

## Нүүрсний уурхайн нөхөн сэргээлтийн дараах хөрсөнд хийсэн судалгааны зарим үр дүн

Жамбалсүрэнгийн Баярмаа\*<sup>ORCID</sup>, Тогтохбаярын Алтанцацрал, Дондогийн Пүрэв

Шинжлэх ухааны сургууль, МУИС, Залуучуудын өргөн чөлөө 1, Улаанбаатар

\*Холбоо баригч зохиогч: [bayarmaa@num.edu.mn](mailto:bayarmaa@num.edu.mn)

 <https://orcid.org/0000-0002-3037-7269>

Хүлээн авсан: 01.03.2021

Хянасан: 01.06.2021

Хэвлэлтэд орсон: 21.06.2021

### Хураангуй

Хөрсний нөхөн сэргээлтийн үндсэн зорилго нь тухайн хөрсний үзүүлэлтүүдийг байгалийн хөрсний үзүүлэлтүүдэд аль болох ойртуулах явдал байдаг. Энэ үйл явц хир зэрэг үр өгөөжтэй явагдсаныг илрүүлэх зорилгоор нүүрсний уурхайн олборлолтоос үлдсэн овоолго шороонд 2003 онд согоовор (*Bromus inermis* L.), царгас (*Medicago sativa* L.), өлөнгө (*Elymus* L.) тарьж биологийн нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний дээж, харьцуулах зорилгоор ижил хэв шинжийн хөрснөөс авсан хяналтын хөрсний дээжинд үржил шимийн үндсэн үзүүлэлт болдог ялзмаг, хөрсөн дэх азот, нүүрстөрөгчийн эргэлтэд чухал үүрэгтэй протеаза, сахараза болон хөрсний микробын үйл ажиллагаатай салшгүй холбоотой каталаза ферментийн идэвхийг тодорхойлоход нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний ялзмагийн агууламж хяналтын хөрснийхөөс 17.1%, сахаразын идэвх 20.0%, каталазын идэвх 78.6%-иар доогуур байгаа нь хяналтын хөрсний үзүүлэлтүүдэд хүрээгүйг, харин протеазын идэвх 36.28%-иар өндөр байгаа нь тухайн хөрсний нөхөн сэргээлтэд ашигласан буурцагтны овгийн ургамлуудын үндэсний микробын үйл ажиллагаа илүү эрчимтэй явагдаж байгааг харуулсан ба хөрсний ферментүүдийн идэвх, ялзмагийн агууламжтай хүчтэй хамааралтай байгаа нь энэ хөрсөнд азот, нүүрстөрөгчийн солилцоо зүй зохицтой явагдаж, микроорганизмын үйл ажиллагаа идэвхтэй байгааг харууллаа.

**Түлхүүр үг:** Хөрс, фермент, нөхөн сэргээлт

### Оршил

Манай улсын хэмжээнд ашигт малтмал олборлолтоос газрын хөрс эвдрэлд орох, байгалийн унаган төрх алдагдах, гол, горхи ширгэх, усны түвшин буурах, мал аж ахуй, газар тариалангийн үйлдвэрлэлд бэрхшээл учрах мэт олон сөрөг үр дагавар үлддэг. Ашигт малтмал олборлох үйл ажиллагааны байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг бууруулах, байгалийн унаган төрхийг сэргээх зорилгоор хөрсний нөхөн сэргээлтийг явуулдаг. Ингэхдээ агротехникийн болон гидромелиорацийн арга ажиллагааны системийг хэрэгжүүлэх замаар эвдэрсэн газрын хөрсний үржил шим, хөдөө аж ахуйн болон ойн тарьц, суулгацын ургац өгөх чадваруудыг эрчимтэйгээр дээшлүүлэх, олон наст буурцагт ургамлын суулгац тариалах, хөрс сайжруулах мод, бут, сөөг тариалахад чиглэсэн хөрс сайжруулах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлдэг [1]. Хөрсний шимт давхарга нь ургамлын ургалт,

төлжилд таатай нөлөөлөхүйц физик, хими, биологийн шинж чанартай, ялзмаг бүхий хөрсний давхарга. Экосистемийн эмзэг орчинтой, байгалийн нөхөн сэргээх чадвар сул, зуны улирал богино, жилийн ихэнхийг өвөл, хавар, намрын улирал эзэлдэг манай орны хувьд энэхүү үе давхарга бүрэлдэн бий болох, тогтворжиход нилээд хугацаа зарцуулагдана. Хөрсний шим тэжээлийн бодисын эргэлтэнд биохими, хими, физик-химийн урвалууд оролцох ба биохимийн урвалын үйл ажиллагааг хөрсний амьтад, ургамал, микроорганизмууд бий болгож байдаг. Хөрсөнд ферментүүд нь ургамал, амьтан, микроорганизмын эсэд бий болж чөлөөт хэлбэрээр ялгарснаар хөрсний хэвийн байдлыг хангах, хөрс үүсэх болон эргэн нөхөн сэргээх байгалийн үйл явцад чухал үүрэгтэй оролцох тул хөрсний эрүүл байдал, үржил шим, хими ба физикийн шинж чанар, хөрсний экологид чухал

үүрэг, ач холбогдолтой [2]. Хөрсний ферментийн идэвх нь хөрсний хэв шинж, тодруулбал хөрсний органик бодисын агууламж, бүтэц, амьд организмын идэвх, биологийн процессуудын эрчим зэргээс хамаарч ялгаатай байдаг тул ферментийн идэвхээр хөрсөнд явагдах биохимийн процессуудын эрчим, идэвхийг тодорхойлдог [3]. Манай орны хувьд уул уурхайн олборлолтын дараах нөхөн сэргээлтэд хэрэглэж байгаа мониторинг нь гол төлөв усны агуулга, чанар; хөрсний гадаргын тогтвортой байдал болон элэгдэл; чулуулгийн болон уурхайн хаягдал, цөөрмийн гидрологи; агаарын чанар болон хийн хаялт; ургамлын бүрхүүлийн тархалт; ан амьтан дахин нутагшиж байгаа эсэх асуудлууд ордгоос гадна нөхөн сэргээлт болон сэргээлтийн дараа тухайн газар нутгийг ашиглах

**Материал, арга зүй**

Бага нуурын нүүрсний уурхайн овоолго шороонд 2003 онд согоовор (*Bromus imernus* L.) царгас (*Medicago sativa* L.), өлөнгө (*Elymus* L.) тарьж нөхөн сэргээлт хийсэн хөрс (N47°07'62" 180.0" E105°03'33" 85.43") болон харьцуулах зорилгоор уурхайн үйл ажиллагаа явуулаагүй, суурин газраас алслагдмал цэгээс (N47°07'62" 180.1" E105°03'33" 85.44") ижил хэв шинжийн хөрсний дээжийг хяналт болгон энэхүү судалгаанд авсан. Хэв шинжийн хувьд тухайн хөрс нь цайвар хүрэн хөрс байв. Дээжийг 2018 оны 10 сард авч ургамлын үндэс, чулуу зэргээс цэвэрлэн нухаж 1-2 мм-ийн шигшүүрээр шигшин бэлдэж хөлдөөгчид хадгалан судалгааны ажилд ашигласан. Энэхүү судалгаанд хөрсний ялзмагийн агууламжийг И.В.Тюрингийн аргын

зорилтууд хэрхэн биелж байгааг хянах явдалд чиглэгдэж байна [4]. Харин тухайн хөрсний үржил шим, чанар хэрхэн өөрчлөгдсөн, ямар түвшинд хүрсэн байгааг судлах судалгааны ажлууд орхигдож байгаа юм. Тиймээс бидний зүгээс нүүрсний уурхайн олборлолтоос үлдсэн овоолго шороонд биологийн нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсөнд хөрсний үржил шимийн үндсэн үзүүлэлт болох ялзмаг, биохимийн процессуудын эрчмийг тодорхойлогч үндсэн ферментүүдийн идэвхийг тухайн орчны хэв шинжийн хөрсний ферментийн идэвхтэй харьцуулан нөхөн сэргээлт хир зэрэг явагдсан байгааг тогтоох ажил хийсэн нь энэхүү судалгааны ажлын шинэлэг тал, ач холбогдол болж байна.

В.Н.Симаковын хувилбараар [5], протеазын идэвхийг Кунитцийн [6],сахаразын идэвхийг И.Н.Ромейко,С.М.Малинская нарын [7] болон каталазын идэвхийг Jonhson Temple-н аргаар [6] тус бүрийг 5-7 удаагийн давталттайгаар тодорхойлон гаргасан. Нэг грамм хөрсний дээжинд агуулагдах фермент нэг цагт үүсгэсэн бүтээгдэхүүн эсвэл хувиргасан субстратын хэмжээг идэвхийн нэгжээр авсан. Тухайлбал, протеазын хувьд 1 мкг тирозиныг үүсгэх хэмжээг 1 нэгж, сахаразын - 1 мг глюкозыг үүсгэх хэмжээг 1 нэгж, каталазын - 1 мг устөрөгчийн хэт исэл задалсан хэмжээг 1 нэгж идэвхээр тус тус авсан. Excelпрограммаар энгийн статистик анализыг хийж гүйцэтгэсэн.

**Судалгааны үр дүн**

Дээжийг хөрсний өнгөн хэсэг (0-7 см, 7-15 см болон 15-25 см гүн)-ээс авч үржил шимийн үндсэн үзүүлэлт болох ялзмаг, биохимийн процессуудын эрчмийг тодорхойлогч гидролазын ангийн ферментүүд болох протеаза

(ЕС 3.4.4...), сахараза (буюу инвертаза, ЕС3.2.1.26), исэлдэн-ангижрах ангийн фермент болох каталаза (ЕС 1.11.1.6)-ын идэвхийг тодорхойлон гарсан үр дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Table 1

Soil humus content and enzymes activity					
Soil sample	Soil layer, cm	Humus, %	Enzyme activity, U		
			Protease	Saccharase	Catalase
Control	0-7	2.48±0.13	23.53±0.2	1.541±0.06	0.493±0.017
	7-15	2.03±0.12	15.0±0.3	1.294±0.04	0.536±0.017
	15-25	1.27±0.03	11.25±0.2	1.063±0.04	0.227±0.011
Mine soil	0-7	2.10±0.09	29.17±0.4	1.058±0.063	0.146±0.008
	7-15	1.65±0.05	27.08±0.4	1.035±0.051	0.106±0.006
	15-25	1.04±0.03	25.25±0.5	1.013±0.046	0.028±0.002

Хяналт болгон авсан хөрсний ялзмагийн агууламж дундажаар 1.93%, нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний дээжнийх 1.6%; протеазын идэвх дундажаар 19.93 нэгж, нөхөн сэргээлт хийсэн хөрснийх 27.17 нэгж; сахаразын идэвх 1.3 нэгж, нөхөн сэргээлт хийсэн хөрснийх 1.04 нэгж

байсан бол хяналт болгон авсан хөрсний дээжний катаказын хувьд 0.42 нэгж, нөхөн сэргээлт хийсэн хөрснийх 0.09 нэгж байв. Тодорхойлсон үзүүлэлтүүд хяналтын болон нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний гүн рүү буурсан ерөнхий зүй тогтолтой байв.

Table 2

Correlation coefficient of the studied enzymes with humus			
Soil	Protease	Saccharase	Catalase
Control	0.933	0.986	0.874
Mine	0.992	0.959	0.995

Хөрсний дээжүүдийн ялзмагийн агууламж, судалсан ферментүүдийн идэвхийн хамаарлыг тооцоолоход хяналтын хөрсний протеаза, сахараза; нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний протеаза, сахараза, катаказын идэвх хүчтэй хамааралтай байж хяналтын хөрсний катаказын идэвх дунд зэргийн хамаарал үзүүлэв (Table 2). Багануурын уурхайн үйл ажиллагаа 1978 оноос

эхэлсэн бөгөөд уурхайн олборлолт хийгдэхээс өмнө тухайн хөрсний үржил шим, түүн дотроо ферментийн идэвхийн судалгаа хийгдээгүй байсан тул бидний хувьд тэр үеийн үзүүлэлтэд хүрсэн эсэхийг тогтоох боломж байгаагүй тул уурхайн олборлолт явуулаагүй, суурин газраас алслагдмал цэгээс харьцуулах хөрсний дээжийг судалгаанд авч ашигласан.

### Шүүн хэлэлцэхүй

Судалгаанд хяналт болгон авсан хөрсний дээж цайвар хүрэн хэв шинжийн хөрс [8] байсан. Судлаачдын олон жилийн судалгааны ажлын дүнгээр манай орны хар шороон хөрс 5-10%, хар хүрэн хөрс 3-5%, хүрэн хөрс 2-3%, цайвар хүрэн хөрс 1.5-2% ялзмагийн агууламжтай гэж тогтоогдсон [9]. Бидний тодорхойлсноор хяналтын хөрсний ялзмагийн агууламж дундажаар 1.93% байсан нь дээрх үр дүнтэй дүйж байна. Хяналтын хөрсний ялзмагийн агууламж дундажаар 1.6% байсан нь дээрх хэмжээнд хүрч байгааг гэрчилж байна.

Протеазуул нь байгаль дээрх азотын эргэлтэд чухал үүрэг гүйцэтгэх тул ургамлын өсөлт, ургамалд байх азотын хэмжээг зохицуулагч болно. Ризосферт идэвх өндөр байхаас гадна хөрсөн дэх микробын тооноос хамаардагийг олон судалгаагаар тогтоосон [10]. Бидний тодорхойлсон ажлын үр дүнгээр нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний протеазын идэвх хяналт болгон авсан хөрсний дээжний протеазын идэвхээс дундажаар 36%-иар өндөр байгаа нь энэ хөрсөнд азотын солилцоо илүү эрчимтэй явагдаж байгааг гэрчилнэ. Энэ нь тухайн хөрсөнд тарьсан согоовор (*Bromus imernus* L.) царгас (*Medicago sativa* L.), өлөнгө (*Elymus* L.) зэрэг буурцагтны симбиоз микроорганизмын үйл ажиллагаатай холбоотой байх талтай. Сахараза нь хөрсний чанарын индикатор, биологийн идэвхийн тусгал

фермент ба хөрсөн дэх органик нэгдэл, нүүрстөрөгчийн эргэлтэд идэвхтэй оролцох тул хөрсний үржил шимийн голлох ферментийн нэг болдог [11]. Олон судалгаагаар хөрсөн дэх идэвх нь хөрсний микроорганизмын үйл ажиллагаатай холбоотой [12, 13], тухайн хөрсөнд суулгац ургуулсан хугацаанаас хамааралтай байгааг тодорхойлсон [14]. Хөрсөн дэх катаказын идэвх нь органик нүүрстөрөгчийн агууламж, микроорганизмын биомасс, хүчилтөрөгчийн зарцуулалт, нүүрсхүчлийн хийн өөрчлөлттэй хамааралтай [15]. Тиймээс хөрсний үржил шим болон аэроб микроорганизмын индикатор болдог. Бидний судалгаагаар хяналтын хөрсний дээжтэй харьцуулахад нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсний сахараза, катаказын идэвх дундажаар 20% болон 78.6%-иар доогуур байсан. Хэдий тийм боловч нөхөн сэргээлт хийсэн хөрсөн дэх протеаза, сахараза, катаказа ферментүүдийн идэвх ялзмагийн агууламжтай хүчтэй хамааралтай байгаа нь энэ хөрсөнд азот, нүүрстөрөгчийн солилцоо эрчимтэй явагдаж байгааг харуулах ба тухайн хөрсөнд микроорганизмын үйл ажиллагаа идэвхтэй байгааг гэрчилнэ. Харин хяналтын хөрсний катаказын идэвх ялзмагийн агууламжийн хоорондын корреляци дундаж хамааралтай болсон байгаа нь энэ хөрсний микробын үйл ажиллагаа буурч байгааг илтгэх талтай.

## Дүгнэлт

Бага нуурын нүүрсний уурхайн овоолго шороонд буурцагтны өвгийн ургамлууд болох согоовор (*Bromus inermis* L.) царгас (*Medicago sativa* L.), өлөнгө (*Elymus* L.) тарьж нөхөн сэргээлт хийснээс хойшхи 15 жилийн хугацаанд хөрсөнд явагдах биохимийн процессууд, тухайлбал, азот,

нүүрстөрөгчийн солилцоо, микроорганизмын үйл ажиллагаа идэвхтэй байгаа ч байгалийн хөрсний үзүүлэлтэд хараахан хүрээгүй байгаа бол хяналтын хөрсний микробын үйл ажиллагаа буурч байгаа нь тухайн хөрс доройтож байгааг гэрчилж байна.

## Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. Эвдэрсэн газрын нөхөн сэргээлт. Нэр томъёо, тодорхойлолт. *MNS* 5914 : 2008
2. Schaller K. "Soil enzymes – valuable indicators of soil fertility and environmental impacts". *Bulletin UASVM Horticulture*. vol. 66, no 2, pp. 911-915, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:4481>
3. Пүрэв Д., Баярмаа Ж. "Хөрсөнд явагдаж байгаа биологийн процессийн эрчмийг тодорхойлох арга". Патент. Улсын бүртгэлийн дугаар 10-0004712
4. "Уурхайн нөхөн сэргээлт. Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршлага–тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр". Австралийн Хамтын нөхөрлөл, 2016 оны 8 дугаар сар
5. Блинцов И.К., Забелло К.Л. "Практикум по почвоведению". Минск, Вышэйшая школа, 1979, стр. 87-92
6. Пүрэв Д., Баярмаа Ж. "Энзимологи". УБ, Удам соёл ХХК, 2012, хуудас 314-354
7. Хазиев Ф.Х. "Методы почвенной энзимологии". Москва, Наука, 2005, стр.78-79
8. Батхишиг О. Монгол орны хөрсний ангилал. *Монголын хөрс судлал*, дугаар 1, хуудас 18-31, 2016.
9. Тариалангийн газрын төлөв байдал, чанарын улсын хянан баталгааны ажлын аргачилсан заавар. Барилга хот байгуулалтын сайдын 2019 оны 2-р сарын 22-ны өдрийн 34 тоот тушаалын хоёрдугаар хавсралт.
10. Caldwell B.A. "Enzyme activities as a component of soil biodiversity: A review". *Pedobiologia*, vol. 49, pp. 637-644. November 2005. DOI: 10.1016/j.pedobi.2005.06.003
11. Ekenler M., Tabatabai M. "β-Glucosaminidase activity of soils: effect of cropping systems and its relationship to nitrogen mineralization". *Biology and Fertility of Soils*, vol.36, pp.367-376. November 2002. DOI: 10.1007/s00374-002-0541-x
12. Zhang L., Chen W., Burger M., Yang L., Gong P., Wu Z. "Changes in soil carbon and enzyme activity as a result of different long-term fertilization regimes in a greenhouse field". *PLOS ONE*, 10, February 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0118371
13. Ullah S., Ai C., Huang S., Zhang J., Jia L., Ma J., Wei Zhou W., He P. "The responses of extracellular enzyme activities and microbial community composition under nitrogen addition in an upland soil". *PLOS ONE*, vol.14, no9, 19pages. September 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0223026
14. Wang B., Liu G., Xue S. "Effect of black locust (*Robinia pseudoacacia*) on soil chemical and microbiological properties in the eroded hilly area of China's Loess Plateau". *Environmental Earth Sciences*, vol. 63, no.3, pp. 597–607, February 2012. DOI: 10.1007/s12665-011-1107-8
15. Frankenberger W.T., Dick W.A. "Relationships between enzyme activities and microbial growth and activity indices in soil". *Soil Science Society of American Journal*, vol.47, pp.945-951, September 1983. DOI: 10.2136/sssaj1983.03615995004700050021x

## Some results of studies carried out on the restored soil of a coal mine

Bayarmaa Jambalsuren\* , Altantsatsral Togtokhbayar, Purev Dondog

School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Zaluuchuud avenue 1, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: [bayarmaa@num.edu.mn](mailto:bayarmaa@num.edu.mn)

 <https://orcid.org/0000-0002-3037-7269>

---

Received: 01.03.2021

Revised: 01.06.2021

Accepted: 21.06.2021

---

### Abstract

The main task of soil restoration is to approximate the soil main parameters to those of natural soil. To assess the soil of the Baganuur coal mine after restoration carried out in 2003 by planting legumes as *Bromus imernus*L., *Medicago sativa*L., *Elymus*L. we carried out a comparative study of this soil with and natural soil selected as control. In the selected soils, we determined the main indicator of soil fertility, humus and the activity of enzymes involved in the nitrogen and carbon cycle such as protease and invertase, as well as catalase, which is closely related to the activity of soil microorganisms. The results show that the humus content in the restored soil was by 17.1% lower, invertase activity – by 20% and catalase activity by 78.6% lower than in the control soil. But protease activity was by 36.28% higher than in the control soil which may be related to the activity of legumes nodule bacteria. A strong correlation between humus and the activity of studied enzymes in the restored soil indicates that nitrogen and carbon cycle, as well as the activity of microorganisms in this soil are at an appropriate level.

**Түлхүүр үг:** soil, enzyme, restoration