авч хөрсийг өөрөөр нь цэвэршүүлэх процессыг эрчимжүүлж богино хугацаанд бохирдлын түвшинг аюулгүйн түвшинд хүргэх хэрэгтэй. Бохирдлын хэмжээ 10000 мг/кг-аас дээш байвал нөхөн сэргээх зохимжтой аргыг сонгон бохирдсон газрыг эрүүлжүүлэх арга хэмжээг явуулах шаардлагатай байдаг (Пиковский 1993).

Монгол улсад одоо мөрдөгдөж буй MNS 5850:2008 стандартад хөрс бохирдуулагч бодисуудын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг дараахь 3 зэрэглэлд хуваасан байдаг [стандарт].

- Хүлцэх агууламж (precaution value )
- Хортой агууламж (trigger value)
- Аюултай агууламж (action value)

*Хүлцэх агууламж :* Бохирдуулагч бодис, элементийн хөрсөнд агуулагдах хэмжээ нь хүлцэх агууламжаас дээш гарсан тохиолдолд хөрс бохирдолтын түвшинд хүрсэн гэж үзнэ. Хүлцэх агууламжийг хүн ам оршин суудаг газар, хөдөө аж ахуйн эдэлбэр, газар тариалан, бэлчээрийн эдэлбэр газруудад мөрдлөгө болгоно.

*Хортой агууламж:* Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулагч бодис, элементийн хэмжээ нь хортой агууламжаас давсан тохиолдолд тухайн хөрсний орчин тойронд байгаа амьд организм, усан мандалд хортой аюул учруулж эхэлнэ. Хортой агууламжийг тусгай зөвшөөрөлтэй үйлдвэрлэл, уул уурхайн бүсэд бохирдуулагч бодис, элементийн хөрсөнд агуулагдах зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээтэй адил утгаар мөрдлөг болгоно.

*Аюултай агууламж:* Бохирдуулагч бодис аюултай агууламжаас давсан тохиолдолд хөрсний бохирдлыг арилгах яаралтай арга хэмжээ авах шаардлагатай.

MNS-5850 -2008 стандартад заагдсан газрын тосны бүтээгдэхүүний болон хорт хавдар үүсгэгч бодис болох бенз(а)пирений зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг бусад улсуудын /Чех, Герман, Голланд/ стандарттай харьцуулахад маш хатуу тогтоосон нь уг бохирдуулагч бүлэгтэй холбогдох бодит эрсдэлтэй нийцэхгүй байгааг бидний судалгааны үр дүн харуулсан бөгөөд цаашид шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалгаа, баримт, материал дээр тулгуурлан яаралтай сэлбэн засах шаардлагатай байгаа юм.

### **I.3. НЕФТИЙН БОХИРДОЛТОЙ ХӨРСИЙГ ЦЭВЭРЛЭХ АРГУУД**

Бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээх төрөл бүрийн аргууд байдаг. Нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх механик, физик, дулааны, физик-химийн, химийн, биологийн аргуудыг нэрлэж болно. Эдгээр аргуудын алийг хэрэглэх нь бохирдлын зэрэг, шинж чанар, бохирдсон хөрсөн дэх бохирдуулагчийн гүний нэвчилт болон хөрсний төрөл зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаарна. Бохирдол нь хөрсний өнгөн хэсэгт (0-5 см), өнгөн хөрсний доод хэсэгт (0-30см), гүнд (0-1м), гүний усны түвшин хүртэл (1-5м) байдаг. Хөрсний гүний хэсгийн бохирдлыг гүнд ус буюу агаар цооногоор шахах эс бөгөөс соруулах зэрэг аргыг хэрэглэдэг [14].

Орчин үед нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрс цэвэрлэж буй зарим аргуудаас доор сийрүүлэв. Хөгжингүй орнуудад хөрсний цэвэрлэгээг хоёр чиглэлээр явуулдаг.

1-рт: Цэвэрлэсэн хөрсийг бүхий л зориулалтаар ашиглаж болох тогтоосон стандартад хүртэл цэвэрлэх.

2-рт: Хөрсийг цаашид ямар зориулалтаар ашиглах гэж байгаагаас шалтгаалан сонгон цэвэрлэгээ явуулах.

#### ***Хаягдлыг шатаан цэвэрлэх***

Нефтийн бүтээгдэхүүнийг шатаан цэвэрлэх арга байдаг. Нефть бүтээгдэхүүний илүүдлийг ямар нэгэн аргаар цуглуулан шатаадаг. Энэ арга нь олон муу талтай. Дутуу шаталтын бүтээгдэхүүн үүсч хүрээлэн байгаа орчинг дахин бохирдуулахаас гадна ургамлын үндэс, үр болон хөрсний бусад органик бүрэлдэхүүнийг шатаахаас гадна хөрсний биологийн бүтцийг бүхэлд нь эвддэг. Энэ аргыг ослын онц ноцтой үед, ундны болоод хөрсний гүний усны эх үүсвэртэй ойрхон их хэмжээний нефть бүтээгдэхүүн асгарах, алдагдах үед хэрэглэдэг.

#### ***Хэт авиагаар цэвэрлэх***

Хөрсийг хэт авиагаар цэвэрлэх арга нь үр ашиг сайтай аргуудын нэг юм. Акустик долгионы авианы даралтын туйлын утгад шингэнд кавитаци үүсдэг. Шингэний кавитацийн тасралтын үед нүүрсустөрөгчийн молекулын полимеризаци, исэлдэлт явагддаг. Бохирдлыг 99,5-99,8% хүртэл энэ аргаар цэвэрлэж болдог.

#### ***Хаягдлыг тусгай талбарт булах***

Бохирдсон хөрсийг хуулан тусгай зориулалтын газар аваачиж булдаг. Энэ арга нь хямд төсөрт тооцогддог боловч бохирдсон хөрс нь хэдэн зуун жил онцын өөрчлөлтгүйгээр хадгалагдаж байж болох учраас хүрээлэнгийн байгаа орчны хувьд тийм ч тохиромжтой арга гэж тооцогддоггүй. Тусгай газрыг байгаль орчноос сайн тусгаарласан байвал зохино.

#### ***Физик-химийн арга***

Тусгай төхөөрөмжинд хөрсийг гадаргуугийн идэвхитэй бодис ба бусад химийн бодисын халаасан усан уусмалаар боловсруулах, нефть бүтээгдэхүүнийг янз бүрийн уусмалаар хандлах, агааргүй орчинд (вакуумт орчинд) хандлах зэргийг физик-химийн аргад хамруулж болно. Мөн хөрсийг нефть бүтээгдэхүүний 0,5-5% байхаар тооцон унтраагаагүй шохойгоор боловсруулахад хатуу биет үүсэн нефть бүтээгдэхүүнийг нийлмэл хатуу нэгдэл хэлбэрээр барьж байдаг.

#### ***Бохирдсон талбайг цахилгаан химийн аргаар боловсруулах***

Бохирдсон хөрсийг хуулахгүйгээр боловсруулах аргуудын нэг нь цахилгаан химийн арга юм. Энэ аргаар боловсруулахдаа хөрсөнд тогтмол цахилгаан гүйдэл бүхий электрод байрлуулна. Хөрсний жижиг хэсгийн нүх сүвэнд ямар нэгэн давсны усан уусмал хадгалагдаж байдаг учраас хөрс нь цахилгаан гүйдэл дамжуулах чадвартай байдаг. Хөрсний усанд олон төрлийн бохирдуулагч бодис уусан, цахилгаан орны нөлөөгөөр электрод дээр шилжин тундасждаг. Дараа нь электродоос наалдсан материалыг салгаж авна. Хөрсний шинж чанараас шалтгаалаад бохирдуулагч бодис нь цахилгаан осмос болон нүүдэллэх механизмын аль алины тусламжтайгаар эсвэл хоёр механизмын зэрэг үйлчилгээгээр хөрсөнд шилжин хөдөлж болно. Цахилгаан химийн арга нь металл, органик нэгдлүүд болон бусад янз бүрийн бохирдуулагчийг нэвчилт муутай хөрснөөс (шаварлаг хөрс) цэвэрлэж болдог давуу талтай.

#### ***Биосалхивчийн арга (Bioventing)***

Биосалхивчийн арга нь бохирдсон хөрс, гүний усыг цэвэрлэдэг Америкад ихэд тархсан арга юм. Энэ арга нь бохирдолтой хөрс рүү босоо буюу хэвтээ чиглэлийн цооногоор агаар шахан нүүрсустөрөгчийг CO<sub>2</sub>, ус болтол задалдаг микроорганизмыг хүчилтөрөгчөөр ханган идэвхжүүлэхэд үндэслэгдсэн ажээ. Агаарын даралтын хүчээр

шингэн бохирдуулагч хөрсөнд зөөгдөн гадаргууд гарч ирэх үедээ микроорганизмын тусламжтайгаар ихэнх хэсэг нь задарсан байдаг. Үүний үр дүнд гадагшилж байгаа хий нь бохирдол багатай байдагаас цаашид цэвэрлэх зардал багасдаг. Энэ аргаар хүйтэн уур амьсгалтай газрын цэвэрлэгээ явуулахад нэн тохиромжтой [15].

### ***Ургамалжуулан нөхөн сэргээх (phytoremediation)***

Ургамалжуулах процессын технологи нь хөрс, хөрсний гүний ус бохирдуулагчийг ургамлын тусламжтайгаар задлан зайлуулж байгаа арга юм.

Ургамжуулан нөхөн сэргээх буюу фиторемедаци гэдэг ойлголт нь 1991 оноос гарсан нэр томъёо бөгөөд ургамлыг ашиглан хөрс, гүний ус, бусад бохирдсон орчин дахь бохирдуулагчийн хэмжээ, хортой чанар, шилжин нүүх байдлыг багасгаж байгаа судалгааны талаар хэвлэл мэдээлэлд бичихэд ашиглах болжээ. 2001 оноос улирал бүр фиторемедацийн судалгаанд зориулсан олон улсын сэтгүүл гарах болж (International Journal of Phytoremediation), энэ асуудлаар олон улсын бага хурал хийгдэх болжээ [16]. Хамгийн сүүлчийн фиторемедацид зориулсан Олон улсын 12-р бага хурал 2015 оны 9 сард болжээ. Энэ бүгдээс харахад хөрсийг ургамалжуулан цэвэрлэх нь ихээхэн ирээдүйтэй аргад багтаж байна.

Судалгаагаар ургамал хэрхэн ус, хөрс, тундасан дахь бохирдлын массад нөлөөлж байгаа механизмыг тогтоожээ. Энд фиторемедацийн зарим механизмаас дурдвал: фитоекстракци, фитоуршилт, фитозадрал, ризозадрал, ризошүүлтүүр, фитотогтворжилт, гидрволик хяналт юм [17]. Фитоекстракци: фиторемедацийн хамгийн анхны патент нь фитоекстракцийн механизмд үндэслэгдсэн байжээ [18]. Ургамал нь хөрснөөс метал болон зарим нэгдлийг навч буюу бусад эд эрхтэндээ экстракцлан шингээх чадвартай байдаг. Ийм хортой бодис хуримтлуулсан ургамлыг хураан авч зайлуулдаг.

Фито ууршилт: ургамал нь дэгдэмхий бодисыг эд эрхтэндээ хуримтлуулан дараа нь уг бодис навчнаас устай хамт ууршин дэгддэг. Зарим тохиолдолд ургамлын иш болон бусад эрхтнээс сарнин дэгддэг. Фитоуршилт нь хөрс, ус, тундасанд гурван хлорт этилен мэт дэгдэмтгий бохирдуулагч байх тохиолдолд явагдана. Мөн селен, мөнгөн ус, мышьяк зэргийн органик бус нэгдлүүд дэгдэмтгий хэлбэрт байх тохиолдолд энэ механизмаар цэвэрлэгдэнэ [19].

Ризозадрал: энэ нь бохирдуулагч ургамлын үндэсний орчим, өөрөөр хэлбэл ризосферт<sup>1</sup> задрах процесс юм. Ризозадрал нь ризосферт их хэмжээгээр байдаг бактери болон бусад микроорганизмын нөлөөгөөр явагддаг гэж үздэг. Судалгаанаас харахад ургамлын ризосферт байдаг микроорганизмын тоо энэ орчноос гаднахь хөрсний микроорганизмаас бараг 100 дахин олон байдаг ажээ [20].

Ризосферын орчим микроорганизм их байдаг нь ургамлын үндэс нь хөрсөнд сахар, аминхүчил, энзим болон микроорганизмын өсөлт хөгжлийг дэмжиж байдаг бусад тэжээллэг бодисыг ялгаруулж байдагаас гадна ургамал нь орчноосоо хүчилтөрөгчийг дамжуулж байдаг. Ризозадралын механизмаар гербицид, хлорт уусгагчууд, полицагирагт ароматик нүүрсүтөрөгч, бензол, этилбензол, толоул болон нефтийн нүүрсүтөрөгчүүдийг цэвэрлэж болно [20].

Ризошүүлтүүр: энэ нь ургамлын үндсэнд бохирдуулагч адсорбцлагдах, үндсэнд наалдан тундасжих, эс бөгөөс ризосферын орчмыг хүрээлэн буй уусмалд абсорблагдах процесс юм. Энэ механизмаар бохир ус, гадаргуугийн болон гүний ус цэвэрлэдэг.

---

<sup>1</sup>**Ризосфэра** — ургамлын үндэснээс ялгарах бодис, хөрсний микроорганизмын шууд нөлөөнд оршин, үндэс орчмыг тойрон хүрээлж байдаг хөрсийг хэлнэ.

Фитотогтворжилт: энэ нь цэвэрлэгээг газар дээр нь явуулахад тохиромжтой механизм юм [21]. Энэ механизмаар бохирдуулагч нь ургамлын үндэс, ризосферын орчинд хуримтлагдан цаашид нүүн тархахаас урьдчилан сэргийлнэ. Энэ аргаар гол төлөв хөрс, лаг, тундасыг цэвэрлэдэг. Энд тусгай ургамлуудыг ашигладаг.

Гидравлик хяналт: энэ нь усны хангамж, газрын чадамжийг ургамлаар тогтворжуулан сайжруулж байгаа арга юм. Энэ аргаар фиторемедаци явуулахдаа гүн үндэстэй ургамлуудыг (phreatophytic trees and plants) тарин, усны балансыг тогтворжуулдаг. Эдгээр ургамлууд ньусыг их хэмжээгээр ууршуулан газрын гүний ус бохирдохоос сэргийлдэг.

Мөн гоёлын таримал ургамлуудаар бохирдлыг цэвэрлэх туршилт явуулахад нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэхэд гоёлын ургамлууд өндөр ач холбогдолтой нь харагджээ [22].

### **Хөрсийг цэвэрлэх биотехнологийн арга**

#### ***Хүлэр ашиглан хөрсийг цэвэрлэх***

Хүлэр нь сорбцлах чадвар маш сайтай. Хүлэрийн микрофлор нь задлах чадвар өндөртэй, орчиндоо дасан зохицох удаан хугацаа шаарддаггүй. Нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг хүлэр ашиглан цэвэрлэх ажиллагааг дараахь үе шаттай явуулдаг. Үүнд:

1-р шат: Асгарсан нефтийг хүлэрийн тусламжтайгаар цуглуулна.

2-р шат: Хүлэрийг шахан механик аргаар нефтийг салгадаг. Шахан гаргасан нефтийг нефть хүлээн авах саванд хийнэ, хүлэрийг биобэлдмэл хийхэд ашиглана.

3-р шат: Цэвэр хүлэр, урьдчилан бэлтгэсэн нефть исэлдүүлэгч микроорганизмын суспензийг нэмэн өгч нефть задлагч микрофлорыг идэвхжүүлнэ .

ОХУ-д хөрсийг нефтийн бохирдлоос цэвэрлэх зориулалтын хэд хэдэн бактерийн бэлдмэл үйлдвэрлэдэг. Үүнд:

Путидойл- энэ бэлдмэлийг бохирдсон хөрсөнд азот, фосфорын бэлдмэл агуулсан бэлдмэлтэй холин хэрэглэдэг [23]. Энэ бэлдмэлээр Баренцевын тэнгисийн эрэг дэх дизелийн түлшээр бохирдсон газрыг зуны богино улирлын хугацаанд бүрэн гүйцэд цэвэрлэжээ.

Деворойл-төмөр замын дагуу бохирдсон хөрсийг цэвэрлэхэд ашигладаг. Энэ бэлдмэлийн найрлагад тусгай технологиор өсгөвөрлөсөн нүүрсүстөрөгч исэлдүүлэгч бактери, мөн нефтийн биозадралыг хурдасгагч нэмэгдэл бэлдмэл ордог. Биобэлдмэл “Деворойл” нь хоргүй, халдваргүй (патоген биш), 150г/л хүртэл давстай орчинд идэвхтэй байж чаддаг, температурын хэлбэлзэл, ихээхэн хэмжээний химийн бохирдолд тэсвэртэй, хэрэглэх хэмжээ нь бага, тээвэрлэх, хадгалахад хялбар.

Бохирдлын хэмжээ их , жишээ нь, нүүрсүстөрөгчийн концентраци 50г/кг, хөрсөн дэх бохирдлын гүн нь 0,3-1м, усны гадарга дээрх нефтийн бүтээгдэхүүний давхарга 0,03м байвал механик арга хэрэглэдэг. Хөрсийг хуулан нөхөн сэргээх талбарт аваачдаг. Цуглуулсан нефть, нефть бүтээгдэхүүн, шламыг тусгай цөөрөм, нефть агуулах нөөцлүүрт хадгална. Хуучирсан бохирдолтой хөрс (> 5жил) эс бөгөөс давтан бохирдсон үед байгалийн өөрийн сонгон шилэлтээр нефть задлагч микроорганизмын тоо өссөн байдаг. Хөрсний микроорганизмын нүүрсүстөрөгч исэлдүүлэх чадварыг идэвхжүүлэхийн тулд зарим үед хөрсийг сийрэгжүүлэн төрөл бүрийн идэвхжүүлэгчийг нэмж өгөхөд хангалттай

байдаг. Дээр дурьдснаас хүлэрт нефтийн бүтээгдэхүүн задалдаг олон төрлийн микроорганизм агуулагдаж байдаг. Шинээр бохирдсон хөрсөнд нефть задлагч микроорганизм агуулсан биобэлдмэл нэмж өгөх нь чухал. Хөрс чийгээр дутмаг, орчин хүчиллэг, тэжээллэг бодисоор ядмаг бол хөрөнгөн эс (дрожжи), мөөгөнцөрийн эсүүд агуулсан биобэлдмэлийг нефтийн бүтээгдэхүүнийг задлагч болгон ашиглавал сайн. Мөөгөнцөрийн мицели нь хөрсний ширхгүүдийн завсар буй тэжээлийн орчинд хүрч чаддаг бөгөөд хөрс-нефтийн агломератад нэвтрэн бага чийг, хүчиллэг орчинд тэсвэртэй учир нефтийн бүтээгдэхүүний үлдэгдлийг задлах эцсийн шатанд идэвхитэй оролцдог.

Нэмж өгөх биобэлдмэлийн хэмжээг цэвэрлэх хугацаа, бохирдлын хэмжээнээс хамааран тогтооно. Гол төлөв 1-ийг харьцах биобэлдмэлийг 100-10000 нефтийн нүүрсустөрөгчид байхаар тооцдог. Биобэлдмэлийн тун хэмжээ, амьд эсийн титр бага байх, бохирдлын хэмжээ их, температур, рН, чийг болон бусад хүчин зүйл нь тохиромжтой утгаас хэлбийсэн байвал хөрс цэвэрлэгдэх хугацаа ихэснэ.

Ижил нөхцөлд түүхий нефть, мазут цэвэрлэхэд шингэн парафин, тунгалаг нефть бүтээгдэхүүнийг цэвэрлэхээс илүү хэмжээний биобэлдмэл ордог.

Хөрсөнд биобэлдмэл нэмж өгөхөөс 2-3 өдрийн өмнө газраа хагалан, мелиорант<sup>2</sup>, хөрсний бүтэц сайжруулагч хөрсөнд хийнэ. Агротехникийн ажиллагаа дууссаны дараа биобэлдмэлийн суспензи бэлтгэнэ. Нунтаг байдлаар байгаа бэлдмэл микроорганизм идэвхигүй тайван байдалд байдаг. Микроорганизмын эсийг идэвхижүүлэхийн тулд хэмжиж авсан өсгөврийг минералын давстай усанд (аммофос, диаммофосын давс-фосфорхүчлийн аммоний, диамоннийфосфат) 1:10-1:50 харьцаатай шингэлнэ. Азотын хэмжээ ( $\text{NH}_4$  хэлбэрээр)  $1\text{ м}^3$ -т 0,3-0,7кг, фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )-0,3-0,6кг  $1\text{ м}^3$ -т, калий ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 0,25-0,35кг  $1\text{ м}^3$ -т байх шаардлагатай. Гаргаж авсан үндсэн суспензийг 4-18 цаг 20-30° С-т сайтар агаараар үлээлгэн хутгана. Бэлтгэсэн суспензийг 5-аас илүүгүй хоног хадгална [24]. Суспензи хадгалж байсан савыг угаасан усыг мөн талбайд асгана.

Идэвхижүүлсэн биобэлдмэлийн суспензийг энгийн усаар 100-1000 дахин шингэлнэ (шингэлэлтийн зэрэг нь суспензийг хөрсөнд тараах техникийн хэрэгслээс хамаарна); суспензид тооцооны дагуу аммонийн нитратыг нэмнэ. Нэмэх хэмжээ нь 1 га газарт бохирдолтын хэмжээнээс шалтгаалаад 50-200 кг байна. Суспензийг ажиллах болгондоо хутгана. Ингэж бэлтгэсэн биобэлдмэлийн суспензийг  $1\text{ м}^3$  цэвэрлэж байгаа хөрсөнд 6-10л-ийг хийнэ. Цэвэрлэж байгаа талбай бага бол гараар цацаж болно, талбай том бол галын болон усалгааны машин, насос зэргээр тарааж болно. Их том хэмжээний талбайг бол онгоцоор цацаж болно. Биобэлдмэлийн микроорганизмын идэвхийг нарны гэрэл, орчны температурын дулаанаас хамгаалахын тулд өглөө, үдэш, бүрхэг өдөр тараах нь чухал. Биобэлдмэлийг хөрсөөр хучиж өгвөл зохистой. Хэрвээ хөрсийг урьдчилан бэлтгэж чадахгүй бол рН, бордоог тоохон биобэлдмэлийг 2-3 удаа хөрсөнд нэмж өгөх нь чухал. 3-10 долоо хоногт биозадрал идэвхитэй явагддаг. Эхний шатанд биозадралын хурдцыг хэд хэдэн удаа давтан биобэлдмэл нэмэн өгч хурдасгаж болно. Мөн минералын бордоог эхний биобэлдмэл нэмж өгснөөс 3-4 долоо хоногийн дараа нэмэн хөрсөнд хийж өгдөг. Ингэснээр хөрсний микроорганизмыг идэвхижүүлнэ. Нэмэх биобэлдмэл, минерал бордооны хэмжээг хөрсөн дэх азот, фосфор, нефтийн бүтээгдэхүүний хэмжээг тодорхойлсон үр дүнгээс хамааруулан тогтооно[24]. Биоидэвхижүүлэлтийн аргаар хөрсөнд нефть бүтээгдэхүүний бохирдлыг 90-98%-иар бууруулж болно.

<sup>2</sup>Мелиорант- хүчиллэг, давсархаг болон бусад хөрсний физик-химийн шинж чанарыг сайжруулах зориулалтаар үйлдвэрлэсэн буюу байгалийн ( ашигт малтмалаас ) гаралтай бодисууд.

## Нефтийн бохирдолтой хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээх аргуудын орчин үеийн чиг хандлагууд

Орчин үед нефтийн бохирдолтой хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээхэд биоремедиацийн аргыг өргөн хэрэглэх болсон байна. Биоремедиацийн арга гэдэг нь хөрсний микробиотуудын оролцоотойгоор явагдах янз бүрийн биохимийн урвал, физик-химийн процессуудын үр дүнд микроорганизмуудын тусламжтайгаар нефтийн бохирдолтой хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээхэд үндэслэгдсэн биологийн арга юм. Биотехнологийн арга нь нүүрсустөрөгчдийг исэлдүүлэх чадвар бүхий байгалийн микрофлорын идэвх, амьдрах чадварыг дээшлүүлэхэд тэжээлийн минераль бордоо, бусад нэмэлт субстратуудын оролцоотойгоор микроорганизмын амьдралын үйл ажиллагааг тэтгэхэд үндэслэгдэх ба бохирдолтын зэргээс хамааруулан биотехнологийн аргаар хөрсний нөхөн сэргээлтийг хоёр үндсэн чиглэлээр боловсруулдаг.

Бохирдсон хөрсийг биоремедиацийн аргаар нөхөн сэргээхэд in-Situ, ex-Situ гэсэн 2 үндсэн аргыг хэрэглэдэг байна.

- Method in-situ – Хөрс хуулалт хийлгүйгээр хөрсний өөрийнх нь микрофлорыг идэвхжүүлэх замаар бохирдолтой газар дээр шууд цэвэрлэх арга хэмжээг авч явуулах
- Method ex-situ – Бохирдсон газраас хөрсийг хуулан авч хөрсний биологийн процессыг идэвхжүүлэх арга хэмжээг авч явуулах. Энэ аргыг дотор нь off-site, on-site гэж хуваана.

*Биоаугментаци* – Нефтийн бохирдолтой хөрсөнд нефть исэлдүүлэх чадвартай микроорганизмуудын өсгөврүүдийг минераль тэжээлийн орчны хамт нэмж өгч бохирдлыг бууруулах процесс. Нефть исэлдүүлэх идэвхтэй микроорганизмуудын гол төлөөлөгчид: Arthrobacter, Bacillus, Brevibacterium, Nocardia, Pseudomonas, Rhodococcus бактерийн төрлүүд, мөн Candida, Cryptococcus, Rhodotorula, Rhodosporidium, Torulopsis, Trichosporon зэрэг дрожжийн төрлүүд багтана. Мөн эдгээр олон төрөл зүйлийн микроорганизмуудыг тодорхой хэмжээнд хамтатган нийлүүлж ашиглах нь нефтийн нүүрсустөрөгчдийг исэлдүүлэн задлахад илүү үр дүнд хүргэдэг байна.

*Биостимуляци* – Хөрсний аборигений микрофлорыг идэвхжүүлэх зорилгоор агротехникийн иж бүрэн арга хэмжээнүүдийг авах шаардлагатай. Үүнд: Хөрсийг сийрэгжүүлэх, агааржуулах, тэжээлийн бордоо болон субстратууд нэмэх г.м.

*Method on-site* – Нефтийн бохирдолтой хөрсийг хуулан авч бохирдолд өртсөн газар дээр боловсруулалт хийх, эсвэл бага оврын зөөврийн биореакторт бохирдсон хөрсийг цэвэрлэж бохирдлын хэмжээг бууруулсны дараа буцаан орчинд нь зөөвөрлөх. Энэ аргыг нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний асаргалт, гэнэтийн ослын үед хэрэглэхэд тохиромжтой.

*Method off-site* – Нефтийн бохирдолтой хөрсийг хуулан авч тусгайлан бэлтгэсэн технологийн талбайд бохирдлыг бууруулах туршилтыг гүйцэтгэнэ. Мөн үйлдвэрлэлийн зориулалтын суурин биореакторт тухайн аргыг ашиглаж болно.

Биоремедиацийн аргыг ашиглах нь тухайн бүс нутгийн цаг агаарын нөхцөл байдал, бохирдсон газрын талбайн хэмжээ, бохирдуулагчийн концентрац зэрэг хүчин зүйлээс хамааралтай.

Европт, тэр дундаа Германд in-Situ аргыг ихэвчлэн хэрэглэдэг бол ОХУ-ын Урал, Баруун Сибирийн газар нутагт тухайн аргыг хэрэглэх нь байгаль-цаг уурын нөхцлөөс хамааран хязгаарлагдмал байдаг. ОХУ-д нефтийн олборлолт, боловсруулах үйлдвэрлэл маш эрчимтэй хөгжсөнтэй холбоотойгоор нефть болон нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон газар эзлэхүүн ихтэй байдаг тул нөхөн сэргээлтийг тусгайлан бэлтгэсэн технологийн талбай дээр Ex-situ аргаар явуулдаг.

Байгалийн нөхцөлд нефтийн нүүрсустөрөгчдийг задралд оруулах процесс нь дараахь нөхцлүүд бүрдсэн тохиолдолд хамгийн үр дүнтэй байдаг гэж үздэг. Үүнд:

- Орчны температур: +10°C-аас багагүй, +50°C-аас ихгүй
- Хөрсний гадаргуугийн чийгшил, 70% орчим
- Минераль бордоо нэмэх /азот, фосфор, кали, магни агуулсан нэгдлүүд/
- Микроорганизмд хортой нэгдлүүд байхгүй байх

Хөрсөнд нефтийн бохирдол маш ихтэй (>30 мг/кг) буюу технологийн талбайг ашиглан цэвэрлэгээг явуулах боломжгүй (байгаль, цаг агаарын онцлог нөхцлөөс шалтгаалан) тохиолдолд биореакторын технологийг хэрэглэх нь илүү үр дүнтэй юм. Биореакторын технологийн тусламжтайгаар нефтийн бохирдлын түвшинг хөрсөнд байвал зохих хэмжээнд хүртэл бууруулах боломжтой. Харин биореакторын аргын дутагдалтай тал нь гэвэл ил задгай технологийн талбайн туршилттай харьцуулахад их хэмжээний талбай, эзлэхүүн бүхий бохирдолтой хөрсийг цэвэрлэх боломжоор хязгаарлагдмал юм.

Нефтийн бохирдлыг бууруулах туршилтыг ил задгай технологийн талбайд явуулах нь хүйтэн, сэрүүн уур амьсгалтай, чийгшилт багатай манайх шиг оронд хөрсний өөрийнх нь микрофлорын идэвхжилт маш удаан хугацаагаар явагдах бөгөөд гаднаас нь нэмэлт боловсруулалт явуулах шаардлагатай юм.

Олон улсын хэмжээнд нефть бүтээгдэхүүний бохирдлын судалгааг өргөн хэмжээтэй явуулан, бохирдлоос хүрээлэн байгаа орчинг цэвэрлэх хямд төсөр, зохистой аргыг эрэлхийлж байна.

Биоремедиацийн процессыг тодорхой өгөгдсөн параметруудад (температур, чийг, агааржуулалт, хутгалт г.м) явуулахад тохиромжтой биореакторын технологийг хэрэглэх, боловсронгуй болгох асуудал нь нөхөн сэргээлтийн хамгийн ирээдүйтэй, орчин үеийн чиглэлүүдийн нэг байж болох юм.

## II БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ

**Төсөлт ажлын хүрээнд 3 объектын хөрсний дээжийг авч ажиллав. Үүнд:**

- ✓ Улаанбаатар хотын Толгойтын Нефть бааз /Петровис Трейдинг ХХК/
- ✓ Дорноговь аймгийн Зүүнбаян сумын нутагт орших хуучин нефть боловсруулах үйлдвэр байсан нефтийн бохирдолтой хөрс
- ✓ Дархан хотод байрлах Ойн бирж ШТС

### 1. Толгойтын Нефть бааз /Петровис Трейдинг ХХК/

Судалгаанд Петровис трейдинг компанийн харьяа Толгойтын нефть баазын талбайгаас нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний дээжүүдийг авав. Дээжүүдийг Вагон депогийн (ВД) ойролцоох талбай, шатахуун хадгалах зориулалттай 1000 м<sup>3</sup>-ийн багтаамжтай босоо савнуудын (БС) ойролцоох талбай, тос буулгах байгууламж болон



хэвтээ савны (ТББ) ойролцоох талбай, тос савлах байгууламжийн (ТСБ) талбайнуудаас тус тус стандарт арга зүйн дагуу авсан ба байршлуудын зураглалыг 5-р хүснэгт болон зурагт харуулав.

5-р хүснэгт				
Бохирдсон хөрсний дээжүүдийг авсан талбайн байршил				
Дээжний код	Гүн, см	Уртраг	Өргөрөг	Өндөр, м
<b>Вагон депогийн ойролцоо</b>				
ВД-1	0-5	N47°54'55.3"	E106°47'11.3"	1258
ВД-2	5-20	N47°54'55.3"	E106°47'11.3"	1258
<b>Босоо сав, 1000 м<sup>3</sup></b>				
БС-1.1	0-5	N47°54'51.6"	E106°47'09.2"	1277
БС-1.2	5-20	N47°54'51.6"	E106°47'09.2"	
БС-2.1		N47°54'50.6"	E106°47'09.4"	1271
БС-3.1	0-5	N47°54'50.4"	E106°47'07.2"	1266
БС-3.2	5-20	N47°54'50.4"	E106°47'07.2"	
БС-4.1	0-5	N47°54'49.1"	E106°47'07.4"	1275
БС-4.2	5-20	N47°54'49.1"	E106°47'07.4"	
БС-5.1	0-5	N47°54'48.9"	E106°47'09.1"	1276
БС-5.2	5-20	N47°54'48.9"	E106°47'09.1"	
БС-6.1	0-5	N47°54'49.9"	E106°47'12.9"	1264
БС-6.2	5-20	N47°54'49.9"	E106°47'12.9"	
БС-7.1	0-5	N47°54'50.2"	E106°47'14.9"	1261
БС-7.2	5-20	N47°54'50.2"	E106°47'14.9"	
БС-8.1	0-5	N47°54'49.9"	E106°47'17.1"	1261
БС-8.2	5-20	N47°54'49.9"	E106°47'17.1"	
БС-9.1	0-5	N47°54'52.4"	E106°47'13.4"	1262
БС-9.2	5-20	N47°54'52.4"	E106°47'13.4"	
БС-10.1	0-5	N47°54'52.1"	E106°47'15.1"	1274
БС-10.2	5-20	N47°54'52.1"	E106°47'15.1"	
<b>Тос буулгах байгууламж болон хэвтээ савны /50 м<sup>3</sup> /орчим</b>				
ТББ-1	0-5	N47°54'55.1"	E106°47'13.9"	1265
ТББ-2	0-5	N47°54'55.1"	E106°47'13.9"	1265
ТББ-3	0-5	N47°54'54.1"	E106°47'19.3"	1254
<b>Тос савлах байгууламж</b>				
ТСБ-1.1	0-5	N47°54'52.1"	E106°47'22.7"	1261
ТСБ-1.2	5-20	N47°54'52.1"	E106°47'22.7"	
ТСБ-2.1	0-5	N47°54'51.8"	E106°47'22.4"	1260
ТСБ-2.2	5-20	N47°54'51.8"	E106°47'22.4"	
ТСБ-3.1	0-5	N47°54'52.4"	E106°47'22.7"	1258
ТСБ-3.2	5-20	N47°54'52.4"	E106°47'22.7"	
		N47°54'55.8"	E106°47'10.9"	1262



*ВД – вагон дөпгийн ойролцоох талбай, БС - босоо сав, ТББ - тос буулгах байгууламж болон хэвтээ савны орчим, ТСБ – тос савлах байгууламж*

**Зураг 1. Толгойтын нефть баазын бохирдсон хөрсний байршлын зураглал**

## 2. Зүүнбаянгийн нефтийн ордын бохирдолтой талбай

Уг талбай Дорноговь аймгийн Зүүнбаян суманд орших нефтийн орд газрын ойролцоох талбай юм. Нефтийн нилээдгүй нөөцтэй тус ордод түшиглэсэн нефть боловсруулах үйлдвэрийг 1950-иад оны эхээр байгуулж, уг ордоос олборлосон тосыг нэрж автобензин, дизелийн түлш гаргаж байсан нь Монгол Улсад нефть боловсруулах үйлдвэрийн суурь болсон гэж үздэг. Зүүнбаянгийн нефть олборлох үйлдвэр 1950 оны 12-р сард ашиглалтанд орж, 1951 онд газрын тос боловсруулах үйлдвэрийн энгийн нэрлэгийн байгууламж, 1952 оноос дулааны крекинг байгууламж, 1952 оны сүүлчээр коксын байгууламж ашиглалтанд тус тус оржээ. Ингэснээр Зүүнбаянд Нефтийн үйлдвэрийн иж бүрэн цогцолбор бий болсон. Үйлдвэр олборлосон нефтийнхээ 25%-ийг автобензин, 12,9%-ийг дизелийн түлш, 4,4%-ийг кокс, 48%-ийг мазут болгон гаргаж байжээ. 1957 оны 5-р сард Москва хотноо Монгол, Зөвлөлтийн засгийн газар хоорондын хэлэлцээрээр “Монгол нефть” трестийн Зүүнбаянгийн нефтийн үйлдвэрийн цогцолборыг Монголд үнэ төлбөргүй шилжүүлэн өгөхөөр шийдвэрлэжээ. Нефтийн олборлолтын хэмжээ эрс буурсан болон боловсруулах үйлдвэрийн тоног төхөөрөмж хуучирч зардал ихэссэн, мөн үйлдвэрийн технологийн алдагдал ихэссэн зэргээс ашиг ч буурсаар 1969 оны 11 сард тус үйлдвэрийг хаасан байна [ <http://www.pam.gov.mn/page/1195.shtml?sel=2189>].

Тухайн үед НБҮ-ээс гарсан хаягдлыг нуур цөөрөм үүсгэн хаясан нь олон жилийн турш агаарт ууршин, хатсаг лаг болон хуримтлагдаж, цөөрөмийн хамгаалалтын далан муу хийгдсэнээс ойр орчмын газарт тархсан байна. Мөн хуучин цооногийн амсараас түүхий нефть асарч жижиг цөөрөм үүсгэдэг, нефть дамжуулах зориулалттай шугам хоолойнууд хагарч байхгүй болсон байх бөгөөд үлдэгдэл нефть нь ойр орчмын хөрсийг ихээхэн хэмжээнд бохирдуулсан байгаа юм.

Судалгааны дээжүүдийг 2015 оны 6 сард Зүүнбаянгийн ордод хийсэн хээрийн экспедицийн дүнд газрын тосоор бохирдсон талбайн 6 цэгээс хөрсний дээж авч судалгаандаа ашигласан. Дээжүүдийн байршил онцлогийг 6-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

6-р хүснэгт

Бохирдсон хөрсний дээжүүдийг авсан талбайн байршил

Дээжний код	Гүн, см	Уртраг	Өргөрөг	Өндөр, м
ЗБ-1	0-30	N42°50'7.1"	E111°26'29"	751
ЗБ-2	0-20	N42°50'8.9"	E111°26'30.2"	751
ЗБ3	0-40	N42°54'38"	E111°26'25.7"	741
ЦЭ4	30-60	N42°19'8.7"	E111°48'33"	691
ЦЭ5	0-20	N42°19'8.7"	E111°48'33"	691
ЦХ	0-30			

Тайлбар:

- ЗБ-1 Зүүнбаян, Олзворын хонхор буюу газрын тосны хаягдлын цөөрөмөөс авсан дээж. Хар өнгөтэй, тосорхог, дагтарисан, зурамтгай хөрс
- ЗБ-2 Зүүнбаян, Олзворын хонхор буюу газрын тосны хаягдлын цөөрөмийн далангаас авсан дээж. Гадаргуудаа хар саарал хатсан байдалтай, өнгөн хэсгийг хуулахад хар өнгөтэй тосорхог, бутарч унасан, нефтийн үнэртэй хөрс
- ЗБ-3 Зүүнбаян, Олзворын хонхорын урд хэсэгт байрлах хуучин газрын тос дамжуулах шугам хоолой байсан бололтой далангийн хэсгээс авсан дээж.
- ЦЭ-4 Зүүнбаянгаас 50 км зайд Цагаан-Элсний ордын хаагдсан цооногоос нефть шүүрэн гарч тэр хавийн газрыг бохирдуулсан. Дээрээс нь цэвэр хөрсөөр хучсан байдалтай байв. Доошоо 20-30 см хэртэй ухааж хучсан хэсгийг зайлуулахад тостой хөрс гарч ирж байв.
- ЦЭ-5 Дээрх хучилт хийгдсэн газраас 50 метрийн зайд том томоор бөөгнөрөн лаг үүсгэсэн байдалтай. Бөөгнөрсөн хөрс, элсийг задлахад дотроос нь их хэмжээний тосорхог хөрс гарч байв.

### 3. Дархан –Ойн бирж шатахуун түгээх станц

Энэ талбай Дархан-Уул аймгийн төв Дархан хотод байрладаг бөгөөд НИК компанийн шатахууны терминал байрладаг 1,5 х 0,5 км орчим талбайтай аж үйлдвэрийн цогцолборын захын хэсэгт оршдог. Мөн Ойн бирж компанийн шатахууны агуулах байдаг. Шатахуун дамжуулах газар доорхи хоолойтой, газар дээр байрлуулсан резервуарт дизелийн түлш ба бензин хадгалдаг. ШТС-ийн үйл ажиллагааг одоогоор Тэс Петролеум Ойл компани хариуцдаг. Судалгаагаар Ойн бирж компанийн төмөр зам дээр байрлах шатахуун түгээх цэгт гарсан ослын улмаас байгаль орчинд шатахуун алдагдсан нь нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлын эх үүсвэр болсон гэж үзсэн. Нэг удаа гарсан осолын үед 2 цистернээс нийт 160 м<sup>3</sup> эзэлхүүнтэй шатахуун алдагдаж хөрсөнд нэвчсэн ба ямар ч хамгаалах арга хэмжээ аваагүй гэсэн мэдээллийн мөрөөр бид объектыг сонгон авсан. Бохирдлын өөр эх үүсвэр байгаа талаар мэдээлэл байхгүй.

Бид хээрийн судалгааны ажлыг БОНХАЖЯ болон БНЧУ-ын Байгаль орчны яамтай хамтарсан “Байгаль орчны бохирдлыг цэвэршүүлэх ажилд ноу-хау нэвтрүүлэх” төсөлт ажлын хүрээнд Чех улсын зарим эрдэмтэн судлаачидтай хамтран хийсэн бөгөөд судалгааны ажлын явцад 6 цэгт 0,8-1,2 м-ийн гүнд гар өрмөөр өрөмдөж, 2 цэгт өрмийн машинаар 19SD7 (9 м гүн), 19SD8 (10 м гүн) цооногуудыг өрөмдөн дээжүүдийг авсан. Дээж авсан талбайн байршлыг 7-р хүснэгтэнд харуулав.

7-р хүснэгт

Бохирдсон хөрсний дээжүүдийг авсан талбайн байршил, онцлог

Дээжний код	Гүн, м	Уртраг	Өргөрөг	Тайлбар
19SD1	0-0.8	49.494354	105.912174	Цайвар сааралдуу өнгийн нарийн ширхэгтэй элс, нефтийн үнэргүй
19SD2	0-1.0	49.494319	105.912250	Хүрэн шаргал нарийн ширхэгтэй шаварлаг элс, заримдаа арай бараан өнгөтэй. Нефтийн бүтээгдэхүүний үнэргүй
19SD3	0-1.1	49.494347	105.91.2171	
19SD4	0-1.2	49.494381	105.912047	
19SD5	0-1.2	49.494418	105.912004	
19SD6	0-1.2	49.494398	105.911963	
19SD7	1.0-2.3	49.494285	105.912172	Өрмийн машинаар өрөмдсөн: 0-1.0 Хүрэн саарал, нарийнболон дунд ширхэгтэй 2 см ширхэгтэй чулуутай шаварлаг элс. Нефтийн бүт-ний үнэргүй. 1.0-2.3 нарийн болон дунд ширхэгтэй 2 см чулуутай шаварлаг элс. 2.3-7.0 хүрэн саарал устай хайрга. 5 см ширхэгтэй чулуутай. 1.8-4.0 хооронд нефтийн бүт-ний үнэргүй. 7.0-9.0 дунд болон том ширхэгтэй 2 см ширхэгтэй чулуутай , шаварлаг элс, үнэргүй. Усны тогтсон түвшин 1.57м. 9,0 м гүн хүртэл өрөмдсөн
19SD7	2.3-4.0	49.494285	105.912172	
19SD8	1.0-3.0	49.494338	105.911876	Өрмийн машинаар өрөмдсөн: 0-1.0 Хүрэн саарал, нарийн болон дунд ширхэгтэй бага зэрэг шаварлаг элс. Нефтийн бүт-ний үнэргүй. 1.0-2.3 хүрэн саарал том ширхэгтэй 2 см чулуутай элс. 3.0-5..0 хүрэн саарал устай хайрга. 5 см ширхэгтэй чулуутай. Нефтийн бүт-ний үнэртэй. 5-10 хүрэн саарал 5 см ширхэгтэй чулуутай хайрга , үнэргүй. Усны тогтсон түвшин 1.45м. 10,0 м гүн хүртэл өрөмдсөн
19SD8	3.0-5.0	49.494338	105.911876	

## III БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН

### III.1. ХӨРСӨН ДЭХ НЕФТЬ, НЕФТИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮНИЙ БОХИРДЛЫН ХЭМЖЭЭГ ТОГТООЖ, ҮНЭЛГЭЭ ӨГӨХ

#### III.1.1. Толгойтын нефть баазын хөрсний бохирдлын түвшин

**Нөхцөл байдал:** Толгойтын Автонефть хангамжийн баазыг Зөвлөлт Холбоот Улсын техник-эдийн засгийн тусламжаар 1962 онд барьж ашиглалтанд оруулжээ. Уг автонефть хангамжийн бааз нь 300-1000 м<sup>3</sup>-ийн 7 ширхэг босоо сав бүхий шатахууны агуулах, 50 м<sup>3</sup>-ийн 17 ширхэг савтай тосны агуулах, шатахуун тосыг вагон цистернээс буулгах эстакад, шинжилгээний лаборатори, шатахуун тос ачих эстакад, тос жижиглэн савлах цех, 500 бочектой тос хадгалах склад, тоног төхөөрөмжийн засварын цех, уурын зуух, дулааны систем, конторын барилга, цэвэрлэх байгууламж болон тээврийн хэрэгсэл, түүний сэлбэг тоног төхөөрөмжийн 2 склад, материал хураах сарай зэргээс бүрдэж байсан юм [20].

[21] <http://www.pam.gov.mn/page/1196.shtml?sel=2189> 2000 оноос Толгойтын нефть баазыг “Петровис трейдинг” ХХК эзэмшиж үйл ажиллагаа явуулж байна. Талбайн ерөнхий байдлыг зураг 2-т харуулав.



Вагон депо



Шатахуун хадгалах босоо сав /1000м<sup>3</sup>/



Тос буулгах байгууламж болон хэвтээ сав /50м<sup>3</sup>/



Зураг 2. Улаанбаатар хот. Толгойтын нефть баазын хашаанд дээж авах үеэр

**Бохирдлын хэмжээ:** Толгойтын нефть баазын талбайгаас авсан нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний дээжүүдэд нефть бүтээгдэхүүний агуулгыг

тодорхойлж, ойр орчмын газраас авсан цэвэр хөрсний дээжтэй харьцуулан дүнг 8-р хүснэгтээр үзүүлэв.

8-р хүснэгт

Толгойтын нефть баазын хөрсөн дэх нефть бүтээгдэхүүний агуулга

№	Дээжний код	Гүн, см	Нефть бүтээгдэхүүний агуулга	
			мг/кг	мас.%
Цэвэр хөрс			75.6	0.007
<b>Вагон депогийн ойролцоох талбай</b>				
1	ВД-1	0-5	28989.05	2.9
2	ВД-2	5-20	4846.3	0.5
<b>Босоо сав, 1000 м<sup>3</sup></b>				
3	БС-1.1	0-5	85.83	0.008
4	БС-1.2	5-20	159	0.016
5	БС-2.1	0-5	611.1	0.06
6	БС-3.1	0-5	101.7	0.01
7	БС-3.2	5-20	115	0.01
8	БС-4.1	0-5	67	0.007
9	БС-4.2	5-20	55.9	0.005
10	БС-5.1	0-5	63.78	0.006
11	БС-5.2	5-20	82.83	0.008
12	БС-6.1	0-5	916.2	0.09
13	БС-6.2	5-20	528	0.05
14	БС-7.1	0-5	303	0.03
15	БС-7.2	5-20	221	0.02
16	БС-8.1	0-5	304	0.03
17	БС-8.2	5-20	224	0.02
18	БС-9.1	0-5	890.2	0.09
19	БС-9.2	5-20	530	0.05
20	БС-10.1	0-5	188.2	0.02
21	БС-10.2	5-20		
<b>Тос буулгах байгууламж болон хэвтээ савны /50 м<sup>3</sup> /орчим</b>				
22	ТББ-1	0-5	523	0.05
23	ТББ-2	0-5	16613	1.67
24	ТББ-3	0-5	6755	0.68
<b>Тос савлах байгууламж</b>				
25	ТСБ-1.1	0-5	20971	2.1
26	ТСБ-1.2	5-20	15377	1.5
27	ТСБ-2.1	0-5	-	-
28	ТСБ-2.2	5-20	364.5	0.04
29	ТСБ-3.1	0-5	1775.6	0.18
30	ТСБ-3.2	5-20	2330.7	0.23

Бохирдсон хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний концентраци нь тухайн газрын хөрсний шинж чанар, цаг уурын нөхцөл, нефть ба нефтийн бүтээгдэхүүний төрлөөс шалтгаалан янз бүрийн хэмжээтэй агуулагдана. Байгалийн экосистемийн

бохирдолтын түвшинг тодорхой бодис дээр тогтоосон зөвшөөрөгдөх доод хязгаарын концентрацаар илэрхийлнэ. Нефтийн бохирдлын зэргийг тухайн нутаг дэвсгэрийн бохирдоогүй /фон утга/ эрүүл хөрсөн дэх “нефть бүтээгдэхүүний” агуулгатай харьцуулан үнэлдэг.

Хэвлэлийн тоймоос үзвэл нефтийн олборлолт явуулдаггүй районы хөрсөн дэх нефть бүтээгдэхүүний бохирдлын хэмжээ - 40 мг/кг, нефтийг олборлох, тээвэрлэх үйл ажиллагаа явуулдаг нутаг дэвсгэр дэх бохирдлын хэмжээг -100 мг/кг гэж тогтоосон байдаг. Олон улсын практикт хөрсний нефтийн бохирдлын түвшинг тогтоосон нэгдсэн ангилал байхгүй ба судлаачдын гаргасан үр дүнгүүд нь хоорондоо маш их ялгаатай байдаг. Дэлхийн улс орнуудад хийсэн судалгаанаас харахад нефтийн бохирдолтой хөрсний бохирдлын түвшинг 10000 мг/кг-аас дээш байвал хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээх арга хэмжээнүүдийг авах шаардлагатай гэж үздэг байна [25].

Бидний авсан судалгааны дээжүүдэд хамгийн их бохирдолтой нь вагон төмөр зам, тос буулгах болон савлах байгууламжууд, хэвтээ савнууд байрлах орчмын газруудаас авсан зарим дээжүүдэд бохирдлын түвшин хамгийн их буюу 5000-28986 мг/кг байгаа нь тухайн талбай дахь хөрсийг цэвэрлэх шаардлагатайг харуулж байна. Нефтийн бүтээгдэхүүнийг агуулах зориулалтын 1000 м<sup>3</sup> багтаамжтай босоо савны ойролцоох газруудаас авсан дээжүүдийн бохирдлын хэмжээ (5-р хүснэгт, №3-21) (<1000 мг/кг) бага байгааг талбайн энэ хэсэгт нефть бүтээгдэхүүний асгаралт, алдагдал харьцангуй бага, зориулалтын танк савнуудын битүүмжлэл сайтай болохыг харуулж байна.

Толгойтын Нефть баазаас авсан хөрсний дээжүүд дэх нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга талбайн янз бүрийн байршилд харилцан адилгүй хэмжээтэй байна. Мөн бохирдлын тархалтыг гүнээс хамааруулан харахад гадаргын хөрсний буюу 0-5 сантиметрийн гүнээс авсан дээж дэх нефть бүтээгдэхүүний агуулга 5-20 сантиметрийн гүнээс авсныхаас их байгаа нь нефтийн бүтээгдэхүүний тархалт газрын гүн рүү их тархаагүйг харуулж байна.

### **Ш.1.2. Зүүнбаянгийн нефтийн орд газрын хөрсний бохирдлын түвшин**

*Нөхцөл байдал:* Зүүнбаянгийн нефтийн орд газарт 1997 оноос хойш Хятадын “Доншен Газрын тос Монгол” төрийн өмчит компани үйл ажиллагаа явуулж байгаа бөгөөд 2010 оноос эхлэн хоёр томоохон талбайгаас түүхий нефть олборлож байна. Энд газрын тосны олборлолтын 310 шахуурга байдаг (зарим нь зогссон) бөгөөд одоо явагдаж буй олборлолтоос шинээр газрын тосны хаягдал ихээр үүсдэг. Эдгээр хаягдлыг цооног тус бүрээс цистернээр зөөж хашаагаар хүрээлсэн, жижиг хэд хэдэн нууранд асгадаг. Доншен компанийн цогцолбороос холгүй 2 нуурыг ханаар хүрээлүүлэх замаар бохирдлыг хүрээлэн буй орчинд тархахаас сэргийлсэн хэдий ч хөрсний ямар ч хамгаалалтгүй, хаягдал нь хөрсөнд тархах, нэвчихээс хамгаалсан тусгаарлалт хийгдээгүй байгаа юм. Тухайн газарт устай холилдсон хаягдал лагийг ямар ч боловсруулалт, цэвэршүүлэлт хийлгүй зөвхөн хадгалдаг. Газрын гадарга дээрх хөрс нь цайвар хүрэн элс, хайргархаг элс байх бөгөөд хэсэг хэсгээрээ түүхий нефтиэр бохирдон он удаан жил болсон эсвэл шинээр үүссэн бололтой талбай ч их тохиолдоно. Газрын тосны хуучин цөөрөм бүхий газруудад газрын тос элс, хайргатай холилдон 50 см хүртэлх зузаан байгалийн асфальтан хучилт үүсгэсэн. Газрын тосоор бохирдсон байдал нилээд гүн,

ихэнх тохиолдолд нүдээр бохирдлын доод хязгаарыг тогтоох боломжгүй байсан (Георадарын судалгаагаар гүний хэмжээг зарим хэсэгт тодорхойлсон, цаашид тайланд дурдагдана). Энгийн нүдэнд бохирдолгүй юм шиг харагдах боловч газрын тосны хатсан хаягдал лаг элстэй холилдож хуримтлагдсан газрууд их хэмжээний талбайг хамарч байна. Нийт газар нутагт хүний үйл ажиллагааны улмаас үүссэн, нэн ялангуяа газрын тос олборлолтын үеийн ул мөр нилээд хүчтэй үлдсэн байна (зураг 3).



Зураг 3. Зүүнбаянгийн нефтиэр бохирдсон хөрсний талбайн байршил

**Бохирдлын эх үүсвэр:** Өмнө нь болон одоо явагдаж байгаа түүхий нефтийн олборлолт түүнээс гарах газрын тосны хаягдал лаг зэрэг нь эндхийн газрын гадарга эвдэрч, хөрс ба гүний, гадаргын ус бохирдох гол эх үүсвэр болж байгаа юм. Ойролцоогоор 50 гаруй жил газрын тос олборлож байгаа ч тухайн газар нутгийг хайхрамжгүй орхисон, үйл ажиллагаа явуулж байгаа компаниуд нь байгаль орчинг хамгаалах, бохирдол тархахгүй байх тал дээр ажиллаагүйгээс олборлолтын нөлөөнд ихээхэн өртсөн байна. Нефть болосвруулах үйлдвэр байхад ашиглаж байсан газрын тос дамжуулах шугам хоолойг хуулж авсан, ингэснээр нилээд хэдэн километр үргэлжлэх түүхий тосоор бохирдсон урт трасс үүссэн, зарим газарт нь тос агуулсан худаг тааралдах ба тэдгээрийг элсээр дүүргэсэн, хуучин цооногийг хаасан ч битүүмжлэлийг сайн хийгээгүйгээс цооногийн амсараар түүхий тос халин гарч ойр орчмын газрыг бохирдуулсаар байгаа зэрэг нилээд олон хүчин зүйлээс үүдэлтэй бохирдолт үүссээр байна (Зураг 3).





Олзворын хонхор, цөөрөм



Олзворын хонхор, хуучин нефть дамжуулах хоолой байсан газар



Цагаан-Элсний орд. Хуучин хаагдсан цооног



Олзворын хонхор. Ус тогтсон хэсэг



Зураг 4. Дорноговь аймаг. Зүүнбаян сум. Нефтийн орд газар дээрх хээрийн экспидецийн үеэр

Мөн талбайн нилээдгүй хэсгүүдэд газрын тосны дамжуулалтын хоолой, агуулах зориулалттай техник тоног төхөөрөмжийн үлдэгдэл, хаягдлууд, бетоны хэлтэрхий, төмрийн хаягдал тархсан байдалтай байна. Орон нутгийн төрийн байгууллагуудын шаардлагын дагуу хуучин цооногуудын ойролцоох бохирдлыг аажмаар цэвэрлэж байгаа боловч бохирдолтой хөрсийг тэр хэвээр нь үлдээж эсвэл тухайн газарт нь булах, дээрээс нь цэвэр хөрсөөр хучихаас өөр дорвитой арга хэмжээ авахгүй байгаа юм.

**Бохирдлын хэмжээ:** Зүүнбаянгийн нефтийн ордын хөрснөөс авсан дээжүүдэд нефть бүтээгдэхүүний агуулгыг тодорхойлж, мөн ойр орчмын газраас авсан цэвэр хөрсний дээжтэй харьцуулан дүнг 9-р хүснэгтээр үзүүлэв.

## Зүүнбаянгийн нефтийн ордын хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн агуулга

№	Дээжний код	Гүн, см	Нефтийн бохирдол	
			мг/кг	мас.%
1	Цэвэр хөрс	0-30	230	0.02
2	ЗБ-1	0-30	60700	6.1
3	ЗБ-2	0-20	65100	6.5
4	ЗБ3	0-40	54600	5.5
5	ЦЭ4	30-60	23800	2.4
6	ЦЭ5	0-20	95600	9.6

Хүснэгтээс харахад Зүүнбаянгийн ордын Олзворын хонхорын ойр орчим (ЗБ1, ЗБ2), нефть дамжуулах хоолой байсан (ЗБ3) газруудын хөрсөн дэх нефтийн бохирдол 54600 – 65100 мг/кг, Цагаан-Элсний ордын хуучин хаагдсан цооногийн ойр орчмын (ЦЭ4, ЦЭ5) хөрсөн дэх нефтийн бохирдол 23800-95600 мг/кг байгаа нь тухайн газрын бохирдлын зэрэг өндөр байгааг илтгэж байна. Цэвэр хөрс буюу ургамал ногоо ургасан эрүүл газраас авсан хөрсний дээжинд органик бохирдуулагчийн агуулгыг тодорхойлоход 230 мг/кг буюу 0,02% байв. Уг утгыг тухайн газар нутгийн фон утга гэж тооцвол бохирдлын хэмжээ хэдэн зуу дахин их байгаа юм.

Нефтиэр бохирдсон хөрсний дээжүүдэд нарийвчилсан шинжилгээг явуулж тэдгээрт агуулагдах полиароматик нүүрсустөрөгчдийн найрлагыг судлан тогтоов (10-р хүснэгт). Судалгааны дүнгээс харахад хатсан хуучин хаягдал лаг хуримтлагдсан газруудаас авсан дээжинд нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга бага, мөн газрын гадаргын хөрсний дээжинд олон цагирагт ароматик нүүрсустөрөгчдийн агуулга бага гарсан нь бохирдуулагч ууршсан байгааг илтгэнэ. Түүхий нефтийн олборлолт явагдаж байгаа талбай дундуур маш өргөн уудам талд тархдаг хааяадаа ус урсдаг гүехэн сайрын хөрсний дээжинд олон цагирагт ароматик нүүрсустөрөгчдийн агууламжийн нийлбэр хамгийн их ба бензопирений хамгийн их агууламж гарсан. Дээр дурдсан хөрсний дээжүүдэд нефтийн бүтээгдэхүүний концентраци Монгол улсын стандартын (нэн даруй бохирдлыг бууруулах арга хэмжээ авах шаардлагатайг илтгэх) болон Голландын стандартын нарийвчилсан судалгаа болон бохирдлыг бууруулах арга хэмжээ шаардлагатайг илэрхийлэх утгаас тус тус их байсан. Гэхдээ Монгол улсын MNS 5850:2008 стандартын нефтийн бүтээгдэхүүний хамгийн их зөвшөөрөгдөх утгыг маш хатуу тогтоосон байдаг ба энэ бүлгийн бохирдуулагчийн бодит эрсдэлтэй тохирохгүй байна.

## Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчид болох нүүрсустөрөгчид нэг бүрийн агуулга, ppm

Нүүрсустөрөгчид	MNS 5850:2008 Анхааруулах утга	БНЧУ-ын үйлдвэрийн бүсийн стандарт	ZB1- 21SD11	ZB3- 21SD1
TPH	<b>0.2</b>	1500	12000	7760
Полиароматик нүүрсустөрөгчид (PAH)				

Ацетнафтен		33000	0.01	
Аценафталин			0.02	0.05
Антрацен		170000	0.51	0.02
Бенз(а)антрацен		2.1	0.67	0.08
Бензо (а)пирен	<b>1</b>	0.21	<b>4.05</b>	0.23
Бензо(б)флуорантен		2.1	1.79	0.12
Бензо(г.һ.и)пирелин			3.55	0.22
Бензо(к)флуорантен		21	0.51	0.02
Хризен		210	0.83	0.12
Дибенз(а.һ)антрацен		0.21	0.5	0.05
Флуоратен		22000	0.18	0.03
Флуорен		22000	0.02	
Идено(1.2.3.сd)пирен		2.1	0.94	0.06
Нафталин		18		0.01
Фенантрен			0.18	0.03
Пирен		17000	10.3	0.55
Нийт 16 РАН	<b>10</b>		24.06	1.57

Хэд хэдэн дээжийн хувьд ялангуяа газрын тосны хатсан хуучин хаягдал лагийн дээжинд бензопирений концентраци Монгол улсын 5850:2008 стандартын үйлдвэрийн бүсийн сэрэмжлүүлэх утгаас их ба БНЧУ-ын Байгаль орчны яамны Мэргэжлийн арга зүйн удирдамжийн үйлдвэрийн бүсийн хөрсний бохирдлын шалгуур үзүүлэлтээс их байсан. Гэхдээ Монгол улсын 5850:2008 стандартад хүний биед хорт хавдар үүсгэх нөлөөтэй нефтийн бүтээгдэхүүний хязгаар үзүүлэлтийг маш багаар тогтоосон байдаг.

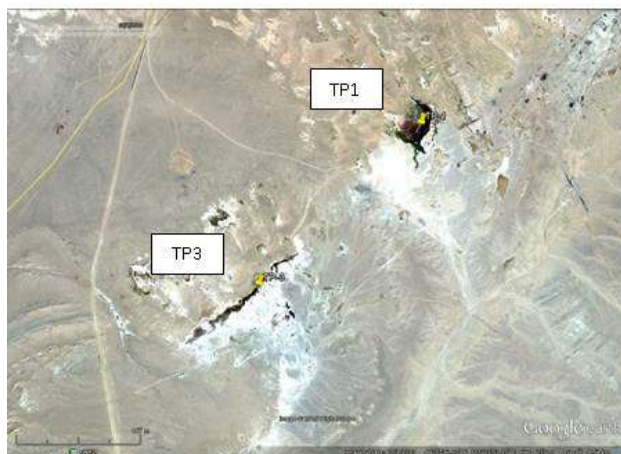
Мөн хөрсөн дэх хүнд металлын агуулгыг нэг дээжинд тогтоож үзэхэд хөдөө аж ахуйн зориулалтаар ашиглах газрын хөрсний бохирдлыг тодорхойлох хязгаар үзүүлэлтээс зөвхөн мышьякийн агуулга бага зэрэг их гарсан.

11-р хүснэгт

Хөрсөн дэх металлын агуулга, ppm					
№	Үзүүлэлтүүд	Цэвэр хөрс	Бохирдолтой хөрс	Монгол улсын стандарт 5850:2008	Голландын стандарт
1	Хар тугалга (Pb)	23	34	100	85
2	Кадмий (Cd)	<0.2	<0.2	3	
3	Мышьяк (As)	<5	7	6	29
4	Хром (Cr)	30	30	150	100
5	Цагаантугалга (Sn)	2	19	50	
6	Стронций (Sr)	215	166	800	
7	Ванадий (V)	28	28	150	
8	Зэс (Cu)	<5	34	100	36
9	Никель (Ni)	7	8	150	35
10	Кобальт (Co)	4.4	4.1	50	

11	Цайр (Zn)	23	26	300	140
12	Молибден (Mo)	<2	3	5	

**Бохирдлын тархалт:** Зүүнбаянгийн нефтийн ордын бохирдол бүхий талбайд ШУА-ийн Одон орон Геофизикийн хүрээлэнгийн эрдэмтэн судлаачидтай хамтран Георадарын туршилтыг хийж нефтийн бохирдол газрын гүн рүү хэр зэрэг нэвчсэн болохыг судалсан. Георадарын судалгаа нь геологи, байгаль орчин, археологи, уул уурхай, барилга байгууламж, инженерийн шугам сүлжээ, гүний ус, цас мөс, агуй хонгилийн судалгаанд өргөн хэрэглэгддэг арга юм. Нефть, нефтийн бохирдолтой талбайд Георадарын аргыг ашиглах боломжийг судлах, хэрэв боломжтой бол тархалтыг тандан судлаж зураглал хийхийг зорилоо. Энэхүү тандан судалгаанд Георадарын орчин үеийн дэвшилтэт технологиор бүтээгдсэн MALA брендийн хэмжилтийн багаж төхөөрөмжийг ашиглаж уг судалгаанд шаардлагатай хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжилт хийсэн талбайн байршлын зургийг 6-зургаар харуулав. Зүүнбаян, Цагаан-Элсний ордын нийт 3 талбайд хэмжилтийг хийсэн.



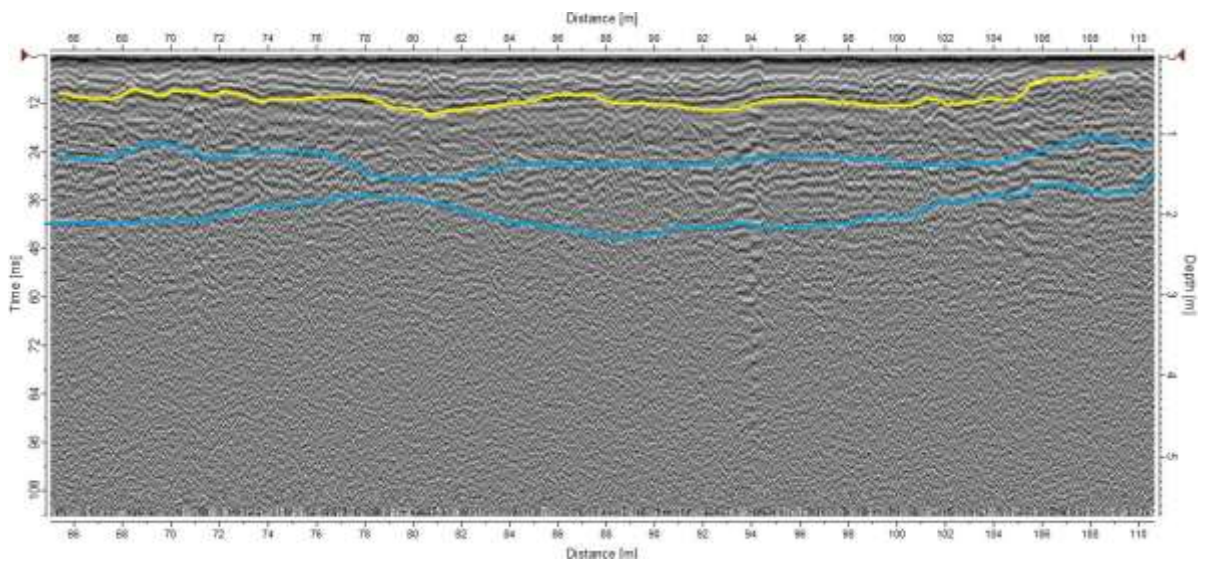
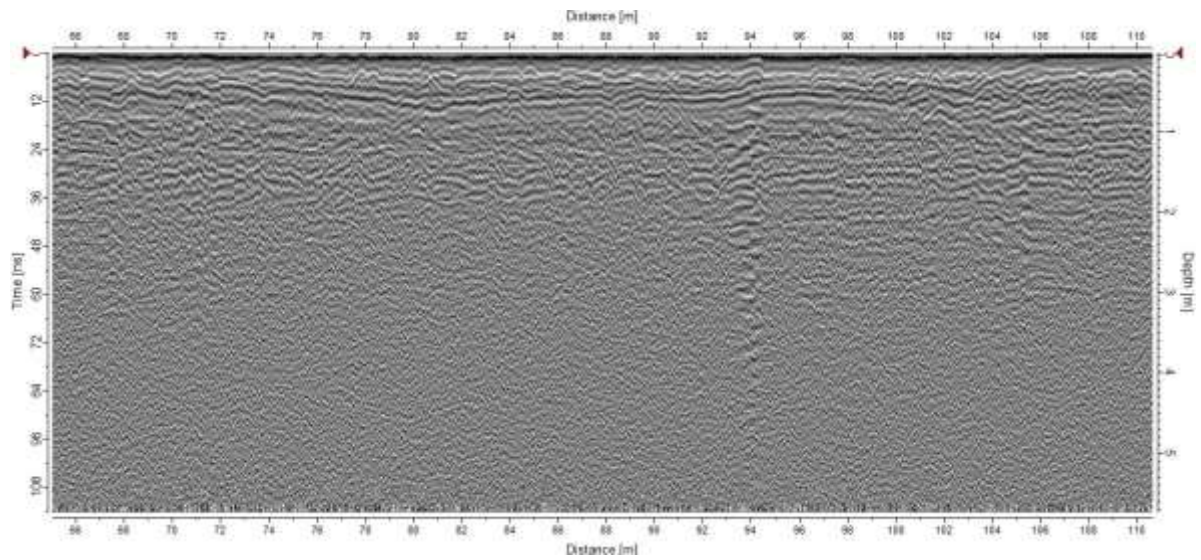
Зүүнбаянгийн нефтийн орд



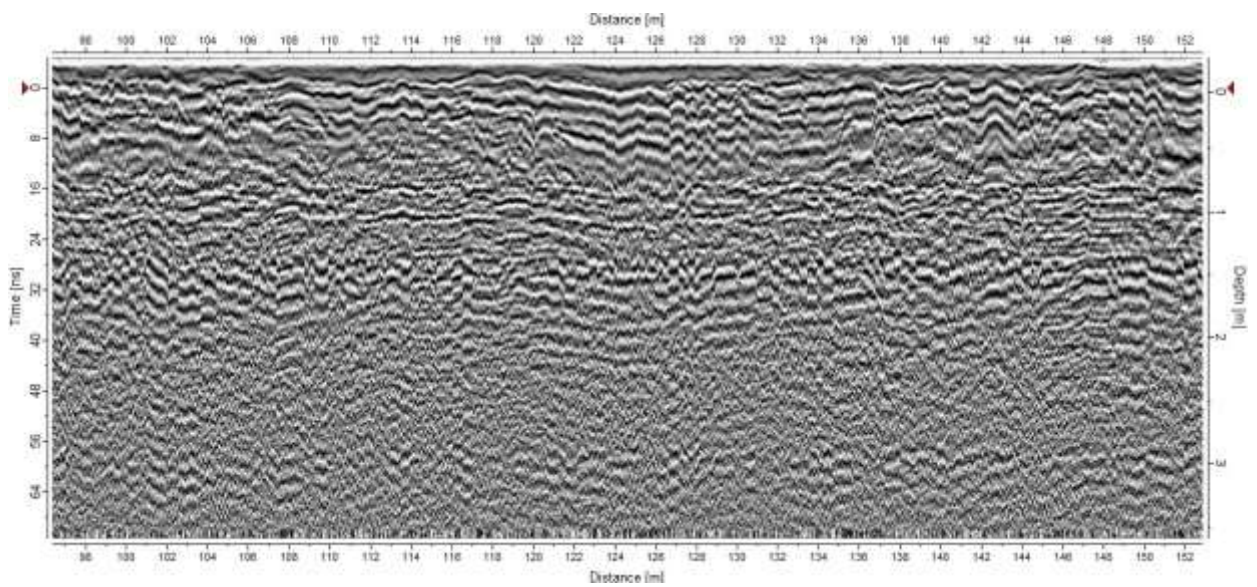
Цагаан-Элсний нефтийн орд

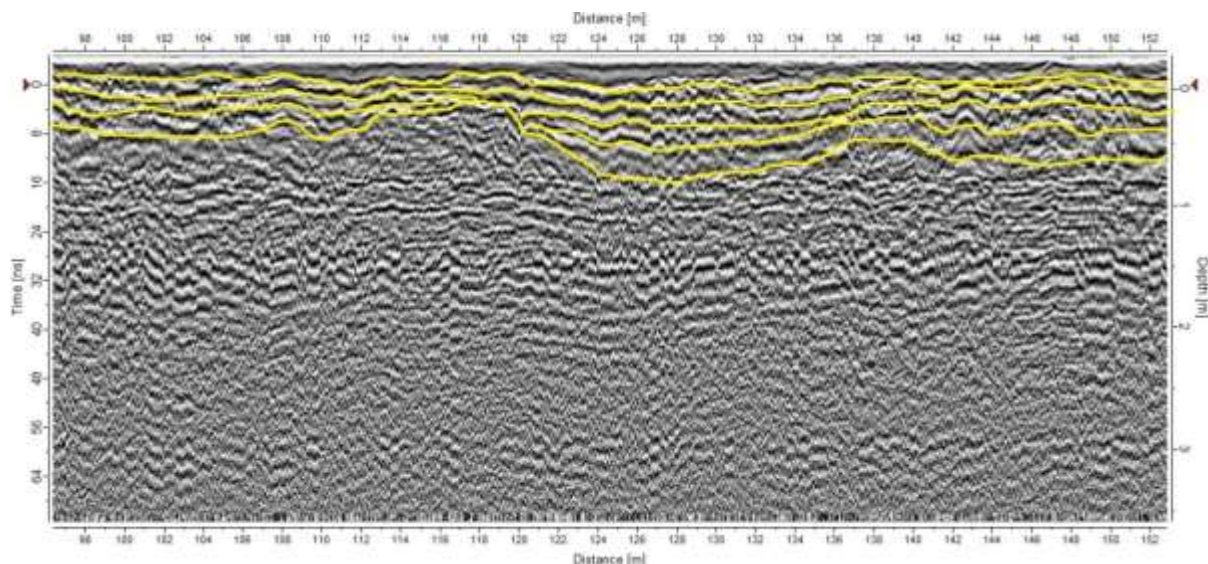
#### Зураг 5. Георадарын судалгаа явуулсан талбайн сансарын зураг

Георадарын зураглалын үр дүнд тайлал хийхдээ ялгаатай үе давхрагуудын зааг болон долгионы ойлт, хугарал, замхрал, гажилт өгч байгаа хэсгүүдэд анализ хийж ялган зурагладаг болно. Эхний талбай болох TP-1-ийн хөндлөн огтлол дээр битум болон хөрсний хоорондын ялгарал 80-90 см, хил зааг маш тодорч ялгарч байгаа бөгөөд доош хөрсөнд шингэсэн бусад хаягдал будэг боловч хил зааг байж болзошгүй ялгарлууд 1-2,3 метрт (Зураг 6) илэрч байгаа болно. Мөн 2 дахь талбай болох TP-2-ийн хөндлөн огтлол дээр битумын олон үелсэн давхрага буюу хуримтлал 90 см хүртэл гүнд (Зураг 7) маш тод үелэн харагдаж байна.



Зураг 6. Pr1-огтлол шар шугам битум болон хөрсний зааг, хөх шугам нь хөрсөнд нэвчсэн нефтийн бүтээгдэхүүний давхарага байж болзошгүй мужийг харуулсан.





Зураг 7. Шар шугам битумын олон үелсэн давхрага заагыг харуулсан

ТР-1, ТР-2, ТР-3 талбайн бүх хэмжилтүүд дээр битумын өтгөн хөрсөнд шингэхгүй хэсэг болон хөрс 2-ийн хоорондох ялгарал маш сайн үелэн ялгарч гарсан байгаа болно. Мөн зарим хөндлөн огтлолын зураглал дээр хөрснөөс доош тархсан байж болох шингэн хэсгийн тархалт байж болзошгүй давхрага бүдэг боловч ялгаран харагдаж байна.

Үр дүнгийн хөндлөн огтлолын зураглалуудаас харахад нефтийн хаягдлын гүний болон хэвтээ чиглэлийн тархалтуудын зураг, нарийн хэмжээсүүдийг тодорхойлох бүрэн боломжтой бөгөөд хөрснөөс доош тархсан байж болох шингэн хэсгийн тархалтыг баталгаажуулахын тулд хөрсний дээж авдаг гар өрөмдлөгтэй хослуулах хэрэгтэй юм.

Георадарын тандалтын хэмжилтийг нефтийн хаягдал бүхий талбай дээр илүү нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэснээр гүний болон хэвтээ чиглэлийн тархалтуудын 2 болон 3 хэмжээст зураглалыг гаргах бүрэн боломжтой бөгөөд улмаар бохирдсон талбайн эзлэхүүнийг тодорхойлох боломжтой юм. Иймд дээрхи судалгааны үр дүнд нефтийн хаягдал бүхий талбай дээр ШУА-ийн Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн судлаачид, Хими, Химийн Технологийн Хүрээлэнгийн судлаачид, болон Газарзүй Геоэкологийн Хүрээлэнгийн баг (хөрсний дээж авдаг гар өрөмдлөг) бүрэлдэхүүнтэй хамтарч ажиллал болон бохирдол бүхий талбайн бохирдлийн тархалтын 2 болон 3 хэмжээст зураглалыг өндөр нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэх бүрэн боломжтой гэж дүгнэж байна.

**Дүгнэлт:** Зүүнбаянгийн газрын тосны олборлолт явуулж байгаа нийт газар нутгийн хувьд нефтиэр бохирдсон хөрсний бохирдол маш өндөр (>), газрын гадарга болон хөрсний гүн давхрагад бохирдол тархсан (2 м хүртэл), бохирдол нь нефтийн нүүрсустөрөгчид болон олон цагирагт ароматик нүүрсустөрөгчийн бохирдолтойг тогтоосон. Бохирдлын байдал нь гүний ус болон чулуулгийн орчныг бохирдуулах эрсдэлтэй. Усны нөөцийн хомсдолтой орон нутагт газрын доорх болон гадаргын усны чанарт эрсдэл учрах нь маш их асуудал, хүндрэл үүсгэх аюултай. Хонхор газруудад тогтсон нефтийн бүтээгдхүүний бохирдолтой ус нь мал болон зэрлэг ан амьтдын ундны усны цорын ганц эс үүсвэр болдог нь их хэмжээний эрсдэлтэй болно. Эдгээр амьтад болон малын мах, сүүнд бохирдуулагч хуримтлагдах боломжтой. Бохирдолтой хөрстэй харьцах, орон нутгийн малын мах, сүүг хэрэглэснээс шалтгаалан олборлолтын компаний ажилчид, ойр орчин амьдардаг иргэд болон эндхийн малчдын эрүүл мэндэд учрах эрсдэлийг бага ба дунд түвшинд гэж дүгнэж байна

### **Ш.1.3. Ойн бирж ШТС-ын хөрсний бохирдлын түвшин**

**Нөхцөл байдал:** Ойн бирж ШТС нь Дархан хотын баруун хойд хэсэгт, стадионоос хойш 250 метрийн зайд байдаг. НИК компанийн шатахууны терминал байрладаг 1,5х 0,5 км орчим талбайтай аж үйлдвэрийн цогцолборын захын хэсэгт байрлах ба шатахуун дамжуулах газар доорхи хоолойтой, газар дээр байрлуулсан резервуарт дизелийн түлш ба бензинийг хадгалдаг. ШТС-ын ойр орчинд хүн ам шигүү амьдардаг гэр хорооллууд (гэр ба байшингуудтай) байдаг. Талбайн урд хэсэгт олон тооны гол, горхитой 100 м орчим өргөн, хүн амьдардаггүй голын хөндий байдаг. Эдгээр гол горхи нь эндээс баруун тийш 1,3 км зайнд урсдаг Хараа голын салаа бөгөөд харьцангуй цэвэр устай.

Талбайд Дархан-Уул аймгийн Байгаль орчны газрын мэргэжилтэн Ч. Мөнхзул бидэнтэй хамтарч ажилласан. ШТС-ын үйл ажиллагааг Тэс Петролиум Ойн бирж компани хариуцдаг. 2014 оны тавдугаар сард хээрийн танилцах судалгааны ажил явагдах үед шатахууны терминалын хашаанд орж ажиллахыг зөвшөөрөөгүй. Харин 2014 оны долдугаар сард явагдсан урьдчилсан судалгааны ажлын явцад тус компанийн ажилтантай ярилцсан ба тус терминалын хашаанд богино хугацаанд орохыг зөвшөөрсөн. Гэхдээ судалгааны ажил хийх, гэрэл зураг авахыг зөвшөөрөөгүй. Тийм учраас судалгааны бүх ажлыг шатахууны терминалын хашааны гадна талын хотын эзэмшлийн газарт хийсэн ба судалгааны ажлын үр дүнгийн үнэ цэнийг бууруулаагүй болно.

**Бохирдлын эх үүсвэр:** Ойн бирж компанийн төмөр зам дээр байрлах шатахуун түгээх цэгт гарсан ослын улмаас байгаль орчинд шатахуун алдагдсан нь газрын тосны бүтээгдэхүүний бохирдлын эх үүсвэр болсон байна. Нэг удаа гарсан ослын үед 2 цистернээс нийт 160 м<sup>3</sup>т эзэлхүүнтэй шатахуун алдагдаж хөрсөнд нэвчсэн ба ямар ч хамгаалах арга хэмжээ аваагүй. Бохирдлын өөр эх үүсвэр байгаа талаар мэдээлэл байхгүй.



Зураг 8. Дархан-Уул аймаг. Ойн бирж ШТС дээрх хээрийн хамтарсан экспидецийн үеэр

**Бохирдлын хэмжээ ба тархалт:** Ойн бирж ШТС-ын хөрснөөс авсан дээжүүдэд нефть бүтээгдэхүүний агуулгыг тодорхойлж, мөн ойр орчмын газраас авсан цэвэр хөрсний дээжтэй харьцуулан дүнг 12-р хүснэгтэнд үзүүлэв.



Ойн бирж ШТС-ын ойр орчмын хөрсөн дэх органик  
бохирдуулагчийн агуулга

№	Дээжний код	Гүн, см	Нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдол	
			мг/кг	мас.%
1	Цэвэр хөрс	0-5	136.8	0.014
Төв цэг	ОБ-1	0-5	250	0.025
З/Урд	ОБ-2	0-5	268.2	0.027
З/хойд	ОБ-3	0-5	203.3	0.020
2	Цэвэр хөрс	5-20	139.7	0.014
Төв	ОБ-4	5-20	210.3	0.021
З/урд	ОБ-5	5-20	136.0	0.014
З/хойд	ОБ-6	5-20	150.3	0.015

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон байж болох хөрсний дээжүүдэд нарийвчилсан шинжилгээг явуулж тэдгээрт агуулагдах полиароматик нүүрсустөрөгчдийн найрлагыг судлан тогтоов (13-р хүснэгт).

Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчид болох нүүрсустөрөгчид  
нэг бүрийн агуулга, ppm

Нүүрсустөрөгчид	MNS 5850:2008 Анхааруулах утга	БНЧУ-ын үйлдвэрийн бүсийн стандарт	ОБ1- 19SD4 0-1,2	ОБ3- 19SD7
ТРН	<b>0.2</b>	1500	<21	<b>73</b>
Полиароматик нүүрсустөрөгчид (РАН)				
Ацетнафтен		33000	<0.010	<0.010
Аценафталин			<0.010	<0.010
Антрацен		170000	<0.010	<0.010
Бенз(а)антрацен		2.1	<0.010	<0.010
Бензо (а)пирен	<b>1</b>	0.21	<0.010	<0.010
Бензо(б)флуорантен		2.1	<0.010	<0.010
Бензо(г.һ.и)пирелин			<0.010	<0.010
Бензо(к)флуорантен		21	<0.010	<0.010
Хризен		210	<0.010	<0.010
Дибенз(а.һ)антрацен		0.21	<0.010	<0.010
Флуоратен		22000	<0.010	<0.010
Флуорен		22000	<0.010	<0.010
Идено(1.2.3.сd)пирен		2.1	<0.010	<0.010
Нафталин		18	<0.010	<0.010
Фенантрен			<0.010	<0.010
Пирен		17000	<0.010	<0.010

Хүснэгтээс харахад бараг бүх дээжийн хувьд олон цагирагт ароматик нүүрсустөрөгчдийн агуулга багажны илрүүлэх хязгаараас бага байгаа нь энэ төрлийн бохирдуулагч тухайн хөрсөнд байхгүй болохыг илтгэж байна. **ОБ3-19SD71** дээжийн хувьд нийт нефтийн нүүрсустөрөгчдийн (ТРН) агуулга MNS 5850-2008 стандартад заагдсан анхааруулах утгаас их байгаа ч БНЧУ-ын үйлдвэрийн бүсийн стандарт үзүүлэлтээс бага байгаа юм. Монгол Улсын уг стандартад нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний хязгаар үзүүлэлтийг маш багаар тогтоосон байдаг нь бодит байдалд нийцэхгүй байгаа юм. 73 мг/кг буюу 73 ppm агуулга нь хөрсөнд байж болох нийт нүүрсустөрөгчийн агуулга бөгөөд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдолгүй, цэвэр хөрсөнд байж болох үзүүлэлт юм.

*Дүгнэлт:* Хээрийн танилцах судалгаа болон лабораторийн хэмжилтийн үр дүнгээр уг талбайд нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлын түвшин бага (Чехийн стандартын дагуу, мөн судалгааны материал дээр үндэслэн), хүн амын эрүүл мэнд болон хүрээлэн буй орчинд учруулах сөрөг нөлөөний эрсдэлийг ноцтой биш гэж дүгнэж байна.

### III.1.4 Дүгнэлт

1. Толгойтын Нефть баазын зарим хэсэг, Зүүнбаянгийн нефтийн орд газрын ихэнх талбайн хөрсний дээжүүдэд нефть, нефть бүтээгдэхүүний агуулга Монгол улс болон Голланд улсын стандартад заагдсан утгаас маш их, БНЧУ-ын Байгаль орчны яамны мэргэжлийн арга зүйн удирдамжийн үйлдвэрийн бүсийн шалгуур үзүүлэлтээс их байгаа нь тухайн газар нутгийг зайлшгүй нөхөн сэргээж, бохирдлын түвшинг бууруулах арга хэмжээг авах шаардлагатайг харуулж байна.

2. Дархан хотод байрлах Ойн бирж ШТС-ын ойр орчмын талбай нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдолтонд бага өртсөн, хөрсний бохирдолгүй гэж дүгнэж байна.

3. Георадарын тандалтын хэмжилтийг нефтийн бохирдолтой талбай дээр илүү нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэснээр гүний болон хэвтээ чиглэлийн тархалтуудын 2 ба 3 хэмжээст зураглалыг гаргах бүрэн боломжтой бөгөөд улмаар бохирдсон талбайн эзэлхүүнийг тодорхойлох боломжтой юм.

4. Монгол улсад одоо мөрдөгдөж буй MNS 5850-2008 стандартад заагдсан нефть, нефть бүтээгдэхүүний зөвшөөрөгдөх дээд хязгаарын хэмжээг судалгаа шинжилгээнд тулгуурлан бодит эрсдэлд нийцүүлэн нэн даруй өөрчлөх нь зүйтэй гэж дүгнэж байна.

## III.2. ХӨРСӨН ДЭХ НЕФТЬ, НЕФТИЙН БҮТЭЭГДЭХҮҮНИЙ БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

Бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх хэд хэдэн аргууд байдаг ба орчин үед хамгийн байгаль орчинд ээлтэй аргад биологийн аргаар нөхөн сэргээх процесс ордог. Нефтээр бохирдсон хөрсийг биотехнологийн аргаар нөхөн сэргээх арга нь хөрсөн дэх байгалийн микрофлорын идэвх, амьдрах чадварыг тэжээлийн минерал бордоо, бусад нэмэлт субстратуудын оролцоотойгоор тэтгэх буюу идэвхтэй микроорганизмыг нэмж өгөх зэрэгт үндэслэгдэх ба бохирдолтын зэргээс хамааруулан бусад аргуудтай хавсран хэрэглэж хөрсний нөхөн сэргээлтийг явуулдаг.

### III.2.1. Толгойтын нефть баазын нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах судалгаа

Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах зорилгоор 5124 мг/кг бохирдолтой Толгойтын нефть баазын хөрс (ТНБ), байгалийн гаралтай, олдоц ихтэй, хямд түүхий эдүүд болох био субстратуудыг сонгож ашигласан. Үүнд: шувууны сангас, үхрийн бууц, багсармал бордоо зэрэг орно. Эдгээр био субстрат нь тэжээллэг бодисоос гадна микрофлороор баялаг ба нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлыг зохих хэмжээгээр бууруулдаг байна [26]. Туршилтанд хөрсний микроорганизмд нефтийн бохирдол нөлөөлөх нөлөөллийг багасгах зорилгоор цэвэр хөрс, мөн хөрсний агааржилтыг сайжруулах зорилгоор элс нэмэв. Мөн 28%-ийн чийгтэй байхаар тооцоолон ус нэмж өгөв. Туршилтыг лабораторийн нөхцөлд биореакторт 28<sup>0</sup>С-ийн температурт 120 хоногийн туршид явуулж, үлдэгдэл нефть болон нефтийн бүтээгдэхүүний агуулгыг 30, 60, 90, 120 хоногуудад тодорхойлж, дүнг 14-р хүснэгтэд үзүүлэв.

14-р хүснэгт

Хөрсөн дэх нефтийн бохирдлыг багасгах туршилт  
(хөрсөн дэх нефть бүтээгдэхүүний анхны агуулга 5124 мг/кг)

Дээжүүд	Нефть бүтээгдэхүүний агуулга, мг/кг			
	30 хоногт	60 хоногт	90 хоногт	120 хоногт
ТНБ+5% Сангас	2486.15	2768.0	2014.3	1760.1
ТНБ+5% Бууц	4573.2	2903.3	1927.0	2211.3
ТНБ+Гумат	4666.0	4037.0	1872.0	2829.7
ТНБ+ЕМ*	3715.0	3769.0	2017.0	2252.1
ТНБ+Микробын суспенз №2	4434.6	2740.0	1881.4	1490.7
ТНБ+Микробын суспенз №6	4116.7	3060.0	2338.4	1862.3

*Тэмдэглэгээ: \*ЕМ- Япон улсад үйлдвэрлэсэн биопрепарат /ШУА-ийн харьяа Инкубаторын төвөөс авсан/, \*\*Микробын суспензи- нефтийн бохирдолтой хөрснөөс ялгасан микроорганизмын өсгөврийн суспензи*

Туршилтын дүнгээс харахад шувууны сангастай дээжинд 30 дахь хоногтоо нефтийн агуулга 5124 мг/кг-аас 2486,15 мг/кг болтол буурч байгаа нь бусад туршилтуудаас илүү үр

дүнтэй байна. Шувууны сангас нь тэжээллэг бодисоос (ялангуяа азотын эх үүсвэр ихтэй) гадна микрофлороор баялаг түүхий эд юм. Бохирдсон хөрснөөс ялгасан микроорганизмын суспензээр хөрсийг баяжуулж өгөхөд нефтийн бүтээгдэхүүний хэмжээ нь 60 хоногоос эхлэн эрчимтэй буурч байгаа нь мөн хөрсийг эрчимтэй чийглэж, агааржуулж өгөхөд хөрсний микроорганизмын өсөлт идэвхждэгтэй холбон тайлбарлаж болох юм. Мөн бохирдсон хөрсөнд нефтийн бүтээгдэхүүнийг задлах чадвартай микроорганизм агуулагдаж байгаа нь харагдаж байна. Туршилтын 90 хоногоос эхлэн нефть бүтээгдэхүүний агууламж нийт туршилтуудад багасч байна. 120 дахь хоногт зарим субстратаар баяжуулсан туршилтын дүнд нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга өмнөх 90 хоногийн туршилтаас ихэсч байгаа нь биоисэлдүүлэлтийн явцад урт гинжин хэлхээ бүхий парафины эгнээний нүүрсустөрөгчид задралд орж агуулга нь буурахын зэрэгцээ эфирийн болон хүчлийн бүлэг агуулсан хүчилтөрөгчит нэгдлүүд /давирхай/ үүсгэж болохыг харуулж байна. Энэ нь микроорганизмын оролцоотойгоор исэлдэх процесс идэвхтэй явагдаж байгааг гэрчилж байгаа юм.

ИК-спектрийн шинжилгээгээр биоисэлдүүлэх процессын үед нефтийн нүүрсустөрөгчид хэрхэн хувирч өөрчлөгдөж буй зүй тогтлыг судалж болно. Нефтийн бохирдолтой хөрсөнд янз бүрийн “био” нэмэлтүүдтэй явуулсан дээжүүдийн ИК-спектрийн шингээлтийн муж дахь функциональ бүлгүүдийн өвөрмөц давтамжуудыг үндэслэн тооцоолсон “спектраль” коэффициентийн дүнг 15-р хүснэгтэд үзүүлэв.

15-р хүснэгт

Бохирдсон хөрсөнд “био” нэмэлтүүдтэй явуулсан туршилтын ИК спектрийн дүн

Туршилт	Хугацаа, хоног	Спектраль коэффициентын утга				
		$A_1=D_{1610}/D_{723}$	$A_2=D_{813}/D_{1600}$	$A_3=D_{1600}/D_{1465}$	$K_4=D_{1380}/D_{1465}$	$K_5=D_{1700}/D_{1465}$
Нэмэлтгүй хөрс /хяналт/	1	0.42	0.59	0.11	0.40	0.08
Гуматтай	30	0.34	1.35	0.05	0.52	0.008
	60	0.36	0.03	0.05	0.53	0.01
Шувууны сангас	30	0.4	1.35	0.05	0.54	0.02
	60	0.4	1.35	0.05	0.55	0.02
Бууц	30	0.33	1.43	0.05	0.54	0.004
	60	0.33	1.46	0.05	0.56	0.003
Препарат ЕМ-1	30	0.32	1.48	0.05	0.54	0.01
	60	0.36	1.38	0.01	0.54	0.01
Микробын суспенз	30	0.32	1.45	0.04	0.50	0.01
	60	0.38	1.40	0.04	0.52	0.02

$A_1$  - ароматик ба n-алканы нүүрсустөрөгчдийн эрчмийн харьцаа

$A_2$ -цагирагт бүтцийг нийт ароматик бүтцэд харьцуулсан эрчмийн харьцаа

$A_3$ - ароматик ба парафины  $CH_2$  бүлгүүдийн эрчмийн харьцаа

$K_4$ -парафины нүүрсустөрөгчийн салбарлалтын зэргийг илэрхийлсэн эрчмийн харьцаа  $/CH_3/CH_2/$

$K_5$ -C=O болон парафины  $CH_2$  бүлгүүдийн эрчмийн харьцаа /исэлдэлтийн коэффициент/

Хэвлэлээс харахад биодеградацийн бүтээгдэхүүнд анхны эх дээжтэй /хяналт/ харьцуулахад НУТ-ны спектрийн функциональ бүлгүүдийн эрчмийн харьцаагаар тооцсон ароматжилт  $/A_1/$  болон исэлдэлтийн  $/K_5/$  коэффициентийн утга нэмэгдэж, алифат бүтцийг илэрхийлсэн үзүүлэлтүүдийн утга буурч, харин нүүрсустөрөгчдийн салбарлалтын зэргийг илэрхийлсэн хэмжээ өөрчлөгддөггүй байна [27].

15-р хүснэгтээс харахад бүх туршилтуудад ароматжилтын коэффициент буурч байгаа нь бохирдсон хөрсөнд агуулагдах урт гинжин хэлхээ бүхий n-алканы нүүрсустөрөгчид задралд орж байгааг илтгэх ба ялангуяа микробын суспенз болон бууцны нэмэлттэй явуулсан судалгааны дүнгүүд нь алкануудын задрал хамгийн ихтэй болохыг үзүүлж байна.  $A_2$  – коэффициент нь хяналттай харьцуулахад ихэсч байгаа нь нефтийн цагирагт нэгдлүүдийн биологийн задралтай холбоотой байна. Харин  $A_3$  коэффициентын утга хяналттай харьцуулбал бараг 2 дахин буурч байгааг парафины эгнээний нүүрсустөрөгчдийн  $CH_2$  бүлгүүд нь  $CH_3$  бүлэгтэй харьцуулахад биозадралын процесст нэлээд өртсөн болохыг үзүүлж байна.

Толгойтын нефть хангамжийн баазын нийт талбайн хөрсний бохирдлын түвшин харьцангуй бага байгаа нь бохирдлыг бууруулах туршилтуудын явц төдийлэн сайн ялгарч харагдахгүй байсан учир туршилтыг бохирдлын зэрэг өндөртэй дээжүүдэд явуулахаар шийдэв.

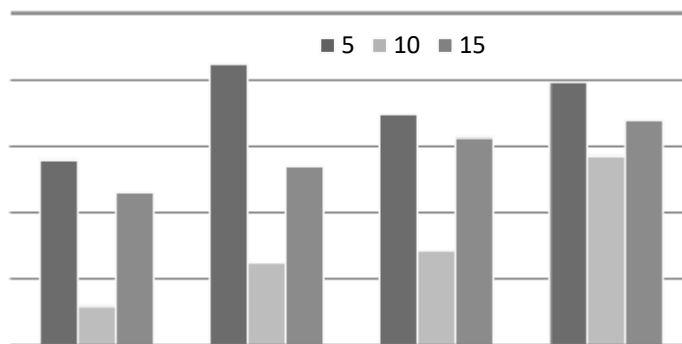
### **III.2.2. Зүүнбаянгийн нефтиэр бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах судалгаа**

Зүүнбаянгийн нефтиэр зохиомлоор бохирдуулсан (5%, 10%, 15%-ийн бохирдолтой) хөрсний дээжүүдийг авч ашиглав. Дээжүүдэд жингийн 5% байхаар тооцож биосубстратуудыг хийв. Хольцыг 28%-ийн чийгтэй байхаар тооцоолон ус нэмж өгөв. Туршилтыг лабораторийн нөхцөлд биореакторт 28<sup>0</sup>C-ийн температурт 120 хоногийн туршид явуулж, үлдэгдэл нефть болон нефийн бүтээгдэхүүний агуулгыг 30, 60, 90, 120 хоногуудад тодорхойлж, дүнг 16-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Туршилтын 2-3 сарын хугацаан дахь дүнг нэгтгэн үзвэл хөрсөн дэх нефтийн бохирдлын хэмжээ нийт туршилтуудад аажмаар буурч байгаа нь хүснэгтээс харагдаж байна. Жнь: 50000 мг/кг бохирдолтой хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн хэмжээ 30 хоногийн дараа 39400 мг/кг., 90 хоногийн дараа 34500 мг/кг буюу бохирдлын түвшин 31,0 хувиар буурсан байна. Сангастай явуулсан туршилтын дүнд 35300 мг/кг, бууцтай 32600 мг/кг буюу харгалзан 29,4 ба 34,8%-иар буурсан үзүүлэлт гарчээ. Био субстратгүй явуулсан 5%-ийн бохирдолтой хөрсөн дэх нүүрсустөрөгчид задрах процесс 10, 15 хувийн бохирдолтой хөрсөнд явагдаж байгаа процессоос илүү идэвхитэй, бохирдлын түвшний бууралт харьцангуй их хувьтай байна (зураг 10). 60 хоногийн дараах дүнгээр 5%-ийн бохирдол 19.8 хувиар, 10%-ийн бохирдол 14.3 хувиар, 15%-ийн бохирдол 16.9 хувиар буурч байгаа нь хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн агуулга ихсэх тусам хөрсний ус шингээх чадвар эрс муудаж, нефтэнд агуулагдах нүүрсустөрөгчийн агууламжаас болж азот нүүрсустөрөгчийн харьцаа алдагдан түүний бүтэц өөрчлөгдөж, урвал явагдах тохиромжтой нөхцөл бүрдэхгүй байгаатай холбоотой юм.

## Хөрсөн дэхь нефтийн бохирдлыг багасгах туршилт

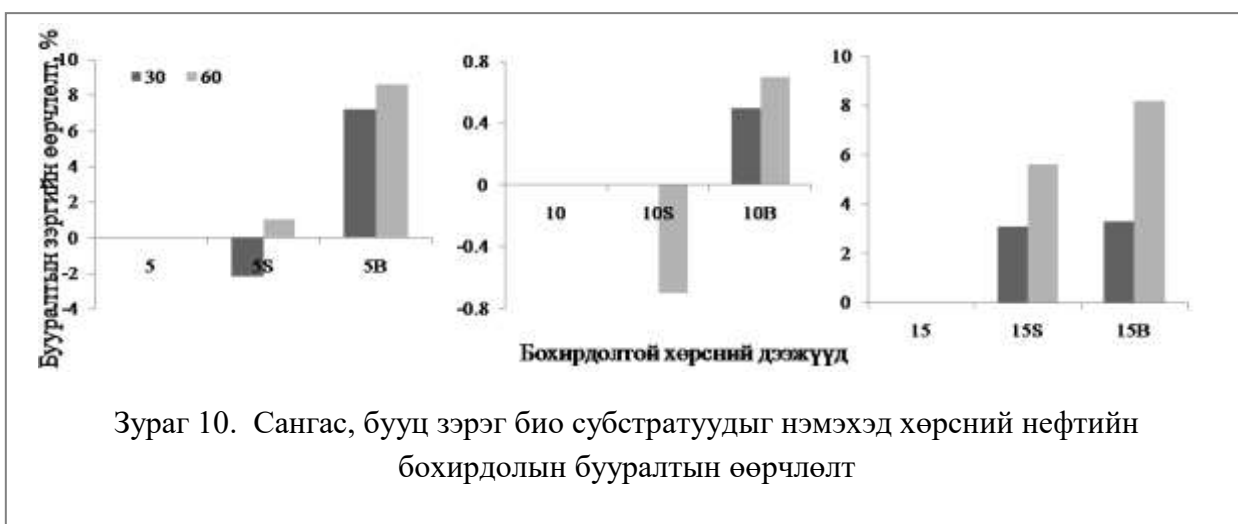
№	ЗБ-ийн нефтиэр бохирдуулсан хөрсний дээжүүд (код)	Анхны бохирдолын хэмжээ, мян мг/кг	<i>Органик бохирдуулагчийн хэмжээ</i>									
			15 хоног		30 хоног		60 хоног		90 хоног		120 хоног	
			мян. мг/кг	бууралт, %-иар	мян. мг/кг	бууралт, % -иар	мян. мг/кг	бууралт, % -иар	мян. мг/кг	бууралт, % -иар	мян. мг/кг	бууралт, % -иар
1	5% бохирдолтой (5)	50,0	43.0	<b>14.0</b>	39.4	<b>21.2</b>	40.1	<b>19.8</b>	34.5	<b>31.0</b>	36.1	<b>27.8</b>
2	+ сангас (5S)		45.1	<b>9.8</b>	40.5	<b>19.0</b>	39.6	<b>20.8</b>	35.3	<b>29.4</b>	32.9	<b>34.2</b>
3	+ бууц (5B)		39.4	<b>21.2</b>	38.9	<b>22.2</b>	36.2	<b>27.6</b>	32.6	<b>34.8</b>	31.9	<b>36.2</b>
4	10% бохирдолтой (10)	100,0	97.0	<b>3.0</b>	93.8	<b>6.2</b>	85.7	<b>14.3</b>	90.0	<b>10.0</b>	88.1	<b>11.9</b>
5	+ сангас (10S)		90.2	<b>9.8</b>	93.8	<b>6.2</b>	86.4	<b>13.6</b>	79.1	<b>20.9</b>	75.6	<b>24.4</b>
6	+ бууц (10B)		90.7	<b>9.3</b>	93.3	<b>6.7</b>	85.0	<b>15.0</b>	80.4	<b>19.6</b>	75.6	<b>24.4</b>
7	15% бохирдолтой (15)	150,0	132.7	<b>11.5</b>	129.8	<b>13.5</b>	124.6	<b>16.9</b>	121.4	<b>19.1</b>	120.4	<b>19.7</b>
8	+ сангас (15S)		122.9	<b>18.1</b>	125.1	<b>16.6</b>	117.2	<b>21.9</b>	111.7	<b>25.3</b>	110.2	<b>26.5</b>
9	+ бууц (15B)		124.1	<b>17.3</b>	124.8	<b>16.8</b>	112.3	<b>25.1</b>	117.1	<b>22.0</b>	111.8	<b>25.5</b>



Зураг 9. Хөрсөн дэх нефтийн агуулгын бууралт (биосубстратгүй), мас.%

Мөн 5%-ийн бохирдолтой хөрсний 30 дахь хоног дээр нүүрсустөрөгчдийн бууралт харьцангуй өндөр хувьтай байгаа нь уг хөрсөн дэх микроорганizmuуд эрчимтэй өсөх тохиромжтой горим бүрдэж нүүрсустөрөгчдийн исэлдэлт идэвхитэй явагдаж байгаа ба 45, 60 хоног дээр хөрсний микробын идэвх буцаад буурч байна. Үүнийг хөрсөн дэх микробуудын идэвх эхний 30 хоногийн дотор илүү идэвхитэй байдагтай холбон тайлбарлаж болох юм.

Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн агуулгыг бууруулахад био нэмэлтүүд (5S,5B,10S,10B,15S,15B) ямар нөлөө үзүүлж байгааг био субстрат нэмээгүй (5,10,15) явуулсан туршилтуудтай харьцуулан доорх графикт харуулав (Зураг 10). Графикаас харахад 5, 10, 15 хувийн бохирдолтой хөрсний 30, 60 хоногийн дараах бохирдлын бууралтыг 0 гэж авч үзвэл сангастай явуулсан туршилтын (5S-30 10S-60) 30, 60 дахь хоног дээр бууралтын зэрэг багасаж (харгалзан -2,2 ба -0,7), харин бууцтай явуулсан туршилтыг харахад бохирдлын бууралтыг 1-8 хувиар нэмэгдүүлж байгаа юм.



Зураг 10. Сангас, бууц зэрэг био субстратуудыг нэмэхэд хөрсний нефтийн бохирдолын бууралтын өөрчлөлт

Иймээс хөрсний органик бохирдуулагчийн хэмжээг бууруулахад сангас, бууцыг нэмэх нь илүү ашигтай ба эдгээр нэмэлтийг нэмэхэд нефтиэр бохирдсон хөрсний бохирдлыг 5-10%-иар бууруулах боломжтойг тогтоов.

Хөрсөн дэх нефтийн агууламжийг бууруулсны дараа хөрсний дээжүүдийн функциональ бүлгийн өөрчлөлтийг НУТ-ны спектрийн аргаар судалж, спектраль коэффициентийг тооцов (17-р хүснэгт).

17-р хүснэгт

5%-ийн бохирдолтой хөрсний “био” нэмэлтүүдтэй явуулсан туршилтын НУТ-ны спектрийн дүн

Туршилт	Хоног	Спектраль коэффициентын утга				
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>
Нэмэлтгүй хөрс /хяналт/	1	0.17	0.77	0.08	0.40	0.06
	30	0.14	0.91	0.07	0.41	0.05
	90	0.12	0.80	0.07	0.39	0.05
Бууц	30	0.14	0.81	0.07	0.40	0.05
	90	0.17	0.76	0.08	0.40	0.06
Сангас	30	0.15	0.79	0.07	0.40	0.06
	90	0.21	0.68	0.09	0.41	0.09

5%-ийн бохирдолтой хөрсний бохирдлыг бууруулах хяналтын туршилтын явцад ароматжилтын коэффициент /A<sub>1</sub>/ буурч байгаа нь бохирдсон хөрсөнд агуулагдах урт гинжин хэлхээ бүхий n-алканы нүүрсустөрөгчид задралд орж байгааг илтгэж байгаа хэдий ч бууц, сангастай явуулсан туршилтын явцад энэ коэффициент буураагүй бага зэрэг ихэссэн харагдаж байна. Бусад коэффициентуудын хувьд төдийлэн ялгаа харагдахгүй байгаа нь бууц, сангас хэрэглэх нь бараг ижил төстэй биологийн идэвхитэй болохыг харуулж байна.

Бид дээрх бүлэг туршилтуудыг тавьсан эхний 1, 7, 14, 28 дахь хоногуудад дээж авч микрофлорын тоо хэмжээг хатуу орчин дээр тодорхойлсон (18-р хүснэгт). Гэвч 28 дахь хоног дээрх болон бусад зарим нэг дээжний хувьд микробын өсгөвөрлөлт шингэлэлтийн алдаанаас болж тоолох боломжгүй байлаа.

18-р хүснэгт

Нефтиэр бохирдсон хөрсөн дэх микроорганизмын ерөнхий тоо

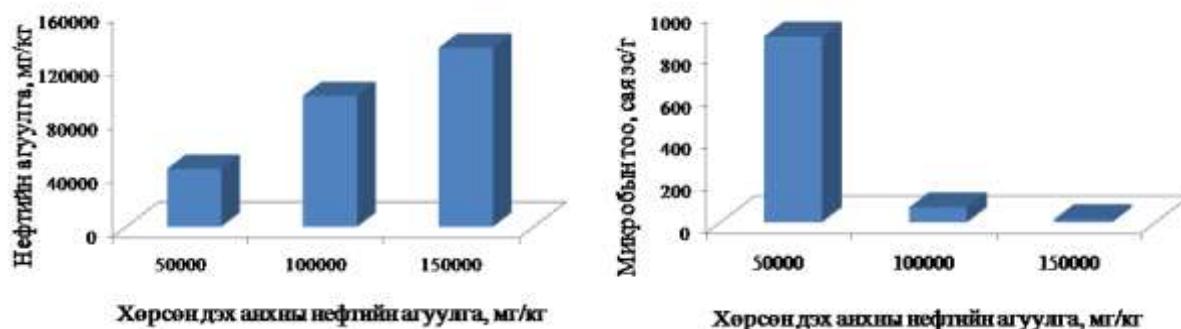
№	ЗБ-ийн нефтиэр бохирдуулсан хөрсний дээжүүд	Микроорганизмын тоо, сая.эс/гр		
		1	7	14
1	>1% Цэвэр хөрс	0.6	2.0	3.0
2	5% бохирдолтой (5)	0.1	∞	880
3	+ сангас (5S)	∞	∞	150



4	+ бууц (5B)	∞	∞	36
5	10% бохирдолтой (10)	11.0	2.0	70.0
6	+ сангас (10S)	∞	320	23.0
7	+ бууц (10B)	18.0	2.0	11.0
8	15% бохирдолтой (15)	2.8	0.9	14.0
9	+ сангас (15S)	1.0	18.0	22.0
10	+ бууц (15B)	0.1	27.0	30.0

Цэвэр хөрснөөс эхний өдөр ургуулсан микробын тоо 600 мян.эс байсан бол 28<sup>0</sup>С-ийн температурт 7 хонуулсны дараа 2 сая, 14 хоногийн дараа 3 сая болж өсөж байгаа нь хөрсөн дэх микробууд тодорхой орчин нөхцөлд маш ихээр үрждэг болох нь харагдаж байгаа юм. Зарим тохиолдлуудад, ихэвчлэн сангастай явагдаж байгаа туршилтын хувьд микробын тоо хэт их үржиж (тоолох боломжгүй), тэжээлийн орчны өнгө, үнэр өөрчлөгдөж байсан нь шувууны сангас хэт бохир, бусад төрлийн микробууд үржих таатай нөхцөл бүрдэж байв.

5, 10, 15 хувийн бохирдолтой дээжүүдийн 15 дахь хоногийн дараах микробыг тоолж 15 хоногийн дараах бохирдлын хэмжээтэй харьцуулсныг 12-р зурагт үзүүлэв.



Зураг 11. 15 хоногийн дараах микроб, бохирдлын хамаарал

Дээрх зургаас харахад хөрсөнд агуулагдах органик бохирдуулагчийн агуулга өсөх тусам тэдгээрээс тоологдох микробын тоо буурч байгаа юм. Энэ нь нефтийн бохирдуулагчид нь хөрсөн дэх өөрийнх нь микорфлорын үхжилтыг үүсгэж, микробын идэвхийг дарангуйлж байгаатай холбоотой юм. Цаашид нефтийн нүүрсустөрөгчдийг задалдаг микроорганизмуудыг ялгаж, тэдгээрийг баяжуулан буцааж бохирдсон хөрсөндөө хийх замаар нефтийн бохирдлын хэмжээг бууруулах судалгааг явуулав.

Дээрх бүлэг судалгааны дүнгээс харахад 5%-ийн бохирдолтой хөрсний бохирдлыг байгалийн биосубстратуудын тусламжтайгаар 37% хүртэл бууруулах боломжтой ба бохирдлын түвшин ихсэх тусам (10, 15%) бохирдлын бууралт 25%-иас хэтрэхгүй байна. Иймээс 5% хүртэлх бохирдолтой хөрсний бохирдлыг байгалийн биосубстаратыг ашиглан нөхөн сэргээх боломжтой бөгөөд нефть,

нефтийн бүтээгдэхүүнээр их хэмжээгээр бохирдсон үед эхний ээлжинд бусад техникийн нөхөн сэргээлтийн аргуудыг ашиглан бохирдлын хэмжээг тодорхой хэмжээнд хүртэл буулгасны дараа биосубстаруудыг ашиглан бохирдлыг бууруулах боломжтой гэж үзэж байна.

### **Ш.2.3. Цагаан-Элсний нефтийн ордын нефть болон нефтийн хаягдалаар /шлам/ бохирдсон хөрсийг физик-химийн болон микробиологийн аргаар цэвэрлэх**

Цагаан-Элсний нефтийн орд газраас авсан нефть болон нефтийн “шлам”-аар бохирдсон хөрсний дээжийг сонгон авч хөрсний өөрийнх нь микрофлорыг идэвхжүүлэх зорилгоор азотот нэгдлүүд болон гадаргуугийн идэвхт нэгдлүүдийг агуулсан уусмал байдлаар бэлтгэсэн тэжээлийн минераль субстратуудыг ашиглан бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах туршилтуудыг явуулав.

Цагаан-Элсний ордоос авсан нефть болон нефтийн хаягдлаар /шлам/ бохирдсон хөрсөнд агуулагдах бохирдлын хэмжээг тодорхойлоход нефть шламд агуулагдах нефтийн агуулга- 72 г/кг, хөрсөнд агуулагдах нефтийн агуулга – 170 г/кг байв. Хөрсөнд агуулагдах нефтийн агуулга, нефтийн шламд агуулагдах нефтийн агуулгаас 2,4 дахин их бохирдолтой байна. Сонгон авсан дээжүүд дэхь микрофлорын тоо хэмжээг хатуу орчин дээр тодорхойлсон. Ж-нь: крахмал-аммиакийн агар дээр актиномицетын тоог, мах-пептоны агар дээр аммонификаторын тоог, Чапекийн агар дээр мөөгний микрофлорын тоо хэмжээг тус тус тодорхойлов. Эдгээр бүлгийн микроорганизмуудын ихэнх төлөөлөл нь нүүрсустөрөгч исэлдүүлэгч микроорганизмын бүрэлдэхүүнд багтах ба нефть ба нефтийн бүтээгдэхүүнийг задлах процесст идэвхтэй оролцдог. Нефтийн шламын анхны дээжинд микроорганизмын ерөнхий тоо – 60 сая.эс/г, актиномицет – 55 сая. эс/г, мөөгөнцөрийн микрофлор – 12 сая.эс/г (Зураг 12). Нефтийн бохирдолтой хөрсөнд микроорганизмын ерөнхий тоо – 35 сая.эс/г, үүнээс: актиномицет – 22 сая.эс/г, мөөгөнцөрийн микрофлор – 6,4 сая.эс/г байв (Зураг 13).



Крахмал-аммиакийн агар дээр



Чапекийн агар дээр

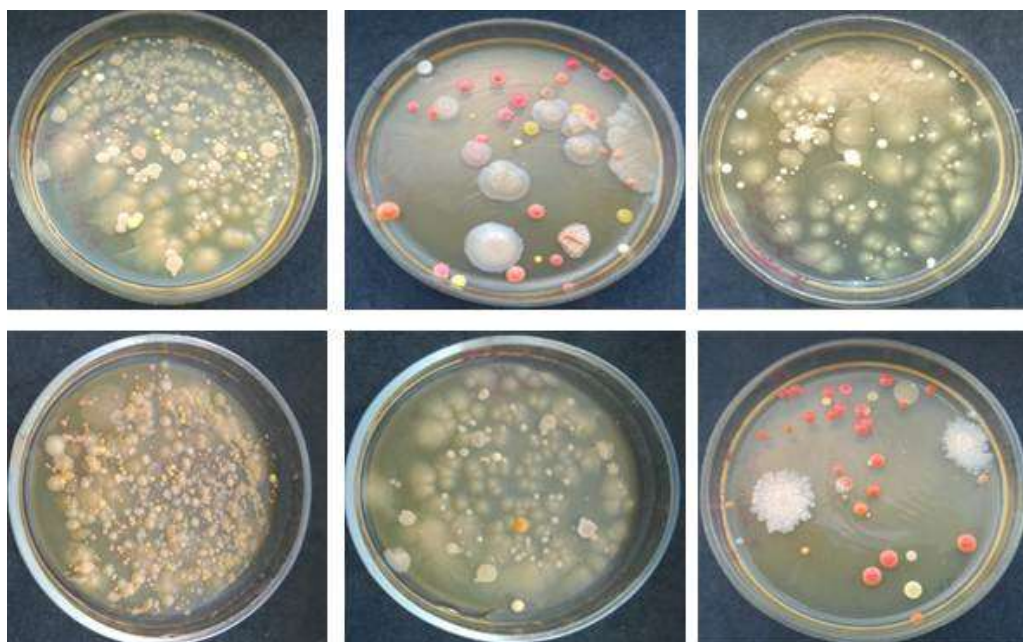


Мах-пептоны агар дээр



Крахмал-аммиакийн агар дээр

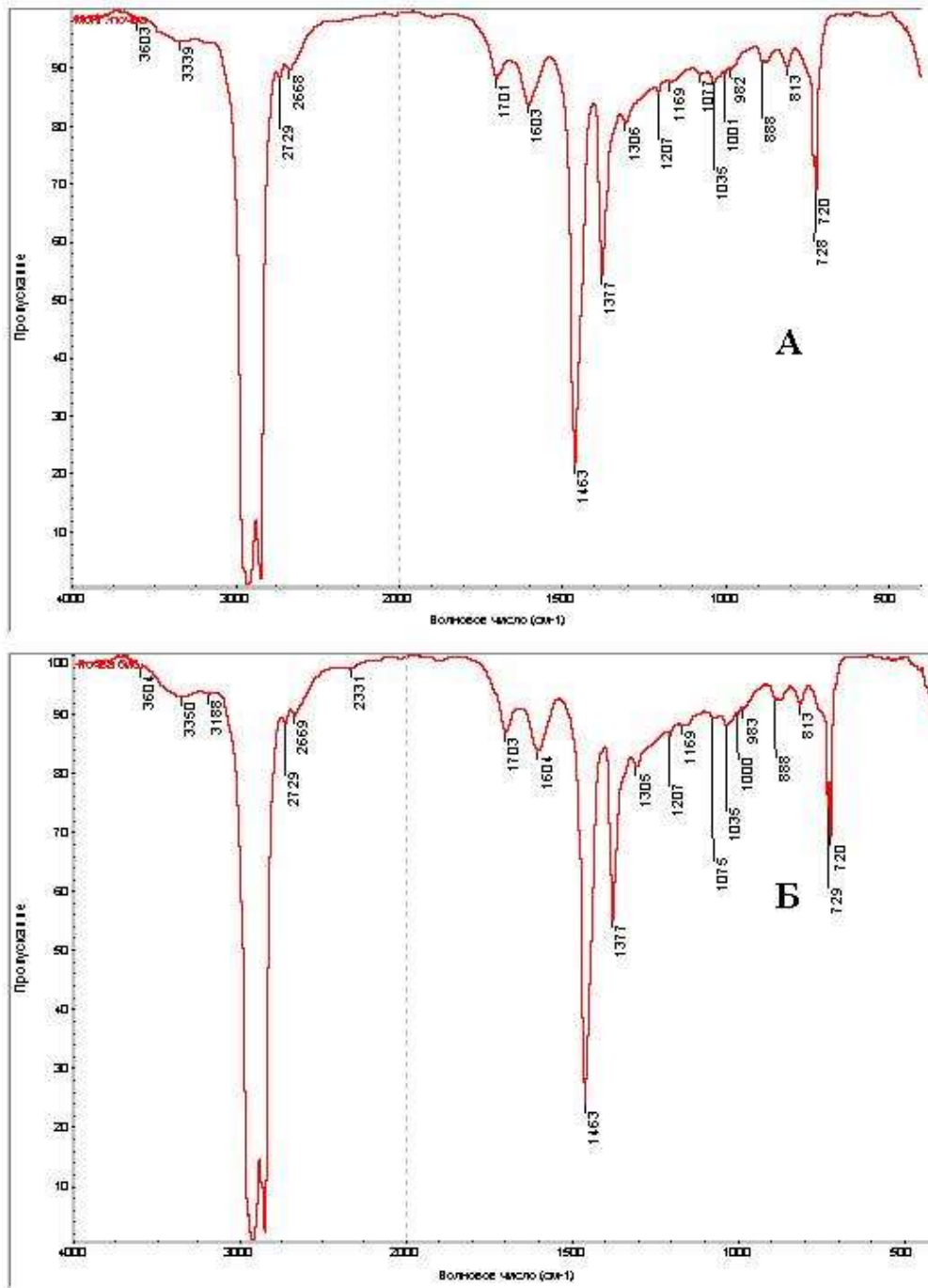
Зураг 12. Цагаан-Элсний ордын нефтийн хаягдлаас /шлам/ ялгасан микрофлорын ерөнхий байдал



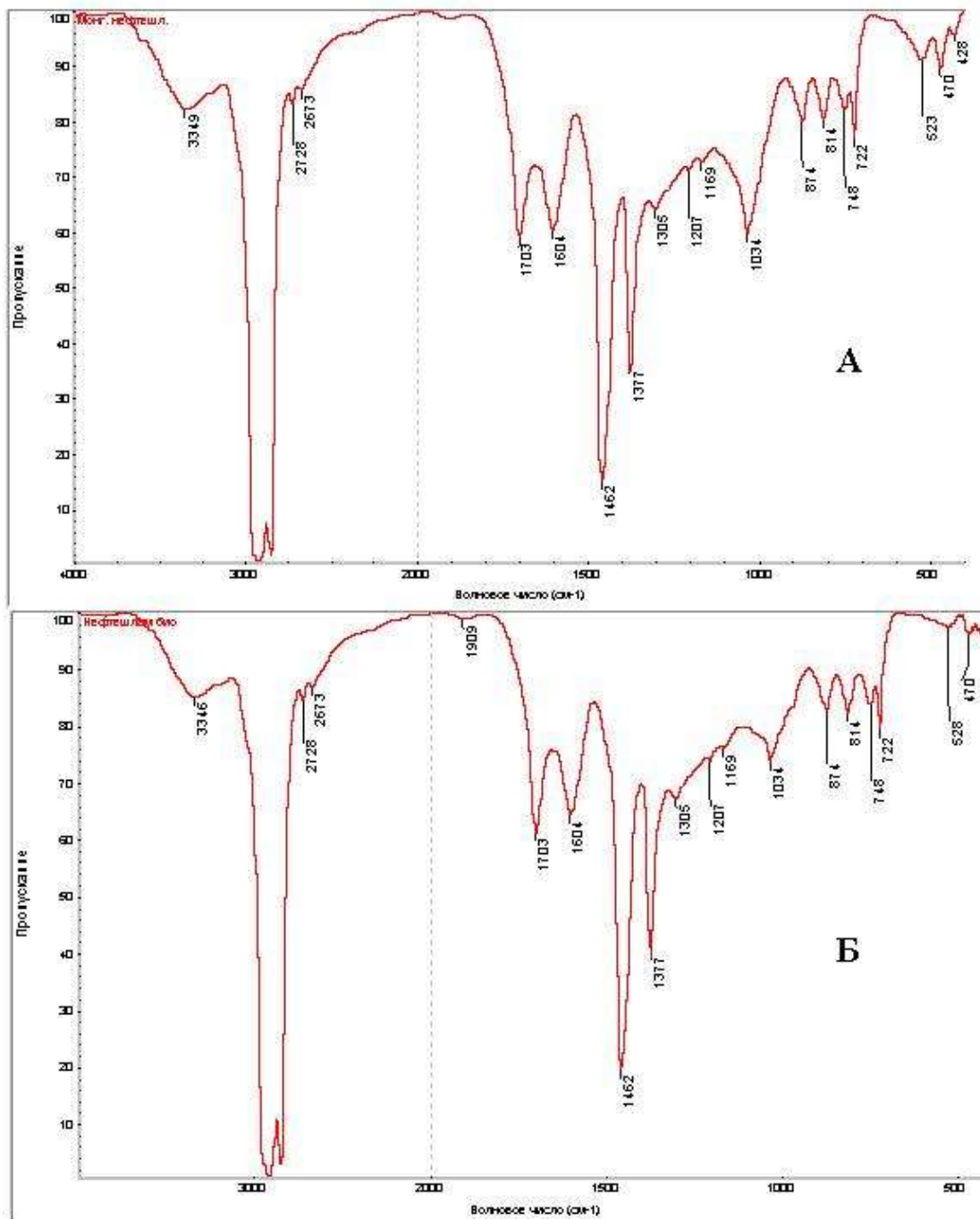
Зураг 13. Цагаан-Элсний ордын нефтийн бохирдолтой хөрснөөс ялгасан микроорганизмуудын омогууд

Дээрх дүнгээс харахад хөрсөн дэхь нефтийн бохирдлын концентраци өндөр (17%) байгаа нь микрофлорын тоо хэмжээ, идэвхийг бууруулж байна. Өмнөх

судлаачдын дүнгээс үзэхэд нефтийн бохирдол 50 г/кг-аас их бол хөрсний микрофлорыг дарангуйлах үйлчлэл үзүүлдэг байна [8].



Зураг 14. А- анхны бохирдолтой хөрсний нефтийн ИК- спектр  
 Б- биоадралд оруулсан 10 хоногийн дараахь нефтийн ИК- спектр



Зураг 15. А- анхны бохирдолтой нефтийн шламаас ялгасан нефтийн ИК-спектр  
 Б - Биозадралд оруулсны дараахь /10 хоног/ нефтийн ИК-спектр

Судалж буй ордын нефтээр бохирдсон хөрс болон нефтийн шламд зонхилох өсгөврүүд нь *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Methylococcus* төрлийн микроорганизмууд байна (Зураг 13, 14). Шинжилж буй бүлгүүдийн микроорганизмууд нь зохимжтой нөхцөлд янз бүрийн төрлийн бохирдуулагчдад ферментийн идэвхийг үзүүлэх ба энэ нь тэдгээрийн тоо хэмжээ, төрөл зүйл, тэжээлийн субстратуудын концентраци, рН, температур болон бусад хүчин зүйлээс шалтгаална. Бохирдуулагч нүүрсустөрөгчдийг зайлуулж устгах нь оксигеназын

ферментийн идэвхээс хамаарах ба янз бүрийн анги, бүлгийн нүүрсустөрөгчдийг устгах чадвартай микроорганизмуудыг физиологийн тусгай бүлэгт оруулдаг.

Цагаан-Элсний ордын нефтээр бохирдсон хөрс болон нефтийн шлагыг 10 ба 30 хоногуудад өсгөвөрлөн биоадралын процесст оруулсан ба туршилтын явцад хөрсийг тогтмол чийглэж, агааржуулж байв.

Мах–пептон, крахмал-аммиак болон Чапекийн агар дээр өсгөвөрлөн явуулсан 10 хоногийн судалгаагаар нефтийн шламд микрофлорын тоо 50 дахин, бохирдсон хөрсөнд 10 дахин нэмэгдсэн. Мөн нефтийн шламд агуулагдах нефтийн бохирдол-15% (57,887 г/кг), бохирдсон хөрсөнд -6,7 % (163,3 г/кг) буурсан байв. Биоисэлдүүлэх процессыг 10 хоног явуулсны дараахь бохирдсон хөрснөөс болон нефтийн хаягдлаас ялгасан нефтийн нүүрсустөрөгчдийн найрлага дахь функциональ бүлгүүдийн өөрчлөлтийг ИК-спектрийн аргаар судлав (Зураг 14, 15).

Дээрх ИК-спектрийн шингээлтийн муж дахь функциональ бүлгүүдийн өвөрмөц давтамжуудыг үндэслэн тооцоолсон “спектраль” коэффициентын дүнг 19-р хүснэгтэд үзүүлэв.

19-р хүснэгт

Нефтийн бохирдолтой хөрс болон нефтийн шлагыг 10 ба 30 хоног биоисэлдүүлэлтэнд оруулсны дараахь НУТ-ны спектрийн шингээлтийн эрчмийн өөрчлөлт

Дээж	Спектраль коэффициентын утга				
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	K <sub>салбарласан</sub>	K <sub>исэлдэлтийн</sub>
Нефтийн шлам /хаягдал/					
Эх дээж	1.7	0.40	0.21	0.53	0.15
Биоадралд оруулсны дараахь 10хоногт	1.9	0.44	0.27	0.57	0.18
Биоадралд оруулсны дараахь 30 дахь хоногт	2.0	0.45	0.26	0.56	0.3
Нефтийн бохирдолтой хөрс					
Эх дээж	0.42	0.37	0.11	0.38	0.08
Биоадралд оруулсны дараахь 10 хоногт	0.46	0.39	0.1	0.4	0.1
Биоадралд оруулсны дараахь 30 хоногт	0.51	0.53	0.12	0.42	0.2

Хөрсний микрофлорын тоо, идэвхийг дээшлүүлэхийн тулд туршилтын 14 ба 20 дахь хоногуудад гадаргуугийн идэвхт бэлдмэл, карбамид, аммиакийн шивтэрийг агуулсан 0,1%-ийн тэжээлийн уусмалыг нэмж өгсөн. Гадаргуугийн идэвхтэй нэгдлүүдийг бохирдсон хөрсөнд нэмж өгөх нь хөрсний гадаргууг бүрхсэн нефтийн үеийг /пленка/ эмульсжүүлэн нефтийн нүүрсустөрөгчдийг биоадралд оруулах процессыг идэвхжүүлдэг. Бохирдолтой дээжүүдэд аммиакийн шивтэрийг 25 дахь хоног дээр нэмж өгснөөр нүүрсустөрөгч исэлдүүлэх чадвартай микроорганизмын тоог нефтийн шламд 28 сая.клет/г, нефтийн бохирдолтой хөрсөнд 0,75 сая. клет/г-

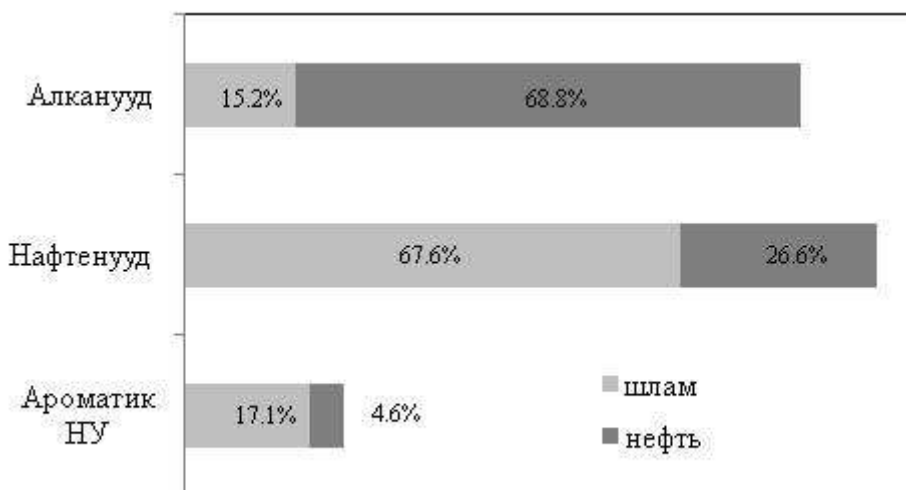
аар нэмэгдүүлсэн. Түүнээс гадна нефтээр бохирдсон хөрсний биоадралын процессын 10 дахь хоногт 10%-ийн модны үртэс /мелориант/нэмж өгсөн.

Нефтийн бохирдолтой хөрс болон шламыг 30хоног биоисэлдүүлэх процесст оруулсны дараахь хөрснөөс ялгасан нефтийн ИК –спектрийн дүнгээс харахад (19-р хүснэгт) функциональ бүлгүүдийн шингээлтийн муж дахь эрчмүүдийн харьцаа (ароматжилт, салбарлалтын зэрэг болон исэлдүүлэлтийн коэф.) эх дээж болон 10 хоногийн дараахь туршилтын дүнтэй харьцуулахад ихэсч байгаа нь микроорганизмын оролцоотойгоор нефтийн нүүрсустөрөгчид задралд эрчимтэй орж болохыг харуулж байна. Мөн 30 хоногийн дараа бохирдлын концентрацийганхны дээжтэй харьцуулан тооцоход нефтийн шламд – 56%, хөрсөнд -35%-иар буурсан дүн ажиглагдав.

### ***Хийн хроматографи - масс спектрометрийн судалгааны дүн***

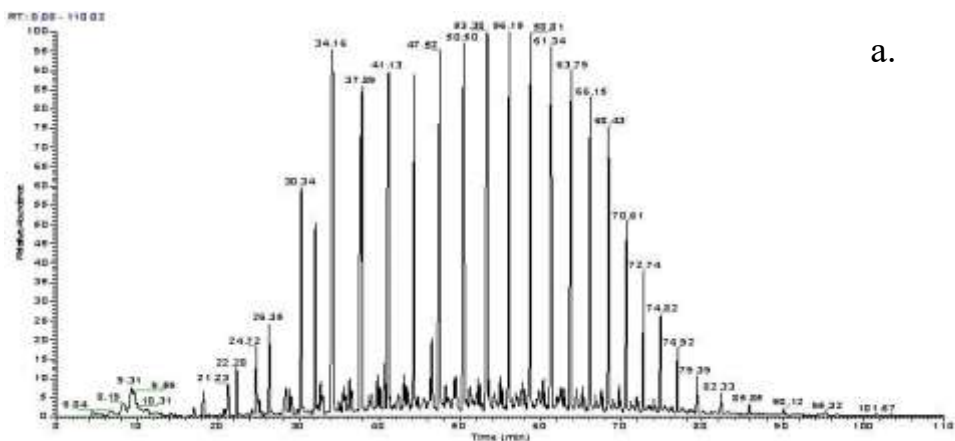
Хийн хроматографи-масс спектрометрийн шинжилгээгээр алканы эгнээний нүүрсустөрөгчид, мөн найрлагандаа моно- (алкилбензолын эгнээний НУ), би- (нафталины, флуорены эгнээний НУ), три- (фенантрены эгнээний НУ), тетра- (хризен бүхий бензантрацен ба пирен бүхий флуорантены эгнээний НУ) цагираг агуулсан ароматик НУ нэг бүрийн болон бүлгийн найрлагын судалгааг явуулж, биоисэлдүүлэлтийн процессын дараа тэдгээрийн найрлага хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг судлан тогтоов.

16-р зурагт үзүүлсэн бүлгийн найрлагын дүнгээс харахад бохирдолтой хөрснөөс ялгасан нефтэнд алканы эгнээний НУ-д 68.8%, хаягдал шламд 15.2% агуулагдаж байна. Харин нафтены эгнээний НУ-д хаягдал шлам дээжинд давамгайлж байна. Хаягдал шламд алканы эгнээний НУ-дийн агуулга бага, нафтены эгнээний НУ-д болон ароматик НУ-дийн агуулга нефтийнхтэй харьцуулахад их байгаа нь цаг хугацааны явцад нефтийн хаягдал нь хөгшрөх, хөнгөн хэсэг нь уурших, исэлдэлтийн процессд орох, давирхайжих, коллоид-мицелляр конгломератыг үүсгэх зэрэг хувиралд ордогтой холбоотой юм.

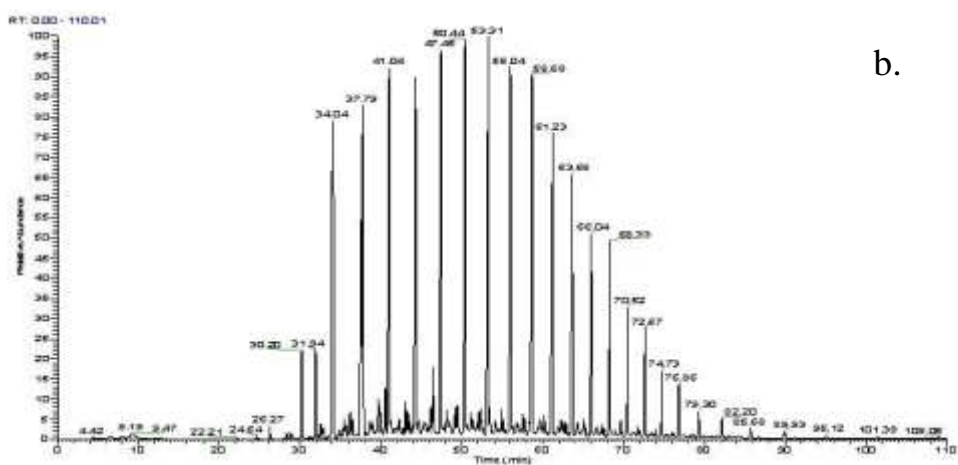


Зураг 16. Цагаан-Элсний ордын бохирдолтой хөрснөөс ялгасан нефть болон хаягдал шламд агуулагдах нүүрсустөрөгчдийн бүлгийн найрлага

Алканы эгнээний нүүрсүстөрөгчид: Цагаан-Элсний ордын бохирдолтой хөрснөөс ялгасан нефть болон хаягдал шламд алканы эгнээний нүүрсүстөрөгчдийн молекул массын хувиарлалтыг биоисэлдэлтийн процессын өмнө болон хойно шинжилж, масс-фрагментогаммыг зураг 17, 18 –д харуулав.



a.



b.

a. Биоисэлдүүлэлтийн процессын өмнө

b. Биоисэлдүүлэлтийн процессын 30 хоногийн дараа

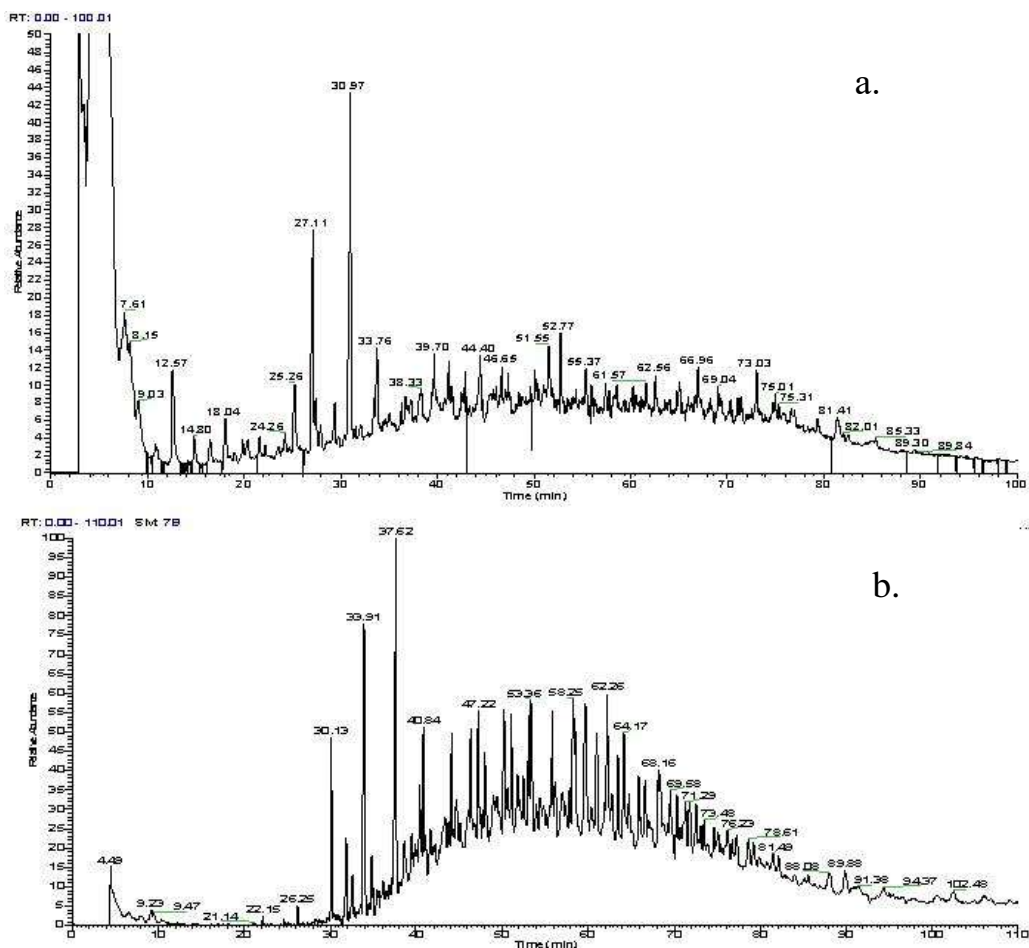
Зураг 17. Бохирдолтой хөрснөөс ялгасан нефтэн дэх н-алканы эгнээний НУ-дийн масс-фрагментогамм ( $m/z$  57)

Дээр дурьдсанчилан нефть болон хаягдал шламд агуулагдах алканы эгнээний НУ-дийн ялгаатай агуулга тэдгээрийн молекул массын хувиарлалтыг харуулсан масс-фрагментогаммаас ч харагдаж байна (Зураг 17а, 18а). Нефтэн дэх н-алканууд нь  $C_{10}$ - $C_{36}$  бүхий С-ийн атом агуулсан байхад биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараа  $C_{15}$ - $C_{34}$  бүхий С-ийн атом агуулсан н-алканууд зонхилж, алканы уламжлалын эхний гишүүд задралын процессд өртсөн байна.

Хаягдал шламын фрагментогаммаас (Зураг 18) харахад нафтены НУ-дын фон зураглал ихтэй, алканы эгнээний НУ-дийн фрагментаци багатай байна. Биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараах байдлаар нефтэн дэх алканы



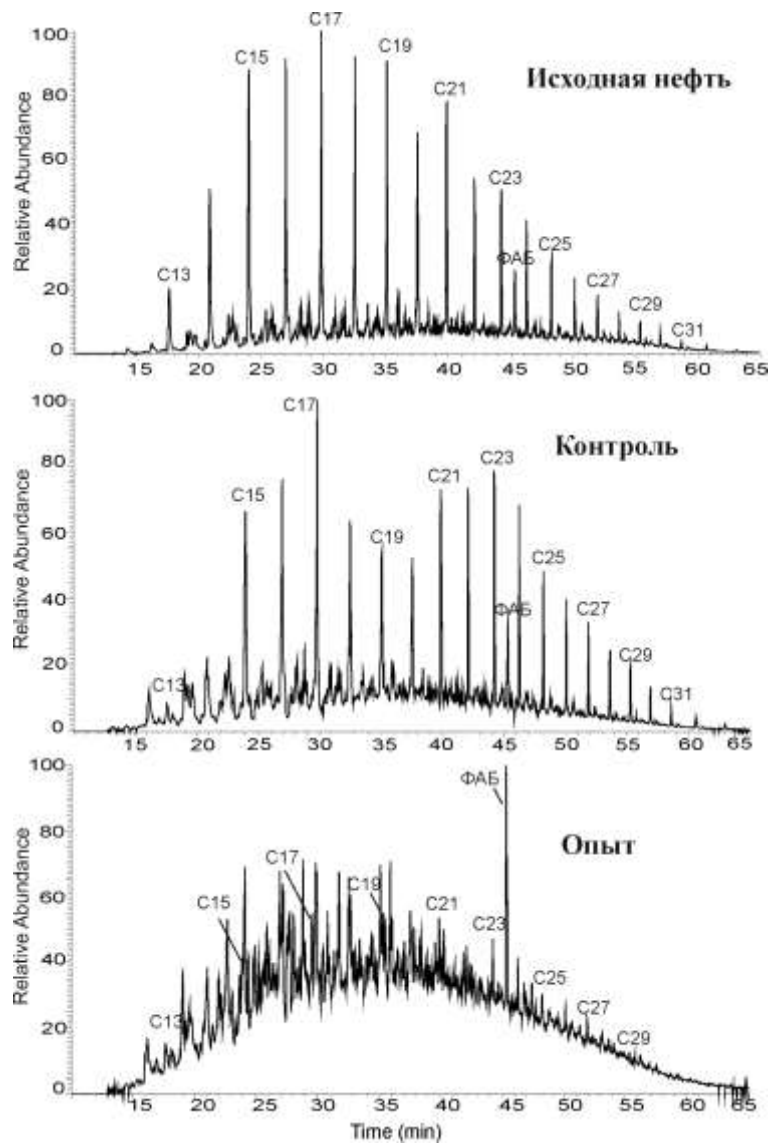
эгнээний хөнгөн НУ-дийн агуулга багасаж, шлам дээжний хувьд алкан болон нафтены эгнээний НУ-д задралд орсон болох нь масс-фрагментограммаас харагдаж байна (Зураг 176, 186).



- a. Биоисэлдүүлэлтийн процессын өмнө  
 b. Биоисэлдүүлэлтийн процессын 30 хоногийн дараа

Зураг 18. Хаягдал шламд агуулагдах n-алканы эгнээний НУ-дийн масс-фрагментограмм ( $m/z$  57)

Моноароматик нүүрсүстөрөгчид: Моноароматик нүүрсүстөрөгчдийн хийн хроматографи-масс спектрийн шинжилгээгээр найрлагандаа  $C_{13}$ - $C_{31}$  бүхий шулуун хэлхээтэй алкилбензолууд (н-АБ), түүний монометил- халалцал бүхий уламжлалууд, мөн түүнчлэн изопреноид бүтэцтэй бензолын уламжлалууд – фитанилалкилбензол (ФАБ), түүний метил- (МФАБ), диметил- (ДМФАБ) халалцал бүхий уламжлалууд илэрсэн байна. n-Алкилбензолын молекул массын хувиарлалт нь “унимодаль” шинжтэй (зураг 19).



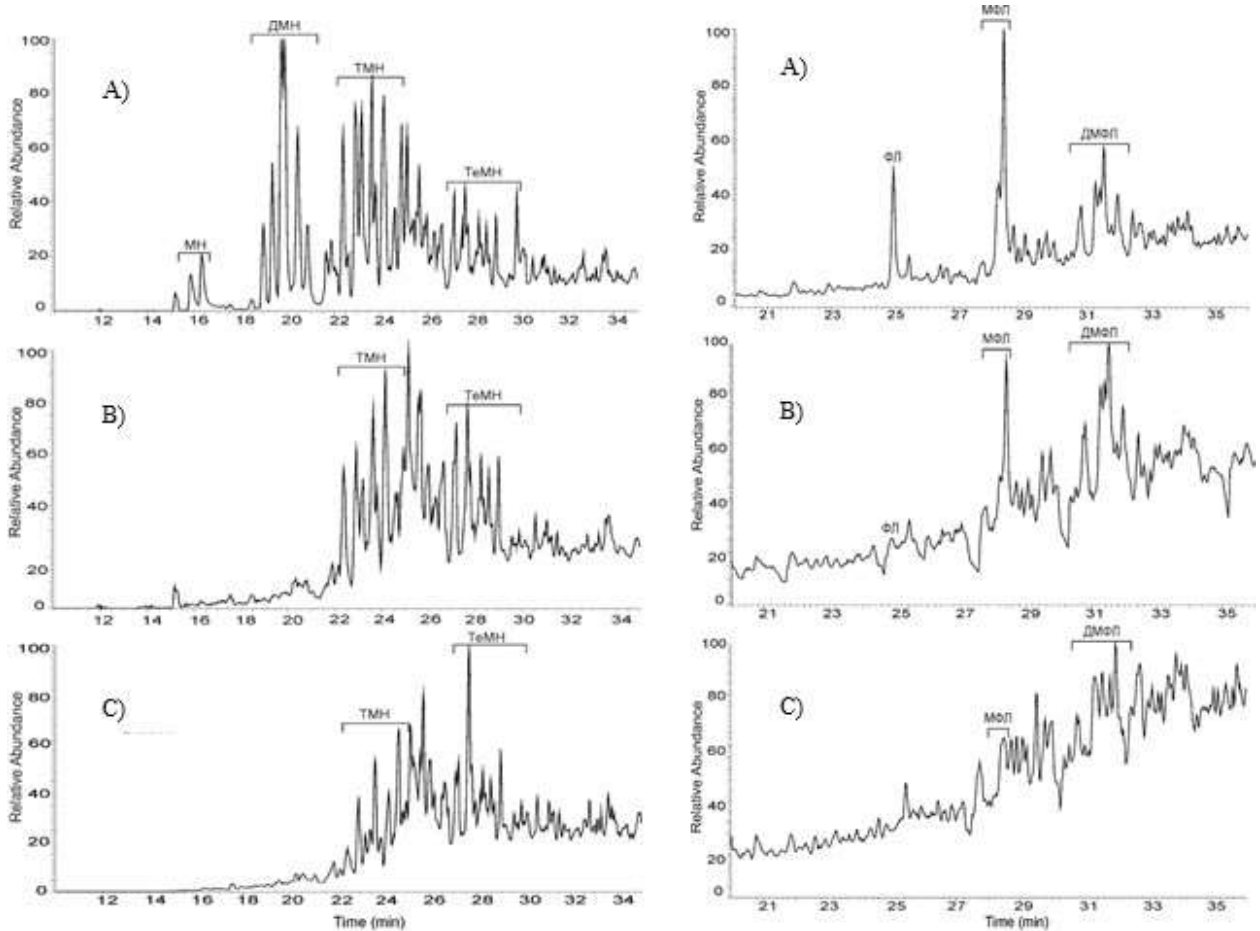
- А) нефтиэр бохирдсон хөрснөөс ялгасан нефть  
 В) биоадралын процессын 10 хоногийн дараа  
 С) биоадралын процессын 30 хоногийн дараа

Зураг 19. Алкилбензолын эгнээний нүүрсустөрөгчид  $m/z$  91, 105, 133

Бохирдолтой хөрсний биоисэлдүүлэлтийн процессын дараа  $C_{13}$ ,  $C_{14}$ ,  $C_{18}$ ,  $C_{19}$  хэлхээтэй н-АБ-ын агуулга контроль дээжтэй харьцуулахад багассан байна. Туршилтын явцад  $C_{13}$ - $C_{14}$  бүхий алкилбензолууд биоисэлдүүлэлтийн процесд бүрэн өртсөн ба  $C_{15}$  -  $C_{28}$  бүхий АБ-ын агуулга харьцангуйгаар буурчээ. н-АБ ба ФАБ-ын найрлагад тэгдээрийн метил халалцал бүхий уламжлалууд халалцагч бүлэггүй изомерүүдээс давамгайлж байна.

Би- болон триароматик нүүрсустөрөгчид: Биароматик нүүрсустөрөгчдийн хувьд нафталины болон флуорены эгнээний, три ароматик нүүрсустөрөгчдийн хувьд

фенантрены эгнээний нүүрсустөрөгчид, тетраарены төлөөллөөс хризен бүхий бензантрацен, пирен бүхий флуорантены эгнээний нүүрсустөрөгчид тус тус илэрчээ (зураг 20).



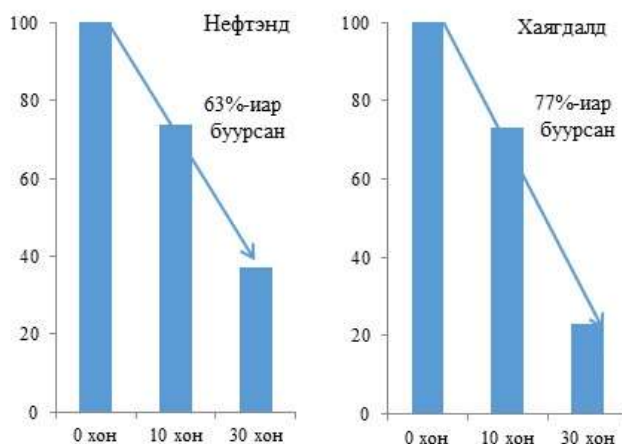
- А) нефтиэр бохирдсон хөрснөөс ялгасан нефть  
 В) биоадралын процессын 10 хоногийн дараа  
 С) биоадралын процессын 30 хоногийн дараа

Зураг 20. Нафталины болон флуорены эгнээний нүүрсустөрөгчид

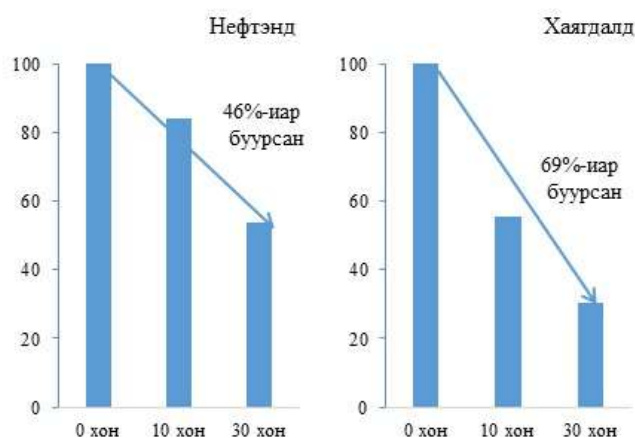
Эдгээр бүлэг нүүрсустөрөгчдийн агуулга биоисэлдэлтийн процессын өмнө болон хойно хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг 10, 30 хоногуудын дүнгээр 21-р зурагт үзүүлэв.

Хийн хроматографи-масс спектрийн шинжилгээний дүнгээр хөрсний микрофлорыг идэвхжүүлэхэд бохирдуулагчийн найрлага дахь ароматик болон н-алканы эгнээний нүүрсустөрөгчид хувиралд илүү өртдөг болохыг харуулав. Нефтийн бохирдолтой хөрсний биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараа алканы эгнээний НУ 63%-иар, нафтены НУ 46%-иар, ароматик НУ 67%-иар тус тус буурч байв.

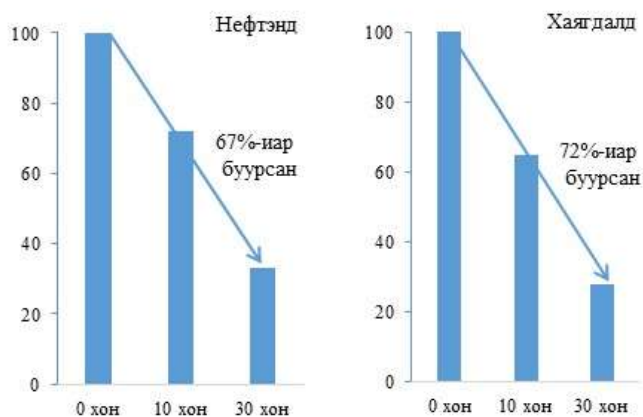
### Алканы эгнээний НУ-дийн биоисэлдэлтийн процессын дараах бууралт



### Нафтены эгнээний НУ-дийн биоисэлдэлтийн процессын дараах бууралт



### Ароматик НУ-дийн биоисэлдэлтийн процессын дараах бууралт



Зураг 21. Биоисэлдэлтийн процессын 10 болон 30 хоногийн дараах НУ-дийн найрлагын өөрчлөлт

Харин хаягдал шлам дээжний биоисэлдэлтийн процессын 30 хоногийн дараа н-алканууд 77%-иар, нафтены НУ 69%, ароматик НУ 72%-иар тус тус буурсан дүн

гарч байна. Хаягдал шлам дээжинд агуулагдах нүүрсүстөрөгчид биоисэлдэлтийн процесст илүү түлхүү орж байгаа нь судалгааны дүнгээс ажиглагдаж байна.

Цагаан-Элсний нефтийн орд газраас авсан нефть болон нефтийн хаягдлаар /шлам/ бохирдсон хөрсөнд Pseudomonos, Bacillus, Micrococcus, Arthrobacter, Methylococcus төрлийн микроорганизмууд давамгайлж байсан ба биозадралын процессыг эдгээр микроорганизмуудын оролцоотойгоор 10 ба 30 хоногийн турш явуулахад 30 хоногийн туршилтын дараах бохирдсон хөрсөн дэх нефтийн агуулга 35%, нефтийн шлам дахь бохирдол 56%-иар буурсан дүн ажиглагдав.

### **III.2.4. Багсармал бордоог ашиглан хөрсний нефтийн бохирдлыг бууруулах туршилт**

Багсармал бордоо (ББ) нь амьтан, ургамлын гаралтай хаягдлыг нарийн биохимийн процессын үр дүнд задлан тэжээллэг чанарыг нь дээшлүүлэн гаргаж авдаг, ургамал хооллоход тохиромжтой задралын бүтээгдэхүүн агуулсан хөрс борддог байгалийн гаралтай бэлдмэл бөгөөд хамгийн сайн хөрс хамгаалагч, сайжруулагч юм. ББ хэрэглэснээрээ хөрсний бүтэц, текстура, агааржилтыг сайжруулж хөрсний чийг барих чадварыг дээшлүүлнэ. ББ нь шаварлаг хөрсийг сийрэгжүүлж, элсэрхэг хөрсөнд чийг тогтоход дэм болдог. ББ доторхи органик бодис нь хөрсийг эрүүл, тэнцвэртэй байдалд байлгадаг хөрсөн дэх микроорганизмын тэжээл болж өгдөг.

ББ нь бактери, мөөгөнцөр, чийгийн хорхой, шавьж зэрэг организмууд хооллон, задалсан органик бодисоор баялаг бүтээгдэхүүн. ББ нь байгалийн жамаар органик бүтээгдэхүүнүүд задрах процессын хувилбар юм. Байгаль дээр ургамал амьтны үлдэгдлүүд удаан хугацаагаар задарч хөрсний ялзмагийг бий болгодог. Ялзмаг нь хөрсийг сийрэг баялаг болгоно. ББ хийх нь хөрсний ялзмагийг хиймлээр, хурдан бий болгож байгаа нэг хувилбар юм. ББ-ны бухал дотор организм үржиж, хөгжихөд тохирох дулаан, чийг, агааржилтыг бий болгосноороо ялзмаг үүсэх процессыг хурдасгаж байгаа хэрэг.

Бараг бүх органик материалаар ББ-г хийж болно. ББ-ны бухал нь нүүрстөрөгч болон азот агуулсан материалыг тодорхой харьцаагаар агуулж байх шаардлагатай. Нүүрстөрөгч нь ихэдвэл задрал хэтэрхий удаан явагдана, азот нь ихэдвэл ялзарч үнэр муухай болдог. Нүүрстөрөгч нь микробыг энергээр хангадаг, азот нь уургаар баяжуулна. ББ-г олон төрлийн органик бодисын хаягдлаар хийж болох боловч хамгийн сонгомол түүхий эд нь үр тарианы сүрэл, шувууны сангас юмуу малын өтөг, шивх, адууны хомоол байдаг.

Иймээс бид хөрсний органик бохирдуулагчийг бууруулахын тулд уг бордоог бэлдэж судалгаандаа ашиглахыг зорилоо.

*Багсармал бордоог бэлдэх:* ББ хийх эхний шат нь хамгийн чухал хариуцлагатай үе юм. ББ-г микроорганизмын тусламжтай боловсруулдаг учир тэдгээрийн амьдрах нөхцлийг бий болгох хэрэгтэй болдог. Уг бордоог бэлтгэх

нэгдүгээр үеийг амжилттай явуулахын тулд түүхий эдээ жигнэн нэг нэгж сүрлийн хэмжээнд орох шувууны сангасаа зөв тооцсон байх шаардлагатай.

Сүрэл нь азот бага хэмжээгээр, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин зэрэг нүүрстөрөгч агуулсан органик бодисыг ихээхэн хэмжээгээр агуулдаг. Сүрэл нь хөрсний микрофлорт амархан задардаг нүүрстөрөгчийн эх булагийг агуулж байдаг онцлогтой юм. Энэ өндөр молекулт нүүрстөрөгчийг микроорганизм задлахын тулд азот шаардлагатай байдаг. Багсармал бордоог хийхэд энэ азотын эх булагийг микроорганизм нь шувууны сангас болон бусад амьтны гаралтай хаягдлаас нөхөн авдаг.

Сүрлийн өндөр молекулт нүүрстөрөгчийг хөрсний микроорганизм задлахын тулд C(нүүрстөрөгч) : N(азот) -нь 25-35 байвал их тохиромжтой байдаг. Хэвлэлийн тоймоос харахад сүрлийн 38%-ийг нүүрстөрөгч, 0,5%-ийг азот эзэлдэг байна. Иймээс бид сүрлийн химийн үзүүлэлтүүдийг үндэслэн компост хийх сүрэл, шувууны сангасын хэмжээг тооцон гаргав. Бидний бэлтгэсэн сүрлийн хэмжээнд (7,25 кг) ойролцоогоор 2,8 кг нүүрстөрөгч байна гэсэн үг. Азот, нүүрстөрөгчийн харьцааг 1:35-аар авъя гэж бодвол 79 г азот шаардлагатай. Ийм хэмжээний азотыг 3,6 кг сангас агуулна.

Багсармал бордоо хийх ажлыг бид 2015 оны 5-р сарын 18-нд хийж эхэлсэн. Эхлээд сүрлээ дэвтээсэн байх шаардлагатай учраас жигнэн бэлдсэн сүрлээ котлованд 18 хоног дэвтээсэн. Сүрлээ жигд дэвтээхийн тулд дэвтээх хугацаандаа усыг нь сольж 2 удаа эргүүлсэн. Ингээд 6 сарын 5-нд дэвтээсэн сүрлийг гарган 3,6 кг сангастай үелэн бухалдаж, тодорхой хэмжээгээр чийглэн гадаа байршуулав. Бухлын нягт, хэмжээ, хэлбэр ба чийг гэсэн параметрууд зөв тохирсон байж ББ хийх процесс зөв явагдана. Эхний энэ үед бухал дахь агаарын хэмжээ ихээхэн үүрэгтэй. Иймээс бухал доороосоо агааржихад дөхөм болгох зорилгоор 5-6 см зузаантай хайрган дээр тавив. Хэрэв хайрга байхгүй бол туйпууны үйрмэг, гишүү, тор гэх мэтчлэн илүүдэл ус гарах, агааржуулах боломжтой юуг ч ашиглаж болдог.

Бид лабораторийн туршилтанд зориулж бухалыг багасгасан байдлаар хийсэн ба 50 см диаметртэй, 1 м өндөртэй байхаар бухалдсан. Бухалдахдаа хамгийн доод талд 20 см хиртэй сүрэл дэвсэн дээр нь 1-2 см хиртэй сангас дэвсэв. Үүн дээрээ 20 см хиртэй сүрэл тавьж мөн 1-2 см хиртэй цангас дэвсэв. Ингэж сүрэл сангасыг үелэн дэвсэх маягаар 6 үе явуулж бухлыг овоолж дуусгасан. Хамгийн дээд талыг сүрлээр хучсан. Бухалдаж дууссаны дараа 10 гаруй л усаар услав.

Сүрэл нь лав маягийн (воск) гадаргуугаар бүрхэгдсэн байдаг учир процессын явцад дэвтээхэд тийм ч хялбар биш. Сүрлээ сайн дэвтээхийн тулд мочевина нэмж өгдөг. Мочевина нь сүрлийн гадаргуугийн чийг шингээх чадварыг нэмэгдүүлдэг. Бид бордоогоо бухалдаж эхлэхдээ 50 г мочевиныг 5 л усанд уусган бага багаар нэмж өгсөн. Бухлын температурыг 3 хоноод хэмжиж үзэхэд 24<sup>0</sup>С байсан. Хэмжилтийг бухлын олон цэгт хийсэн. Учир нь халалт жигд явагддаггүй. 7 хоногийн дараа температурыг хэмжихэд өөрчлөлт ажиглагдаагүй. Энэ нь тодорхой хугацааны дараа бухал дахь агаарын хэмжээ зарцуулагдан багасдагтай холбоотой учир түүний дутагдлыг нөхөх хэрэгтэй болдог. Үүний тулд бухлыг сийрэгжүүлэн тарааж дахин бухалддаг. Энэ процессын үр дүнд бухал нь агааржина. Түүхий эд маань хоорондоо жигд холилдон өгнө. Бид бухлыг 6-р сарын 12-нд буюу 7 хоногийн дараа тараан

сийрэгжүүлэв. Бухал дотор хуурай сүрэл, сангас нилээдгүй байлаа. Ус хийн чийглэв. Мөн бухалдаа 50 г хиртэй мочевиныг хуурайгаар цацаж өгөөд буцааж бухалдав. Ингээд 7 сарын 6-нд температурыг хэмжиж үзэхэд бухлын доод талдаа (ёроолоос 30 см орчим газар) 28<sup>0</sup> С болсон байлаа. Бид бухлыг нийт 4 удаа тараан сийрэгжүүлсэн бөгөөд 7-р сарын 13 хүртэл Улаанбаатар хот их хуурай байлаа. Иймээс бид бордоо бэлдэх хугацаандаа нийт 8 удаа усалсан. 7-р сарын дунд үеэс бороо их орсон бөгөөд бороонд хэт норгохгүйн тулд хамгаалсан. 7-р сарын 20-нд бид дахин сийрэгжүүлэхэд бухлын үнэр аятайхан, чийгийг гараараа базахад хурууны завсраар ус гарч байгаа боловч урсахгүй байлаа. Бухалд ферментац явагдаж хуурай бодисын алдагдал явагддаг учир бухал маань энэ үеэр маш их жижгэрсэн байв. 7-р сарын 25-нд агааржуулах зорилгоор дахин тараан бухалдаад усалсангүй. Үнэр аятайхан, зөвхөн чийг үнэртсэн, сүрэл хялбар тасардаг, богиноссон байлаа. Сүрлийн өнгө нь жигд хүрэн болсон байв. Ингээд 7-р сарын 29-нд бид бордоогоо задлан бага зэрэг хатаагаад бохирдсон хөрстэй хольж дараагийн туршилтаа тавив.

*Нефтийн бохирдлыг бууруулах туршилт:* Багсармал бордоо болон бохирдсон хөрсийг хольж тавихын тулд 50x50см хэмжээтэй модон хайрцаг бэлдэв. Агааржуулалттай байлгахын тулд хайрцагийн ёроолыг хэд хэд нүхлэв.

Бохирдсон хөрсний дээжээр Зүүнбаянгийн ордын олзворын хонхорын нефть дамжуулах хоолой далангаас авсан ЗБЗ дугаартай дээжийг сонгож авав. Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчийн агуулга 5,46 %. Хөрсний дээжийг 2 мм-ийн ситоогоор шигшиж ойролцоогоор 12 кг хөрс, түүний жингийн 5%-иар бодож хуурай модны үртэс нэмэв. Модны үртэс нь хөрсний агааржуулалтанд сайнаар нөлөөлдөг. Сайтар хольж нэг төрлийн болгосны дараагаар хөрсний жингийн 10%-иар бодож багсармал бордоог хийв. Чийгийг 20%-иар тооцож хийгээд сайтар холиод гадаа байршуулав (31.07.2015). Сарын турш чийгийг тохируулж, хутгаж байв. Ингээд бохирдлын хэмжээг тодорхойлов (20-р хүснэгт).

20-р хүснэгт

Багсармал бордоог ашиглан хөрсний нефтийн  
бохирдлыг бууруулах

Дээж	Бохирдлын хэмжээ, мг/кг		
	Анхны	30 хоногийн дараа	60 хоногийн дараа
Бохирдолтой хөрс+Багсармал бордоо	54600	50200	47600

Туршилтын 60 хоногийн дараа бохирдлын хэмжээ 54600 мг/кг-аас 47600 мг/кг буюу 12,8 хувиар буурсан байна.

### **III.2.5. Нефть, нефть бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх талбайн туршилт**

Зүүнбаянгийн нефтиэр бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх, нөхөн сэргээх туршилтыг задгай талбайд 2016 оны 6-р сарын 17-оос 8-р сарын 25-ныг хүртэл 60 хоногийн хугацаанд Хими, химийн технологийн хүрээлэнгийн хашаанд явууллаа. Зүүнбаянгийн нефтиэр бохирдсон хөрсний дээжийг ашиглав. Хөрсний анхны бохирдол 26700, 42400 ба 54600 мг/кг. Туршилтыг тус бүр 0,6 м<sup>2</sup> 8 талбайд лабораторийн нөхцөлд илүү үр дүнтэй болсон гэж үзсэн биосубстратууд болон микробын хольцыг сонгон авч явуулав. Талбайн туршилтын ерөнхий бүдүүвчийг доорх схемээр харуулав (зураг 27). Хөрсний микрофлорын өсөлт, оксигеназын идэвхийг идэвхижүүлэхийн тулд минералт тэжээл хэрэглэв. Хяналтын талбай болох №1 ба 2-д минералт тэжээлийг нэмээгүй учир биоадрал нь хөрсний өөрийнх нь микрофлорын тусламжтайгаар явагдана. Туршилтын 1.1 ба 2.1 талбайд тэжээлийн нэмэлтээр шувууны сангасыг, 1.2 ба 2.2 талбайд тэжээлийн нэмэлтээр 0,1%-ын фосфат агуулсан 5%-ын НИНКА-г, 3.1 талбайд микробын суспензыг, 3.2 талбайд гумины 0,02%-ийн уусмалыг тус тус нэмэв.

Нэмэлтээр ашиглаж буй биосубстратуудыг тодорүүлбал:

1. Шувууны сангас: “Бөхөг” ХХК-ийн тахианы байрнаас нойтон болон хуурай сангасыг авч ашигласан бөгөөд урьдчилан хатааж, шигшиж бэлдэв.

2. “Нинка”: Нүүрсустөрөгч задлагч микроорганизмыг идэвхитэй байлгахын тулд гадаргуугийн идэвхит бодис болон азотот нэгдлүүд агуулсан нефтийг түрж гаргагч хольцыг ашиглав. Парафин ихтэй зуурамтгай нефтийн адрал нь бактерийн өсөх үржих хурд, тэдгээрийн ферментийн идэвхи, тэжээлийн орчны сонголт, микроорганизмын тоо хэмжээг өндөр барьж байдаг экспоненциал фазын үргэлжлэх хугацаа зэргээс хамаардаг. Гадаргуугийн идэвхитэй бодисыг хэрэглэхэд нефтийн зуурамтгай чанар багасан сарнилт нь ихсэн, биоадрал хурдасдаг байна []. Микрофлорыг идэвхжүүлэгч тэжээлийн субстратаар 0,05-10%-ын НИНКА-гийн уусмал хэрэглэв.

3. Микробын суспенз: Микробын суспензыг 5-н янзын бактерийн өсгөврийг тус тусад нь триптон -10 гр/л, дрожжийн ханд-5.0 гр/л, NaCl-1 гр/л агууламж бүхий 50 мл шингэн тэжээлийн орчинд 24 цагийн туршид 110 эрг/мин хурдтайгаар сэгсрэгч дээр өсгөвөрлөсөн а өсгөврийн шингэнүүдийг хооронд нь хольж 5 л хүртэл усаар шингэлж бэлдсэн

4. Гумины бордоо: Тодорхой хэмжээтэй гумины бодис нь үндэс, үрийн өсөлтөнд нөлөөлөх нефть, нефть бүтээгдэхүүн, ароматик болон алифатик нүүрсустөрөгчдийн сөрөг нөлөөллийг сулруулдаг [12].



Хяналтын талбай №1 2,5% бохирдолтой	Талбай №1.1 2,5% бохирдолтой хөрс + сангас	Талбай №1.2 2,5% бохирдолтой хөрс + Нинка + $K_3PO_4$ (0.1% -ын фосфат)
Хяналтын талбай №2 5% бохирдолтой	Талбай №2.1 5% бохирдолтой хөрс + сангас	Талбай №2.2 5% бохирдолтой хөрс + Нинка + $K_3PO_4$ (0.1% -ын фосфат)
	Талбай №3.1 4.24% бохирдолтой хөрс + Микробын суспенз	Талбай №3.2 4.24% бохирдолтой хөрс + Гумины бордоо

Зураг 22. Талбайн туршилтын схем

Талбайн туршилтыг эхлүүлснээс хойшхи 1, 7, 14, 30, 45, 60 хоногуудад талбай тус бүрээс дээж авч бохирдлын түвшин болон бактерийн ерөнхий тоог тодорхойлж байв (21,22,23-р хүснэгт).

21-р хүснэгт

2.67%-ийн бохирдолтой хөрсний бактерийн ерөнхий тоо болон бохирдлын хэмжээ (туршилтын өмнө болон хойно)

Үзүүлэлтүүд	Хоногийн дараа					
	1	7	14	30	45	60
2.5% хяналтын талбай						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$	235	165	359	441	511	180
$10^3$	32	139	196	328	349	105
$10^4$	4	36	53	169	145	29
$10^5$	1		8	48	49	3
$10^6$				4	7	0
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>2.67</b>	<b>2.52</b>	<b>2.54</b>	<b>2.38</b>	<b>2.58</b>	<b>2.21</b>
2.5% (сангас)						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$		-	-	657	282	-
$10^3$		-	-	520	263	375
$10^4$		352	402	397	160	115
$10^5$		102	164	203	51	48
$10^6$		-	51	53	10	10
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>2.67</b>	<b>2.4</b>	<b>2.49</b>	<b>1.97</b>	<b>2.11</b>	<b>2.29</b>
2.5% (Нинка)						

<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$		340	-	484	223	177
$10^3$		293	359	381	164	107
$10^4$		167	173	195	33	43
$10^5$		99	102	45	6	8
$10^6$			23	12	4	1
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>		<b>2.67</b>	<b>2.51</b>	<b>2.37</b>	<b>1.92</b>	<b>1.96</b>

22-р хүснэгт

5.46%-ийн бохирдолтой хөрсний бактерийн ерөнхий тоо болон бохирдлын хэмжээ (туршилтын өмнө болон хойно)

Үзүүлэлтүүд	Хоногийн дараа					
	1	7	14	30	45	60
Хяналтын талбай						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$	123	-	-	-	-	193
$10^3$	65	-	-	383	375	116
$10^4$	21	249	333	281	150	42
$10^5$	2	100	185	38	10	8
$10^6$			51	2	5	1
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>5.46</b>	<b>5.63</b>	<b>5.93</b>	<b>4.97</b>	<b>4.95</b>	<b>4.81</b>
Сангастай туршилт						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$		-	-	-	528	-
$10^3$		-	-	449	482	-
$10^4$		356	378	279	336	197
$10^5$		304	183	123	134	66
$10^6$			53	1	50	18
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>5.46</b>	<b>5.12</b>	<b>5.39</b>	<b>4.42</b>	<b>4.39</b>	<b>4.26</b>
Нинкатай туршилт						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$		-	-	-	506	205
$10^3$		-	344	36	425	127
$10^4$		372	224	227	269	60
$10^5$		190	139	13	61	26
$10^6$			39	12	12	9
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>5.46</b>	<b>5.70</b>	<b>5.37</b>	<b>4.64</b>	<b>4.56</b>	<b>4.22</b>

Судалгааны дүнгээс харахад хөрсөн дэх нефтийн бохирдол биосубстратуудын төрөл болон бохирдлын хэмжээнээс хамааран харилцан адилгүй буурч байна. Мөн түүнчлэн цаг уурын нөхцөл байдал ч нөлөөлж байв. Туршилтыг явуулсан 60 хоногийн хугацаанд 2,67%-ийн нефтийн агуулгатай хөрсний бохирдол сангас болон Нинкатай явуулсан туршилтын 60 хоногийн хугацаанд харгалзан 14,2 ба 26,6 хувиар буурав. Харин 5,46%-ийн бохирдолтой хөрс дээрх 2 субстратуудын оролцоотойгоор харгалзан 21,9 ба 22,7 хувиар буурсан дүн гарчээ. Харьцангуй бага хэмжээний бохирдолтой хөрсний хувьд гадаргуугийн идэвхит бодис болон азотот нэгдлүүд агуулсан микрофлорыг идэвхжүүлэгч тэжээлийн субстрат Нинка нь илүү үйлчлэл үзүүлж (26.6%-иар бууруулж) байгаа хэдий ч

бохирдлын хэмжээ ихсэхэд түүний үзүүлэх нөлөө бага зэрэг саарч байгааг (22.7%-иар бууруулж) харж болохоор байна.

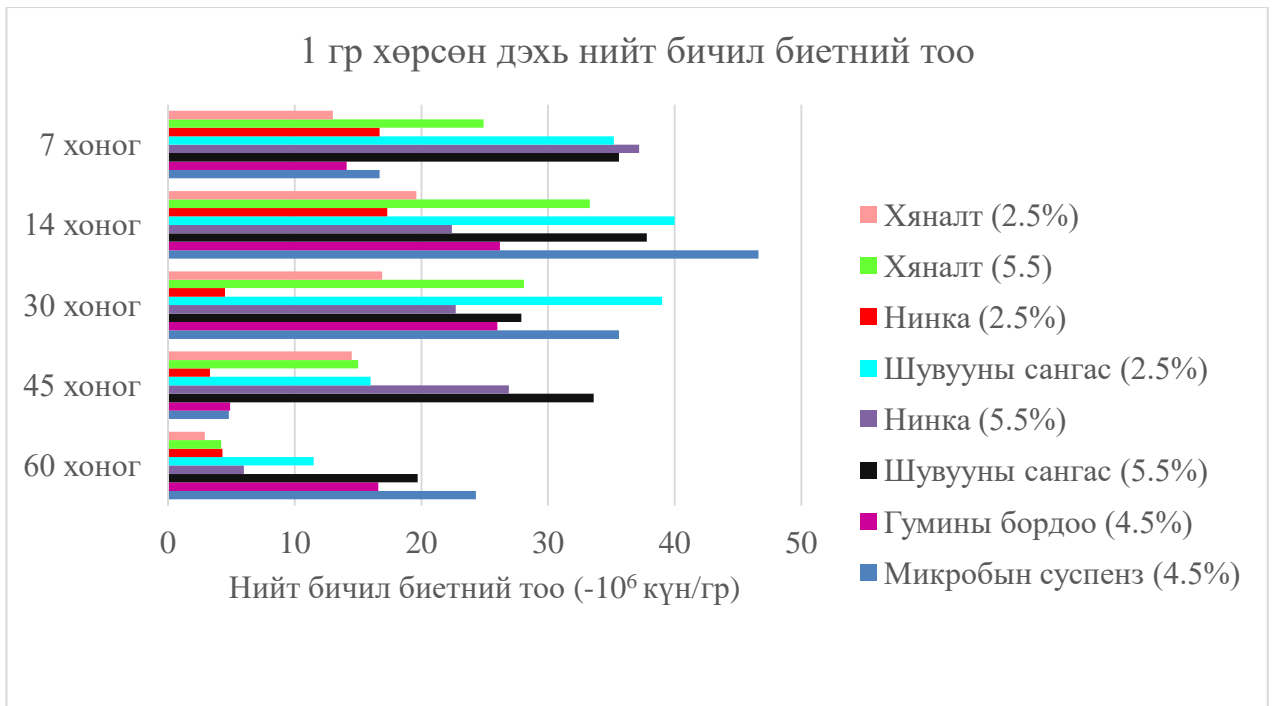
23-р хүснэгт

4.24%-ийн бохирдолтой хөрсний бактерийн ерөнхий тоо болон бохирдлын хэмжээ (туршилтын өмнө болон хойно)

Үзүүлэлтүүд	Хоногийн дараа					
	1	7	14	30	45	60
<b>4.24% (Бактери)</b>						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$	-	-	-	605	361	678
$10^3$	-	-	-	467	143	443
$10^4$	203	167	466	356	48	243
$10^5$	72	99	315	172	21	136
$10^6$		48	104	49	3	58
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>4.24</b>	<b>4.92</b>	<b>5.08</b>	<b>4.44</b>	<b>4.66</b>	<b>3.67</b>
<b>4.24% (Гумины бордоо)</b>						
<b>Бактерийн тоо:</b>						
шингэрүүлэлтийн зэргээр: $10^2$	279	-	-	631	426	518
$10^3$	52	345	332	460	282	303
$10^4$	4	141	262	260	49	162
$10^5$	0	79	96	9	32	89
$10^6$		10	60	9	7	28
<b>Бохирдлын хэмжээ</b>	<b>4.24</b>	<b>5.27</b>	<b>5.78</b>	<b>4.83</b>	<b>4.26</b>	<b>4.74</b>

3-н янзын бохирдол бүхий хөрсийг цэвэрлэх туршилт хийх явцад тухайн туршилтын талбайн хөрсний нийт бичил биетний тоог 1 гр хөрсөн дэхь колони үүсгэх нэгжээр тодорхойлсон.

Дээж бүрээс 7, 14, 30, 45, 60 дахь хоногууд дээр 1гр хөрс авч  $10^1$  - $10^6$  зэрэг хүртэл шингэрүүлэн шингэрүүлэг бүрээс 0.1мл-ыг 3 давталттайгаар петрийн аяганд урьдчилан бэлдсэн мах пептоны агар бүхий хатуу тэжээлийн орчинд тарилга хийн 72 цагийн дараа үр дүнг тооцоолсон. Петрийн аягатай хатуу тэжээлт орчинд ургасан бактерийн колоний тооноос хамааран петрийн аягыг сигмент болгон хувааж 1 сигмент дахь микроорганизмын тоог тоолж бусад сигментийн тоогоор үржүүлэн дунджилж гаргана.



*Зураг 23. кун/гр-1 гр хөрсөн дэхь бичил биетний колони үүсгэх нэгж*

1 гр хөрсөнд агуулагдах бичил биетний тоо нь нийт дээжний хувьд  $3.3-46.6 \cdot 10^6$  кун/гр хэмжээтэй байв. Микробын суспензээр цэвэрлэж байсан 4.5%-ийн бохирдол бүхий хөрсний нийт бичил биетний тоо 14 дэхь хоног дээр бусад дээжнээс хамгийн их буюу  $46.6 \cdot 10^6$  кун/гр хэмжээтэй байсан нь суспензийг бэлдсэн тэжээлт орчины найрлага нь бичил биетний тоог нэмэгдүүлэх хүчин зүйл болж өгсөн. Бүх дээжний хувьд 14, 30 дахь хоногууд дээр нийт бичил биетний тоо илүү их байсан. 45 дахь хоног дээр гумины бордоо, микробын суспензээр цэвэрлэгээ хийж байгаа хөрсний нийт бичил биетний тоо огцом буурч байсан бол 60 дахь хоног дээр нэмэгдсэн үзүүлэлт гарсан. Хяналтын хөрсний хувьд бохирдлын хэмжээнээс үл хамааран хугацаа нэмэгдэх тусам нийт бичил биетний тоо буурч байгаа нь нефтийн бохирдол нь хугацаа нэмэгдэх тусам тухайн хэсгийн бичил биетэнд сөрөг нөлөөлөлтэй болохыг харуулж байна. Шувууны сангас бүхий дээжний хамгийн бага колони үүсгэх нэгж нь  $11.5 \cdot 10^6$  байгаа нь нинка бэлдмэлээр цэвэрлэж буй хөрснөөс 3.5 дахин ( $3.3 \cdot 10^6$ ) их байна. Уг үр дүнгээс харахад аль ч бэлдмэлээр цэвэрлэгээ хийж байгаа нөхцөлд тухайн дээжнүүдэд хөрсний бохирдлын индекс болох Клостридиум перфрингенс, гэдэсний бүлгийн нян, гэдэсний бүлгийн халуун даадаг нян болон байж болох *E.coli*-г илрүүлэх зэрэг шинжилгээнүүдийг хийх нь зүйтэй юм. Микробын суспенз хэрэглэсэн туршилтын дүнд 4,24%-ийн бохирдолтой хөрсний бохирдол 60 хоногийн дараа 3,67% буюу бохирдлын хэмжээ 13,4%-иар буурч байна.

Иймээс нефтээр бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээхэд хөрсөнд өөрт нь байж буй микрофлорын өсөлт, хөгжлийг дэмжих чадвар бүхий тэжээлийг сонгон авах нь чухал юм.

## IV БҮЛЭГ.ТУРШИЛТЫН ХЭСЭГ

### **Хөрсний шинжилгээний аргууд**

*Дээж бэлтгэл.* Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний дээжүүдийг авахдаа тухайн газар нутгийн нөхцөл байдлыг нүдээр харж танилцаж, талбайн болзошгүй бохирдол байх магадлалыг үндэслэн дээж авах гүнийг тодорхойлсон ба ихэвчлэн гараар ухсан 50 см орчмын гүнээс авч, дээж бүрийг дээж хадгалах зориулалтын хаяг болон мэдээлэл бүхий (дээжийн код, дээж авсан огноо) саванд хийж бүртгэлжүүлж байсан. Дээж тус бүрийн 3 сантиметрээс том ширхэгтэй хэсгийг ялгаж, тодорхой хэсгийг нь дээжинд авсан. Мөн бусад механик хольцоос салган, том хэсгүүдийг бутлан нэгэн жигд хольсны дараа 2 мм-ийн шигшүүрээр шигшин аналитик дээж бэлтгэв. Бохирдолтой хөрсний чийгийн хэмжээг тодорхойлж агаарын хуурай болтол хатааж цаашдын судалгаандаа ашигласан.

Дарханы Ойн бирж ШТС-ын тайлбайд гидрогеологийн өрөмдлөг хийж дээж авсан. Өрөмдлөгийг УКС 22 маркын өрмийн машинаар эргэлтэт – цохилтын аргаар 273 мм диаметртэй 10 тууш метрийн гүнтэй 2 цооног өрөмдсөн.

*Хөрсөнд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулгыг тодорхойлох.* Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулгаас хамаарч тэдгээрийг тодорхойлдог хэд хэдэн стандарт арга байдаг. Судалгааны ажилд ОХУ-ын ГОСТ Р 54039-2010, ПНД Ф 16.1.41-04 гол мөрдлөг болгон хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулгыг тодорхойлов.

*Хөрсөн дэх элементийн шинжилгээ.* Бохирдолтой хөрсөнд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулгыг тодорхойлохоос гадна зарим дээжүүдэд металлын агуулыг SGS IMME Mongolia LLC багажаар, тодорхойлов.

*Хөрсний бохирдлын талаар үнэлгээ хийх.* Хөрсөн дэх органик болон металл бохирдуулагчдын хэмжээг Монгол улсад мөрдөгдөж буй MNS 5850-2008 “Хөрсний чанар. Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” стандартыг мөрдлөг болгон хөрсний дээжүүдийн бохирдлын түвшинг тогтоов. Мөн бусад улс орнуудын стандартуудыг судалгааны явцад ашиглаж үнэлэлт хийв.

### **Хөрсний микробиологийн шинжилгээний аргууд**

Хөрсөн дэх бичил биетний тархалт, тоо хэмжээ, зүйлийн бүрэлдэхүүн нь хөрсний биологийн процессыг тодорхойлдог чухал үзүүлэлт юм. Хөрсний микробиологийн шинжилгээг бүрэн ба бүрэн бус гэж ангилдаг. Бүрэн бус шинжилгээгээр бактери, бичил

*Хөрсний микрофлорыг судлах арга.* Нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний микроорганизмын тоо хэмжээний динамикийг хөрсний үржил шимийг нэмэгдүүлж, нефтийн бохирдлоос хөрсийг цэвэрлэхэд оролцдог микроорганизмын үндсэн гурван бүлгээр судлагаа явуулав. Үүний тулд хөрсний дээжний усан хандыг органик азот ашигладаг микрофлор тодорхойлохын тулд МПА дээр, минерал азот ашигладаг

микроорганизмыг цардуул-аммиакийн агар дээр, мөөгөнцөр болон хөрөнгөн эсийг Чапекийн орчин дээр өсгөвөрлөн тус тус судалгаа явуулав.

Ялгасан өсгөврийн төрлийг Берги, Красильниковын тодорхойлогчийг ашиглан тогтоов. Өсгөврүүдийн зүйл ангийг ОХУ-ын ШУА-ийн Сибирийн салбарын Цитологи, генетикийн хүрээлэн дээр тогтоолгов.

### **Хөрсөн дэх нефтийн биозадралын процесс**

Хөрсөн дэх нефтийн биозадралын процессыг лабораторийн нөхцөлд туршив. Хөрсөн дэх органик бохирдуулагчдийн агуулгыг био нэмэлтүүдийн тусламжтайгаар бууруулахын тулд 5, 10, 15 хувийн бохирдолтой хөрсийг хиймэлээр бэлдэв. Ингэхийн тулд тодорхой хэмжээний цэвэр хөрсийг (ОБ-ын хэмжээ 0,08%) 2 мм – ийн шигшүүрээр шигшин түүний жингийн 50%-иар тоохон элстэй хольж (агааржилтыг сайжруулах зорилгоор) дээрээс нь тухайн бохирдлын түвшинд харгалзах нефтийг гександ уусган хольж нэгэн төрлийн болтол сайтар хутгаж бэлдэв. Нефтийг хөрсөнд сайтар шингээх, уусгагч болон нефтийн хөнгөн хэсгийг ууршуулахын тулд хольцыг 3-5 хоногийн турш гадаа наранд (агаарын температур 22-28<sup>0</sup>С байв) байлгав. Бохирдлын хэмжээг стандарт арга зүйн дагуу тодорхойлж хянав.

### **Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний найрлагыг судлах**

Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний найрлагыг орчин үеийн физик-химийн аргуудын тусламжтайгаар тогтоов.

*Нил улаан туяаны спектрометр.* Хөрсөн дэх нефтийн функциональ бүлгийн шинжилгээг спектрийн 400-4000 см<sup>-1</sup> мужид Фурье NIKOLET 5700 (FT-IR) (Thermo Electron, США) маркийн багажаар судлав. Функциональ бүлгүүдийн өөрчлөлтийг спектрийн коэффициентүүдийг ашиглаж тооцоолов. Үүнд:

$A_1 = D_{1610}/D_{723}$  - ароматик бан-алканы нүүрсустөрөгчдийн эрчмийн харьцаа

$A_2 = D_{813}/D_{1600}$  –цагирагт бүтцийг нийт ароматик бүтцэд харьцуулсан эрчмийн харьцаа

$A_3 = D_{1600}/D_{1465}$  - ароматик ба парафины CH<sub>2</sub> бүлгүүдийн эрчмийн харьцаа

$K_4 = D_{1380}/D_{1465}$  –парафины нүүрсустөрөгчийн салбарлалтын зэргийг илэрхийлсэн эрчмийн харьцаа /CH<sub>3</sub>/CH<sub>2</sub> /

$K_5 = D_{1700}/D_{1465}$  -C=O болон парафины CH<sub>2</sub> бүлгүүдийн эрчмийн харьцаа /исэлдэлтийн

коэффициент/

*Хроматомасс-спектрометр.* Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний нүүрсустөрөгчдийн нарийвчилсан (ханасан ба ароматик) шинжилгээг GSMS-QP5050 “Shimadzu” маркийн масс-спектрометрийн багажаар хийв.

## ДУГНЭЛТ

*Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын судалгаагаар дараах дүгнэлтэнд хүрэв. Үүнд:*

1. Толгойтын нефть баазын хөрсний дээжүүдэд хийсэн судалгаагаар нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдлын хэмжээ талбайн байршлаас хамааран янз бүрийн түвшинд байна. Нефть бүтээгдэхүүн хадгалах зориулалттай босоо савнуудын ойролцоох талбайн хөрсөн дэх нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга ихдээ 1000 мг/кг байгаа нь тухайн хөрс бохирдолгүй байгааг илтгэж байна. Харин вагон депо, тос буулгах, савлах байгууламжуудын ойролцоох талбайд нефть бүтээгдэхүүний агуулга ~29000 мг/кг байгаа нь Монгол улс болон бусад улс орнуудад мөрдөгдөж буй стандарт үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад бохирдлын хэмжээ бага байгааг судлан тогтоов. Олон улсын жишигт нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдол 50000 мг/кг-аас бага үед хөрсний өөрийнх нь ашигтай микрофлорын тусламжтайгаар өөрөө өөрийгөө цэвэршүүлдэг гэж үздэг бөгөөд шаардлагтай бол техникийн нөхөн сэргээлт хийдэг. Иймээс зарим бохирдол бүхий талбайн өнгөн хөрсийг хуулж үржил шимтэй хөрсөөр хучилт хийх замаар бохирдлыг бууруулах боломжтой юм.
2. Зүүнбаянгийн нефтийн орд газарт явуулсан судалгаагаар хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлын түвшин маш өндөр 23800-95600 мг/кг буюу 2.4-10%-д хүрч байгаа нь Монгол (MNS 5850-2008), Чех, Голланд, ОХУ-ын стандартуудын хязгаар үзүүлэлтүүдтэй харьцуулахад их хэмжээтэй байна. Мөн түүнчлэн ПАН-ын бохирдол бага зэрэг илэрсэн нь, ялангуяа хорт хавдар үүсгэгч бензопирений хэмжээ (зарим дээжинд) Монгол улсын болон Голланд, Чех улсын үйлдвэрийн бүсийн хөрсний бохирдлын шалгуур үзүүлэлтээс их байгаа нь байгальд учирч болзошгүй эрсдэл буюу өргөн уудам газар нутаг бүхий хүрээлэн буй орчинд учрах хор нөлөө онц ноцтой байна гэж үзэж байна. Газрын тосны бохирдлын тархалт тоосонцрын ширхэгүүдээр салхиар зөөгдөх магадлал маш бага. Харин борооны ус болон чулуулагийн орчноор дамжин тархаж газрын гүний усны чанарт аюул учруулах эрсдэлтэй байна. Иймээс тухайн бохирдолтой талбайг цэвэрлэж бохирдлыг бууруулах, нөхөн сэргээх арга хэмжээ авах шаардлагатай гэж үзэв. Мөн нефтийн хаягдал бүхий талбай дээр ШУА-ийн ООГФХ ХХТХ, болон Газарзүй Геоэкологийн Хүрээлэнгийн багийн (зохих багаж бүхий гар өрөмдлөг г.м) бүрэлдэхүүнтэй хамтарч георадарын судалгааг илүү нарийвчлалтай хийж гүйцэтгэснээр, гүний болон хэвтээ чиглэлийн тархалтуудын 2 болон 3 хэмжээст зураглалыг гарган бохирдсон талбайн эзлэхүүнийг тодорхойлох боломжтой гэж дүгнэж байна.
3. Дарханы Ойн биржийн ШТС-ийн талбайд бохирдлын түвшин бага тул хүрээлэн буй орчинд учруулах хор нөлөө ноцтой биш гэж дүгнэж, цаашид энэ талбайд судалгаа явуулах шаардлагагүй гэж үзсэн.
4. Хөрсөн дэх нефть, нефть бүтээгдэхүүний бохирдлыг тодорхойлж, үнэлгээ өгөх бидний судалгааны дүнгээс харахад одоо мөрдөгдөж байгаа MNS 5850-

2008 “Хөрсний чанар. Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” стандартад газрын тосны зөвшөөрөгдөх хэмжээг 2 мг/кг гэж тогтоосон нь маш хатуу тогтоож өгсөн ба бодит байдал нийцэхгүй байгаа нь судалгааны ажлын явцад харагдсан юм. Иймд бусад улс орнуудын жишигтэй харьцуулан өөрийн орны нөхцөлд тохирох нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдолтой хөрсний стандартыг шинээр нэн даруй боловсруулах шаардлагатай гэж дүгнэж байна.

*Нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх лабораторийн болон талбайн туршилтуудыг явуулж дараах дүгнэлтэнд хүрэв. Үүнд:*

5. Цагаан-Элсний (ЦЭ) ордын нефть болон нефтийн хаягдлаар бохирдсон хөрсний микрофлорын тоо хэмжээг сонгомол хатуу орчин (мах-пептон, Чапек, крахмал-аммиакийн агар) дээр тодорхойлж, бохирдсон хөрсөнд *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Methylococcus* төрлийн омгууд давамгайлж байгааг тогтоож, эдгээр өсгөвөрүүдийн ихэнх төлөөлөл нь нүүрсустөрөгч исэлдүүлэгч микроорганизмын бүрэлдэхүүнд багтаж, нефть ба нефтийн бүтээгдэхүүнийг задлах процесст идэвхтэй оролцдог болохыг тогтоов.
6. Цагаан-Элсний нефтийн орд газраас авсан нефть болон нефтийн хаягдлаар /шлам/ бохирдсон хөрсөнд давамгайлж буй микроорганизмуудын оролцоотойгоор биозадралын процессыг 10 ба 30 хоногийн турш явуулахад 30 хоногийн туршилтын дараах бохирдсон хөрсөн дэх нефтийн агуулга 56%, нефтийн шлам дах бохирдол 35%-иар буурлаа.
7. ЗБ-ийн ордын нефтиэр 5, 10, 15%-иар бохирдуулсан хөрсөн дэх биозадралын процесс хэрхэн явагдаж буй зүй тогтлыг судлав. Судалгаагаар 5% хүртэл бохирдолтой хөрсөнд нефтийн нүүрсустөрөгчдийг исэлдүүлэх чадвартай микроорганизмуудын үйл ажиллагаа идэвхжиж, бохирдлыг идэвхтэй бууруулж, харин бохирдол ихтэй /10,15%/ хөрсөнд нүүрсустөрөгчдийг задлах ашигтай микроорганизмын тоо хэмжээг дарангуйлах үйлчлэл үзүүлж байгааг тогтоов. Иймээс 5% хүртэлх бохирдолтой хөрсний бохирдлыг байгалийн биосубстаратыг ашиглан нөхөн сэргээх боломжтой бөгөөд нефть, нефтийн бүтээгдэхүүнээр их хэмжээгээр бохирдсон үед эхний ээлжинд бусад техникийн нөхөн сэргээлтийн аргуудыг ашиглан бохирдлын хэмжээг тодорхой хэмжээнд хүртэл буулгасны дараа биосубстаруудыг ашиглан бохирдлыг бууруулах боломжтой гэж үзэж байна.
8. Хөрсөн дэх нефть, нефтийн бүтээгдэхүүний бохирдлыг бууруулахад байгалийн биосубстарууд болох сангас, бууц, багсармал бордоо зэргийг ашигласнаар (бусад агротехникийн орчин нөхцлийг бүрдүүлснээр) хөрсний микрофлорын тоо хэмжээ, идэвхийг дээшлүүлж хөрсний цэвэрших процессыг 5-10%-иар нэмэгдүүлэх боломжтойг тогтоов.



## АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

1. Методические указания определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. методика выполнения измерений гравиметрическим методом.РД 52.18.647-2003
2. Е.П. Розанова. Использование углеводов микроорганизмами. Успехи микробиологии,-1967.-№4.С.61-93.
3. Сопрунова О. Б. Способы очистки почв от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, применяя микробные биотехнологии [Текст] / О. Б. Сопрунова, А. Ш. Акжигитов, А. А. Казиев // Молодой ученый. — 2015. — №7. — С. 240-242.
4. Ю.В.Бочкарева, С.О. Галанова, Л.И. Сваровская и др. Интенсификация процессов биологического окисления углеводов, загрязняющих почвы в регионе Западной Сибири, Вестник науки Сибири, 2014, №1(11) , с. 6-8.
5. Рогозина Е.А. Актуальные вопросы проблемы очистки нефтезагрязненных почв // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2006. - Т.1. с. 4-6.
6. Environment Agency. London: Environment Agency; 2002. Assessment of Risks to Human Health from Land Contamination: An Overview of the Development of Soil Guideline Values and Related Research. R&D Publication CLR 7.
7. International Agency for Research on Cancer (IARC), Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Some Industrial Chemicals to Humans, Lyon, France, 2000.
8. Cao Y.Z. Li F.S. Risk-based environmental management of petroleum hydrocarbons contaminated soil and development of standards: a review. J. Agro-Environ. Sci. 2010; 29:1225.
9. United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2000). Introduction to Phytoremediation. EPA 600/R-99/107, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, OH).
10. ([www.vitusltd.ru/recult\\_oil.html](http://www.vitusltd.ru/recult_oil.html) Очистка почвы загрязненной нефтепродуктами)
11. Кулжанова К. А., Чукпарова А. У., Шорабаев Е. Ж., Апендина Г. С., Туякбаева А.У., Текебаева Ж. Б., Саданов А. К., Айткельдиева С. А.,Талжанов Н. А., Шарапиденов К. Т. «Технология восстановления почв Атырауской области от нефти и нефтепродуктов с применением микроорганизмов» // Материалы 1-ой Международной конференции Астана Биотех, Астана, 12–13 декабря. — Астана, [2008 — стр.61]
12. И.И.Леоненко, В.П. Антонович и др. Методы определения нефтепродуктов в водах и других объектах окружающей среды (обзор), Методы и объекты химического анализа, 2010, Т.5№2, с58-72
13. Ю.С. Другов, А.А.Родин.Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик. Практическое руководство. -2-е изд.,доп. И перераб. – БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011, с.407-417

14. Алтунина Л.К. Производство и испытание композиций для отмыва нефтешламов / Л.К. Алтунина, Л.И. Сваровская, Д.А. Филатов, В.С. Овсянникова // Ж. Экология и промышленность России. Сентябрь 2011. С. 17-19.
15. Ю.С. Другов, А.А.Родин. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов. Москва, Бином, 2011, с.
16. E. E. Etim. Phytoremediation and Its Mechanisms: A Review International Journal of Environment and Bioenergy, 2012, 2(3): 120-136.
17. U.S. EPA (2000b) Introduction to Phytoremediation. EPA 600-R-99-107, Office of Research and Development. <http://clu-in.org/download/remed/introphyto.pdf>
18. Amanda Van Epps “Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbons” 2006, Office of Superfund Remediation and Technology Innovation Washington, DC.
19. International Agency for Research on Cancer (IARC), Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Some Industrial Chemicals to Humans, Lyon, France, 2000.
20. John L.Rayner. et al. Petroleum-hydrocarbon contamination and remediation by microbioventing at Sub-Antarctic Macquarie island /Jan Snape, James L. Walworth, Raul McA.Harvey, Susan H.Ferguson/ J. Cold Regions Science and Technology 48(2007)139-153.
21. E. McElroy, J. W. Farrington, and J. M. Teal, In: U. Varanasi (ed.) Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1989.
22. E. McElroy, J. W. Farrington, and J. M. Teal, In: U. Varanasi (ed.) Metabolism of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 1989.
23. McCutcheon, S.C. and J.L. Schnoor (2003) "Overview of Phytotransformation and Control of Wastes." Phytoremediation: Transformation and Control of Contaminants, S. McCutcheon and J. Schnoor (eds.), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
24. A Citizen’s Guide to Phytoremediation. EPA 542-F-98-011. United States Environmental Protection Agency, p. 6. Available at: [http://www.bugsatwork.com/XYCLONYX/EPA\\_GUIDES /PHYTO.PDF](http://www.bugsatwork.com/XYCLONYX/EPA_GUIDES /PHYTO.PDF).
25. Hamid Borazjani, Don Wilther, and Susan Diehl “Bioremediation of polychlorinated biphenyl and petroleum contaminated soil”, Proceedings of environmental science and technology 2005 (II), p.503-505.  
M. A. Heitkamp, and C. E. Cerniglia, Appl. Environ. Microbiol., 54 (1988) 1612.
26. Назарько М.Д., Щербаков В.Г., Александрова А.В. “Перспективы использования микроорганизмов для биodeградации нефтяных загрязнений почв” Известия вузов. Пищевая технология.№4, 2004.
27. Rui Liu, Raiendrasinh N.Jadeja, Qixing Zhou and Zhe Liu. Treatment and Remediation of Petroleum-Contaminated Soils Using Selective Ornamental Plants., Environmental Engineering Science, 2012 Jun; 29(6):494-501).

28. Байгаль хамгаалал, хөрс, шинжилгээний дээж авахад тавигдах ерөнхий шаардлагууд, MNS 3298: 1990

# **ХАВСРАЈТ**

2.5%

6/17/2016 first day	Хяналт 2.5%				CFU
	1	2	3		
10 <sup>2</sup>	306	236	162	235	
10 <sup>3</sup>	23	41	31	32	
10 <sup>4</sup>	7	2	4	4	
10 <sup>5</sup>	0	0	3	1	

6/17/2016 7 хоног	Хяналт 2.5%				CFU	2.5% (Сангас)				CFU	2.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>						Тоологдох боломжгүй					320	348	351	340	
10 <sup>3</sup>	168	167	159	165		Тоологдох боломжгүй					318	289	271	293	
10 <sup>4</sup>	148	131	139	139		330	358	369	352		170	158	173	167	
10 <sup>5</sup>	38	28	41	36		108	100	99	102		105	98	93	99	

6/17/2016 14 хоног	Хяналт 2.5%				CFU	2.5% (Сангас)				CFU	2.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй									
10 <sup>3</sup>	336	388	352	359		Тоологдох боломжгүй					348	352	376	359	
10 <sup>4</sup>	188	208	192	196		396	412	398	402		160	164	196	173	
10 <sup>5</sup>	63	42	53	53		144	172	176	164		104	98	104	102	
10 <sup>6</sup>	6	7	10	8		51	50	53	51		24	21	24	23	

6/17/2016 30 хоног	Хяналт 2.5%				CFU	2.5% (Сангас )				CFU	2.5% (NNIKA )				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	392	512	420	441		668	676	628	657		448	576	428	484	
10 <sup>3</sup>	308	324	352	328		576	424	560	520		380	430	332	381	
10 <sup>4</sup>	158	198	152	169		372	480	340	397		188	164	232	195	
10 <sup>5</sup>	49	42	52	48		267	146	195	203		38	47	51	45	
10 <sup>6</sup>	6	5	0	4		49	50	61	53		27	9	0	12	

6/17/2016 45 хоног	Хяналт 2.5%				CFU	2.5% (Сангас )				CFU	2.5% (NINKA )				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	720	404	408	511		278	292	276	282		288	202	180	223	
10 <sup>3</sup>	404	292	352	349		274	246	268	263		124	164	204	164	
10 <sup>4</sup>	118	159	157	145		166	162	152	160		31	28	39	33	
10 <sup>5</sup>	28	93	26	49		46	60	48	51		6	8	3	6	
10 <sup>6</sup>	7	8	6	7		19	6	6	10		2	9	0	4	

6/17/2016 60 хоног	Хяналт 2.5%				CFU	2.5% (Сангас )				CFU	2.5% (NINKA )				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	166	184	190	180							172	178	181	177	
10 <sup>3</sup>	102	112	101	105		384	375	366	375		103	108	109	107	
10 <sup>4</sup>	40	21	26	29		114	121	109	115		41	38	49	43	
10 <sup>5</sup>	1	1	8	3		44	48	51	48		11	8	6	8	
10 <sup>6</sup>	0	0	0	0		10	9	11	10		1	0	2	1	

5.5%

6/17/2016 first day	Хяналт 2.5%				CFU
	1	2	3		
10 <sup>2</sup>	75	132	161	123	
10 <sup>3</sup>	80	73	43	65	
10 <sup>4</sup>	16	19	27	21	
10 <sup>5</sup>	4	3	0	2	

6/17/2016 7 хоног	Хяналт 5.5%				CFU	5.5% (Сангас)				CFU	5.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>4</sup>	244	254	250	249		348	361	358	356		356	388	372	372	
10 <sup>5</sup>	108	99	93	100		312	300	299	304		192	188	191	190	

6/17/2016 14 хоног	Хяналт 5.5%				CFU	5.5% (Сангас)				CFU	5.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					352 341 339 344				
10 <sup>4</sup>	344	348	308	333		221	219	224	378		231	221	219	224	
10 <sup>5</sup>	194	200	162	185		138	129	139	183		150	138	129	139	
10 <sup>6</sup>	59	44	50	51	39	35	39	53	42	39	35	39			

6/17/2016 30 хоног	Хяналт 5.5%				CFU	5.5% (Сангас)				CFU	5.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	356	374	420	383		424	476	448	449		308	382	392	361	
10 <sup>4</sup>	252	268	324	281		310	250	276	279		248	190	244	227	
10 <sup>5</sup>	28	38	48	38		92	144	132	123		25	9	6	13	
10 <sup>6</sup>	2	0	4	2		1	2	1	1		19	8	10	12	

6/17/2016 45 хоног	Хяналт 5.5%				CFU	5.5% (Сангас)				CFU	5.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	348	364	412	375		596	488	500	528		508	596	414	506	
10 <sup>4</sup>	128	135	188	150		520	440	485	482		514	340	420	425	
10 <sup>5</sup>	15	11	5	10		300	340	368	336		344	202	260	269	
10 <sup>6</sup>	9	2	3	5		138	130	133	134		38	103	43	61	
						62	44	43	50		20	12	4	12	

6/17/2016 60 хоног	Хяналт 5.5%				CFU	5.5% (Сангас)				CFU	5.5% (NINKA)				CFU
	1	2	3			1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	188	191	200	193							205	212	198	205	
10 <sup>3</sup>	113	115	121	116							130	121	129	127	
10 <sup>4</sup>	41	39	45	42		192	198	201	197		58	64	59	60	
10 <sup>5</sup>	10	5	8	8		68	59	71	66		21	29	28	26	
10 <sup>6</sup>	1	1	0	1		21	15	18	18		9	11	8	9	



4.3%

6/17/2016 0 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					356	224	256	279	
10 <sup>3</sup>	Тоологдох боломжгүй					76	25	56	52	
10 <sup>4</sup>	212	200	198	203		5	3	4	4	
10 <sup>5</sup>	72	77	68	72		0	0	0	0	

6/17/2016 7 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	Тоологдох боломжгүй					336	348	351	345	
10 <sup>4</sup>	162	171	169	167		150	138	136	141	
10 <sup>5</sup>	110	98	89	99		82	78	76	79	
10 <sup>6</sup>	48	50	46	48		10	9	12	10	

6/17/2016 14 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	Тоологдох боломжгүй					Тоологдох боломжгүй				
10 <sup>3</sup>	Тоологдох боломжгүй					322	318	356	332	
10 <sup>4</sup>	460	471	468	466		260	256	271	262	
10 <sup>5</sup>	304	318	322	315		98	89	101	96	
10 <sup>6</sup>	101	98	112	104		55	68	56	60	

6/17/2016 30 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	648	512	656	605		572	680	640	631	
10 <sup>3</sup>	572	408	420	467		464	448	469	460	
10 <sup>4</sup>	376	368	324	356		268	266	247	260	
10 <sup>5</sup>	144	217	156	172		10	6	11	9	
10 <sup>6</sup>	48	49	50	49		7	6	13	9	

6/17/2016 45 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	400	370	312	361		428	424	425	426	
10 <sup>3</sup>	156	172	100	143		290	344	212	282	
10 <sup>4</sup>	39	77	27	48		26	66	55	49	
10 <sup>5</sup>	12	32	19	21		29	32	35	32	
10 <sup>6</sup>	8	0	0	3		7	10	4	7	

6/17/2016 60 хоног	Бактери 4.5%				CFU	4.5% (Гуммын бордоо )				CFU
	1	2	3			1	2	3		
10 <sup>2</sup>	680	700	655	678		514	540	500	518	
10 <sup>3</sup>	452	420	458	443		300	298	310	303	
10 <sup>4</sup>	244	239	245	243		166	158	161	162	
10 <sup>5</sup>	171	119	117	136		99	88	80	89	
10 <sup>6</sup>	61	58	55	58		31	28	26	28	