



САНХҮҮ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ХҮРЭЭЛЭН БУЙ ОРЧНЫ ЭДИЙН ЗАСАГ
МАСТЕРЫН ХӨТӨЛБӨР

Боржи Бөртэ
Цогын Цэлмүүн

ГАЗРЫН ТОСООР БОХИРДСОН ХӨРСИЙГ
БИОРЕМЕДИАЦИЙН АРГААР ЦЭВЭРШҮҮЛЭХ БОЛОМЖ



Мэргэжлийн индекс
031101
Хүрээлэн буй орчны эдийн засаг
Мастерын зэрэг горилсон судалгааны ажил

Удирдсан

П.Гантөмөр /Ph.D/

Ю.Хорлоо /Ph.D/

Улаанбаатар. 2023



САНХҮҮ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ХҮРЭЭЛЭН БУЙ ОРЧНЫ ЭДИЙН ЗАСГИЙН
МАСТЕРЫН ХӨТӨЛБӨР



Боржи Бөртэ
Цогын Цэлмүүн

ГАЗРЫН ТОСООР БОХИРДСОН ХӨРСИЙГ
БИОРЕМЕДИАЦИЙН АРГААР ЦЭВЭРШҮҮЛЭХ
БОЛОМЖ



Мэргэжлийн индекс
031101

Хүрээлэн буй орчны эдийн засаг

Мастерын зэрэг горилсон судалгааны ажил

Удирдагч: П.Гантөмөр /Ph.D/

.....Ю.Хорлоо /Ph.D/

Улаанбаатар. 2023 он

ГАРЧГИЙН ТОВЬЁОГ

МЭДЭГДЭХ ХУУДАС.....	I
ТАЛАРХАЛ.....	II
ТОВЧ ХУРАНГУЙ.....	III
ХҮСНЭГТЭН МЭДЭЭЛЛИЙН ЖАГСААЛТ.....	IV
ЗУРГАН МЭДЭЭЛЛИЙН ЖАГСААЛТ.....	V
ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ЖАГСААЛТ.....	VI
УДИРТГАЛ.....	1
Судалгааны ажлын үндэслэл.....	1
Судалгааны ажлын зорилго.....	2
Судалгааны ажлын зорилт.....	2
Судалгааны ажлын ач холбогдол.....	2
Судалгааны ажлын шинэлэг тал.....	2
Судалгааны объект.....	2
Сэдвийн судлагдсан байдал.....	3
I БҮЛЭГ. ОНОЛЫН БҮЛЭГ.....	7
1.1. Хөрс ба хөрсний бохирдол.....	7
1.1.1. Хөрсний бохирдолын хэлбэр.....	8
1.2. Нөхөн сэргээлтгүйн аргууд.....	12
1.2.1. Биоремедиацийн /биологийн цэвэрлэгээ/ арга.....	14
1.2.1.1. Биоремедиацийн төрөл.....	17
1.2.1.2. Биоремедиацид ашиглах бактери.....	18
1.3. Газрын тос.....	19
1.3.1. Газрын тосны үнэ өртөг.....	21
1.3.2. Газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд хийх биоремедиаци.....	21
1.3.3. Нефтийн задралын процесст бактерийн оролцоо.....	22
1.4. Монгол улсын газрын тосны салбар.....	24
1.5. Петрочайна дачин тамсаг ХХК-ийн тухай.....	29
1.6. Судалгаа явуулсан бүс нутгийн байгаль цаг уурын онцлог.....	31
II БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ.....	38
2.1. Судалгааны объект.....	38

2.2 Хөрсний дээж авах арга.....	39
2.3 Петрол тосыг биоадралд оруулах чадавхтай бактери өсгөвөрлөх арга	39
2.4 Шингэрүүлгийн аргаар хатуу тэжээлийн орчинд суулгац хийх арга	39
2.5 Бактерийн өсгөвөржилтийн шинж чанарыг тодорхойлох арга	39
2.6 Эс будах арга	40
2.7 Температурын хамаарлыг тодорхойлох арга	40
2.8 рН-ийн хамаарлыг тодорхойлох арга.....	40
2.9 Каталаса ферментийн идэвхи тодорхойлох арга.....	41
2.10 Оксидаза ферментийн идэвхи тодорхойлох арга.....	41
2.11 Бактерийн биохимийн шинж чанарыг тодорхойлох арга	41
2.12 Бактерийн консорциум бүрдүүлэх арга	41
2.13 Органик нэгдлийг задлах чадвартай бактерийн омгийг ялгах.....	41
2.14 ДНХ ялгаж авах.....	42
2.15 Филогенетикийн судалгаа	42
2.16 Бактерийн морфологи, физиологи, биохимийн шинж чанарыг тодорхойлох, консорциум бүрдүүлэх.....	42
2.17 Тооцоолол хийх.....	43
2.17.1 Цэвэршүүлэх технологи ба тооцоо.....	44
III БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН.....	45
3.1 Бактерийн өсгөвөржил шинж чанарыг тодорхойлсон дүн.....	45
3.2 Лабораторийн нөхцөлд бактерийн физиологийн идэвхийг судалсан дүн.....	46
3.3 Лабораторийн нөхцөлд бактерийн биохимийн идэвхийг судалсан дүн.....	46
3.4 Бактерийн зүйлийг молекул биологийн аргаар тодорхойлсон дүн.....	48
3.5 Тооцоолол.....	50
ДҮГНЭЛТ	53
САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ	54
НОМ ЗҮЙ	i

МЭДЭГДЭХ ХУУДАС

Энэхүү судалгааны ажил нь миний өөрийн бүтээл болохыг баталж байна. Энэхүү бүтээл нь СЭЗИС-ийн оюуны өмч болох бөгөөд тус сургуулийн номын санд энэхүү судалгааны ажлыг нийтийн хүртээл болгохыг зөвшөөрч байна.

Магистрын нэр: Ц.Цэлмүүн

Гарын үсэг:

Огноо:

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд шаардлагатай зааварчилгааг цаг бүрд өгч байсан Санхүү Эдийн Засгийн Их Сургуулийн салбар дундын тэнхимийн багш нар болон ахисан түвшний сургалтын албаныханд баярлалаа. Мөн судалгааны ажилд маань үнэт цаг заваа зарцуулж, чин сэтгэлээсээ зааж, сургаж, зөвлөж байсан хүндэт удирдагч нар болох эдийн засгийн тэнхимийн доктор, профессор П.Гантөмөр болон салбар дундын тэнхимийн доктор, дэд профессор Ю.Хорлоо багш нартаа чин сэтгэлээсээ талархлаа илэрхийлье. Түүнчлэн дэмжлэг үзүүлсэн ажлын хамт олон болоод гэр бүлийнхэндээ баярлалаа.

ТОВЧ ХУРААНГУЙ

Хүн төрөлхтөн микробыг үйлдвэрлэл, хөдөө аж ахуй, эм бэлдмэл гарган авах, байгаль орчныг хамгаалах, нөхөн сэргээх зэргээр ашиглаж байна. Микробын экологи нь байгаль орчин ба бичил биетний хоорондын харилцаа, хамаарал, микробын байгальд гүйцэтгэх үүргийг судалдаг. Микроб агаар, хөрс, усан орчинд маш чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Микробын судалгаа нь байгаль дахь микробын олон талт үйл ажиллагаа, микробын ценоз дахь янз бүрийн физиологийн бүлгийн харилцан хамаарлыг судлах, байгаль дээрх бичил биетний идэвхтэй үйл ажиллагааг тодорхойлох, экосистемд үзүүлэх нөлөөг тогтоох зорилготой.

Нефть, нефтийн гаралтай бүтээгдэхүүнийг микробын замаар задрах процесс аж ахуйн болон хүрээлэн байгаа орчинд ихээхэн ач холбогдолтой. Нефть органик бодисоор баялаг, олон төрлийн бактери нефтэд агуулагдах нүүрс-усыг аэроб нөхцөлд ашиглах, улмаар задлах чадвартай. Нефтийн танк мэтийн тодорхой нөхцөлд хадгалж байгаа нефть дотор микроб үржүүлэх ёсгүй. Бохирдсон орчин мэтийн өвөрмөц нөхцөлд байгаа нефтийг микробоор задлах шаардлагатай, зарим тохиолдолд органик бодис нэмэх байдлаар микробын өсөлт, үржлийг зориудаар тэтгэнэ. Нефть болон бусад хорт бодисыг микробын тусламжтайгаар зайлуулахыг “биологийн цэвэрлэгээ” гэдэг.

Сүүлийн үед нефть хөрсөнд орсноор ихээхэн аюул учруулах боллоо. Иймд бохирдож доройтсон орчинд биологийн нөхөн сэргээлт хийх нь физик, химийн аргыг бодвол эдийн засгийн хувьд олон дахин хэмнэлт гаргадаг бөгөөд нүдэнд үзэгдэхгүй маш жижиг талст, элдэв бохирдол, химийн бодисыг гүйцэд задалж хөрсийг богино хугацаанд нөхөн сэргээж, цэвэршүүлж чаддагаараа давуу талтай юм. Нөхөн сэргээлт хийхгүй байх нь цаашлаад нийгмийн эрүүл мэндэд нөлөөлөхөөс гадна хүрээлэн буй орчны экосистемд нөлөөлөх муу үр дагавартай юм. Уг шаардлагад үндэслэн газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд биологийн цэвэрлэгээ буюу биоремедиацийн аргаар цэвэршүүлэх боломжийг судалж, микробын бэлдмэлийн эдийн засгийн тооцоог гаргахыг зорьсон болно.

Түлхүүр үг: хөрс, хөрсний бохирдол, газрын тос, биоремедиаци, цэвэршүүлэх, бактери, микробын бэлдмэл

ХҮСНЭГТЭН МЭДЭЭЛЛИЙН ЖАГСААЛТ

Хүснэгт 1. Дотоодод судлагдсан байдал

Хүснэгт 2. Гадаадад судлагдсан байдал

Хүснэгт 3. Хөрсний бохирдол үүсгэдэг хорт металлууд (Center, 2022)

Хүснэгт 4. Нөхөн сэргээлт хийх технологи ба тэдгээрийн гүйцэтгэл (Nwaichi et al., 2022)

Хүснэгт 5. Биоремедиацийн арга болон уламжлалт нөхөн сэргээлтийн аргуудын зардлын харьцуулалт (Troquet & Troquet, 2002)

Хүснэгт 6. Нефтийн химийн бүтэц

Хүснэгт 7. Газрын тосны олборлолт, экспорт, баррель, сараар, 2021-2022

Хүснэгт 8. Бактерийн эсийн найрлага

Хүснэгт 9. Бактерийн шинж чанар тодорхойлсон дүн

Хүснэгт 10. Температур болон орчны зөрүүтэй нөхцөлд өсгөвөрлөгдсөн байдал

Хүснэгт 11. VITEK® 2 /bioMérieux/ автомат анализатораар Грам эерэг карт ашиглан тодорхойлсон үр дүн

Хүснэгт 12. Зардлын бүрэлдэхүүн хэсэг

Хүснэгт 13. Түүхий эдийн үнэ

Хүснэгт 14. Петрожайна Дачин Тамсаг ХХК-ийн үйл ажиллагааны ашиг

Хүснэгт 15. Биоремедиацийн төрлүүдээр цэвэршүүлсэн хөрсний м3 тутамд тооцолсон зардал

ЗУРГАН МЭДЭЭЛЛИЙН ЖАГСААЛТ

Зураг 1. Хөрсний гол бохирдуулагчид (Ashraf et al., 2014)

Зураг 2. Нөхөн сэргээлтийн аргууд ангилал (Nwaichi et al., 2022)

Зураг 3. Биоремедиацийн механизм (Pal et al., 2020)

Зураг 4. Биоремедиацийн төрөл (Pal et al., 2020)

Зураг 5. Газрын тосны хайгуул, ашиглалтын талбайн зураглал (Наранхүү, 2021)

Зураг 6. Монголын газрын тосны үйлдвэрлэл 2007-2021 он (Наранхүү, 2021)

Зураг 7. 2007-2021 оны нефтийн экспорт болон импортын харьцуулалт (Наранхүү, 2021)

Зураг 8. Газрын тосны олборлолт, экспорт, баррелиар, 2019-2022 (Наранхүү, 2021)

Зураг 9. Тосон-Уул газрын тосны ордын ашиглалтын талбайн зураглал (Наранхүү, 2021)

Зураг 10. Дорнод аймгийн Матад сумын нутаг дэвсгэрт үүссэн 10 000 м³ талбайг хамарсан нефть болон хог хаягдлаар бохирдсон шороон овоолго

Зураг 11. Тостой шороонд давамгайлан илэрсэн бактерийн омог

Зураг 12. DMTs1 бактерийн омогийн 16S р-РНХ-ийн ген секвенс, удам төрлийн хамаарал

Зураг 13. DMTs2 бактерийн омогийн 16S р-РНХ-ийн ген секвенс, удам төрлийн хамаарал

ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ЖАГСААЛТ

ХАА – Хөдөө аж ахуй

БХГ – Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээ

УДИРТГАЛ

Монгол улсын газрын тосны түүх 1941 оны орчмоос эхэлсэн бөгөөд 1955 онд нефть олборлолт хамгийн дээд цэгтээ хүрч, жилдээ 55 мянган тонныг олборлосон байдаг. Дараа нь 1998 онд туршилтын журмаар эхэлсэн ба одоогийн байдлаар 5 сая шахам баррель тос олборлож БНХАУ-д экспортолжээ. Ойрын жилүүдэд туршилт хийж байгаа 169 цооногоос хоногт 6000 орчим баррель тос олборлож байна. Сүүлийн жилүүдэд газрын тосны хэрэглээ эрс нэмэгдэж бүтээгдэхүүний үнэ өссөнтэй холбоотойгоор хайгуул судалгааны хөрөнгө оруулалт нэмэгдэх болсон. Монгол улс 2009 оны байдлаар газрын тосны 12 компани 17 талбайд хайгуулын ажил хийж, хоёр ордоос хоногт 6 мянган баррель газрын тос олборлон БНХАУ-д экспортолж байна. Петрочайна Дачин Тамсаг, Доншен Петролиум компаниудын Тамсаг, Дорноговийн сав газруудад өнгөрсөн арав гаруй жилийн хугацаанд Цагаан элсний ордын нөөцийн тооцоог дахин хийж олборлолтод бэлдсэн ба Тосон уулын ордыг шинээр нээн хайгуул хийж эхэлсэн. Үүний үр дүнд баталгаатай зэрэглэлээр тогтоосон газрын тосны нөөцийн хэмжээгээр Монгол улс дэлхийн 100 шахам орноос 33-д жагсах боллоо.

Газрын тосны эрэл, хайгуул мөн олборлолтын үйл ажиллагаа явагдахын хэрээр байгаль орчинд сөрөг нөлөө үүсэж, хөрсний бохирдол, элэгдэл эвдрэл гарж байгаа учраас байгаль орчныг хамгаалах, нөхөн сэргээх, унаган төрхөд хадгалж эрүүл аюулгүй орчныг бүрдүүлэх нэн чухал асуудал юм. Монгол улс уул уурхайн бохирдлын асуудлыг шийдэхэд анхаарал хандуулж эхэлсэн бөгөөд уул уурхай, газрын тосны олборлолтын хохирлын асуудалд оновчтой зохицуулалт хийхээр ажиллаж байна.

Сүүлийн жилүүдэд газрын тосны хайгуул, олборлолтын явцад хүрээлэн буй орчны бохирдол дундаас хөрсний бохирдол эрчимтэй нэмэгдсэн нь байгаль орчны тэнцвэрт байдал алдагдахад хүргэсэн. Байгаль орчны тэнцвэрт байдал алдагдах нь биологийн олон янз байдал, экосистем мөн хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж нийгмийн эрүүл мэндийн аюулгүй байдал алдагдахад хүргэж байна. Хөрсний бохирдол нь биологийн олон янз байдлыг үгүй болгох аюултай бөгөөд хөрсөнд халдварт өвчин үүсгэгч бактери удаан хугацаагаар амьдарснаар нийгмийн эрүүл мэндэд аюул учруулна. Мөн хөрсөн дэх хүнд металлууд стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн шинжилгээний үзүүлэлтүүд гарч байна. Иймд газрын тосны хайгуул, олборлолтын үйл ажиллагааны улмаас хүн, амьтанд хор хөнөөл ихтэй хүнд металл нь тухайн орчинд тархаж, хөрсийг бохирдолд оруулж байгааг тогтоох шаардлагатай. Мөн хөрсний бохирдлыг цэвэрлэх, нөхөн сэргээх, хэрхэн эрүүлжүүлэх олон аргаас эдийн засгийн хувьд тохиромжтой болоод байгаль орчинд хамгийн ээлтэй био аргыг сонгох шаардлагатай байна.

Судалгааны ажлын үндэслэл

Монгол улсад газрын тосны олборлолтын үйл ажиллагаа явагдаж эхлээд 80 орчим жилийг өнгөрөөжээ. Энэ хугацаанд газрын тосны хайгуул олборлолт тээвэрлэлтийн үйл ажиллагааны нөлөөгөөр байгалийн унаган төрх алдагдах, хөрсний талхлалд, тоосжилт үүсэх зэрэг экологийн олон асуудлууд үүссэн ба үүний нэг нь тосоор бохирдсон хөрс, түүнийг нөхөн сэргээх асуудал юм. Газрын тосны олборлолтын үед технологийн горим мөрдөн ажиллаагүйгээс, ашиглалтаас гарсан

болон задгай олборлолтод шилжсэн цооногуудаас байгалийн даралтаар тос халих, задгай олборлолт, шавхалтын ажиллагаа гүйцэтгэх үед хөрсийг тосоор бохирдуулах нь элбэг тохиолддог. Газрын тосны хайгуул болон уул уурхайгаас үүдэн Монгол улсын хөрсний бохирдол сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй нэмэгдэж байгаа бөгөөд хөрсний бохирдол их байх тусам нийгмийн эрүүл мэндэд аюултай ба биологийн нөхөн сэргээлтийг тухайн цаг бүрд хийх хэрэгтэй юм. Тиймээс биологийн нөхөн сэргээлтийг хийхэд ашиглагдах аргуудаас технологийн хувьд оновчтой, эдийн засгийн хувьд ашигтай аргыг сонгох хэрэгтэй байна. Олон аргууд дундаас микробыг биологийн нөхөн сэргээлтэд ашиглах буюу биоремедиацийн аргыг бусад нөхөн сэргээх аргуудаас илүүтэйгээр ашиглах нь эдийн засгийн хувьд ямар үр ашигтайг судлах шаардлагатай байна.

Судалгааны ажлын зорилго

Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг микробын биотехнологийн аргаар цэвэршүүлэх арга технологийг судлах, тооцооллыг хийхэд энэхүү судалгааны ажлын зорилго оршино.

Судалгааны ажлын зорилт

Тус судалгааны ажилд дараах зорилтуудыг тавьж байна. Үүнд:

- Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг микробын биотехнологийн аргаар цэвэршүүлэх арга технологийг судлах
- Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг цэвэршүүлэхэд биоремедиацийн аргыг ашиглахад тооцоолол хийх

Судалгааны ажлын ач холбогдол

Энэ судалгааны ажлын үр дүнг уул уурхай болон хөдөө аж ахуй /ХАА/, хүрээлэн буй орчны чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулдаг байгууллагууд практикт нэвтрүүлж хөрсний бохирдлыг бууруулахад ашиглах боломжтой.

Судалгааны ажлын шинэлэг тал

Хөрсний бохирдолд биоремедиацийн аргыг ашиглах оновчтой арга техникийг тодорхойлон гаргаж, эдийн засгийн тооцооллыг тодорхойлон гаргаснаараа уг ажлын шинэлэг тал болно.

Судалгааны объект

Энэхүү судалгааны ажилд Дорнод аймаг, Матад сумыг сонгож авсан. Судалгааны объект нь Петрочайна дачин тамсаг ХХК-ийн БХГэрээт Тосон-Уул XIX талбай нь Дорнод аймгийн Матад сумын 4 болон 6-р багийн нутагт харьяалагддаг бөгөөд Чойбалсан хотоос 220 км, Матад сумаас 80 км зайд оршдог.

Сэдвийн судлагдсан байдал

Газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд биоремедиацийн аргыг ашиглах чухал судалгааны ажлуудыг дэлхийн судлаачид хийсээр байна. Зарим дотоодод болоон гадаадад хийгдсэн судалгааны ажлуудыг хүснэгт 1 болон хүснэгт 2-т үзүүлэв.

Хүснэгт 1. Дотоодод судлагдсан байдал

Судлаачийн нэр, судлагдсан огноо	Судалгааны ажлын нэр	Судалгааны зорилго, үр дүн
Ю.Хорлоо (2013)	“Characterization of Petroleum Oil and Endosulfan Degrading Bacteria from Marine Bacterial Libraries”	Диссертацийнхаа хүрээнд 2007 оны 12 сарын 07-нд Солонгос Улсын Таеан-ы далайд осолдсон усан онгоцноос их хэмжээний түүхий газрын тос далайн усыг бохирдуулсан газраас 47 зүйлийн бактерийн омгийг ялган авч улмаар газрын тосыг биозадралд оруулах чадвартай болохыг тогтоосон.
Ц.Буян (2016)	Монгол улсын Тамсагбулагийн нефтийн талбайн түүхий нефтийн бохирдолтой хөрсний биоремедиаци	Судалгааны танилцуулгын зорилго нь Монголын хөрсөнд түүхий нефтийн бохирдлыг биологийн задралын боломжит байдлыг биоагментаци, биостимуляцийн аргыг ашиглан судлах явдал байв. Тамсагбулагийн газрын тосны талбайн газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд $3.2 \pm 0.2\%$ -ийн нийт нефтийн нүүрсустөрөгч (ТН) агуулагдаж байна.
Ц.Буян (2019)	Газрын тосоор бохирдсон хөрсний бохирдлыг бууруулах биоремедиацийн аргын лабораторийн туршилт	Туршилтын үр дүнд 10%-ийн бууц, ODBC өсгөвөрт нэмсэн биореактор дахь хөрсний нийт нефтийн нүүрсустөрөгчийн агууламж бусад биореактортой харьцуулахад 62%-

		иар буурсан нь био стимулац болон био өсгөлтийн аргуудыг хослуулан ашиглах боломжтой болохыг харуулж байна. Энэ нь газрын тосоор бохирдсон хөрсийг био нөхөн сэргээхэд үр дүнтэй.
Ц.Буян (2019)	Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг цэвэрлэх хагасүйлдвэрлэлийн туршилтын үр дүн	Энэхүү судалгааны ажлаар газрын тосоор бохирдсон хөрсийг биоремедиацийн аргаар цэвэрлэх хагас-үйлдвэрлэлийн туршилтын явцын үр дүнг танилцуулжээ. Хагасүйлдвэрлэлийн туршилтыг ТамсагХХИ талбайн газрын тосоор зориудаар бохирдуулсан хөрсөнд туршиж, Дорнод аймгийн Хэрлэн сумын 3-р баг буюу Танкийн хорооны нутаг дэвсгэрт 2019 оны 5р сараас байгалийн нөхцөлд хийж гүйцэтгэжээ. Туршилтын 90 хоногийн үр дүнгээс харахад зөвхөн бууц болон бүх нэмэлтийг зэрэг нэмж өгсөн биореакторууд дахь хөрсний газрын тосны нийт нүүрсустөрөгчид (ГТНН)-ийн агуулга бусад боловсруулалтаас хамгийн их буюу 58.5 ба 60.9%-иар буурсан нь ажиглагджээ.
Б. Нинжбадгар (2019)	Хөрсний газрын тосны бохирдлыг биоремедиацийн аргаар хагас – үйлдвэрлэлийн нөхцөлд цэвэрлэх боломж	Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг биоремедиацийн аргаар цэвэрлэх хагас-үйлдвэрлэлийн туршилтын явцын үр дүнг танилцуулжээ. Хагасүйлдвэрлэлийн туршилтыг ТамсагХХИ талбайн газрын тосоор зориудаар бохирдуулсан хөрсөнд туршиж, Дорнод аймгийн Хэрлэн сумын 3-р баг буюу Танкийн хорооны нутаг дэвсгэрт 2019 оны 5р сараас байгалийн нөхцөлд хийж

		гүйцэтгэжээ. Туршилтын 90 хоногийн үр дүнгээс харахад зөвхөн
		бууц болон бүх нэмэлтийг зэрэг нэмж өгсөн биореакторууд дахь хөрсний газрын тосны нийт нүүрсустөрөгчид (ГТНН)-ийн агуулга бусад боловсруулалтаас хамгийн их буюу 58.5 ба 60.9%-иар буурсан нь ажиглагджээ.
Э.Цолмонгэрэл (2020)	Газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд микробиологийн аргаар нөхөн сэргээлт хийх боломж	Петрол тосоор бохирдсон хөрснөөс ялгасан өсгөвөрүүд нь дугуй хэлбэртэй, гөлгөр гадаргуутай, шар өнгөтэй, тэгш захтай, зөөлөн төлөвтэй, хэмжээгээрээ дунд зэргийн колониуд бөгөөд Грам эерэг, савханцар бактери болохыг тогтосон.

Хүснэгт 2. Гадаадад судлагдсан байдал

Судлаачийн нэр, судлагдсан огноо	Судалгааны ажлын нэр	Судалгааны зорилго, үр дүн
Xiaoming Wan ба бусад (2015)	Хүнд металаар бохирдсон хөрсөнд фиторемедиацийн технологийн үр ашгийн тооцоо	As, Cd, Pb-ээр бохирдсон хөрсийг 2 жилийн фиторемедиацийн төсөл хэрэгжүүлсэн. Үр дүнгээс харахад хөрсөн дэх As, Cd, Phb агууламж улсын стандартаас доогуур түвшинд хүртэл буурсан байна. Фиторемедиацийн нийт зардал 75,375.2 ам.доллар/цм ² буюу 37.7 ам.доллар/м ³ болсон.

Ambust S ба бусад (2021)	Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг биосурфактант ба <i>Pseudomonas sp.</i> SA ашиглан биоремедиаци хийх	Хоёрдогч метаболитууд нь "биосурфактант" (байгалийн гадаргуугийн идэвхтэй бодис) ба ургамлын өсөлтийг дэмжигч (PGP) бактерийн <i>Pseudomonas sp.</i> SA3-ийг хөдөө аж ахуйн таримал ургуулахад зориулагдсан боловсруулалтанд ашигласан. Уг омогоос гаргаж авсан биосурфактант нь эмульсжих чадвар 43%, гадаргуугийн хурцадмал байдлыг 34.5 мН/м хүртэл бууруулах чадвартай бол ургамлын өсөлтийг
		дэмжих шинж чанар нь 93.46 мкг/мл фосфатын уусгах чадвар, сидерофор (төмрийн гелатын нэгдэл, 614% хүртэл) үйлдвэрлэх чадвартай. 81.41 мкг/мл индол цууны хүчил (IAA) үйлдвэрлэх чадвартай байна.
M.S Abu-Khasan, Y.I.Makarov (2021)	Газрын тос, нефтийн бүтээгдэхүүнээр бохирдсон хөрсний бохирдлын шинжилгээ	Байгаль орчинд нэвтэрч буй газрын тос, газрын тосны бүтээгдэхүүн нь экосистемийн бүх бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд сөргөөр нөлөөлдөг гэж дүгнэж, хөрсний бохирдол нь манай гаригийн бүх амьдралд ноцтой аюул учруулж байна.
Roberto O ба бусад (2022)	Чили дэх нүүрсустөрөгчөөр бохирдсон хот суурин газрын хөрсний био нөхөн сэргээлтийн эдийн засгийн үнэлгээ	Энэхүү судалгаанд нүүрсустөрөгчийн архаг бохирдолтой хотын хөрсний биоагментаци, биостимуляци эсвэл үйлдвэрлэлийн хэмжээнд төлөвлөгдсөн хоёр аргын хослолд тулгуурлан биоремедиацийн эдийн засгийн үр ашгийг үнэлсэн. Биологийн нөхөн сэргээлтийн зардал нь нэг м3 бохирдсон хөрсөнд 50.7-310.4 ам.долларын хооронд хэлбэлзэж байна.

Saroj Bala ба бусад (2022)	Шинээр гарч ирж буй бохирдуулагчийг био нөхөн сэргээх сүүлийн үеийн стратеги: ногоон, тогтвортой орчны тойм.	Биологийн нөхөн сэргээлт нь хүрээлэн буй орчны бохирдлыг арилгах цогц арга замыг бий болгож чадна. Энэ нь урт хугацааны шийдэл мэт харагдаж байгаа тул энэ чиглэлээр нэмэлт судалгаа хийх шаардлагатай.
----------------------------	--	---

I БҮЛЭГ. ОНОЛЫН БҮЛЭГ

1.1. Хөрс ба хөрсний бохирдол

Хөрс нь физик, хими, биологийн нарийн нийлмэл процессын үр дүнд чулуулаагаас үүсдэг. Хөрс үүсэхэд эх материал, цаг агаар, байрлал биологийн идэвх, цаг хугацаа гэсэн таван хүчин зүйлс нөлөөлдөг. Тиймээс хөрс нь нунтаг чулуу, ялзарч буй органик материал буюу ялзмаг, ус агаараас тогтоно. Хөрс нь бактери, мөөг, замаг, эгэл биетэн, шавж, ургамлын үндэс гэх мэт маш олон төрлийн амьд биесийн бүлгэмдлийг агуулдаг (Галт., 2000). Ургамлын үндэсний хэсэг, ургамлын хөгширсөн хэсэг нь хөрсний микро организмуудын шим тэжээлийн эх үүсвэр болдог учир ургамлын бүрхэвч нь хөрсний микроорганизмын тоо болон төрлийг тодорхойлдог хүчин зүйл болдог (Гончигсумлаа, 2000).

Хөрс нь ургамлыг ургуулах чадвартай газрын гадаргуугийн өнгөн хэсэг ба хамгийн шим тэжээлтэй өнгөн давхарга юм. Хөрс нь эрдэс, органик матери, хий, шингэн ба олон организмуудын нийлмэл бөгөөд эдгээр нь хамтдаа дэлхий дээрхи амьдралыг тэтгэж байдаг. Мөн хөрсийг дэлхийн арьс гэж үздэг ба литосфер, гидросфер, атмосфер болон биосфертэй шүргэлцдэг ба хатуу фаз болон хийн төлөвт байх усыг агуулах сүвэрхэг хэсгээс тогтдог бидний амьдралын чухал хэсэг юм (Logsdon, 2008). Хөрс нь гурван чухал үүргийг гүйцэтгэдэг байна. Үүнд:

- ургамал ургах орчин,
- ус хадгалах, нийлүүлэх, цэвэршүүлэх
- организмуудын амьдрах нутаг

Аж үйлдвэрийн хувьсгал эхэлснээс хойш хүрээлэн буй орчны бохирдол улам нэмэгдсээр ирсэн. Хүрээлэн буй орчны бохирдол дундаа хөрсний бохирдол эрчимтэй үүсэж эхэлсэн. Хөрсний бохирдол гэдэг нь тухайн хөрсний хэвийн үйл ажиллагаа нь гадны ямар нэгэн нөлөөгөөр байгалийн шинжээ алдах үйл явц мөн хүний эрүүл мэнд эсвэл экосистемд эрсдэл учруулахуйц өндөр агууламжтай хорт бодис хөрсөнд байхыг хэлнэ (Nations, 2017). Хөрсний бохирдол үүсэх шалтгаан нь агаарт цацагдсан бодис утаа тортог болон газар дээрх хуурай нойтон хог хаягдал юм (Nations, 2018). Мөн хөрс байгальд байдаг төрөл бүрийн бохирдуулагч нэгдлүүдийг агуулдаг. Ийм бохирдуулагчид металл, органик бус ион, давс (жишээлбэл, фосфат, карбонат, сульфат,

нитрат) болон олон органик нэгдлүүд (липид, уураг, ДНХ, өөх тосны хүчил, нүүрстөрөгч, спирт гэх мэт) орно. Эдгээр нэгдлүүд нь хөрсний бактерийн үйл ажиллагаа, организмын задралын явцад үүсдэг.

Янз бүрийн нэгдлүүд нь агаар мандлаас буюу хур тунадасны ус, салхи эсвэл бусад төрлийн хөрсний эвдрэл, гадаргын болон хөрсөөр урсдаг гүехэн гүний уснаас хөрсөнд орж бохирдуулдаг.

1.1.1. Хөрсний бохирдолын хэлбэр

Хөрсний бохирдуулагчийн агууламж байгалийн хэмжээнээс хэтэрсэн тохиолдолд бохирдол үүсдэг бөгөөд хөрсний бохирдлыг дотор нь хоёр хуваадаг байна. Тухайлбал, химийн болон биологийн бохирдол гэнэ. Бидний судалгааны ажлын хувьд хөрсний бохирдлын хэлбэр нь химийн бохирдол юм. Химийн бохирдол дотор хүнд металлууд, цацраг идэвхт бодисууд, нефтийн нүүрс усууд, эрдэс бордоонууд ордог бол харин биологийн бохирдлын хувьд мал амьтны сэг, хөдөө аж ахуйн, үйлдвэрийн болон ахуйн хог хаягдлууд, ойн хортон шавжтай тэмцэхэд хэрэглэдэг бактериуд орно. Мөн хөрсний бохирдол үүсэх үндсэн хоёр шалтгаан байдаг. Үүнд: хүний гараар болон байгалийн шалтгаанууд юм. Энэхүү судалгаагаар хүний гараар үүсэж буй бохирдуулагчийг судалж үзнэ.

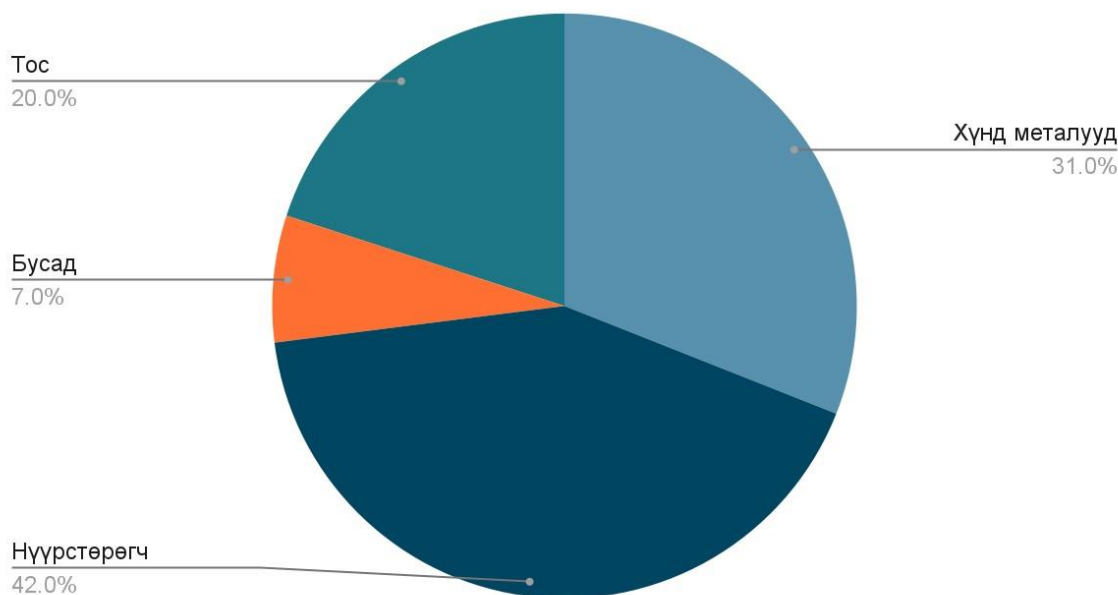
Хүний гараар үүсэж буй бохирдуулагч

Хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй хөрсний бохирдол нь байгалийн үйл явцтай уялдуулан хөрсөн дэх хорт бохирдлын түвшинг нэмэгдүүлдэг. Мөн энэ бохирдол нь хэд хэдэн төрлийн үйл явцаас үүдэлтэй бөгөөд зарим нь санаатай (үйлдвэрлэлийн), зарим нь санамсаргүй байдлаар үүсдэг (Center, 2022). Жишээ татваас:

- Химийн бодис хадгалах, тээвэрлэх, ашиглах явцад санамсаргүй асгарах, гоожих (жишээлбэл, шатахуун түгээх станцад бензин, дизель түлш гоожих, асгарсан тохиолдолд);
- Бохирдуулагч бодисыг хүрээлэн буй орчинд тараахад эсвэл бусад процессыг хамарсан цутгах үйлдвэрийн үйл ажиллагаа;
- Түүхий эдийг бутлах, боловсруулах, тухайлбал хүнд металл, хорт бодис ялгаруулах зэрэг уул уурхайн үйл ажиллагаа;
- Барилгын үйл ажиллагаа
- Гербицид, пестицид эсвэл шавж устгах бодис, бордооны тархалттай холбоотой ХАА үйл ажиллагаа;
- Тээврийн үйл ажиллагаа, хэрэгслийн хорт утаа ялгаруулах
- Химийн хог хаягдлыг санамсаргүй эсвэл санаатайгаар булах – хууль бусаар булах гэх мэт;
- Хог хаягдлыг хогийн цэгт хадгалах

Үйлдвэрлэл явуулдаг хэсэгт орших хөрс нь химийн бодис асгарсан, эсвэл үйлдвэрээс ялгарах хүнд металлын хуримтлал зэрэг янз бүрийн эх үүсвэрээр бохирддог. Хөрсний хамгийн аюултай бохирдуулагчдын зарим нь ксенобиотик буюу байгальд байдаггүй хүний нийлэгжүүлдэг бодисууд юм. “Ксенобиотик” гэсэн нэр томъёо нь “Ксенос” (гадны хүн), “Биос” (амьдрал) гэсэн Грек үгнээс гаралтай үг юм. (Štefanac et al., 2021).

Зураг 1. Хөрсний гол бохирдуулагч



Эх сурвалж: Ashraf, M. A., Maah, M. J., & Yusoff, I. (2014). *Soil Contamination, Risk Assessment and Remediation*.

Хөрсний бохирдол үүсгэдэг хүнд металлууд

Хөрсөнд хүнд металл болох хар тугалга, мөнгөн ус, хэвийн бус өндөр агууламжтай агуулагдаж байвал хүний бие маш ихээр хордуулна. Хөрс бохирдуулагч гэж ангилж болох зарим металлыг доор хүснэгт 1-д үзүүлэв. Эдгээр металлууд нь уул уурхайн үйл ажиллагаа, ХАА-н үйл ажиллагаа, эмнэлгийн хог хаягдал зэрэг хэд хэдэн эх үүсвэрээс гаралтай байж болно.

Хүснэгт 3. Хөрсний бохирдол үүсгэдэг хорт металлууд (Center, 2022).

Хүнцэл	Хар тугалга	Мөнгөн ус
Сурьма	Цайр	Никель
Кадми	Селен	Берил
Талли	Хром	Зэс

Байгаль дахь бактери

Бактерийн байгаль дахь оршин тогтнох орон зай хязгааргүй юм. Дээд биесийн өсөлт хөгжилтөд тохиромжтой биотоп бүр бактери бүр үржих тохиромжтой орчин болдог. Дээд биес амьдрах боломжгүй физик, химийн онцгой нөхцөлд ч гэсэн өсөж, үржих чадвартай бактери бий. Бактериуд дээд биесийн гадаргуу дээр, бүр ургамал, амьтны эд эс дотор ч амьдарч чадна. Ургамал, амьтны гадаргууд бактери популяцийн бөөгнөрөл үүсэх ба тэдгээр нь эзэн биест тэжээлийн бодис нийлүүлэх ач холбогдолтой. Тэрчлэн өвчин үүсгэгч халдварт бактерийн популяци ч бас бий (Галт, 2009).

Микроорганизмууд дэлхий дээр байж болох бараг бүх орчин нөхцөлд тархан амьдардаг. Тухайлбал бактериуд агаарт 24 км, хөрсөнд 4 км, усанд 11 км хүртэл зайд тархсан байдаг. Бактерийн зарим нь хүн ба байгальд зайлшгүй хэрэгтэй байдаг бол зарим нь хүн, амьтанд өвчин үүсгэх зэргээр хортой сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Дэлхий дээр оршин тогтнож байгаа организмуудаас төрөл, зүйл, тоо толгойн хувьд хамгийн олон нь микроб юм. Бактерийн экологийн судалгаа нь байгаль дахь микробын олон талт үйл ажиллагаа, бактерийн ценоз дахь янз бүрийн физиологийн бүлгийн харилцан хамаарлыг судлах, байгаль дээрх бичил биетний идэвхтэй үйл ажиллагааг тодорхойлох, экосистемд үзүүлэх нөлөөг тогтоох зорилготой.

Бактери ба хүрээлэн буй микро орчин

Байгаль дээр оршин тогтнох бактерийн өсөлт, үржил, тэжээлийн бодисын хангамж гадаад орчны нөлөөнөөс хамаарна. Аливаа биотопод агуулагдах тэжээлийн бодисын төрөл, хэмжээ, тэрчлэн дулаан, рН, ус, гэрэл, хүчилтөрөгч мэтийн физикхимийн хүчин зүйлс тодорхой төрлийн бичил биетний оршин тогтнох орон зайн өвөрмөц нөхцөлийн нийлмэл цогц (ниш) болно. Экологийн онолоор амьд биес бүрт өсөж үржих таатай нөхцөлийг бүрдүүлсэн өвөрмөц үндсэн орон зай байдаг гэж үздэг. Амьд биес үүнээс өөр олон төрлийн орон зайд оршин тогтнох боловч үндсэн орон зай шиг нь тийм таатай байж чадахгүй. Дэлхий дээр бактери оршин тогтнох хязгааргүй олон төрлийн нийлмэл орон зай байх бөгөөд бичил бактери бодисын солилцоо ба биологийн олон талт үйл ажиллагааг тодорхойлох хүчин зүйлс болж өгнө. Бактери маш жижиг учраас тэдгээрийн оршин байх орон зай мөн л жижиг байна. 3мм урт савханцар хэлбэртэй бактери өөрийн орон зайд ийм хэмжээгээр тусгаарлагдсан байх бөгөөд энэхүү орон зайд физик, химийн ялгаа гармагц бусад биест хүчтэй нөлөө үзүүлдэг байна. Үүнээс үүдэн бичил биетний оршин тогтнож, бодисын солилцоогоо явуулж буй орчныг зөв судлахын тулд микро орчин гэсэн нэр томъёо гарч ирдэг. 3мм голчтой хөрсний хэсэгт физик, химийн шинжээрээ эрс ялгаатай хэд хэдэн өөр микро орчин байж болно. Хүчилтөрөгч мэтийн бичил биетэнд амин чухал шаардлагатай тэжээлийн бодис хөрсний бүрэлдэхүүн хэсэгт микро орчин үүсгэнэ. Микро электродоор хөрсний бүрэлдэхүүн хэсэгт агуулагдах хүчилтөрөгчийг хэмжихэд жигд

бус агууламж илэрдэг байна. Тухайлбал хөрсний хэсгүүдийн хамгийн гадна талд агаарын хүчилтөрөгч 21% байх тул жинхэнэ аэроб орчин болж байхад үүнээс холгүй, ердөө 2-3мм зайтай гол хэсэгт хүчилтөрөгч огт байхгүй, бүрэн анаэроб орчин болж хувирах жишээтэй. Энэ бол маш жижиг орон зай ч янз бүрийн амьд биесийн бүлгэмдэл байж болохын нотолгоо мөн. Микробын оршин байх микро орчны физик, химийн шинж нь хугацаа, орон зайнаас хамааран байнга маш хурдан өөрчлөгдөж байдаг. Жишээлбэл, хөрсний усны хэмжээ нэмэгдэх, микробын амьсгалах процессоор тухайн микро орчны хүчилтөрөгчийн концентраци цаг ямагт хэлбэлзэлтэй байх магадлалтай. Микро орчин гетероген байх ба ийм орчны гадаад нөхцөл хурдан өөрчлөгдөх учраас харьцангуй жижиг физик орон зайд маш олон төрлийн микробын бүлгэмдэл оршин тогтнох нөхцөлийг бүрдүүлнэ (Галт, 2009).

Хөрсний бактерийн тухай:

Хөрсөнд ялзруулагч, спор үүсгэдэг, аэроб *Bacillus mycoides*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus megatherium*, спор үүсгэдэггүй аэроб болон факультатив анаэроб *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus vulgaris*, *Bacterium aquatilis*, *Bacterium flavum*, анаэроб *Clostridium perfringens*, азот шингээгч, нитрификацлагч, хүхэр болон төмрийн бактериас гадна сапрофит кокк болох *Micrococcus albus*, *Micrococcus cereus*, *Sarcinaureae* тогтмол амьдардаг.

Хөрснөөс усан орчин болон бусад орчноос илүү их грам-ээрэг ба грам-сөрөг бактери олддог. Хөрсний эндоген бактери нь усан мандлаас олддог бактерийн популяциас илүү нүүрс-усыг ашигладаг. Хөрснөөс *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Brevibacterium*, *Caulobacter*, *Cellulomonas*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Xanthomonas*-н төрлийн бактериуд нь нийтлэг олддог.

Биологийн замаар нефть задрах процесс

Нефть, нефтийн гаралтай бүтээгдэхүүнийг микробын замаар задрах процесс аж ахуйн болон хүрээлэн байгаа орчинд ихээхэн ач холбогдолтой. Нефть органик бодисоор баялаг, олон төрлийн бичил биетэн нефтэнд агуулагдах нүүрс-усыг аэроб нөхцөлд ашиглах, улмаар задлах чадвартай. Нефтийн танк мэтийн тодорхой нөхцөлд хадгалж байгаа нефть дотор микроб үржүүлэх ёсгүй. Бохирдсон орчин мэтийн өвөрмөц нөхцөлд байгаа нефтийг микробоор задлах шаардлагатай, зарим тохиолдолд органик бодис нэмэх байдлаар микробын өсөлт, үржлийг зориудаар тэтгэнэ. Нефть болон бусад хорт бодисыг микробын тусламжтайгаар зайлуулахыг “**биологийн цэвэрлэгээ**” буюу биозадрал гэдэг (Галт, 2009).

Нүүрс-усны задрал

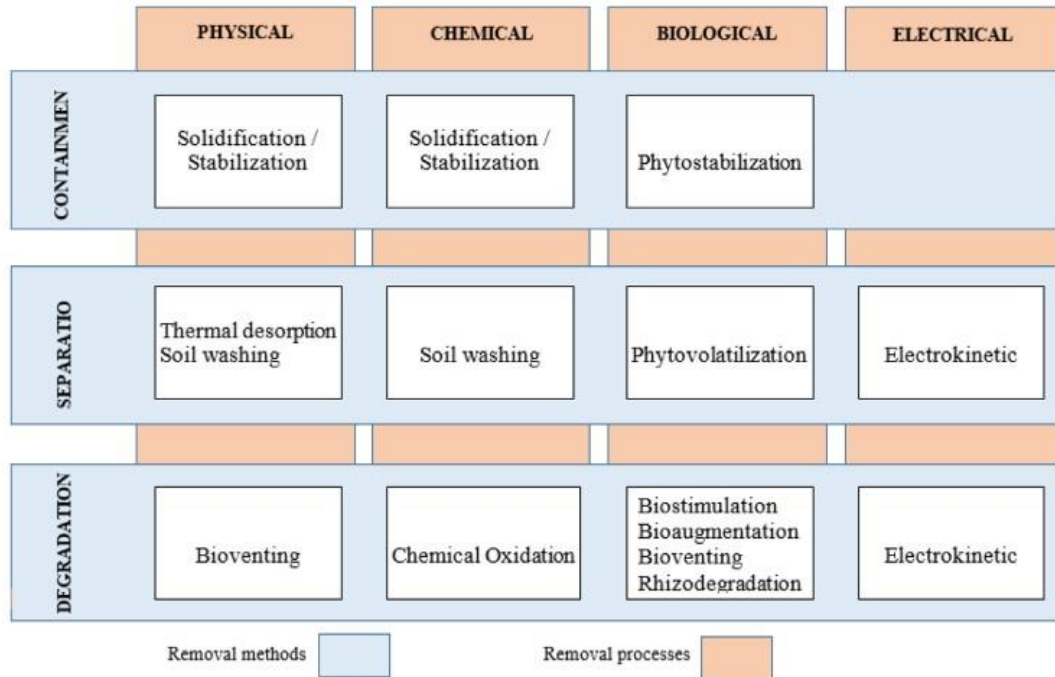
Олон төрлийн бактери, зарим хөгц мөөгөнцөр, дрожж, ногоон замаг нүүрс-ус исэлдүүлэх чадвартай байдаг. Хүний үйл ажиллагаагаар болон байгаль дээрх төрөл бүрийн процессоор дэлхийн усан мандал, хуурай газрын экосистем нефть, нефтийн

гаралтай бүтээгдэхүүнээр бохирдож байдгаас тухайн экосистемд оршин тогтнох микробууд нүүрс-усыг электроны донороор ашиглах чадвартай болсон байдаг байна. Метанотроф гэж нэрлэгдэх төрөлжсөн бактерийн бүлэг хамгийн энгийн нүүрс-ус болох метаныг задалж, харин дээд буюу хүнд нүүрс-усыг задлах чадваргүй байна. Нүүрс-ус исэлдүүлэгч бичил биетэн хальс, өрөм үүсгэн тогтсон нефтийн гадаргууд маш хурдан үржинэ. Харин алифатик нүүрс-усыг хүчилтөрөгчгүй орчинд бичил биетэн огт ашиглахгүй, хүчилтөрөгчийн оролцоотойгоор ашиглах чадвартай цөөн тооны бактерийн төрөл бий. Бичил биетэн зөвхөн хүчилтөрөгч биш, бас температур, рН органик бус тэжээлийн бодис мэтийн өсөлт, үржилд шаардлагатай бусад нөхцөл бүрдсэн үед нүүрс-усыг эрчимтэй задална. Нефть усанд уусдаггүй, жин багатай учраас усны гадаргуу дээр хивсэнцэр маягийн өрөм, хальс үүсгэж хөвнө. Нүүрс-ус задлах чадвартай бактери нефтийн дуслын гадаргууд бэхлэгдэн үржих ба нүүрс-ус алгуур исэлдүүлж нефтийн хивсэнцрийг задална. Бичил биетэн нефть задалж CO₂ үүсгэх замаар хүрээлэн байгаа орчныг нефтийн бохирдлоос цэвэрлэнэ. Хөрс, усан дээр урсан гарсан нефтийн дэгдэмхий хэсэг нь ууршиж, үлдэх урт гинжит алифатик болон ароматик нэгдлийг бичил биетэн задална. Урсан гарсан нефтийн гадаргуу дээрх бактери маш богино хугацаанд эрчимтэй үржиж 10³-10⁶-д хүрнэ. Нефтийн дэгдэмхий бус нэгдлийн 80 орчим хувь нь нэг жилийн дотор бактериар задардаг. Салаалсан гинжтэй, полициклт нүүрс-ус муу задрах учир гадаад орчинд удаан хугацаагаар байна. Аливаа ослын улмаас их хэмжээний нефть задгай тэнгис, газрын гадаргууд асгарах тохиолдол байх ба энэ нь экологийн сүйрэлд хүргэж эдийн засгийн ихээхэн хохирол учруулдаг байна. Нефтиэр бохирдсон орчинд фосфор, азот зэрэг органик бус бодис нэмж хийхэд биологийн цэвэрлэгээ мэдэгдэхүйцээр эрчимждэг байна (Галт, 2009).

1.2. Нөхөн сэргээлтийн аргууд

Хөрсийг биологийн аргаар нөхөн сэргээх, эсвэл физик, химийн аргаар цэвэрлэх гэх мэт хүрээлэн буй орчныг нөхөн сэргээх олон янзын аргууд байдаг. Эдгээр аргуудыг сонгохоос өмнө хөрсөнд оршиж буй бохирдуулагчийн төрөл, түвшнийг тодорхойлох туршилт хийсний дараа хөрсийг цэвэршүүлэх нөхөн сэргээх техникийг сонгоно. Нөхөн сэргээлтийг уг газар дээр нь хийж болно эсвэл хөрсийг ухан өөр тийш нь шилжүүлэх аргыг ашиглан нөхөн сэргээх боломжтой (Enva, 2022).

Зураг 2. Нөхөн сэргээх аргууд ангилал



Эх сурвалж: Nwaichi, E. O., Ahmed, I. B., Ugwoha, E., Ugbebor, J. N., & Arokoyu, S. B. (2022). Cost reduction strategies in the remediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil.

Бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх сонголтууд нь:

- Биологийн цэвэршүүлэх/био нөхөн сэргээлт нь хөрсөн дэх бодисыг задлахын тулд бактерийг ашигладаг
- Химийн арга нь аюултай бодисыг арилгахад туслах бодисыг ашиглахыг хэлдэг.
- Физик арга нь физик аргаар арилгахад оршино. Тухайлбал, хөрс угаах буюу бохирдуулагчийг салгах эсвэл зайлуулахын тулд усыг ашигладаг. Энэ арга нь энгийн бөгөөд хялбар арга юм (Envva, 2022).

Хүснэгт 4. Нөхөн сэргээлт хийх технологи ба тэдгээрийн гүйцэтгэл

Процесс	Хөрс qty	Стратеги	Үр ашиг	Хугацаа (%)	
Химийн исэлдэлт	10г	Персульфат нь хэт авианы болон тэг валентын төмрөөр идэвхжих		56.28	3 өдөр
Химийн исэлдэлт ба биоагментаци	2.3кг	Устөрөгчийн хэт исэл + нүүрсустөрөгчийг задалдаг бактери холимог + NPK бордоо		86	30 өдөр
Биоагментаци	250 тонн	Нүүрсустөрөгчийг задалдаг бактерийн консорциум		95.9	63 өдөр
Фиторемедиаци	2кг	Бордоо		Ca. 75.5	79 өдөр
Хөрс угаах	20г	Биополимер+Полистирол хөөсөн бөмбөлгүүд		94	30 минут

Эх сурвалж: Nwaichi, E. O., Ahmed, I. B., Ugwoha, E., Ugbebor, J. N., & Arokoyu, S. B. (2022). Cost reduction strategies in the remediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil.

1.2.1. Биоремедиацийн /биологийн цэвэрлэгээ/ арга

Хүрээлэн буй орчны бохирдлын хэмжээ ихсэж байгаа энэ үед буцаан нөхөн сэргээх олон талын аргыг судалсаар ирсэн билээ. Хөрснөөс органик бохирдлыг арилгахад ашиглах арга болоод зардал хэмнэх боломжуудыг хайсаар байна. Энэ тохиолдолд биоремедиацийн арга нь ашиглахад тохиромжтой юм (хүснэгт 4-ийг үзнэ үү). Учир нь биоремедиацийн арга нь био цэвэрлэгээг хийхэд ашиглах нь бусад аргуудыг бодвол илүү тохиромжтой, уян хатан шийдэл юм.

Хүснэгт 5. Биоремедиацийн арга болон уламжлалт нөхөн сэргээлтийн аргуудын зардлын харьцуулалт*

Нөхөн сэргээх аргууд	Нэг шоо метр зардлын хүрээ (€)	Зардлын өсөлтийн хүчин зүйлүүд
Шатаах	305	Энерги
Хөрс угаах	42	Тээвэрлэлт, хяналт
Биоремедиаци	35 34-215	Тээвэрлэлт, уусгагчийг зайлуулах
Bioventing	3.5-90	Хяналт, цэвэршүүлэлтийн хугацаа
Газар тариалан	20.5-205	Хяналт
Landfill	41 130-215	Малталт, тээвэрлэлт
Бордоо	542	Малталт, тээвэрлэлт
Biopile	56-102	Малталт, тээвэрлэлт
Фиторемедиаци	51-203	Хяналт
Slurry-phate	185-392	Малталт, тээвэрлэлт

*Бүх зардлыг 1 шоо метр = 1.8 тонн гэж үзвэл 10000 шоо метр = 18000 тонн гэж тооцож үнийн хамт болгон хөрвүүлж болно.

Эх сурвалж: Troquet, J., & Troquet, M. (2002). Economic aspects of polluted soil bioremediation.

Биоремедиаци гэдэг үг нь “био” буюу амьдрах, “засах” буюу асуудлыг шийдэх гэсэн хоёр үгнээс гаралтай. Орчин үеийн биоремедиаци 1960-аад онд нефтийн инженер Жорж М.Робинсон боловсруулсан. Тэрээр бохирдуулагч бодис агуулсан шилэн саванд бактериуд хийж туршилт хийжээ (Angelova, 2020). Тэрээр саванд янз бүрийн төрлийн бактери нэмэхийг оролдсон бөгөөд зарим төрлийн бактери нь бохирдуулагчийг задлахад тусалдаг гэдгийг ойлгожээ (Angelova, 2020). Биоремедиацийн анхны арилжааны хэрэглээг 1972 онд Пенсильвани мужийн Амблер хотод нарны нефтийн хоолойн асгаралтад зориулж хийсэн байдаг ч 1980-аад оны дундуур судлаачид уг зорилгодоо хүрч чадаагүй байна (*Soil Contamination and remediation*, 2010). Үүний дараа, 1990-ээд оны дундуур эрдэмтэд механизмын өөрчилсөн байдаг. Шинэчилсэн механизм нь байгалийн бактериуд болон тэдгээрийн үйл ажиллагааг сайжруулах арга техник дээр суурилсан. Биоремедиаци нь хүрээлэн буй орчны янз бүрийн химийн хаягдал, физикийн аюултай материалыг бактерийн үйлчлэлээр задлах, устгах, хөдөлгөөнгүй болгох, хоргүйжүүлэхэд ихээхэн оролцдог (Yuvraj, 2022).

Биоремедиацийн гол зарчим нь нүүрс устөрөгч, газрын тос, хүнд металл, пестицид, будагч бодис гэх мэт бохирдуулагчийг задлах, хувиргах явдал юм (Durán & Esposito, 2000).

Биоремедиацийн процесст бактериудыг биоремедиаторууд гэж нэрлэдэг ба энэ нь бохирдсон газрыг цэвэрлэхийн тулд ашигладаг биологийн бодис юм. Эдгээр биоремедиаторуудыг ашиглан цэвэршүүлсний дараа биоремедиацийн процесс нь харьцангуй цөөн тооны хортой эцсийн бүтээгдэхүүнийг бий болгодог. Гол төлөв бохирдуулагч нь ус болон нүүрстөрөгчийн давхар исэл зэрэг хоргүй хий болж хувирдагтай холбоотой юм. Тухайлбал, нүүрс устөрөгч нь бактери, ургамалд задарснаар илүү ногоон бүтээгдэхүүн болж хувирдаг бөгөөд бусад бактериуд нь ус, нүүрс устөрөгчийн давхар исэл болон бусад органик бус нэгдлүүд болж хувирдаг нь аюултай нэгдлийг аюулгүй нэгдэл болгож хувиргадаг гэсэн ойлголт юм (Canak et al., 2019). Биоремедиацийн арга нь бактерийн ферментийн үйл ажиллагааг шаарддаг тул бактерийн эсүүд тэдгээрийг хурдан задлахын тулд үйл ажиллагааны нөхцөлийг оновчтой болгох шаардлагатай байдаг. Тухайлбал, зөв температур болон шим тэжээлийн хослолыг ашиглаж үйл ажиллагаа явуулах юм (Frutos et al., 2012). Эдгээр нөхцөлүүд бүрдэхгүй бол хорт металлуудыг цэвэршүүлэх бактерийн үржил удаашрах бөгөөд бохирдуулагчийг цэвэрлэх хугацаа удааширна (Sharma, 2020).

Биоремедиацийн механизм нь бактерийн үйл ажиллагаанд суурилдаг. Эдгээр организмууд нь нүүрстөрөгч, электрон, эрчим хүчний эх үүсвэр зэрэг организмын нэгдлүүдийг задалж, үүнээс өсөлт болон үржлийн эх үүсвэрээ авдаг. Биоремедиацийн механизм нь эхлээд бохирдуулагчийг шинжилж, бохирдуулагчийг амархан шингээж авах бүрэлдэхүүн хэсгүүдтэй бактерийг сонгож авна. Үүний тулд эхлээд бактерийг шинжилж, өсгөвөрлөж, бохирдсон орчинд байршуулсны дараа бактери нь асар их хэмжээгээр өсөж, бохирдуулагчаас олдог бүх органик шим тэжээлийг хэрэглэж, нүүрстөрөгчийн давхар исэл болон ус болгон хувиргана. Мөн биоремедиаци явагдах үед нөхцөлийг сайжруулах арга хэмжээг авч болно.

Зураг 3. Биоремедиацийн механизм

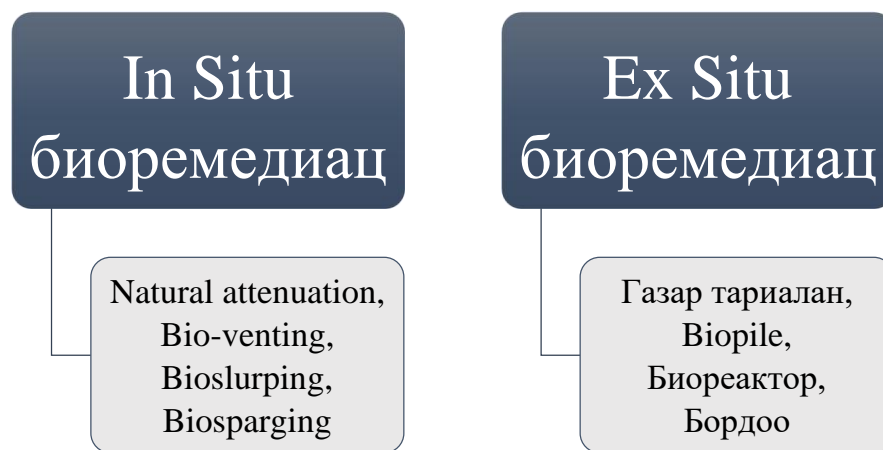


Биоремедиацийн арга технологи нь өргөн хэрэглээнд нэвтэрсэн бөгөөд өнөөдөр хэрэглээний хувьд хурдтай өссөөр байна. Бохирдсон газрыг бактерийн аргаар нөхөн сэргээх нь байгальд ээлтэй шинж чанартай тул үр дүнтэй, найдвартай юм. Сүүлийн хорин жилийн хугацаанд био нөхөн сэргээлтийн арга техникт дэвшил гарсан бөгөөд шийдвэрлэх зорилго нь бохирдсон орчныг эдийн засаг, байгальд ээлтэй арга замаар амжилттай сэргээх явдал юм. Биоремедиаци нь бусад биологийн нөхөн сэргээх аргуудаас илүү тогтвортой байдаг ба олон давуу талтай. Тухайлбал, их хэмжээний тоног төхөөрөмж, хөдөлмөр шаарддаггүй тул ихэнх цэвэрлэх аргуудаас хямд байдаг (United States Environmental Protection Agency, 2011). Мөн энэ арга нь зөвхөн байгалийн үйл явцад тулгуурлан ажилладаг бөгөөд экосистемд учруулах хохирлыг багасгадаг. Ихэвчлэн газар доор процесс явагддаг бөгөөд гүний ус, хөрсөнд байгаа бохирдуулагчийг цэвэрлэхийн тулд нэмэлт бодис, бактерийг оруулан ашиглах боломжтой. Тиймээс биоремедиацийн арга нь бусад биологийн нөхөн сэргээлтийн аргууд шиг ойр орчимд саад учруулдаггүй.

1.2.1.1. Биоремедиацийн төрөл

Биоремедиаци нь “in situ” болон “ex situ” гэсэн хоёр төрөлтэй (Kensa, 2011) (Forbes, 2020). “In situ” нь бохирдсон материалыг шилжүүлэхгүйгээр бохирдсон газарт нь нөхөн сэргээлт явуулдаг. Хэрэв хөрсний уур амьсгал нь хэт хүйтэн, бактерийн идэвхжилийг хангах боломжгүй, эсвэл хөрс нь шим тэжээл жигд тархаж чадахгүй хэт нягт байвал “ex situ” шаардлагатай. “Ex situ” төрөл нь биоремедиаци хийхдээ тухайн бохирдлыг өөр тийш нь зөөж цэвэрлэгээг хийдэг бөгөөд энэ нь процесст ихээхэн зардал нэмэх магадлалтай юм.

Зураг 4. Биоремедиацийн төрөл



“In situ” биоремедиаци

- Бохирдуулагчийг аюулгүй бодис болгон хувиргах чадварыг сайжруулахын тулд чийг, шим тэжээлийг ашиглан био агааржуулалт хийх.
- Bio-slurping буюу хүчилтөрөгч, ус хэрэглэхийн тулд шахуургыг ашиглах, ингэснээр бактерийн идэвхийг нэмэгдүүлэхийн тулд хөрсийг эмхэтгэнэ.
- Био-sparging буюу агаарыг хөрсөнд шахаж бактерийн биоремедиацийн идэвхжүүлэх.
- Фитомедиаци нь бохирдуулагчийн үр нөлөөг бууруулахын тулд ургамлын механизмыг ашиглах.

“Ex situ” биоремедиаци

- Агааржуулалт, усалгаа үүсгэх замаар бактерийн идэвхжил нэмэгдэнэ.
- Бохирдсон хөрсийг эрдэс бодис, ус нэмэх замаар эрүүлжүүлнэ.
- Биореакторыг ашиглан бактерийн биологийн урвалыг сайжруулах, хурдасгах, биоредикаторын хугацааг багасгана.
- Бактерийн механизмыг идэвхжүүлэхийн тулд хөрсөн дэх шим тэжээлийг нэмнэ (Azubuike et al., 2016).

1.2.1.2. Биоремедиацид ашиглах бактери

Өнөө үед дэлхий даяар байгаль орчны янз бүрийн бохирдлын асуудалтай тулгарч байна. Сорилтуудыг даван туулахад биологийн нөхөн сэргээлт нь гол шийдэл юм. Хүнд металлын бохирдуулагчийг задлах чадвартай зарим бактериудыг ашигласан нь биоремедиаци хэмээх шинэ аргыг бий болгосон. Зарим ашигтай бактериуд нь хүрээлэн буй орчны хүнд металл, цөмийн хаягдлын арилгах чадвартай байдаг ба бактериуд нь асар их хэмжээний органик нэгдлүүдийг задалж, органик бус бодисыг шингээх чадвартай бөгөөд аль ч тохиолдолд бактериуд нь синтетик нэгдлүүдийг задлах өргөн чадвартай байдаг (Pal et al., 2020). Биологийн нөхөн сэргээлтийн аргуудаас биоремедиацийн аргад бактери зайлшгүй шаардлагатай. Учир нь энэ арга нь бактери, мөөгөнцөр, замгийн тусламжтайгаар бохирдсон материалыг цэвэрлэдэг. Нүүрс устөрөгчийг задалдаг бактериуд нь газрын тосны ихэнх нэгдлүүдийг задлах чадвартай тул газрын тосоор бохирдсон хөрс, далайн ус зэрэг газар дээр нь биоремедиаци хийх боломжтой.

Бактериуд амьдралын биологийн тэнцвэрт байдлын чухал хэсэг мөн. Эдгээр нь тэгээс доош температурт, аюултай нэгдлүүд эсвэл аливаа хог хаягдалтай үед хэт халуунд үржих боломжтой ба дасан зохицох чадвартай биологийн системтэй учраас эдгээр нь нөхөн сэргээх үйл явцад тохиромжтой. Бактерийн үйл ажиллагааны гол шаардлага нь нүүрстөрөгч байна. (Pal et al., 2020). Биоремедиацийн арга технологид

бактерийг ашиглахдаа бохирдуулагчийг задлах онцлогийг харгалзан үзэж сонгоно (El Fantroussi & Agathos, 2005a). Онцлог нь дараах байдалтай байна.

- Бактерийн популяци,
- Бактерийн популяцид бохирдуулагч бодисын хүртээмж,
- Хүсний төрөл,
- рН,
- Температур,
- Хүчилтөрөгч,
- Шим тэжээл зэрэг хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлүүдийг харгалзан үзнэ (El Fantroussi & Agathos, 2005b).

Биоремедиацид ашигладаг бактериуд: *Pseudomonas putida* зэрэг бактерийн төрөл зүйл нь газрын тосыг задлахад ашиглагддаг.

Аэробик бактери: *Pseudomonas, Acinetobacter, Sphingomonas, Nocardia, Flavobacterium, Rhodococcus, Mycobacterium* зэрэг бактерийн төрлүүд нь цогц нэгдлүүдийг задлах чадвартай ба пестицид, нүүрсустөрөгч, алкан, полиаромат нэгдлүүдийг задалдаг. Ихэнх нь бохирдуулагчийг нүүрсустөрөгч болон эрчим хүчний эх үүсвэр болгон ашигладаг ба цогц нэгдлүүдийг задлах чадвартай байдаг. Эдгээр бактериуд пестицид, нүүрсустөрөгч, алкан, полиаромат нэгдлүүдийг задалдаг. (Sharma, 2020).

Анаэробик бактери: эдгээрийг аэробик бактери шиг тогтмол ашигладаггүй. Хлоржуулсан анхилуун үнэрт нэгдлүүд, полихлоржуулсан бифенилийн биоредикаци, уусгагч трихлорэтилен, хлороформыг хлоргүйжүүлэх, бохирдуулагчийг задлах, хор багатай хэлбэрт шилжүүлэхэд ашигладаг байна (Sharma, 2020).

1.3. Газрын тос

Газрын тос нь олон төрлийн нүүрсустөрөгчөөс тогтох шингэн, шатах ашигт малтмал юм. Хүхэр, хүчилтөрөгч, азот зэрэг химийн элементүүдийг тодорхой хэмжээгээр агуулна. Ихэвчлэн хар, хар хүрэн өнгөтэй. Газрын тос нь байгальд, нүх сүвэрхэг чулуулагт агуулагдах ба нөөцийн хэмжээг 1.2 триллион баррель гэж тооцож байна (EIA, 2022). Дэлхийн газрын тосны хэрэглээ 84 сая баррель/өдөр бөгөөд өнөөгийн хэрэглээний төвшингөөр тооцвол 32 жилийн дараа буюу ойролцоогоор 2039 онд газрын тосны нөөц шавхагдаж дуусна. Газрын тосны өрөмдлөг, боловсруулах үйлдвэр нь байгаль орчныг бохирдуулагч гол хүчин зүйл юм. Дэлхий даяар жил бүр хоёр тэрбум тонн газрын тос өрөмддөг бол ердөө 45-50 сая тонн (ойролцоогоор 2%) нь байгаль орчныг бохирдуулдаг (Abu-Khasan & Makarov, 2021). Тэр дундаа хөрсний бохирдол нь хөгжингүй болон хөгжиж буй орнуудын аль алинд нь дэлхий нийтийн тулгамдсан асуудал болоод байна. Газрын тос нь газрын хэвлийд байгаа шингэн тос, хий болон хатуу байдалтай хамтад нь буюу дангаар нь олборлож болох нүүрс-ус төрөгчийн төрөл бүрийн нэгдлийг хэлнэ (Оюунчимэг.Т, 2020). Мөн химийн үйлдвэрлэлийн хамгийн чухал эрчим хүчний нөөц, түүхий эдийн нэг юм. Газрын тосны талбайгаас хамааран хэд хэдэн төрөлд хуваагддаг. Гэсэн хэдий ч атомын найрлага нь дунжийг тооцвол ойролцоогоор дараах байдалтай байна.

- 84% нүүрстөрөгч
- 14% устөрөгч
- 1-3% хүхэр
- хүчилтөрөгч, азот, төрөл бүрийн металл, давс 1% -иас бага.

Газрын тос нь анхилуун үнэрт нүүрсустөрөгч, алифат нүүрсустөрөгч, гетероцикл нүүрсустөрөгч, асфальтен, нүүрсустөрөгчийн бус нэгдлүүдийн нийлмэл хольцоос бүрдэнэ. Мөн тэдгээрийн 60-90% нь биологийн задралд ордог (Falkova et al., 2016). Газрын тосны хоруу чанар нь экосистемд сөрөг нөлөө үзүүлэхээс гадна амьтан, хүний аль алинд нь хорт хавдар үүсгэх сөрөг үр дагаварт хүргэнэ. Монгол Улсын хэмжээнд хоногт дунджаар 2742 тонн газрын тос олборлож, 28003 тонн газрын тос экспортолж байна (Наранхүү, 2021).

Газрын тосыг задалдаг бактерийн судлагдсан байдал:

Мексикийн буланд далайн ус нефтиэр бохирдсоныг *Alcanivorax borkumensis* бактерийн тусламжтайгаар цэвэрлэсэн. Энэ бичил биетэн нь нефтийн химийн бүтцэд агуулагдах нүүрстөрөгчийн хэдэн тэрбум бөмбөлгүүдээр хооллодог. Үнэн хэрэгтээ бактериуд нь газрын тосыг хамгийн хялбар аргаар дотоод бүтцийг нь эвдэж, задалж байгаа юм. Газрын тосонд бичил биетний өсөлтийг дэмжих элементүүд байдаг.

Эрдэмтэд хэдэн арван жилийн турш бичил биетний нефтийг ашиглах чадварыг судалж, генийн бүтцэд өөрчлөлт оруулж тэдгээрийн нефтийг биозадралд оруулах чадварыг нэмэгдүүлсээр ирсэн. Генетикч Craig Venter хамгийн анхны синтетик материалыг задлах чадвартай бичил биетний судалгааг хийж байсан. Тэдгээр нь нүүрстөрөгчөөр хооллодог бичил биетнүүд болохыг сүүлд тогтоосон.

Сүүлийн үед зөвхөн нүүрстөрөгчөөр хооллодгоос гадна бусад олон чадваруудыг генетикийн аргаар бичил биетэнд суулгаж байна. Бичил биетнийг ашиглах нь эдийн засгийн хэмнэлттэй, богино хугацаанд үржих чадвартай, их биомасс болон их бүтээмж өгдөг зэргээрээ давуу талуудтай юм. Мөн генетикийн өөрчлөлтөд хялбар ордог, хүссэнээрээ сайжруулж, хувиргах боломжтой организм юм.

2014 онд Египетийн хэсэг эрдэмтэд *Micrococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Corynebacterium sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Acinetobacter sp.*, зэрэг бактериар газрын тосоор бохирдуулсан хөрс болон усанд туршилтыг явуулсан. Ингээд туршилтыг явуулахад дан дангаар нь хийсэн туршилтаас илүү холимгоор нь хийсэн туршилтын үр дүн илүү байсан. 2008 онд Малайзын эрдэмтэд далайн усны нефтийг задлах чадвартай *Acinetobacter faecalis* WD2, *Staphylococcus sp* DD3 and *Neisseria elongate* TDA4 гэх гурван омгийг гарган авсан.

1.3.1. Газрын тосны үнэ өртөг

Цар тахлын улмаас улс орнууд дотооддоо хатуу хөл хорионы дэглэм тогтоож, газрын тосны хэрэглээ ихээхэн хэмжээгээр буурч, эрэлтээс үүдэн үнэ буурахад хүрсэн.

Дэлхийн зах зээлд газрын тосны үнэ 2020 онд олон жилийн доод түвшинд хүрч, Brent төрлийн газрын тос 19 ам.доллар/ баррель хүрч буурсан (Mongolian Mining, 2022).

Дэлхийн зах зээлийн газрын тосны үнийг тогтворжуулах зорилгоор газрын тос экспортлогч орнуудын байгууллага (ОПЕК) нь 2020 оны тавдугаар сарын 1-ний өдрөөс эхлэн газрын тосны олборлолт, нийлүүлэлтийн хэмжээг өдрийн хэрэглээний суурь хэмжээнээс 9.7 сая баррелиар бууруулсан бөгөөд хөл хорио, вакцины хөгжүүлэлт, дэлхийн эдийн засгийн сэргэлт, газрын тосны эрэлт, хэрэгцээний чиг хандлагаас хамаарч үе шаттайгаар нэмэгдүүлэх шийдвэр гаргасан (Mongolian Mining, 2022).

Үүнээс хойш газрын тосны үнэ тасралтгүй өсөж, сүүлийн хэдэн жилийн хамгийн дээд түвшинд хүрсэн буюу 2022 оны гуравдугаар сарын 8-ны өдөр 127 ам.доллар/баррель давжээ (Mongolian Mining, 2022).

1.3.2. Газрын тосоор бохирдсон хөрсөнд хийх биоремедиаци

Газрын тос нь янз бүрийн үйлдвэрүүд болон өдөр тутмын амьдралын эрчим хүчний гол эх үүсвэр бөгөөд эдийн засгийн хөгжлийг дэмжих чухал нөөц төдийгүй хөрсний томоохон бохирдуулагч юм. Байгаль орчинд газрын тос хаягдаж байгаа нь хөрс, гүний усыг бохирдуулах гол шалтгаан болдог. Бохирдол үүсэхэд дараах хүчин зүйлүүд нөлөөлж байна. Үүнд:

- Газрын тосны өрөмдлөг
- Газрын тосны цооногийн туршилт
- Газрын тосны цооногийн үйлчилгээ
- Газрын тосны олборлолт, тээвэрлэлт, ачилт, буулгалт
- Тос, тосолгооны материал асгарах
- Шатахуун түгээх станцын ойр орчимд нефтийн бүтээгдэхүүн асгарах

Газрын тосыг санамсаргүй асгах нь нефтийн нийлүүлэлтийн сүлжээнд янз бүрийн түвшинд байнга тохиолддог бөгөөд энэ нь хүрээлэн буй орчин, нийгмийн эрүүл мэндийн аль алиных нь хувьд асуудлыг бий болгодог. Бохирдсон хөрс нь ургамал, амьтан, хүний амьдралд нөлөөлдөг.

Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх, ялангуяа байгальд ээлтэй био нөхөн сэргээх зорилгоор физик нөхөн сэргээлт, химийн нөхөн сэргээлт болон био нөхөн сэргээлт зэрэг олон төрлийн хөрсний нөхөн сэргээлтийн технологийг боловсруулж ашигласан байдаг. Физик болон химийн аргаар нөхөн сэргээх арга нь өөрийн гэсэн онцлогтой бөгөөд өндөр бохирдлыг арилгахад үр дүнтэй байдаг хэдий зарим нөхцөлд практикт хэрэглээ нь боломжгүй байдаг. Цаашилбал, физик болон химийн нөхөн сэргээлтийн ихэнх технологи нь хөрсний уугуул бактерийг устгаж

магадгүй бөгөөд энэ нь хөрсний экосистемийн бүрэн бүтэн байдлыг алдагдуулж, хөрсний концентрацийг бууруулж болдог байна (Gómez-Sagasti et al., 2016). Тиймээс байгаль орчинд сөрөг нөлөө багатай, практикт хэрэглэхэд илүү хялбар, мөн байгаль орчныг цэвэршүүлэхэд илүү үр дүнтэй, зардал багатай өөр технологийг ашиглах хэрэгтэй байна. Тухайлбал, газрын тосоор бохирдсон орчинд биоремедиаци аргыг ашиглан нөхөн сэргээлт хийж болно. Хэдийгээр цаг хугацаа их шаарддаг боловч байгальд ээлтэй арга барилт, хямд өртөг, тогтвортой байдгаас шалтгаалан биоремедиацийн аргыг өнөө үед ихээхэн анхаарч ашиглаж байна мөн энэ арга нь олон бохирдсон газраас олон тооны бохирдуулагчийг зайлуулах маш үр дүнтэй арга юм (Azubuike et al., 2016). Химийн бодис эсвэл гар аргаар устгах, цэвэрлэх зэрэг уламжлалт цэвэрлэгээний аргууд нь ихэвчлэн хурдан үр дүнд хүргэдэг ч биоремедиаци нь химийн болон механик гэмтлээс сэргийлдгээрээ давуу талтай.

Энэ арга нь бактерийг ашиглан хөрсийг бохирдуулж буй хорт нүүрсустөрөгч, хүнд металл болон бусад дэгдэмхий органик нэгдлүүдийг задлахад ашигладаг үйл явц юм. Тийм учраас ихэвчлэн бохирдсон хөрсийн орчныг тэсвэрлэх чадвартай бактериудыг ашигладаг. Эдгээр бактериуд нь газрын тосны нүүрсустөрөгч болон бусад бохирдуулагч бодисыг цэвэрлэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг ба хөрсний экологийн системийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг юм (Yan et al., 2016) (Jia et al., 2017).

Бактериуд нь бохирдуулагч бодисыг задлах өндөр хүчин чадалтай бөгөөд хүрээлэн буй орчны бохирдлыг арилгахад өргөн хэрэглэгддэг (Kuppusamy et al., 2017). Газрын тосоор бохирдсон хөрсийг биоремедиацийн аргаар сэргээхэд хамгийн өргөн хэрэглэгддэг бактериуд нь хурдан өсөлттэй, газрын тосны бүтээгдэхүүний задралын хийж чадахуйц өргөн хүрээтэй байдаг (Wolicka et al., 2009).

1.3.3. Нефтийн задралын процесст бактерийн оролцоо

Газрын тосыг цэвэрлэх хамгийн тохиромжтой арга нь уугуул нутгийн ашигтай бактерийн тусламжтайгаар биологийн цэвэрлэгээ хийх юм. Нефтийг биологийн аргаар цэвэрлэхдээ ашигтай бактерийг консурциумыг бүрдүүлэх шаардлагатай:

- Тухайн хөрсний ашигтай бактери (өвчин үүсгэгч байж болохгүй)
- Нефтийн задралыг идэвхтэй явуулдаг сонгогдсон бактери (лабораторид туршилтаар тогтоогдсон)
- Хөрс боловсрох процесст идэвхтэй оролцдог бактери (чийгийн улаан хорхойны ходоод юм уу ялгадаснаас ялгаж болно).

Хүснэгт 6. Нефтийн химийн бүтэц

Петрол тосны төрөл	Нүүрстөрөгчийн атомын тоо	Буцлах температур (°F)
Хий (Бутан, Пропан, Метан, Ликтер)	C1-C4	<90
Бензин (автобензин, түлш)	C5-C12	90-220
Газрын тос ба хөдөлгүүрийн түлш (Хөдөлгүүрийн түлш, Уусгагч)	C11-C13	220-315
Керосин ба хөдөлгүүрийн түлш (No.1 түлшний тос)	C10-C13	315-450
Шингэн хийн тос (Дизель түлш, No 2 түлшний тос, Дизель тос)	C10-C20	450-650
Түүхий тос (No.4 & 5 Түлшний тос, тосолгооны тос)	C19-C40	650-800
Үлдэгдэл-Үлдэгдэл тос (Лав, асфальт, кокс)	>C40	>800

Бензин, дизель түлш, түүхий тос зэрэг нефтийн бүтээгдэхүүнээс үүдэлтэй хүрээлэн буй орчны бохирдол нь өнөө үед экологид тулгарч буй томоохон асуудал үүсгэж байна. Нефть болон түүний дайвар бүтээгдэхүүнээс хүрээлэн буй орчны бохирдуулагч бодис ялгарах нь аюултай шинж чанартай тул хүн, амьтны эрүүл мэндэд аюул учруулдаг. Тэр дундаа газрын тос, газрын тосны бүтээгдэхүүнийг арилгах явдал юм. Газрын тос нь бидний өдөр тутмын болон төрөл бүрийн салбарт хэрэглэгддэг эрчим хүчний гол эх үүсвэр билээ. Энэ нь газрын гүнд хэдхэн м³-ээс хэдэн тэрбум м³ эзлэхүүнтэйгээр хуримтлагдан оршдог хар хүрэн өнгөтэй, тослог шингэн төлөвтэй, каустобиолитын төрөлд хамаарах шингэн шатамхай эрдэс юм. Газрын тосны бүтээгдэхүүн нь байгаль орчны бохирдуулдаг хортой нүүрстөрөгчөөс бүрддэг бөгөөд усан болон хуурай газрын экосистемд аюул учруулдаг. Хүчилтөрөгч, усны хомсдол, түүнчлэн азот, фосфор, төмрийн хүртээмж нь хязгаарлагдмал болох нь газрын тосны гаралтай хөрсний бохирдуулагчаас үүдэлтэй гол өөрчлөлтүүд юм. Тиймээс тэдгээрийг нөхөн сэргээх буюу цэвэршүүлэхэд анхаарлаа хандуулах хэрэгтэй ба газрын тосны нүүрстөрөгчөөр бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх үр дүнтэй технологи олох нь шаардлагатай юм.

Манай улсад газрын тосны хайгуул, ашиглалт, нефтийн фракцын бүтцийн судалгаа байнга хийгдэж байсан ч газрын тосоор бохирдсон хөрсийг нөхөн сэргээх судалгаа бага хийгдсэн байдаг. Тийм учраас хөрсөн дэх нефтийн бохирдлыг задлах

бактерийг ашиглах биоремедиацийн арга нь бага зардлаар газар дээр нь бүрэн арилгадаг тул одоогоор дэлхий нийтийн илүү анхаарал татаж байна.

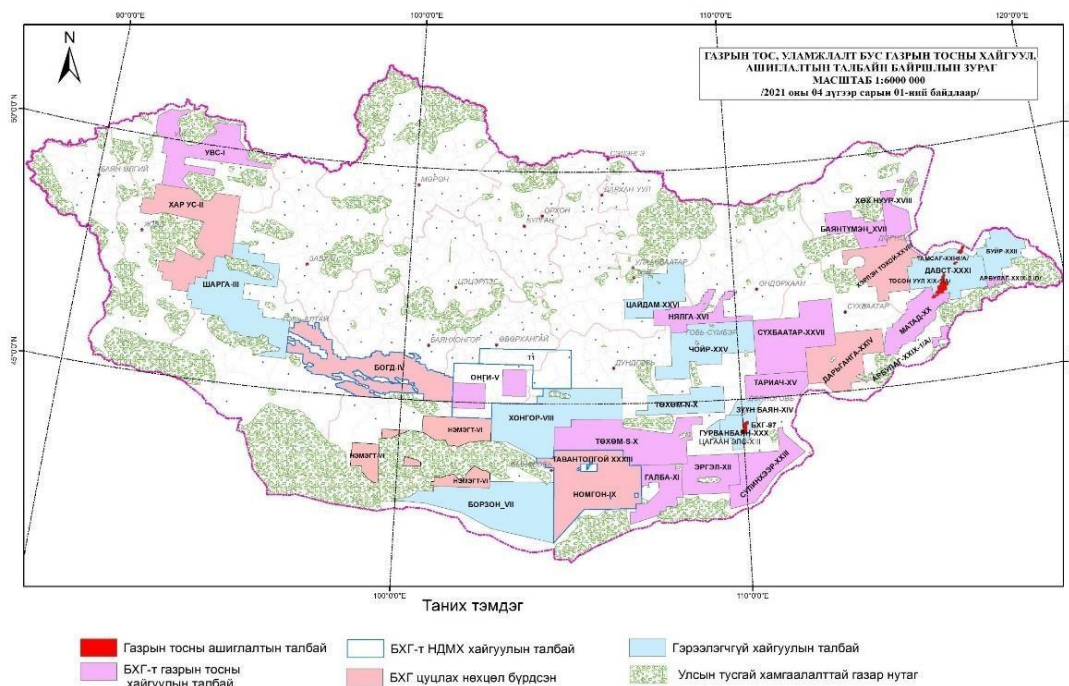
1.4. Монгол улсын газрын тосны салбар

Газрын тосны үйлдвэр буюу газрын тосны талбай гэгддэг газрын тосны салбар нь газрын тосны бүтээгдэхүүний хайгуул, олборлолт, боловсруулалт, тээвэрлэлт багтаадаг. Аж үйлдвэрийн хамгийн том бүтээгдэхүүн бол түлшний тос болон бензин. Мөн газрын тос нь эм, уусгагч, бордоо, пестицид, синтетик үнэртэн, хуванцар зэрэг химийн олон бүтээгдэхүүний түүхий эд болдог. Аж үйлдвэрийг ихэвчлэн дээд, дунд, доод гэсэн гурван үндсэн хэсэгт хуваадаг. Дээд хэсэг нь түүхий газрын тосны хайгуул, олборлолт, дунд хэсэг нь түүхий тосыг тээвэрлэх, хадгалах, доод хэсэг нь түүхий тосын төрөл бүрийн эцсийн бүтээгдэхүүн болгон боловсруулахтай холбоотой юм.

Оросын эрдэмтэн В.А.Обручевын 1892 онд Төв Азид хийсэн геошинжлэх ухааны судалгаа нь Монголын геологийн эхлэлийг тавьсан юм. Хэдэн арван жилийн дараа Монголд газрын тосны хайгуулын ажил Мезозой болон гуравдагч үеийн хурдаснуудыг ангилж, говийн бүс нутгаас шатдаг занарын ордуудыг илрүүлснээр эхэлсэн. 1940 оны орчим Зүүнбаянгийн газрын тосны ордыг Монгол, Зөвлөлтийн геологичид Дорнод говьд тогтоожээ. Тухайн үед Зүүнбаян, Цагаан-Элсийн газрын тосны нөөцийг 6.2 сая тонн гэж тооцсон. 1950 онд анхны боловсруулах үйлдвэр баригдаж, Зүүнбаянгийн талбайгаас олборлосон газрын тосыг боловсруулж эхэлсэн. 1969 он хүртэл тус хоёр талбайгаас 586 мянган тонн газрын тос олборлож байсан бөгөөд энэ үе шат буурч, газрын тос боловсруулах үйлдвэрт гарсан түймэр, эдийн засгийн хүчин зүйлээс шалтгаалж боловсруулах үйлдвэр, олборлолт зогссон. Тэр цагаас хойш Монголын газрын тосны хайгуул, олборлолтын үйл ажиллагаа 20 гаруй жил зогссон байдаг.

1990-ээд оны эхээр газрын тос олборлох үйл ажиллагаа сэргэсний дараа Монгол улсад 1996-2021 оны хооронд нийтдээ 73 сая баррель газрын тос олборлосон байна. Монголын газрын тосны олборлолт 2015 он хүртэл тасралтгүй нэмэгдэж, өдөрт ойролцоогоор 24 мянган баррель газрын тосны олборлолтын хэмжээнд хүрсэн. Монгол улсын хэмжээнд газрын тосны хэтийн төлөв бүхий хайгуулын 33 талбай ялгаснаас өнөөдрийн байдлаар 28 талбайд 31 гэрээлэгч Засгийн газрын баталсан Бүтээгдэхүүн хуваах гэрээний (БХГ) дагуу ажиллаж байна. Үүнээс Тосон-Уул XIX, Тамсаг XXI талбайд “Петрочайна Дачин Дамсаг” ХХК, БХГ-97 талбайд “Доншен Газрын тос (Монгол)” ХХК, Матад XX талбайд “Петроматад” ХХК тус тус газрын тосны ашиглалт, олборлолтын үйл ажиллагааг явуулж байна.

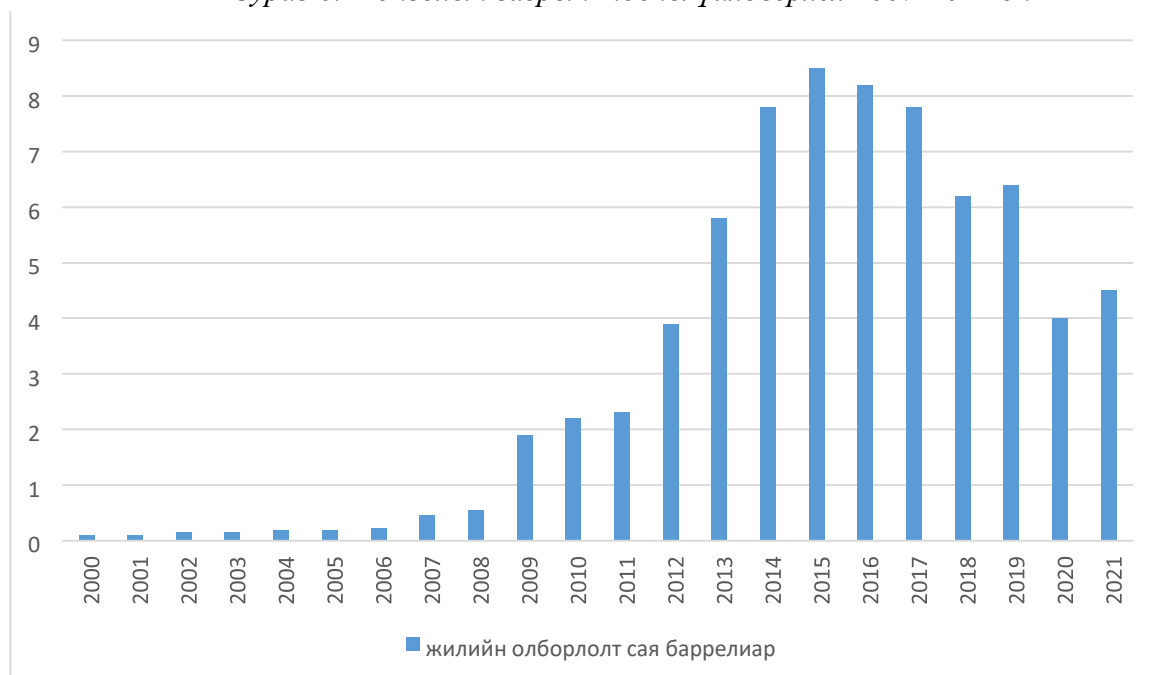
Зураг 5. Газрын тосны хайгуул, ашиглалтын талбайн зураглал



Эх сурвалж: Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг: ашигт малтмал, газрын тосны газар

Сүүлийн жилүүдэд манай улсын жилийн үйлдвэрлэлийн 90 гаруй хувийг зөвхөн Тамсагийн сав газрын XIX, XXI блокоос үйлдвэрлэж байна. 1993 оноос 2016 он хүртэл нийт 33,494 шугам км 2 хэмжээст газар хөдлөлт, 6,274 км² 3 хэмжээст газар хөдлөлт, 272,890 км² талбайг хамарсан (11,000 км² FTG орно), 11,000 км² HRAM, 77,610 км² гаруй соронзон хэмжилт хийж, худгийн судалгаа хийжээ. Мөн хугацаанд БХГ-ын гүйцэтгэгчид Монгол Улсад газрын тосны хайгуул, ашиглалтын ажилд нийт 3.45 тэрбум ам.долларын хөрөнгө оруулалт хийсэн байна. 1990-ээд оноос хойш олборлолтын шатандаа орсон 3 блокгийн гадна 1500 цооногоос ердөө 77 нь хайгуулын/үнэлгээний цооног өрөмдсөн байна.

Зураг 6. Монголын газрын тосны үйлдвэрлэл 2007-2021 он



Эх сурвалж: Наранхүү. (2021). Газрын тосны мэдээлэл.

Дотооддоо боловсруулах үйлдвэр байхгүй учраас үйлдвэрлэсэн газрын тосыг экспортолдог. 1998-2021 онуудад Хятад улс руу 70 сая баррель газрын тос экспортолсон байна. Үүний нэгэн адил боловсруулсан нефтийн бүтээгдэхүүний хэрэгцээг импортоор бараг 100 хувь хангасан.

Газрын тосны эрэл, хайгуулын ажлын үр дүнгээр 2010, 2012 онд Тосон-Уул, Тамсаг, Зүүнбаян, Цагаан-Элсний орд газарт 332.6 сая.тн газрын тосны баталгаат нөөц, 43.2 сая.тн ашиглалтын баталгаат нөөцийг тогтоож, Монгол Улсын ашигт малтмалын нөөцийн нэгдсэн санд бүртгэн авсан ба манай улс газрын тос олборлогч орон болсон талаар олон улсад зарлаж байсан түүхтэй. Хэрэглээ 2014, 2015 онуудад бага зэрэг буурах хүртлээ жил бүр өссөөр байгаа нь эдгээр жилүүдэд Монгол улсын эдийн засгийн уналтыг илтгэж байна. 2019 онд 2 сая тонн нефтийн бүтээгдэхүүн бүртгэгджээ. Ковид-19 тахал болон дэлхийн эдийн засгийн хямралын улмаас нефтийн бүтээгдэхүүний импорт бага зэрэг буурсан ч цаашид урт хугацаанд өсөх төлөвтэй байна.

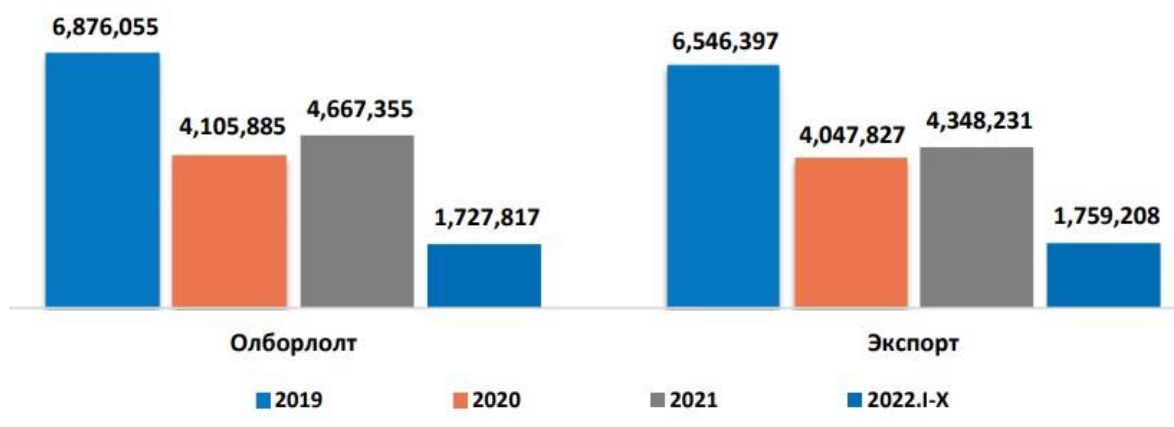
Зураг 7. 2007-2021 оны нефтийн экспорт болон импортын харьцуулалт



Эх сурвалж: Наранхүү. (2021). Газрын тосны мэдээлэл.

Газрын тосны статистик мэдээлэл

Зураг 8. Газрын тосны олборлолт, экспорт, баррелиар, 2019-2022



Эх сурвалж: Наранхүү. (2021). Газрын тосны мэдээлэл.

Хүснэгт 7. Газрын тосны олборлолт, экспорт, баррель, сараар, 2021-2022

	Олборлолт		Экспорт	
	Баррель	Хувь	Баррель	Хувь
2021	4,667,355	100%	4,348,231	100%
2021.I	527,156	11.3%	518,973	11.9%
2021.II	469,647	10.1%	435,559	10.0%
2021.III	511,305	11.0%	466,990	10.7%
2021.IV	496,623	10.6%	468,414	10.8%
2021.V	504,353	10.8%	487,367	11.2%
2021.VI	482,461	10.3%	480,475	11.0%
2021.VII	501,112	10.7%	425,415	9.8%
2021.VIII	414,776	8.9%	341,637	7.9%
2021.IX	51,634	1.1%	81,278	1.9%
2021.X	284,781	6.1%	329,572	7.6%
2021.XI	389,883	8.4%	312,552	7.2%
2021.XII	33,623	0.7%	-	-
2022.I-X	1,727,817	100.0%	1,759,208	100.0%
2022.I	17,544	1.0%	-	-
2022.II	9,921	0.6%	-	-
2022.III	9,257	0.5%	-	-
2022.IV	1,000	0.1%	-	-
2022.V	1,291	0.1%	-	-
2022.VI	38,184	2.2%	114,102	6.5%
2022.VII	351,010	20.3%	359,232	20.4%
2022.VIII	457,303	26.5%	492,619	28.0%
2022.IX	424,993	24.6%	428,311	24.3%
2022.X	417,314	24.2%	364,944	20.7%
<u>2022.X</u> <u>2021.X</u>	146.5%	-	110.7%	-
<u>2022.I-X</u> <u>2021.I-X</u>	40.7%	-	43.6%	-

Эх сурвалж: Газрын тосны ашиглалтын хэлтэс, АМГТГ

Хууль тогтоомж, дүрэм журам

Монгол Улсын Газрын тосны тухай хууль 1991 оны нэгдүгээр сарын 18-ны өдөр батлагдсан бөгөөд хууль эрх зүйн орчныг ойлгомжтой, ил тод болгож, хөрөнгө оруулагчдад илүү таатай нөхцөл бүрдүүлсэн хуулийг хамгийн сүүлд 2014 онд шинэчлэн найруулсан. Энэ хуулиар Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт газрын тос хайх, олборлох, тээвэрлэх, хадгалах, борлуулах чиглэлээр Монгол Улсын болон гадаадын аж ахуйн нэгж, хувь хүмүүсийн үйл ажиллагааг зохицуулдаг. Ашигт малтмал, газрын тосны газар нь Монгол Улсын Газрын тосны тухай хууль, холбогдох журмын хэрэгжилтэд хяналт тавих төрийн байгууллага юм.

Монгол улсад газрын тосны хайгуул, олборлолтыг зөвхөн хөрөнгө оруулагч, Монгол улсын засгийн газар газрын тосны блок тус бүр дээр байгуулсан БХГ-ын дагуу гүйцэтгэдэг. Монголд газрын тосны үндэсний компани (ҮОХ) байхгүй. 2022 оны

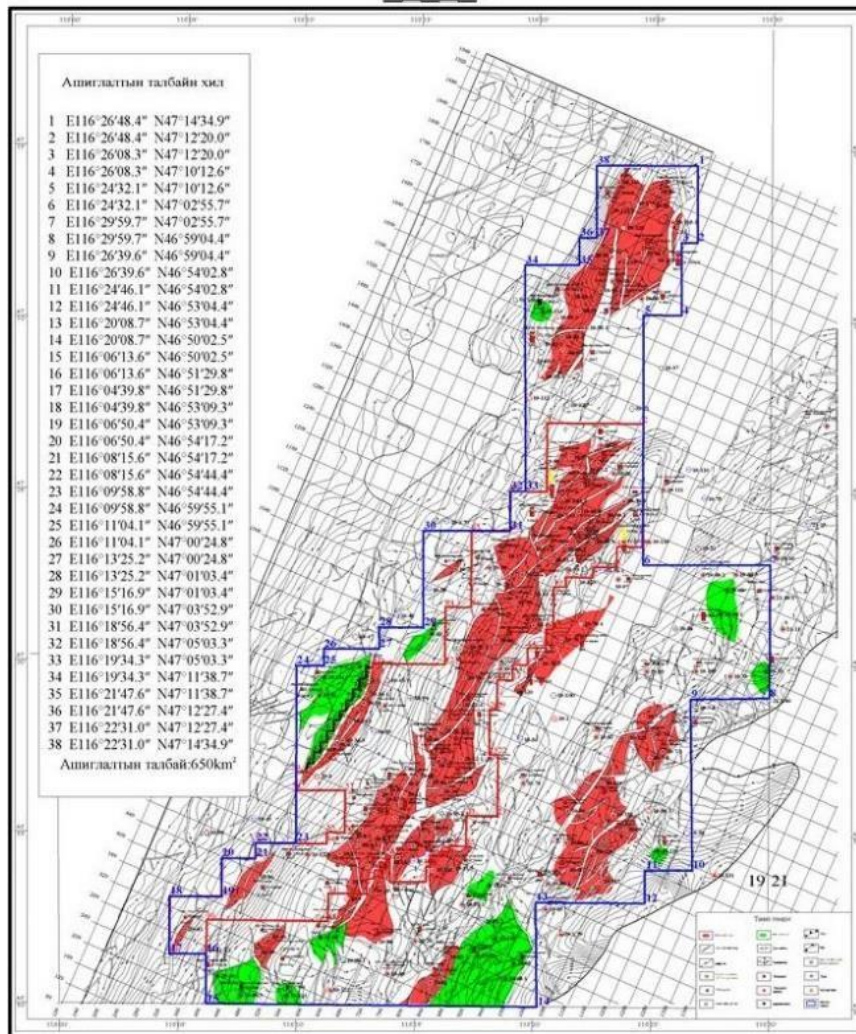
байдлаар нийт 33 нефтийн блок байна. Эдгээр блокуудын 4 нь олборлолтод шилжсэн бол 13 БХГ-ын 13 талбайд хайгуулын ажил хийгдэж байна.

1.5. Петрочайна дачин тамсаг ХХК-ийн тухай

“Петрочайна” нь 1999 оны 11 дүгээр сарын 5-ны өдөр БНХАУ-ын (БНХАУ) Компанийн тухай хуулийн дагуу CNPC-ийн бүтцийн өөрчлөлтийн хүрээнд хязгаарлагдмал хариуцлагатай хувьцаат компани хэлбэрээр байгуулагдсан. Петрочайна дачин тамсаг ХХК нь Петрочайна компанийн охин компани юм. Энэ компани нь Хятадын газрын тос, байгалийн хийн компани бөгөөд төв нь Бээжингийн Дунчен дүүрэгт байрладаг ба Хятадын үндэсний газрын тосны корпорацийн бүртгэлтэй. Тус компани нь одоогийн байдлаар Азийн хамгийн том газрын тос, байгалийн хийн үйлдвэрлэгч бөгөөд 2006 онд Хятадын хоёр дахь том газрын тос үйлдвэрлэгч байсан. Хонконг, Нью-Йоркт арилжаалагддаг тус компани 2007 оны 11-р сард Шанхайд хувьцаа гаргахаар төлөвлөж байгааг зарлаж, дараа нь SSE 50 индексийн бүрэлдэхүүнд орсон. 2020 оны Форбес Глобал 2000-д Петрочайна дэлхийн 32 дахь том хувьцаат компаниар шалгарсан байна (Forbes, 2020).

Петрочайна дачин тамсаг компани нь 1993 оны 4 сарын 26-нд Монгол улстай гэрээ байгуулсан ба 2005 оноос хойш Монголд үйл ажиллагаа явуулж байгаа бөгөөд Дорнод аймаг дахь Тосон-Уул XIX, Тамсаг XXI талбайг эзэмшиж ажиллуулдаг. Бидний судалгааны ажлаар сонгосон БХГэрээт Тосон-Уул XIX талбай нь Дорнод аймгийн Матад сумын 4 болон 6-р багийн нутагт харьяалагддаг бөгөөд Чойбалсан хотоос 220 км, Матад сумаас 80 км зайд оршдог. Уг талбайд нийт өрөмдсөн цооног 982, олборлолтын цооног 491 ба хоногийн олборлолт 1.115 тонн бол газрын тос 836 кг/м³, 0.1% хүхэр, 5.75 мПа*с харин ашигт давхарга нь 2350 метр байна.

Зураг 9. Тосон-Уул газрын тосны ордын ашиглалтын талбайн зураглал



Эх сурвалж: Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг: ашигт малтмал, газрын тосны газар

Одоогийн байдлаар “Петрочайна Дачин Тамсаг” ХХК-д 536 монгол ажилчин, 86 хятад ажилчин ажиллаж байгаа бөгөөд 1998-2021 онд улсын төсөвт 2 их наяд 35 тэрбум төгрөгийг оруулсан ба нийтдээ 9.5 сая тонн газрын тос, түүхий нефтийг БНХАУ руу экспортолсон байна (Montsame, 2016). Хэдийгээр манай улс өөрийн гэсэн газрын тос олборлодог боловч өнөөдрийн байдлаар газрын тосны бүтээгдэхүүнийг 100 хувь гадаад зах зээлээс худалдаж авдаг. 2021 оны байдлаар 1.8 сая тонн газрын тосны бүтээгдэхүүнийг худалдаж авч, 1.1 тэрбум ам.долларыг зарцуулсан байна (Montsame, 2016). 2025 онд баталгаат нөөц нэмэгдэж, ашиглалтын баталгаат нөөц 47 сая тонн болно гэсэн төлөвлөгөөтэй байна (Montsame, 2016). Манай улсын газрын тосны бүтээгдэхүүний хэрэглээ жил тутам 7-10 хувийн хооронд хэлбэлзэн нэмэгдэж байдаг бөгөөд 2025 онд газрын тосны бүтээгдэхүүний хэрэглээ 2.5 сая тонн болно гэсэн

тооцоо бий (Montsame, 2016). Үүнийхээ 55 хувийг газрын тос боловсруулах үйлдвэрийг ашиглалтад оруулснаар хангаж эхэлнэ гэж тооцсон байна (Montsame, 2016).

1.6 Судалгаа явуулсан бүс нутгийн байгаль цаг уурын онцлог

Ургамжилт

Монгол орны Ботаник газарзүйн мужлалаар Евро-Азийн хээрийн их муж, Дагуур-Монголын (Төв Азийн) дэд их муж, Монголын хээрийн муж, Монголын дорнод дэд мужид тус тус хамаарна (Үндэсний атлас, 1990) .

Монголын дорнод дэд муж нь уужим тэнүүн тэгш тал, ухаа гүвээрхэг газрыг хамаарна. Судалгааны талбайн өндөр нь 532-1775 м зонхилох өндөр нь 800-1000м-т оршино. Уужим тэгш газар нь Мэнэнгийн тал юм. Урд хэсгээрээ Зотолхаан Шилийн Богд, Алтан овоо, Гангын Цагаан овоо зэрэг бэсрэг уулс бүхий хүрмэн чулуугаар бүрхмэл нутаг. Энэ тойрогт томоохноос Буйр, жижгээс Хөх нуур, Сангийн далай нуур зэрэг цэнгэг, давстай тогтмол нуур олон бий.

Дорнод монголын уудам талд Хазаар өвс-Хялганат ба түүнээс ч илүү ХялганаХиагт, ХиагХялганат үет ургамалтай хээр ноёрхдог. Эдгээрээс гадна зарим газрын ургамалан нөмрөгт зүр өвст, агь-зүр өвст хээр дийлэнх байр эзлэх үзэгдэнэ. Газрын гадаргын байдлаараа нэг жигд учраас ургамалжилтын хувьд ч мөн тийм байдаг. Тухайлбал: Сибирь Хялгана, крыловын Хялгана, нангиад Түнгэ, дэргээн Хазааргана, саман Дурваа, сунагар Биелэг өвс, Баллисийн Ботууль, саман Ерхөг зэрэг үетэн оролцсон Хялгана-Дурваат, Шивээт хялгана Шавагт, Шивээт хялгана- Хазаарганат, Түнгэ-Шивээт хялганат хуурай хээр зонхилно.

Дорнод монголын өргөн уудам тал нутгийн флор ба ургамалжлын тухай анхны мэдээ сэлт Оросын газарзүйн нийгэмлэгийн экспедицүүдийг зохион явуулахаас бүр өмнөх үе XVIII зууны эхний хагасаас хойш шинжлэх ухааны ном зохиолд үзэгдэх болсон байна. Тэр үеэс хойш 200 гаруй жил болоход Төв Азийн байгаль, ургамал нөмрөгийн талаар ерөнхий ойлголт бий болсон юм. Монгол орны ургамал нөмрөгийн шинж, мужлалын асуудлыг нийтэд нь хамарсны дотор Дорнод Монголын ургамалшил түүний аж ахуйн ашиглалтын асуудал зохих тусгалаа олсон байна (Юнатов, 1946, 1950, 1954).

А. Хээрийн бүс

Монголын хээр нь Европ дахь Мажар улсын Дунайн “пушт” хэмээх хээрээс Дорнод Ази дахь Манжуурын хээр хүртэлх хээрийн дорнод хэсэгт нь оршдог. Хээрийн ургамалжилт зонхилон хатуу, хуурайсаг үетнээс бүрдэх боловч Монголын хээрийн бусдаас ялгагдах нэг онцлог нь хуурайсаг сөөг болох хэд хэдэн зүйл Харгана, Агь (хүйтсэг Шарилж) зэрэг сөөг, сөөгөнцөр ихтэй. Зөвлөлтийн эрдэмтэн А.А.Юнатов (1950), Монголын хээрийг яах аргагүй бие даасан шинжтэй, заримдаг цөлөөс илт ялгагдах хил хязгаартай хийгээд говийн нөлөө багатайг нь нотолсон байдаг. Монгол

дагуурын ургамлын хэвшлийн бүтцийн онцлог ба ургамлын аймгийн өвөрмөц бүрэлдэхүүн нь тэдгээрийг Евразийн хээрийн мужийн хүрээнд онцгой провинци болгон хуваах бүрэн үндэстэй байгаа юм (Е.М.Лавренко,1942). Хээр нь Монгол орны хувьд хамгийн түгээмэл ургамалжлын хэвшинж бөгөөд 1034737,38км² талбай буюу нийт газар нутгийн 66.12%-ийг эзэлдэг дэлхийн хээрийн 2.6%-ийг бүрдүүлдэг байна. Монгол орны хээрийн ургамалжил, түүний бүс, бүслүүрийн хуваарилалтыг (Юнатов, 1948,1950), (Лавренко,1978), (Өлзийхутаг 1989), (Волкова, 1992) нар тодорхойлон бичсэн байдаг. Монгол орны уул нуруудыг ургамалжлын босоо бүслүүр үүсгэх байдлаар Сэрүүн ба Хуурай гэсэн 2 анги хэвшинжид хуваасан байдаг (Юнатов, 1950, Карамышева, 1988 Волкова,1992).

Б. Дорнод монголын хээрийн тойргийн хүрээнд

Дорнод монголын хээрийн тойрог нь умард талдаа Эрэнцав, өмнөд талдаа Чойбалсан Югзэрийн хооронд байгаа зүүн тийшээгээ Тамсаг булаг, Буйр нуур, Халхын гол хүртэл үргэлжилсэн Дорнод Монголын уудам нутгийг хамруулж байна. Эндэхийн өндөр нь 5321775 м, зонхилох өндөр нь 800-1000 м-т оршино. Уужим тэгш газар нь Мэнэнгийн тал юм. Урд хэсгээрээ Зотолхаан Шилийн Богд, Алтан овоо, Гангын Цагаан овоо зэрэг бэсрэг уулс бүхий хүрмэн чулуугаар бүрхмэл нутаг юм. Энэ тойрогт томоохоноос Буйр, жижгээс Хөх нуур, Сангийн далай нуур зэрэг давстай тогтмол нуур олон бий. Дорнод монголын уудам талд хазаар өвс-Хялганат ба түүнээс ч илүү хялгана-хиагт, хиаг-Хялганат үет ургамалтай хээр ноёрхдог. Эдгээрээс гадна зарим газрын ургамалан нөмрөгт зүр өвст, агь-зүр өвст хээр дийлэнх байр эзлэх үзэгдэнэ.

Газрын гадаргын байдлаараа нэг жигд учраас ургамалжилтын хувьд ч мөн тийм байдаг. Тухайлбал: Сибирь хялгана, крыловын ялгана, Нангиад түнгэ, Дэрвээн хазааргана, саман дурваа, Сунагар биелэг, Баллисийн ботууль, саман ерхэг зэрэг үетэн оролцсон хялгана-дурваат, шивээт хялгана-шавагт, шивээт хялгана хазааргана агь түнгэ-шивээт хялганат хуурай хээр зонхилно.

В. Ургамлын аймаг, ургамалжил

Дорнод монголын өргөн уудам тал нутгийн флор ба ургамалшлын тухай анхны мэдээ сэлт Оросын газарзүйн нийгэмлэгийн экспедициудыг зохион явуулахаас бүр өмнөх үе 18-р зууны эхний хагасаас хойш шинжлэх ухааны ном зохиолд үзэгдэх болсон байна. Тэр үеэс хойш 200 гаруй жил болоход төв азийн байгаль, ургамал нөмрөгийн талаар ерөнхий боловч ойлголт бий болсон юм. 1925 онд Монголын Шинжлэх Ухааны Хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан В.А.Казакевич, Монгол, Хятдын хоорондох хил тогтоох асуудлаар Хэрлэн гол, Буйр нуур Халх гол орчим нутгаар явсан тайландаа энэ районы ургамалшлын онцлогийн талаар сонирхолтой тэмдэглэл хийсэн, ба Дорнод монголоос цөөн тооны (100 орчим хуудас) ургамлын цуглуулга хийжээ.

1931 оны зун Е.Г.Победимова 1933, Дорноговь, Сүхбаатар Хэнтий аймгуудын нутгаар аялан ургамлын хайгуул судалгаа явуулж тал хээр, элс манх, хужир марз бүхий хөндий хоолойн ургамалшилын талаар дэлгэрэнгүй тодорхойлолт өгсөн нь Дорнод

Монголын хээрийн ургамлын аймаг, ургамалшилын талаар ойголтын хүрээг үлэмж хэлсэн байна.

Төв Азийг судлагч нэрт эрдэмтэн А.А.Юнатов 1944, 1949, онд Халх голын эх орчим болон Тамсагийн районд ургамалшилын судалгаа явуулсан ба ер нь монголын Дорнод хэсгийн байгаль газарзүйн бүх районыг хамарсан маршрут зохион их хэмжээний цуглуулга мэдээ бодит материал хуримтлуулжээ.

- Нэгдүгээр үе 1700-гаад оны эх орчмоос 1921 он хүртэл Энэ үед хамрагдах судалгааны үр дүнд манай орны тухайлбал Дорнод монголын ургамалжил флорыг танин мэдэхэд холбогдох үнэт мэдээ сэлт хуримтлагджээ.
- Хоёрдугаар үе 1921 оноос 1950-аад он хүртэл нь асар их далайцтай судалгааг явуулснаар бусад үеэс ялгаатай бөгөөд монгол орны байгаль, ургамал нөмрөгийн талаар бүрэл бүтэн тодорхой ойлголт өгчээ. Гуравдугаар үе 1950-аад оны эхнээс 1970 он хүртэл бол байгаль эдийн засгийн хувьд чухал зарим тодорхой нутгийн ургамал нөмрөгийг судлахын зэрэгцээ тус улсын гурван үндсэн бүсын зарим зонхилох хэвшинжийн бэлчээр хадлан дээр суурин судалгаа явуулан, байгалийн хадлан бэлчээрийг зөв дүүрэн ашиглах асуудалтай холбогдсон төсөл хайгуул судалгааны ажил асар өргөн далайцтай зохиосноор онцлог үе болно.

Дорнод монгол бол байгалийн биеэ даасан муж бөгөөд Обручевын (1947) бичсэнтэй бидний санал нийлж байна. Гэвч бидний судалгаа уулын.болон шивээт хялгана хазаар уулын нугын хээр болон шивээт хялгана өвс зонхилсон буюу Е.М.Лавренкогийн (1954) нэрлэснээр хуурай хээр-бүс багтаасан. Дагуур, Байгаль орчмын ургамлын аймаг судлагч нэрт эрдэмтэн Н.С.Турчаниновын 1830 онд Хөвсгөл нутгаас цуглуулсан хатаадас болон Оросын шашны төлөөлөгчдийн гишүүд А.А.Бунге, П.Кирилов, Ладыженский нарын зэрэг хүмүүсийн удаа дараагийн (1831-аас 1850 он хүртэл) цуглуулыг оросын нэрт ургамалзүйчид болох Н.С. Турчанинов, А.А.Бунге, Э.Р.Траутфеттер, Э.А.Регель; Ф.И.Рупрект К.И.Максимович нар тодорхойлж байсан нь Монголын ургамлын аймгийн талаар анхны чухал мэдээ болохуйц суурь тавигджээ. К.И.Максимович 1859 эдгээр цуглуулгыг хянан боловсруулж монгол орны ургамлын 489 зүйл хамарсан анхны жагсаалт гаргажээ.

Түүний дараагаар худалдаа наймааны хэргээр Бээжин орох аян жингийн шинэ зам хайх зорилгоор Бүтин нарын экспедицид оролцсон байгаль сонирхогч А.Ломоносовын Дорнод Монголоос цуглуулсан ургамлын хатаадасыг Э.Р.Траутфеттер (1872) тодорхойлон боловсруулж монголын ургамлын аймгийн хоёрдох жагсаалт (529 зүйл ургамал багтаасан) хэвлүүлсэн нь өмнөх жагсаалтыг нилээд баяжуулжээ.

Дорнод Монголын хээрийн ургамалшил зонхилсон нутгийн ургамлын аймгийн бүртгэлээс ч үзсэн манай айл зэргэлдээ Дорнод Саян Л.И.Мальшев, (1955),Хэнтийн уулархаг нутгийн хойт хэсэг Максимова, (1969), Тува АЗСУ Соболевская, (1953), Дундад Сибирь (М.Г.Попов 1957,1959); Өвөр байгаль (Өвөр байгалийн ургамлын аймаг I-IV боть) зэрэг нутгийн ургамлын аймгийн бүрэлдэхүүнтэй харьцуулан

нарийвчлан хянаж үзээд тус орны ургамлын аймгийн зүйлийн бүрэлдэхүүний тоог тогтоох тийм амар ажил биш боловч тус улсын ургамлын аймгийн зүйлийн тоо 1875 байтугай 2100-аар тогтохгүй гэдгийг бардам хэлж болмоор байна. Дорнод монголын хээрийн 4 тойрог дэвсгэр нутгийн хувьд бага (тус улсын дэвсгэр нутгийн 27.83%) боловч Монгол нутагт тэмдэглэсэн нийт овгуудын 89 хувь ургамлын зүйлийн тооны тэн хагасаас илүүг багтаасан байгаагаас үзэхэд ургамлын аймгийн талаар нилээд судлагдсан илэрхий. Судалгаа гүйцэтгэсэн талбайд нийт 1 хүрээ, 1 ангид хамаарагдах 34 овгийн 112 төрлийн 166 зүйл ургамал бүртгэгдсэн. Эдгээр ургамлууд нь амин хэлбэр ба аж ахуйн бүлгийн хувьд мод-1, сөөг-2, сөөглөг-5, сөөгөнцөр-4, сөөгөнцөрлөг-5, олон наст үетэн-31, нэг наст үетэн-2, буурцагтан-9, сонгино-10, улалж-6, олон наст алаг өвс-70, хоёр наст алаг өвс-4, нэг наст алаг өвс-17 зүйл. Нийт зүйлийн бүрэлдэхүүний 42.2% нь олон наст алаг өвс, үетэн ургамал 19.8%, сөөг, сөөглөг ургамлууд 4.2%, сөөгөнцөр, сөөгөнцөрлөг зүйл 5.5%, харин хоёр ба нэг наст алаг өвслөг ургамлууд 12.7%-ийг тус тус бүрдүүлж байна.

Хөрсний шинж чанар

“Петрочайна Дачин Тамсаг Монгол XIX” ХК-ийн газрын тосны хайгуул, олборлолтын Тосон уул 19-р талбай нь Дорнод аймгийн Матад сумын нутагт, Их Эрээний талд байрлана. Төсөл хэрэгжиж талбай нь Акад. Ш.Цэгмид (1964)-ийн боловсруулсан физик газарзүйн мужлалаар Монголын дорнод их мужийн УлзХэрлэнгийн дэд мужид багтана. Газрын гадаргийн хэлбэр дүрсийн хувьд тэгширмэл газар, уулс хоорондын хотос зонхилсон элэгдлийн гаралтай тэгш тал цав толгод бүхий долгиот тал зонхилно. Төслийн талбайн баруун өмнөд хэсгээр ус бүхий тойром болон хужир марз бүхий хонхор хотос ихтэй бол зүүн хэсгээр нам өндөртэй цав толгод, ухаа гүвээ зонхилсон байна.

Хөрсөн бүрхэвч.

Төслийн талбай нь хөрс-газарзүйн мужлалаар хангайн хөрс-био уур амьсгалын их мужийн хотгорийн бүсшилийн хэв шинж бүхий Баянтүмэний 17-р тойрогт багтана. Тус тойрогт нам уулс, ухаа гүвээ, цав толгод бүхий өндөрлөг газраар нимгэн ялзмагт давхарга бүхий, чулуурхаг нимгэн толгодын хар хүрэн хөрс, уулс хоорондын тэгш тал, тэгш газраар жинхэнэ хүрэн хөрс болон хар хүрэн хөрс зонхилон тархах бол тал газарт тохиолдох хотос хонхор газруудад мараалаг хүрэн, үлдмэл глейрхэг хүрэн болон хужир марз бүхий хөрсний хэв шинж тархана (Монгол улсын үндэсний атлас. 2009 он).

Тус бүс нутагт хотос нам дор газраар үлдмэл мараалаг хүрэн хөрс тархах бол ухаа гүвээт тал, долгиот тал бүхий нутгаар хүрэн шороон хөрс, ухаа толгод, нам уулсаар сайр чулуурхаг, нимгэн ялзмагт давхарга бүхий хүрэн шороон хөрсний хэв шинж тохиолдоно.

Энэ тойрогт ухаа гүвээт тал болон уул хоорондын нам хотос хөндий зонхилох бөгөөд үетэнт, агьүетэнт, алаг өвс-үетэнт хуурай хээрийн ургамалшил бүхий

ургамалшилтай. Тус бүс нутагт хотос нам дор газраар үлдмэл мараалаг хүрэн хөрс тархах бол ухаа гүвээт тал, долгиот тал бүхий нутгаар хүрэн шороон хөрс, ухаа толгод, нам уулсаар сайр чулуурхаг, нимгэн ялзмагт давхарга бүхий хүрэн шороон хөрсний хэв шинж тохиолдоно.

Хүрэн шороон хөрс:

Нам өндөртэй цав толгодын бэл, тэдгээрийн хоорондох уудам хөндий болон Хэрлэн голын хөндий, дэнж, татам орчимд илэрнэ. Тус хэв шинжийн хөрсний ургамал бүрхэвч нь үетэнт, агь-үетэнт, алаг өвс- үетэнт хуурай хээрийн ургамал зонхилно. Хуурай хээрийн бүсд орших учир чийгийн хангамж дутагдалтай, хөлдөлт бага гүнд явагддаг, зуны хур бороонд хөрсний өнгөн 20-30 см гүн хэсэг норж чийглэгддэг тул карбонат хуримтлалын давхарга нягтарч хатуурсан байдаг.

Ялзмаг хуримтлалын А давхарга нь бараандуу болон хүрэн өнгөтэй, бүдэг илэрсэн бөөмөрхөг бүтэцтэй, жижиг үйрмэг хайрга сайр чулуутай, шилжилт нь өнгөөр тод ялгарч харагддаг. Энэ давхаргын дор карбонат хуримтлалын В (ВС, С) давхарга шууд илрэх тохиолдол байдаг.

Шилжилтийн В давхарга нь цайвар бор өнгөтэй, нягтавттар, зузаавтар, эртний цэвдэг болон мараалаг шинж тод илрэлээ олсон байдаг. Карбонат хуримтлалын ВС, С давхарга нь тод бор, цайвар өнгөтэй, нягтарч хатуурсан байдаг. Карбонатын нэвчмэл цагаан толбо хөрсний үе давхаргад тод илэрдэг.

Үлдмэл мараалаг цайвар хүрэн хөрс: Судалгааны талбайд түр зуурын ус тогтдог, нэмэлт чийгээр хангагдах боломжтой, хотос нам дор газруудаар тархсан. Чийгсэг, давсаг ургамал ихтэй, морфологи шинжийн хувьд хөрсний өнгөн 10-20 смийн үржил шимт үе давхарга нь сулавтар хөгжиж, бүдэг илэрсэн, 20-30 см-ийн гүнд нягтарч хатуурсан призм хэлбэрийн бүтэцтэй, мараалаг давхарга үүссэн. Судалгааны талбайд тархсан мараалаг хэлбэрийн хөрс нь сайрын гүйцэт тогтворжоогүй элсэн хөрстэй хил залган, хуурай жалга сайрын эмжиж тогтсон бөгөөд түүний мараалаг шинж нь үлдмэл байдалтай, гарал үүслийн хувьд жижиг булаг болон горхины нөлөөгөөр тогтворжсон чийгт гарлын хөрс хатаж хуурайших явцад түүний хөрсөн бүрхэвч хувирч өөрчилөгдөн үлдмэл нугархаг шинжтэй болсон байна. Ургамал бүрхэц нь 60-80% хүрэх ба голчлох ургамлын зүйл нь дэрс, чийгсэг ургамал голлох боловч ургамлын үндэсний тархалт бага гүнтэй байна

Уур амьсгал

Судалгааны ажлын талбай нь чийглэгдүү хүйтэн зунтай, хахирдуу өвөлтэй бүсд багтдаг. Жилийн дундаж температур 2-4°C байдаг бөгөөд Дорнод аймгийн Матад сумын станцын хэмжилтийн цэгээс үзэхэд 1-р сарын дундаж температур -19.2°C байгаа бол 7-р сарын дундаж температур 21.8°C байна. хур тунадасны хуваарьилтын хувьд 240-270 мм хэлбэлзэх ба 12-р сар болон 8-р саруудад хамгийн их хур тунадас унах бол

5-р сард хамгийн бага хэмжээтэй байдаг. тогтвортой цасан бүрхүүл 11-р сарын дунд үеэс тогтох бөгөөд 4-р сарын эхээр дуусна. Цасны зузаан нь тэгш тал газруудад 3 см орчим хэлбэлзэх бол цав толгод, хонхор газруудаар 10 см хүрнэ. Голлох салхины чиглэл баруун хойд болон хойд зүгийн салхи зонхилж ажиглагддаг. Салхины сарын дундаж хурд 4.0 м/с орчим, хаврын улиралд нэмэгдэн 10 м/сек хүрэх бөгөөд жилд дундажаар 20 орчим өдөр шороон шуургатай байна.

Гадаргын ус

Тус бүс нутаг нь гидрогеологийн мужлалаар Номхон далайн ай савын улирлын дунд зэргийн тэжээлтэй, Монголын Дорнод хэсгийн дэд мужид харьяалагдах Хэрлэн голын ай савд багтана. Зуны улиралд хур тунадасны усаар голчлон тэжээгдэх тогтоол нуурууд үүснэ.

Амьтны судалгаа

Дорнод Монголын ДЦГ нь Монгол орны хамгийн зүүн захын тал хээрийн бүс нутаг бөгөөд Төв Азийн хялганат- тал хээрийн бүсийг төлөөлөх томоохон экосистем юм. Энэ газар нутаг нь жижиг нам гүвээ толгод, талын бэсрэг нам уулс ухаа толгод, элс манхан, тэдгээрийн хоорондох тал, хөндий, дэрстэй хоолой бүхий хэв шинжтэй. Дорнод Монголын ДЦГ нь хойд талаараа алдарт Мэнэн, Бадам-Ишийн тал, өмнөд хэсгээрээ БНХАУ-ын нутаг дэвсгэртэй хиллэн оршдог ба ДЦГ-ын баруун ба баруун хойд хэсэг хялганат хээрээс бутлаг ургамал зонхилсон цөлийн хээрээр солигдоно. Энэ нутаг бол Монгол орны хэмжээнд нэлээд томоохонд тооцогдох хамгаалагдсан газар нутгуудын нэг юм. Дорнод Монголын ДЦГ, орчмын нутагт 7 багийн 14 овгийн 36 зүйл хөхтөн амьтан тэмдэглэгдсэн байдгаас цагаан зээр (*Procavia gutturosa*), чоно (*Canis lupus*), үнэг (*Vulpes vulpes*), хярс (*Vulpes corsac*), дорго (*Meles meles*) зэрэг нь элбэг амьтанд тооцогдох ба жижиг хөхтөн амьтнаас дагуур огдой (*Ochotona daurica*), бор туулай (*Lepus tolai*) элбэг тохиолдоно. Харин нам уулс бүхий зарим газарт (Вангийн цагаан уулын орчимд) тарвага (*Marmota sibirica*) тархсан байдаг Монгол орны хөхтөн амьтны улаан дансны (2006) ховордлын зэргийг үнэлэх шалгуураар “Устаж болзошгүй” ангилалд оруулсан байдаг. Хавар, намрын улиралд олон мянгаар сүрэглэсэн цагаан зээрийн сүргүүд ДЦГ-т нүүдэллэн ирдэг, бөгөөд энэ нутаг нь ороо хөөцөлдөөн, төллөх гол нутаг болдог. Зэрлэг амьтан ургамлын ховордсон зүйлийг олон улсын хэмжээнд худалдаалах тухай конвенцийн 2-р хавсралтад энэ нутгийн хөхтөн амьтдаас шүлүүс мий, мануул мий, саарал чоно зэрэг зүйлүүд, Олон Улсын Байгаль Хамгаалах Холбоо (IUCN)-ны (2006) хөхтөн амьтны ховордлын зэргийг үнэлэх шалгуураар Олон улсын хэмжээнд “Ховордож болзошгүй” ангилалд еврази шилүүс (*Lynx lynx*), мануул мий (*Otocolobus manul*) тус тус бүртгэгдсэн нь олон улсын хэмжээнд зэрлэг хөхтөн амьтдыг хамгаалахад анхаарал татах нутаг болохыг харуулж байна.

Монгол орны хөхтөн амьтны улаан дансанд (2006) монгол тарвага “устаж болзошгүй”, шүлүүс мий, мануул мий, саарал чоно, шар үнэг, хярс үнэг “ховордож болзошгүй” гэсэн зэрэглэлээр үнэлэгдсэн байгаа нь тэдгээрийн популяци илүү их

нөлөөлөлд өртдөг гэсэн дүгнэлтэнд хүргэж байна. Үүнээс үзэхэд энэ нутгийн хөхтөн амьтдыг хамгаалах, өсгөн үржүүлэх, хамгааллын менежментийг улам боловсронгуй болгох шаардлагатайг харуулж байна. Мөн энэ нутагт экосистемийн хувьд гол үүрэгтэй гар далавчтан, мэрэгчтэн, шавж идэштний багийн хөхтөн амьтад идэш тэжээлийн гинжин холбоонд зайлшгүй хамааралтай учир бүхэлд нь оршин амьдрах орчныг тогтвортой байлгах шаардлагатай нь онцлог юм.

Тал хээрийн бүлгэмдлийн янз бүрийн үе шатыг хурдасгах, удаашруулах үйлчилгээтэй экологийн хүчин зүйлийн нэг бол хээрийн түймэр юм. Сүүлийн жилүүдэд хүний үйл ажиллагаанаас үүдсэн түймрийн давтамж, жилд гарах тоо нэмэгдэж байгаа нь тал хээрийн биоценозын амьдралд сөрөг нөлөө үзүүлсээр байна. Сүүлийн жилүүдэд энэ нутагт түймрийн давтамж нэмэгдсэн нь тал хээрийн хөхтөн амьтдын байршилд маш том сөрөг нөлөө үзүүлсэн нь тодорхой юм.

Одоогоор газрын тосны олборлолт явуулж байгаа 19-р талбайн газар нутгийг хамарсан шувууны иж бүрэн судалгаа хийгдээгүй байна. Харин Монголын Дорнод хэсгийн шувууны судалгааг хийх явцад энэ нутгийн шувууны бүрдэл, тоо толгой, байршлын талаар гарсан зарим мэдээ баримтууд нилээд байдаг. Тухайлбал: Халх гол, Буйр нуур орчим нутгийн шувууны анхны судалгааг 1928 оны 8-р сарын сүүлч 9-р сарын эхээр Оросын судлаач А.Я.Тугаринов(1932), дараа нь 1961, 1962, 1965-1967 онуудад ШУА болон ХААДС-ийн судлаач А.Болд, Д.Эрэгдэндагва (1970), Сүүлд Монгол-Зөвлөлтийн биологийн иж бүрэн судалгаагаар 1976, 1977, 1978 онуудад шувуу судлаач А.Болд, Л.С.Степанян, В.Е.Фомин, В.А.Остапенко, Н.Цэвээнмядаг нар ажиллаж энэ нутгийн шувууны талаар хэд хэдэн бүтээл (Остапенко, Гаврилов нар 1977, 1978, 1979, Фомин, Остапенко нар 1979, Степанян 1979, Фомин, Болд 1991, Цэвээнмядаг, Болд 2000) гаргаж нийтийн хүртээл болгосон байдаг. Мөн Дорнод монгол, Нөмрөг, Хэрлэн-Мэнэнг ДЦГ-т оруулах, Жаран тогоог БНГ-ын ангиллаар хамгаалалтанд авах, Буйр нуурыг Рамсар/RAMSAR/-ын конвенцид оруулах үндэслэлүүдийг гаргах, мөн тэдгээрийн ДЦГуудын менежментийн төлөвлөгөөг боловсруулах, Дорнод СОТОМО компаний газрын тосны орд газарт явуулж буй үйл ажиллагаанаас байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээ, Шувуудад чухал газар нутгийг тодорхойлох, Монгол орны хээрийн бүсэд "хөгжлийг байгаль орчинд нөлөө багатай төлөвлөх, Биологийн олон янз байдлын орхигдлын дүн шинжилгээ хийх зэрэг ажилд БОАЖЯ, Дорнодын ДЦГ-уудын хамгаалалтын захиргаа, ШУА-ийн хүрээлэнгүүд, WWF, TNC, WCS зэрэг байгууллагуудын Монгол дахь төлөөлөгчдийн газар, ЭНКО ХХКомпани зэрэг байгууллагуудын мэргэжилтэн судлаачид энэ бүс нутгийн байгаль, ан амьтан хамгааллын судалгааг 1990-2016 онуудад хийж шувуудын тоо толгой, бүрдлийн талаар зарим үр дүнгүүдийг гаргаж (Смиринский, Сумъяа нар 1991, Цэвээнмядаг 1994, 2001, 2004, 2013, Tsevenmyadag 1998, Авирмэд, Амгалан, 2001, Цэвээнмядаг, Горошко 2001, Цэвээнмядаг, Оюунгэрэл нар 2004, Цэвээнмядаг, Нямбаяр нар 2006, Нямбаяр, Цэвээнмядаг 2009, Моор, Антенен нар 2010, Yann Muzika et al 2015) байсан байна. Энэ судалгаанд хамарч байгаа нутагт 15 баг, 31 овог, 76 төрөлд хамрах 119 зүйл шувуу бүртгэгдсэн байгаагаас оршин амьдрах хэлбэрийн хувьд суурин 22 зүйл, нүүдлийн 97 зүйл шувуу байна. Энд өндөглөн зусдаг 22 зүйл, нүүдлийн үедээ дайрч өнгөрдөг 59 зүйл, өвөл хойноос ирж өвөлждөг 3 зүйл, зун тааралддаг боловч өндөглөдөг эсэх нь одоогоор тодорхойгүй 10

зүйл шувуу, тоо толгойн тойм байдлын хувьд хаа сайгүй элбэг тааралддаг 7 зүйл, ердийн тааралддаг 35 зүйл, ерөнхийдөө ховор байнга тааралдаад байдаггүй 70 зүйл, маш ховор зарим жил хаяа тааралддаг 7 зүйл шувуу (хавсралт 1) тус тус байна. Энд жинхэнэ монголын хээр талын бүс нутагт зонхилон тархсан шилийн сар (*Buteo hemilasius*), тарважи бүргэд (*Aquila nipalensis*), дорнын хиазат (*Charadrius veredus*), монгол болжмор (*Melanocorypha mongolica*), монгол божирог (*Pyrgilauda davidiana*) зэрэг шувууд байхаас гадна ус намаг, ойн шувууд ч тархсан байна. Тухайн нутгийн шувуудын зүйлийн бүрдэл болон тоо толгойн байдал улирлын чанартай өөрчлөгдөж байдгаас гадна тухайн жилийн цаг уур, хур тундас, хүн, түүний дагасан дэд бүтэцийн нөлөөллөөс ихээхэн хамаардаг.

II БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

2.1 Судалгааны объект

Судалгааны ажлыг Дорнод аймгийн Матад суман дахь Бүтээгдэхүүн Хуваах Гэрээт Тосон-Уул XIX талбайн тосоор бохирдсон хөрсний овоолгоос дээж авч гүйцэтгэнэ. Олон улсын практикт газрын тосны бохирдлыг тодорхойлохын тулд бохирдсон хөрсөн дэхь нийт нефтийн нүүрст-устөрөгч /total petroleum hydrocarbon/ ний агууламжийг авч үздэг. ТРН гэдэг нь түүхий газрын тосон дахь нүүрстустөрөгчийн янз бүрийн молекулын бүтэж бүхий хольц, агууламжийг хэлнэ. Түүхий газрын тос болон нефтийн бүтээгдэхүүнд маш олон төрлийн химийн бодис агуулагддаг тул тэдгээрийн тус бүрийн бохирдлыг нарийн хэмжих боломжгүй тул ТРН-ийг бохирдлын зэрэглэлийг тогтоох, хэмжихэд үндсэн үзүүлэлт болгон ашигладаг. Энэ үзүүлэлтийг тодорхойлуулахын тулд дээжийг АНУ-ын лабораторид шинжлүүлж шүлтлэг орчин РН-7,4 цахилгаан дамжуулах чадвар сул, азот фосфорын агууламж бараг байхгүй /маш бага 0,1 болон 0,6 мг/кг-аас тус тус бага/, харин нийт нүүрст-устөрөгч агуудсан шатах тослох органик нэгдлийн агуулга маш өндөр буюу 651,000 мг/кг байсан. Иймээс тосоор бохирдсон хөрсийг зайлшгүй нөхөн сэргээх шаардлагатай байна.

Зураг 10. Дорнод аймгийн Матад сумын нутаг дэвсгэрт үүссэн 10 000 м³ талбайг хамарсан нефть болон хог хаягдлаар бохирдсон шороон овоолго





2.2 Хөрсний дээж авах арга

Судлах гэж байгаа газрын 1000 м² талбай бүрээс хөрсийг бохирдуулж байгаа гол цэгийн ойролцоо хэсэгт 25 м² талбай сонгон, тэр талбайн дөрвөн өнцөг, төв хэсгээс нь бүгд 5 цэгээс 15-20 см-ийн гүнээс дээж авсан. Дээж авахдаа жижиг хүрзийг сайн цэвэрлэж, спирт шингээсэн хөвөнт бамбарын дөлөөр шатааж ариутган, дээж авах хэмжээнд хүртэл газраа ухаад, хүрзээ дахин дээрх аргаар ариутган ухсан нүхнийхээ 35 см орчим зузаан хэсгийг авч хаяад цаана нь гарч ирсэн талбайгаас 150-200-г шороо авч, ариун лонхонд хийж, пергаментан цаасаар амсарыг нь даруулан боосон.

2.3 Петрол тосыг биоадралд оруулах чадавхтай бактери өсгөвөрлөх арга

Газрын тосыг задлах чадвартай бактерийн омгийг ялгахдаа хөрсний дээжийг Burk-ийн уусмалд 0.25-2%-ийн органик бодис хийж хутган, органик нэгдлийг задлах чадавхтай бактерийг ялгаж мөн уусмалд 1%-ийн петрол тос нэмж сэгсрэгч инкубаторт 10 минут сэгсэрсэн. 160 грм-ийн сэгсрэгчтэй инкубаторт 25 хэмд 14 хоног өсгөвөрлөн петрол тосыг задлах чадавхыг тодорхойлно.

2.4 Шингэрүүлгийн аргаар хатуу тэжээлийн орчинд суулгац хийх арга

Хөрсний дээжээс 10 грамыг жигнэж аваад 9 мл устай колбонд хийж бөглөөд сайтар сэгсэрсэний дараа 10 минут болгон дахин сэгсрээд ариун пипеткээр 1 мл суспенз соруулан авч 9 мл ариутгасан устай 1-р хуруу шилэнд хийж сэгсэрсний дараа дахин 1 мл суспензийг ариутгасан пипеткээр соруулан 2-р хуруу шилэнд хийнэ. 3, 4, 5-р гэх мэт хуруу шилэнд дээрх аргаар шингэрүүлгийг бэлтгэнэ. Тохиромжтой шингэрүүлгээс 1 мл суспенз авч зохих тэжээлт орчинтой петрийн аяганд хийн жигд тараагаад термостатанд тавина.

2.5 Бактерийн өсгөвөржилтийн шинж чанарыг тодорхойлох арга

Петрийн аяганд давамгайлсан ургасан бактерийн өсгөвөржилтийн шинж чанарыг дараах байдлаар тодорхойлно.

Үүнд:

- Өсгөврийн хэмжээ (том - 10 мм, дунд зэрэг - 1-10 мм, цэгэн - 1мм)
- Өсгөврийн хөндлөн огтлол (дугуй, конусан, хавтгай, гэр хэлбэрийн)
- Өсгөврийн зах (тэгш, долгиотсон, шүдлэг, сормууслал, мөчирлөсөн)
- Гадаргуу (хавтгай, үрчгэр, атираатай)
- Өсгөврийн төлөв байдал (өтгөн, салслаг, шингэн, наалдамхай)

2.6 Эс будах арга

Граммын аргаар эс будахад 5 үе шаттай. Үүнд:

- Тусгайлан бэлдсэн бактерийн бэлдэц дээр шүүлтүүрийн цаас тавин дээрээс нь кристалл виолетыг дусааж 1-2 минут барина. Дараа нь нэрмэл усаар угаана. Энэ үед бактерийн эсүүд бүгд ягаан өнгөтэй будагдана.
- Шүүлтүүрийн цаасаар будагч бодисыг шингээн авч люголийн уусмалаар 1 минут орчим байлгаад дараа нь усаар угаана. Люголоор будахад эс бүхэлдээ бэхэжнэ.
- Дээрх бэлдцээ 96%-ийн этилийн спиртээр шүршиж угаахад Грамм эерэг бактери ягаан өнгөтэй хэвээр байх бол харин грамм сөрөг бактери өнгөгүй болдог.
- Үүний дараа бэлдцийг фуксины уусмалаар нэмэлт будалт хийх ба энэ үед Грамм сөрөг бактерийн эс улаан өнгөөр будагдана. ○ Нэрмэл усаар сайтар угааж, хатаан микроскопоор харахад хөх ягаан бол грамм эерэг, улаан ягаан бол Грамм сөрөг байна.

2.7 Температурын хамаарлыг тодорхойлох арга

Nutrient агар тэжээлт орчинд тарилга хийсний дараа 4°C, 10°C, 25°C, 30°C, 37°C, 42°C –д тус тус 24 - 48 цаг өсгөвөрлөн цэвэр өсгөврүүдийн ургалтын эрчмээр нь температурын хамаарлыг тодорхойлсон.

2.8 рН-ийн хамаарлыг тодорхойлох арга

Хатуу тэжээлт орчинд тарилга хийсний дараа 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 –д тус тус 24 - 48 цаг өсгөвөрлөн цэвэр өсгөврүүдийн ургалтын эрчмээр нь хамаарлыг тодорхойлсон.

2.9 Каталаза ферментийн идэвхи тодорхойлох арга

Ихэнх аэроб микроорганизмууд каталазын идэвхтэй байдаг. Облигат анаэроб ба ихэнхи микробууд каталазын идэвхгүй байдаг. Каталаза фермент нь устөрөгчийн хэт ислийг задалж хүчилтөрөгч үүсгэдэг. Каталазын идэвхийг тодорхойлохын тулд шингэн тэжээлийн орчинд ургуулсны дараа дээр нь 1 мл 33% устөрөгчийн хэт ислийг хийж өгөхөд их хэмжээний хийн цэврүү үүсдэг. Энэ нь тухайн эсэд каталаза фермент байгааг илтгэнэ.

2.10 Оксидаза ферментийн идэвхи тодорхойлох арга

Зарим бичил биетнүүд оксидаза ферментийнхээ тусламжтайгаар фенилендиамины нэгдлийг индофенол хүртэл исэлдүүлж хөх өнгө үзүүлдэг. Судалж буй өсгөврийн колониос гогцоогоор авч фенилендиамины нэгдлээр норгосон фильтрийн цаасан дээр тавина. Хэрвээ оксидаза сөрөг бол цаасны өнгө өөрчлөгдөхгүй, эерэг бол цаас 1 минутын хугацаанд хөх өнгө үзүүлнэ. Оксидазын идэвхийг тодорхойлохдоо Америк улсаас оруулж ирсэн *BD BBL™ DrySlide™* компанийн *Oxidase Slides* гэгсэн түргэвчилсэн (20 секунд) тест ашиглаж тодорхойлно.

2.11 Бактерийн биохимийн шинж чанарыг тодорхойлох арга

VITEK® 2 (bioMérieux) автомат анализатораар тодорхойлох арга

Сонгон авсан өсгөвөрүүд нь холимог биш цэвэр буюу нэгэн төрлийн колони байх шаардлагатай. Дээжнээс цэвэр өсгөвөр ялгаж морфологи, физиологийн шинжийг харгалзан хоорондоо ялгаатай цэвэр өсгөвөрүүдийг сонгон авч автомат VITEK® 2 Грам сөрөг карт, Грам эерэг карт ашиглан тодорхойлно.

2.12 Бактерийн консорциум бүрдүүлэх арга

Бактерийн омгуудын петрол тосыг бодисын солилцоондоо ашиглах чадавхыг тодорхойлон шалгаруулна. Шалгарсан бактерийн омгуудыг хооронд нь хольж тос агуулсан тэжээлт орчинд өсгөвөрлөн туршина.

2.13 Органик нэгдлийг задлах чадвартай бактерийн омгийг ялгах

Хөрсний дээжийг Burk-ийн уусмалд 0.25-2%-ийн органик бодис хийж хутган, органик нэгдлийг задлах чадвартай бактерийг ялгаж мөн уусмалд 1 ppm-ийн эндосульфат нэмж сэгсрэгч инкубаторт 10 минут сэгсэрнэ. Шинжлэх дээжээ тасалгааны хэмд 30 минут тавиад тунадсыг нь хөдөлгөлгүйгээр дээд талаас нь 1 млийг авч 9 мл шингэлэгч уусмалд хийж цаашид аравтын шингэрүүлэлт хийж 10^{-9} хүртэл шингэрүүлнэ. 14 хоногийн турш 100 мл шингэн тэжээлт орчинд 160 ppm-ийн сэгсрэгчтэй инкубаторт 25 хэмд 14 хоног өсгөвөрлөгдсөн өсгөвөр тус бүрээс 0.1 млийг мөн 10^{-9} хүртэл

шингэрүүлсэн LB agar тэжээлт орчинд тарьж 25-30 хэмд 2-5 өдрийн турш өсгөвөрлөж, ялгаж авсан бактерийн омгийг -80°C -ийн хэмд 15%-ийн глицеролд хадгална.

2.14 ДНХ ялгаж авах

Бактери тус бүрийг 10 мл тэжээлт орчинд 1 хоног өсгөвөрлөж, эсийн өсгөвөрийг 1.5 мл-ийн Eppendorf-ийн tube-д юүлж 13000 rpm-ээр 5 минут центрифугдэж шингэн хэсгийг хаяна. Тунадас дээр 500 μl 50 mM Tris-HCL эсвэл 50 mM EDTA (TE) уусмал, 10 μl lysozyme, 30 μl 10%-ийн SDS уусмал, 3 μl proteinase K нэмж, 37 хэмд 1 цаг байлгаж, 5 M NaCl уусмал 100 μl , СТАВ/NaCl 80 μl нэмж 65 хэмд 10 минут усан ваннд байлгана. Фенол/Хлороформ/Изоамил-алкоголь (25:24:1) 713 μl нэмж 13000 rpm-ээр 10 минут центрифугдэнэ. Дээд хэсгээс 400 μl -ийг шинэ Eppendorf –ийн tube – дюүлж дээр нь 400 μl хлороформ/изоамил алкоголь (24:1) нэмж 13000 rpm-ээр 10 минут центрифугдэнэ. Дээд хэсгээс 300 μl -ийг шинэ Eppendorf –ийн tube –дюүлж дээр нь 3 μl RNase нэмж 37 хэмд 1 цаг усан ваннд байлгана. 180 μl изопропанол нэмж 13000 rpm – ээр 5 минут центрифугдэж шингэн хэсгийг хаяна. Дээр нь 70%-ийн этилийн спирт 1 мл – ийг нэмж вортексоор хольж 13000 rpm –ээр 5 минут центрифугдэж шингэн хэсгийг хаяна. Энэхүү угаах үе шатыг 3 удаа давтаж болно. Ялгаж авсан ДНХ-г 37 хэмийн инкубаторт хатааж 50-100 μl давхар нэрсэн усаар шингэлж 65 хэмийн усан ваннд 10 минут байлгана. Геномын ДНХ-г полимеразын гинжин урвал явуулж электрофорезоор шалгана.

2.15 Филогенетикийн судалгаа

Филогенетикийн судалгааг 16S rPHX секвенсийн аргаар GenBank database–ийн BLAST, EzTaxon програмыг ашиглан тогтооно. (nucleotide blast; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>, <http://www.eztaxon.org/>; Chun *et al.*, 2007).

2.16 Бактерийн морфологи, физиологи, биохимийн шинж чанарыг тодорхойлох, консорциум бүрдүүлэх

Бактериг 2-3 өдрийн турш 30 хэмд агаартай орчинд өсгөвөрлөн морфологи, физиологи, биохимийн шинж чанарыг тодорхойлно. Микроскоп ашиглаж морфологийн шинж чанаруудыг, 3%-ийн H_2O_2 уусмал ашиглаж каталаза ферментийн идэвхийг, оксидазын уусмал (Oxidase Reagent, bioMerieux)-аар оксидаза ферментийн идэвхийг тус тус илэрүүлнэ. 1 MhCl, NaOH ашиглан pH-ийн хэмжээг, 0-10% NaCl нэмж тэжээлт орчны давслагын хэмжээг тохируулна. VITEC болон API систем (API 20E, API 20NE, 50CHB/E, ZYMtest, bioMerieux)–ээр бактерийн физиологи, биохимийн шинж чанарыг тодорхойлно.

Органик нэгдлийг задлах чадавхи сайтай бактерийн омогийг сонгож хэд хэдэн төрлийн консорциум бүрдүүлнэ. Эдгээр консорциумаас дээрх органик нэгдлүүдийг биоадралд оруулж буй чадавхийг нь тодорхойлно.

2.17 Тооцоолол хийх

Биоремедиацийн үйл явц нь хүнд үйлдвэрт ажилладаг бизнес эрхлэгчдэд хөрсөөс бохирдуулагч бодисыг үр дүнтэй арилгахад тусалдаг ч биоремедиацийн зардал нь үнийн янз бүрийн хүчин зүйлсээс хамаар өөр байх боломжтой юм. Үүнийг харгалзан үзэж зарим хүчин зүйлийг илүү нарийвчлан авч үзэх хэрэгтэй. Энэ нь хөрсний нөхөн сэргээлтийн үйл ажиллагааг төлөвлөх, үйл ажиллагааны зохицуулалтыг бүрэн дагаж мөрдөх, тогтвортой байдлыг хангахад тусална.

2022 оны 08 сарын 03-ны байдлаар Холбооны нөхөн сэргээх технологийн газрын мэдээлснээр зардал нь нэг шоо метр тутамд 30 доллар (эсвэл шоо метр тутамд 20 доллар) -аас 100 доллар (шоо метр тутамд 80 доллар) хооронд хэлбэлздэг байна. Энэ 70 долларын зөрүү нь эхэндээ тийм ч их биш мэт санагдаж болох ч үүнийг их хэмжээний хөрсөнд экстраполяци хийх нь зардлын хэлбэлзлийг эрс нэмэгдүүлдэг. Ийм учраас үйлдвэрлэлийн байгууламжид биоремедиацийн зардлыг хянах нь маш чухал юм.

Нөхөн сэргээх технологийн холбооны мэдээлснээр зардал нь нэг шоо метр тутамд 30 доллар (эсвэл шоо метр тутамд 20 доллар) -аас 100 доллар (шоо метр тутамд 80 доллар) хооронд хэлбэлздэг (Treatment, 2022). Биологийн нөхөн сэргээлтийн зардал нь бохирдсон хөрсний нэг м³ тутамд 50.7-310.4 ам.долларын хооронд хэлбэлзэж байна (Orellana et al., 2022). Газрын тосны хайгуул, олборлолт, ашиглалтын үйл ажиллагаанаас эвдэрсэн газрын нөхөн сэргээлтийг MNS 6200:2010 гэсэн стандартаар нөхөн сэргээлтэд бэлэн болгоно.

Бактери

Олон бактериуд хөрсөнд агуулагдах газрын тосыг задлах чадвартай боловч био нөхөн сэргээхэд цэвэр өсгөврөөс илүүтэйгээр холимог өсгөвөр ашиглах нь ашигтай (Wikipedia, 2022). Нүүрс устөрөгчийн задралд зориулагдсан бактериуд нь зах зээлд хөлдөөж хатаасан бактери хэлбэрээр худалдаалагдах боломжтой бөгөөд тэдгээрийг хамгийн багадаа 2×10^8 CFU/мл хүртэл үржүүлсний дараа био нөхөн сэргээхэд ашиглаж болно (Thara et al., 2012). Нефтийн бүтээгдэхүүн задалдаг бактериуд нь *псевдомонас*, *аэромонас*, *моракселла*, *беижеринкиа*, *ф-лавобактери*, *хробактери*, *нокарди*, *коринебактери*, *атинетобактер*, *микобактерна*, *модоккокк*, *стрептомицилли*, *бактерианактериа*, *бактерианактер*.

Тэжээл

Хэдийгээр бактериуд бохирдсон хөрсөнд байдаг ч тэдгээр нь тухайн талбайг био нөхөн сэргээхэд шаардагдах тоо хэмжээгээр байх боломжгүй. Тэдний өсөлт, үйл ажиллагааг идэвхжүүлэх ёстой. Нүүрстөрөгч нь амьд организмд шаардлагатай шим тэжээлийн хамгийн үндсэн хэлбэр юм. Бактериуд нь тосыг үр дүнтэй задлахын тулд азот, фосфор зэрэг макро шим тэжээлийг шаарддаг (U.S. Congress, 1991). Нүүрс устөрөгчийг нөхөн сэргээхэд шаардагдах шим тэжээлийн оновчтой тэнцвэр нь Нүүрстөрөгч: Азот: Фосфор буюу 100:10:4 байна. 1 ppm-ээс багагүй аммонийн азот, 0.4 ppm ортофосфат байх шаардлагатай. Био шим тэжээлийн хэмжээг цаашид тохируулах замаар замд нөлөөлж болно (U.S. Congress, 1991).

Хүснэгт 8. Бактерийн эсийн найрлага

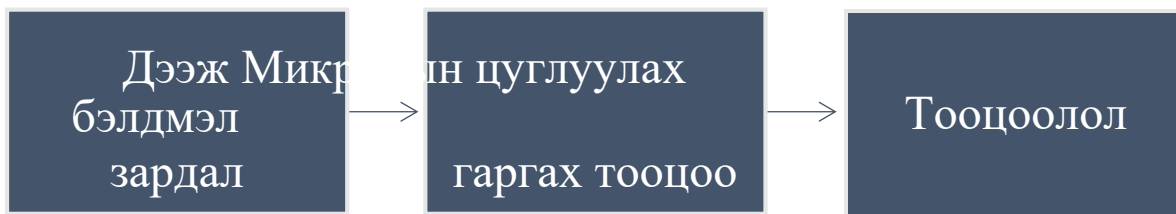
Элемент	Хувь	Элемент	Хувь
Нүүрстөрөгч	50	Натри	1
Азот	14	Кальци	0.5
Хүчилтөрөгч	20	Магни	0.5
Устөрөгч	8	Хлорид	0.5
Фосфор	3	Төмөр	0.2
Хүхэр	1	Бусад	0.3
Кали	1		

Бактерийн шинж чанар болон бактерийн консорциум бүрдүүлсэний дараа эдийн засгийн тооцоололыг хийж гүйцэтгэнэ. Үүнд, цэвэршүүлэх технологи ба эдийн засгийн тооцоо орно.

2.17.1 Цэвэршүүлэх технологи ба тооцоо

Уг судалгааны ажлаар хийгдэх судалгааны тооцоог тус бүрт нь хийж гүйцэтгэнэ. Хийгдэх ажлуудын хувьд: дээж цуглуулах, цуглуулсан дээжээс бактери өсгөвөрлөн шинж чанар болон физиологийн тодорхойлон биохимийн идэвх мөн бактерийн зүйлийн молекул биологийн аргаар тодорхойлсны дараа цэвэршүүлэх технологийн тооцоолол хийгдэнэ. Судалгааны шинжилгээний зардлыг тооцоходоо дараах загварын дагуу хийж гүйцэтгэв. Үүнд; дээж цуглуулах зардал, микробын бэлдмэл гаргах тооцоо болон бэлдмэл хийх зардал орсон болно.

Зураг 11. Шинжилгээг тооцох загвар



Эх сурвалж: судлаачийн дүрслэл

III БҮЛЭГ. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

3.1 Бактерийн өсгөвөржил шинж чанарыг тодорхойлсон дүн

Газрын тосоор бохирдсон хөрсний овоолгын дээжнээс морфологийн шинжээр ялгаатай нийт 2 бактерийн өсгөвөрийг ялгаж авсан бөгөөд колоний шинжийг тэмдэглэлээ /Хүснэгт 9/.

Хүснэгт 9. Бактерийн шинж чанарыг тодорхойлсон дүн

Д/д	Колоны №	Колоны					Төлөв байдал
		Хэмжээ (мм-ээр)	Хэлбэр	Өнгө	Гадаргуу	Зах	
1	DMTs1	3	Дугуй	Шар	Гөлгөр	Тэгш	Зөөлөн
2	DMTs2	5	Дугуй	Шар	Гөлгөр	Тэгш	Зөөлөн

Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

Тамсагийн тостой шорооноос ялгасан өсгөвөрүүд нь дугуй хэлбэртэй, гөлгөр гадаргуутай, шар өнгөтэй, тэгш захтай, зөөлөн төлөвтэй, хэмжээгээрээ дунд зэргийн колониуд байна. Грамын будалтыг хийж үзэхэд Грам эерэг, савханцар бактери болохыг тогтоов. Урьдчилсан байдлаар DMTs1, DMTs2 омогууд нь *Bacillus*-ийн төрөл болохыг тогтоолоо. Цаашид нарийвчилсан биохимийн болон молекул биологийн шинжилгээнүүдийг хийж баталгаажуулна.

Эдгээр 2 омог нь Тамсагийн тостой шороонд давамгайлсан илэрсэн доминант бактери бөгөөд бүх хөрсний дээжнээс илэрсэн. Уг өсгөвөрийг 2%-ийн петрол тос агуулсан тэжээлт орчинд өсгөвөрлөн ялгаж авав.

Зураг 12. Тостой шороонд давамгайлан илэрсэн бактерийн омог



Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

3.2 Лабораторийн нөхцөлд бактерийн физиологийн идэвхийг судалсан дүн

Уг өсгөвөрүүдийг Nutrient агар тэжээлт орчинд тарилга хийсний дараа 4°C, 10°C, 25°C, 30°C, 37°C, 40°C-д тус тус 24-48 цаг өсгөвөрлөн цэвэр өсгөвөрүүдийг ургалтын эрчмээр нь температурын хамаарлыг тодорхойлоход 4-37 хэмд 0-8%-ийн давстай, 5-9 рН орчинд өсгөвөрлөгдөж байна /Хүснэгт 10/.

Хүснэгт 10. Температур болон орчны зөрүүтэй нөхцөлд өсгөвөрлөгдсөн байдал

Омог	Температур	Оптималь температур	рН	Оптималь рН	NaCl	NaCl /оптималь/
DMTs1	4-37	25-30	5-9	6.5-7	0-10	1-3
DMTs2	4-37	25-30	5-9	6.5-7	0-10	1-3

Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

3.3 Лабораторийн нөхцөлд бактерийн биохимийн идэвхийг судалсан дүн

Өсгөвөрүүдийн биохимийн шинж чанарыг “Vitek” маркын хурдавчилсан тест ашиглан судлахад D-amygdalin AMY, Phosphatidylinositol phospholipase, Arginine dihydrolase, Beta-galactosidase, Alpha-glucosidase, Ala-phe-pro-arylamidase, L-aspartate arilamydase, Alpha-mannosidase Leucine arilamydase, L-proline arylamidase, D-maltose, D-mannitol, D-mannose, Glucose, D-raffinose, Salicin, Sucrose ферментүүдийг нийлэгжүүлж, макромолекулуудыг бодисын солилцоондоо ашиглаж байна

Хүснэгт 11. VITEK® 2 /bioMérieux/ автомат анализатораар Грам эерэг карт ашиглан тодорхойлсон үр дүн

Тестийн нэршил	Тестийн товчлол	DMTs1	DMTs2
1.D-amydalin AMY	AMY	+	+
2.Phosphatidylinositol phospholipase C	PIPLC	+	+
3.D-xylose	dXYL	-	-
4.Arginine dihydrolase 1	ADH1	+	+
5.Beta-galactosidase	BGAL	+	+
6.Alpha-glucosidase	AGLU	+	+
7.Ala-phe-pro-arylamidase	APPA	+	+
8.L-aspartate arilamydase	AspA	+	+
9.Beta galactopyranosidase	BGAR	-	-
10.Alpha-mannosidase	AMAN	+	+
11.Phosphatase	PHOS	-	-
12.Leucine arilamydase	LeuA	+	+
13.L-proline arylamidase	ProA	+	+
14. D-maltose	dMAL	+	+
15. Novobiocin resistance	NOVO	-	-

16. Growth in 6.5% NaCl	NC6.5	-	-
17. D-mannitol	dMAN	+	+
18. D-mannose	dMNE	+	+
19. Glucose	GLU	+	+
20. Pullulan	PUL	-	-
21. D-raffinose	dRAF	+	+
22. O/129 resistance	O129R	-	-
23. Salicin	SAL	+	+
24. Sucrose	SAC	+	+
25. D-trehalose	dTRE	-	-

Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

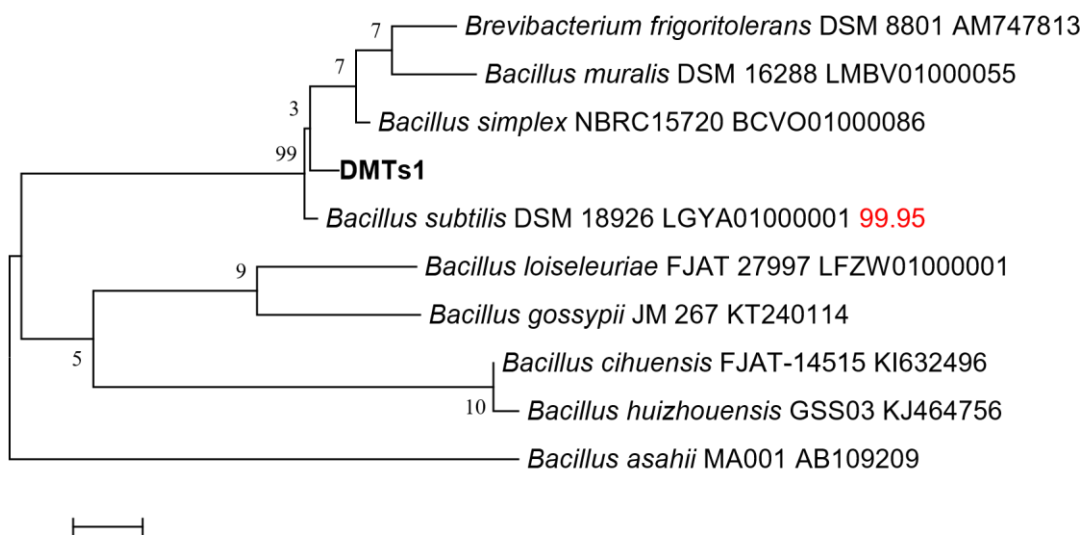
3.4 Бактерийн зүйлийг молекул биологийн аргаар тодорхойлсон дүн

Газрын тосоор бохирдсон хөрснөөс ялгасан өсгөвөрүүд нь дугуй хэлбэртэй, гөлгөр гадаргуутай, шар өнгөтэй, тэгш захтай, зөөлөн төлөвтэй, хэмжээгээрээ дунд зэргийн колониуд бөгөөд Грам эерэг, савханцар бактери байна. Эдгээр бактерийн омгуудын физиологи, биохимийн шинж чанарыг тодорхойлоход 4-37 хэмд 0-8%-ийн давстай, 5-9 рН орчинд өсгөвөрлөгдөж байна. Биохимийн хурдавчилсан тестийг ашиглан макромолекулууд болон ферментийн идэвхийг тодорхойлсон.

Бактерийн DMTs1, DMTs2 омгуудын петрол тосыг бодисын солилцоондоо ашиглах чадавхыг тодорхойлсон үр дүнд үндэслэн бактерийн омгуудыг хооронд нь хольж тос агуулсан тэжээлт орчинд өсгөвөрлөн туршихад тус тусдаа байснаасаа илүү идэвхтэйгээр тосыг биозадралд оруулж байгааг тогтоосон.

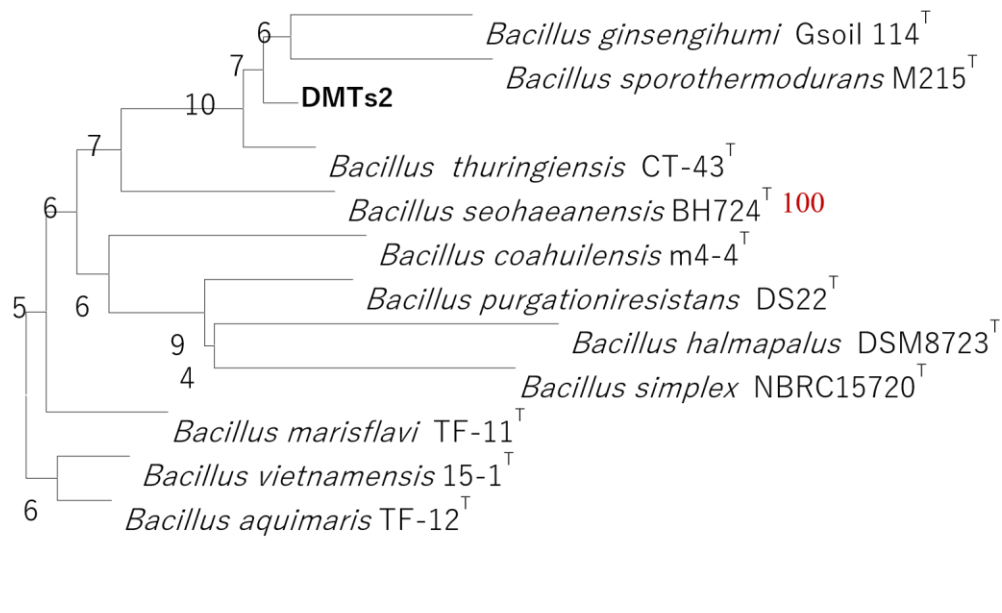
Эдгээр омгуудыг молекул биологийн аргаар нуклейн хүчлийн дэс дарааллыг уншуулан зүйлийн түвшинд тодорхойлоход DMTs1 (коллекцийн № 1) омог 99.95%-иар Bacteria аймаг, Firmicutes хүрээ, Bacilli анги, Bacillales баг, Bacillaceae овог, *Bacillus* төрөл *Bacillus subtilis* зүйл, DMTs2 (коллекцийн № 2) омог 100%-иар Bacteria аймаг, Firmicutes хүрээ, Bacilli анги, Bacillales баг, Bacillaceae овог, Bacillus төрөл *Bacillus thuringiensis* зүйл болохыг тус тус тодорхойлов /Зураг 13, 14/.

Зураг 13. DMTs1 бактерийн омогийн 16S р-PHX-ийн ген секвенс, удам төрлийн хамаарал



Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

Зураг 14. DMTs2 бактерийн омогийн 16S р-PHX-ийн ген секвенс, удам төрлийн хамаарал



Эх сурвалж: судлаачийн судалгааны үр дүн

3.5 Тооцоолол

Судалгааны ажлаар цэвэршүүлэх хөрсний судалгааны зардлын боловсруулсан ба цэвэршүүлэхэд орох микробын бэлдмэлийн тооцоог хийсэн. Зардлын төрөл тус бүрийн зардлын тодорхой бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг хүснэгт 12-т жагсаав.

Биоремедиацийн аргаар цэвэршүүлэх боломж, санхүүжүүлэлтийн аргыг мөн авч үзэв.
Хүснэгт 12. Зардлын бүрэлдэхүүн хэсэг

Зардлын төрөл
1. Судалгаа
2. Унааны зардал
3. Лабораторийн шинжилгээний зардал
4. Микробын бэлдмэл (Microbial agent) тооцоолол

Дээж цуглуулах зардал

Нэг. Материалын зардал:

- Хүрз
- Бээлий
- Хөрсний дээжний уут
- Бээлий 500,000₮
- Маск
- Маркер
- Ариун лонх
- Пергамент цаас



Хоёр. Замын зардал:

- Бензин / 500,000~600.000₮

Гурав. Хоол / 200,000₮

Дөрөв. Байрлах газар / 250,000₮

Лабораторийн зардал

- ТРН шинжилгээ 1,100,000₮
- Нефть ба нефть бүтээгдэхүүний бохирдол эрдэс тос 150,000₮

- Хөрсний орчин /рН/ 8500₯

Микробын бэлдмэл хийх тооцоо

Бактерийг дангаар хэрэглэснээс холимог байдлаар цэвэршүүлэлтэд ашиглавал үр дүнтэй. Тиймээс микробын шингэн бэлдмэлээр органик нэгдлүүдийг цэвэршүүлэх туршилт хийхэд шаардагдах ургуулах микробыг тооцно. Консорциумын микробын нунтаг хуурай хэлбэрийн бэлдмэлийн найрлагад үйлдвэржилтийг тогтворжуулахад туслах бодис ашигласан. Туслах бодис дээр 10% хөлдөөж хатаасан бактерийн консорциум, 77% элс шороо, 10% глюкоз, 3% витамин С нэмж эцсийн бүтээгдэхүүнийг хийнэ.

Микробын бэлдмэлийн найрлага: Элс, шороо 77%
 Витамин С 3%
 Бактери 10%

Глюкоз 10%

Тооцоолол:

$$1 \text{ г} - 0,37 \times 10^6$$

$$10^{18} \text{ г} - X$$

$$X = 0,37 \times 10^{24} \text{ бактерийн эс}$$

Нийт бэлдмэлийн 10% буюу $0,37 \times 10^{24}$ нь бактерийн эс болж байна. Цацах

$$\text{бэлдмэлийн тооцоо: } 0,37 \times 10^{24} \times 0,7 = 0,259 \times 10^{22}$$

100

$0,259 \times 10^{22}$ нэмэлт материал (шороо, глюкоз, витамин С) бэлдмэлийн бэлтгэнэ.

Бэлдмэл хийх зардал

Хүснэгт 13. Түүхий эдийн үнэ

Түүхий эд	Үнэ \$	Үнэ ₯
Глюкоз	660	2.308.500
Витамин С	800	2.800.000

Эдийн засгийн үнэлгээ

Газрыг үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглаж хомсдуулснаас үүдэх хохирлын хэмжээг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$S_{HӨ} = S_{OB} + S_k$$

Энд, $S_{HӨ}$ – уурхайн олборлолтод өртсөн талбай, м², эсвэл га;

S_{OB} – гадаад овоолгын суурийн эзлэх талбай, м², эсвэл га;

S_k – уурхайн малталтад өртсөн талбай, м², эсвэл га.

$$1928 = 1198 + 729.877$$

Хүснэгт 14. Петрожайна Дачин Тамсаг ХХК-ийн үйл ажиллагааны ашиг

Үзүүлэлтүүд	Улсын төсөвт	Экспорт	Олборлолт
Үйл ажиллагааны ашиг	654 сая ам.доллар	2.9 тэрбум ам.доллар	5.8 сая гаруй тонн

Зардлын тооцоолол

Хүснэгт 15. Биоремедиацийн төрлүүдээр цэвэршүүлсэн хөрсний м³ тутамд тооцолсон зардал

Зардалын төрөл	Үзүүлэлтүүд	Дүн \$	Дүн ₮
Бүтээгдэхүүний зардал	Материалын зардал	17.5~174.0	500.000~650.000
	Хөдөлмөрийн зардал	3.5~6.3	12.000.000~20.000.000
	Үйлдвэрлэлийн нэмэгдэл зардал	11.6~29.4	40.000.000~45.000.000
Хугацааны зардал	Захиргааны зардал	4.0~7.0	13.000.000~20.000.000
	Маркетинг, борлуулалтын зардал	2.0~4.0	6.000.000~13.00.000

ДУГНЭЛТ

Судалгааны ажлын хүрээнд хөрс, хөрсний бохирдол, газрын тосны салбар, нөхөн сэргээлтийн аргууд болоод биоремедиаци буюу биологийн цэвэрлэгээний аргыг судалж давуу болон сул тал зэргийг онолын болон судалгааны хүрээнд шинжлэв.

Судалгааны ажлын үр дүнгээс харахад газрын тосоор бохирдсон хөрснөөс ялгасан өсгөврүүдийн бактери нь DMTs1, DMTs2 омог байсан бөгөөд хооронд нь хольж бактерийн консорциум бүрдүүлэн 2% тос агуулсан тэжээлт орчинд өсгөвөрлөн туршихад дангаараа байснаасаа илүү өндөр идэвхтэйгээр тосыг биозадралд оруулж байгааг тогтоосон. Эдгээр омгуудыг молекул биологийн аргаар нуклейн хүчлийн дэс дарааллыг уншуулан зүйлийн түвшинд тодорхойлоход DMTs1 омог 99.95%-иар *Bacillus subtilis* зүйл, DMTs2 омог 100%-иар *Bacillus thuringiensis* зүйл болохыг тус тус тодорхойлов.

Микробын бэлдмэл ашиглан цэвэршүүлэхэд $0,37 \times 10^{24}$ бактерийн эс нь $0,259 \times 10^{22}$ материалаар (элс шороо, глюкоз, витамин С, бактери) микробын бэлдмэлийг бэлтгэнэ. Ингэснээр газрын тосоор бохирдсон хөрсийг биоремедиацийн аргыг ашиглан цэвэршүүлэх боломжтой гэж үзэж байна.

САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ

Энэхүү судалгааны ажилд ашигласан эх сурвалжууд, судалгааны ажлын арга зүй болон үр дүн дээр үндэслэн дараах санал зөвлөмжийг гаргаж байна.

- Газрын тосны салбараас байгаль орчинд учруулж буй хор хөнөөл тэр дундаа хөрсний бохирдолд хяналт тавих, бодлого боловсруулах тал тээр байгаль орчин, аялал жуулчлалын яамнаас дорвитой алхам хийх
- Газрын тосны хайгуул, олборлолтын үйл ажиллагаа явуулж байгаа газарт байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын ерөнхий болон нарийвчилсан үнэлгээг байнга хийлгэж, бохирдлын хэмжээг тодорхойлох, нөхөн сэргээлт хийгдсэн эсэх дээр хяналт тавих
- Газрын тосны хайгуул, олборлолтын үед технологийн горим мөрдөн ажиллахыг баримтлан, байгаль орчны хяналт, нөхөн сэргээх төлөвлөгөө зэргийг мэдээллийг улсын сан бүрдүүлж, түүнийг олон нийтэд ил тод байлгах
- Байгалийн нөөцийг олборлож байгаа тохиолдолд байгаль ээлтэй, эдийн засгийн хувьд ашигтай, оновчтой нөхөн сэргээлтийн арга буюу биологийн нөхөн сэргээлтийн аргыг сонгож хийх шаардлагатай байна.

НОМ ЗҮЙ

Монгол хэл дээрх эх сурвалжууд:

Галт. (2000). *Хөрсний микробиологи* (pp.310-318).

Галт. (2009). *Микробиологи* (pp. 416–420).

Гончигсумлаа. (2000). *Хөрс судлал үүсэл, тархалт, ангилал*.

Наранхүү. (2021). *Газрын тосны мэдээлэл*. <https://mrpm.gov.mn/article/49/>

Оюунчимэг.Т. (2020). *Байгаль орчны эдийн засаг хичээлийн лекцийн эмхэтгэл* (Т.Оюунчимэг (ed.); 1st ed.). “Соёмбо принтинг” ХХК.

Англи хэл дээрх эх сурвалжууд:

Abu-Khasan, M. S., & Makarov, Y. I. (2021). Analysis of soil contamination with oil and petroleum products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 937(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/2/022046>

Angelova, L. (2020). *Bioremediation: using microorganisms to clean up the environment*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02187-9>

Ashraf, M. A., Maah, M. J., & Yusoff, I. (2014). Soil Contamination, Risk Assessment and Remediation. In M. C. Hernandez-Soriano (Ed.), *Environmental Risk Assessment of Soil Contamination*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/57287>

Azubuike, C. C., Chikere, C. B., & Okpokwasili, G. C. (2016). Bioremediation techniques—classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 180. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2137-x>

Canak, S., Berezljjev, L., Borojevic, K., Asotic, J., & Ketin, S. (2019). BIOREMEDIATION AND “GREEN CHEMISTRY.” *Fresenius Environmental Bulletin*, 28, 3056–3064.

Center, E. P. (2022). *What Is Soil Pollution?*

Durán, N., & Esposito, E. (2000). Potential applications of oxidative enzymes and phenoloxidase-like compounds in wastewater and soil treatment: a review. *Applied Catalysis B: Environmental*, 28(2), 83–99. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-3373\(00\)00168-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-3373(00)00168-5) EIA.

(2022). *U.S. Energy Information Administration*.

El Fantroussi, S., & Agathos, S. N. (2005a). Is bioaugmentation a feasible strategy for pollutant removal and site remediation? *Current Opinion in Microbiology*, 8(3), 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2005.04.011>

El Fantroussi, S., & Agathos, S. N. (2005b). Is bioaugmentation a feasible strategy for pollutant removal and site remediation? *Current Opinion in Microbiology*, 8(3), 268–275. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2005.04.011>

- Enva. (2022). *Treatment Methods for Contaminated Soil*. Taylor & Francis. <https://enva.com/case-studies/contaminated-soil-treatment-methods#:~:text=Options for treating contaminated soil include%3A&text=Chemical oxidation converts contaminated soils,to separate or remove contaminants>
- Falkova, M., Vakh, C., Shishov, A., Zubakina, E., Moskvina, A., Moskvina, L., & Bulatov, A. (2016). Automated IR determination of petroleum products in water based on sequential injection analysis. *Talanta*, *148*, 661–665. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.05.043>
- Forbes. (2020). *Forbes Global 2000*. <https://www.forbes.com/companies/petrochina/?sh=6b646227841e>
- Frutos, F. J. G., Pérez, R., Escolano, O., Rubio, A., Gimeno, A., Fernandez, M. D., Carbonell, G., Perucha, C., & Laguna, J. (2012). Remediation trials for hydrocarbon-contaminated sludge from a soil washing process: evaluation of bioremediation technologies. *Journal of Hazardous Materials*, *199–200*, 262–271. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.11.017>
- Gómez-Sagasti, M. T., Epelde, L., Alkorta, I., & Garbisu, C. (2016). Reflections on soil contamination research from a biologists point of view. *Applied Soil Ecology*, *105*(2015), 207–210. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.04.004>
- Jia, J., Zong, S., Hu, L., Shi, S., Zhai, X., Wang, B., Li, G., & Zhang, D. (2017). The Dynamic Change of Microbial Communities in Crude Oil-Contaminated Soils from Oil Fields in China. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, *26*(2), 171–183. <https://doi.org/10.1080/15320383.2017.1264923>
- Kensa, V. M. (2011). Bioremediation-an-Overview-161-168.Pdf. *Jr. of Industrial Pollution Control*, *27*(2), 161–168.
- Kuppusamy, S., Thavamani, P., Venkateswarlu, K., Lee, Y. B., Naidu, R., & Megharaj, M. (2017). Remediation approaches for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) contaminated soils: Technological constraints, emerging trends and future directions. *Chemosphere*, *168*, 944–968. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.10.115>
- Logsdon, S. (2008). *Encyclopedia of soil science*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Soil Contamination and remediation, (2010).
- Nations, U. (2017). *Soil pollution comes under scrutiny*.
- Nations, U. (2018). *Report sounds alarm on soil pollution*. <https://www.fao.org/news/story/en/item/1126971/icode/>
- Nwaichi, E. O., Ahmed, I. B., Ugwoha, E., Ugbebor, J. N., & Arokoyu, S. B. (2022). Cost reduction strategies in the remediation of petroleum hydrocarbon contaminated soil. *Open Research Africa*, *5*, 1–18. <https://doi.org/10.12688/openresafrika.13383.1>
- Orellana, R., Cumsille, A., Piña-Gangas, P., Rojas, C., Arancibia, A., Donghi, S., Stuardo, C., Cabrera, P., Arancibia, G., Cárdenas, F., Salazar, F., González, M., Santis, P., Abarca-Hurtado, J., Mejías, M., & Seeger, M. (2022). Economic Evaluation of

- Bioremediation of Hydrocarbon-Contaminated Urban Soils in Chile. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su141911854>
- Pal, A. K., Singh, J., Soni, R., Tripathi, P., Kamle, M., Tripathi, V., & Kumar, P. (2020). 10 - The role of microorganism in bioremediation for sustainable environment management. In V. C. Pandey & V. Singh (Eds.), *Bioremediation of Pollutants* (pp. 227–249). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819025-8.00010-7>
- Sharma, I. (2020). Bioremediation Techniques for Polluted Environment: Concept, Advantages, Limitations, and Prospects. In M. A. Murillo-Tovar, H. SaldarriagaNoreña, & A. Saeid (Eds.), *Trace Metals in the Environment*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90453>
- Štefanac, T., Grgas, D., & Landeka Dragičević, T. (2021). Xenobiotics-Division and Methods of Detection: A Review. *Journal of Xenobiotics*, 11(4), 130–141. <https://doi.org/10.3390/jox11040009>
- Thapa, B., KC, A., & Ghimire, A. (2012). A Review On Bioremediation Of Petroleum Hydrocarbon Contaminants In Soil. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8, 164–170. <https://doi.org/10.3126/kuset.v8i1.6056>
- Treatment, W. (2022). *Understanding bioremediation costs: planning a bioremediation process*. <https://chemtech-us.com/understanding-bioremediation-costs-planning-abioremediation-process/>
- Troquet, J., & Troquet, M. (2002). Economic aspects of polluted soil bioremediation. *Brownfield Sites: Assessment, Rehabilitation and Development*, 267–276.
- U.S. Congress, O. of T. A. (1991). *Bioremediation for Marine Oil Spills-Background Paper, OTA-BP-O-70 May 1991. May*.
- United States Environmental Protection Agency. (2011). *Green Remediation Best Management Practices : Sites with Leaking Underground Storage Tank Systems. June*, 1–4.
- Wolicka, D., Suszek, A., Borkowski, A., & Bielecka, A. (2009). Application of aerobic microorganisms in bioremediation in situ of soil contaminated by petroleum products. *Bioresource Technology*, 100(13), 3221–3227. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.02.020>
- Yan, L., Sinkko, H., Penttinen, P., & Lindström, K. (2016). Characterization of successional changes in bacterial community composition during bioremediation of used motor oilcontaminated soil in a boreal climate. *Science of The Total Environment*, 542, 817–825. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.144>
- Yuvraj. (2022). Microalgal BioremediationBioremediation: A Clean and Sustainable Approach for Controlling Environmental PollutionEnvironmental pollution. In S. Arora, A. Kumar, S. Ogita, & Y.-Y. Yau (Eds.), *Innovations in Environmental*

Biotechnology (pp. 305–318). Springer Nature Singapore.
https://doi.org/10.1007/978981-16-4445-0_13

Цахим эх сурвалжууд:

- Wikipedia. (2022). *Biostimulation*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biostimulation> Mongolian Mining. (2022). *Дэлхийн газрын тосны зах зээлийн өнөөгийн байдал, ирээдүйн төлөв*. <https://www.mongolianminingjournal.com/a/72295>
- Montsame. (2016). *Монгол Улс “Петрочайна Дачин Тамсаг” ХХК-ийн олборлосон тосны 24 хувийг л авч байна*. <https://montsame.mn/mn/read/297203>