

# The effect of organic and inorganic mulching soil moisture retention: A case study of the trees planted in a greenhouse

Elbegzaya Gankhuyag<sup>1,\*</sup>, Bat-Oyun Tuvshinzaya<sup>1</sup>, Purevdorj  
Tserengunsen<sup>1</sup> Ganzorig Ulgiichimeg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Division of Soil Research, Institute of Geography and Geocology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

\*Corresponding author email: [Elbegzayag@mas.ac.mn](mailto:Elbegzayag@mas.ac.mn)

<https://orcid.org/0000-0003-0202-093X>

Received: 29 September 2023 / Accepted: 22 November 2023 / published online: 28 December 2023

## ABSTRACT

This study aimed to compare organic and inorganic soil moisture protection mulches and determine how tree growth and soil moisture dynamics change based on experimental research conducted in a greenhouse. We planted three types of trees in sandy soil with consistent regular irrigation and covered them by leaf, straw, stone, sand mulch. We tested organic and inorganic mulches with four groups of 10 replicates. The soil moisture level was measured using a TDR 150 mo del soil moisture meter. The soil moisture sensor was placed at a depth of 12 cm and recorded measurements at intervals of 7-10 days over four months. Compared to the control area, soil moisture was found to be retained by 16.4% more with sand mulch, 19.5% more with stone mulch, 33.9% more with straw mulch, and 40.3% more with leaf mulch. During the measurement period, organic mulch consisting of leaves and straw retained the most moisture and reduced the moisture loss by 20-25%. In terms of plant growth and development, trees with high organic mulch exhibited 20-30% higher growth rates than those in the control area and had trees with diameters 5-10% larger. Our study confirmed that covering the soil has advantages in reducing evaporation from the soil surface, increasing soil moisture, reducing soil compaction, and supporting plant growth and development. Implementing the soil covering to retain moisture enhances the soil property by significantly reducing the need for tree watering and contributing to water conservation. Also, our study indicated that covering materials utilized in this experimental study for soil moisture protection offer numerous advantages, as they are readily available, environmentally friendly, and cost-effective for our country.

**Keywords:** *Soil moisture, Leaf mulch, Straw mulch, Stone mulch, Sand mulch*

# Хөрсний чийг хамгаалах органик ба органик биш хучаасны нөлөө Хүлэмжинд модлог ургамал тариалсан талбайн жишээн дээр

Элбэгзаяа Ганхуяг<sup>1,\*</sup>, Бат-Оюун Түвшинзаяа<sup>1</sup> Пүрэвдорж  
Цэрэнгүнсэн<sup>1</sup> Ганзориг Өлгийчимэг<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Хөрс судлалын салбар, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

\*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: [Elbegzayag@mas.ac.mn](mailto:Elbegzayag@mas.ac.mn)  
<https://orcid.org/0000-0003-0202-093X>

Хүлээн авсан: 2023 оны 09 сарын 29 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2023 оны 11 сарын 22 өдөр /  
Нийтлэгдсэн: 2023 оны 12 сарын 28 өдөр

## ХУРААНГУЙ

Хөрсний чийг хамгаалах органик ба органик биш хучаасыг харьцуулан судалж, модны өсөлт, хөрсний чийгийн динамик хэрхэн өөрчлөгдөх, үр дүнг цаашдын судалгааны ажилд ашиглах зорилготойгоор энэхүү судалгааг хийлээ. Судалгаанд TDR 150 загварын SOIL MOISTURE METER хэмжигч багажийг ашиглан хөрсний чийгийг хэмжсэн. Органик ба органик биш хучаасыг дөрвөн хувилбар 10 давталтай, гурван төрлийн модыг элсэнцэр хөрсөнд тариалж ижил хэмжээтэй усалгааг тогтмол хийж туршилтыг явуулсан. Хөрсний чийг хэмжих мэдрэгч 12 см гүнд 7-10 хоногийн давтамжтайгаар (ургамал ургалтын хугацаанд) хэмжилт хийсэн. Хөрсний чийгийг хяналтын хувилбартай харьцуулахад элсэн хучаас 16.4 %, чулуун хучаас 19.5 %, сүрлэн хучаас 33.9 %, навчин хучаас 40.3 %-иар илүү чийгээ хадгалж байна. Нийт хэмжилт хийсэн хугацаанд органик хучаас (навч, сүрэл) хамгийн их чийгийг хадгалж чийг алдагдлыг 20-25 % бууруулж байсан. Тарьцын өсөлтийн хувьд модны өндрийн үзүүлэлт органик хучаас хяналтын талбайтай харьцуулахад 20-30 %, модны диаметр 5-10 % илүү байна. Хөрсийг хучих нь хөрсний гадаргын ууршилтыг багасгах, хөрсний чийгийг нэмэгдүүлэх, хөрсний нягтралыг бууруулах, ургамлын өсөлтийг дэмжих зэрэг олон давуу талтай байгаа нь энэхүү судалгааны дүнгээр нотлогдож байна. Хөрсний чийг хамгаалах энэхүү туршилт судалгаанд ашиглагдсан хучаасны материалууд нь манай орны хувьд олдоц арвин, байгальд ээлтэй, эдийн засгийн хувьд хэмнэлттэй материал гэдгээрээ давуу тал маш их юм. Бортоготой тарьцны өнгөн хөрсийг хучиж чийгийг барьснаар хөрсний шинж чанар сайжирч модны усалгааны нормыг багасгаж ус хэмнэх ач холбогдолтой юм.

*Түлхүүр үгс:* Хөрсний чийг, Навчин хучаас, сүрлэн хучаас, чулуун хучаас, элсэн хучаас

## 1. ОРШИЛ

Уур амьсгалын өөрчлөлт дулаарал, хуурайшил эрчимжиж буй өнөөгийн нөхцөлд ус ашиглалтын асуудал дэлхийн олон улс оронд үүний дотор гандуу хуурай уур амьсгалтай Монгол оронд тулгамдсан асуудлын нэг болж байна [1]. Хуурай болон хагас хуурай бүс нутагт хур тунадас бага ордогийн улмаас олон жилийн туршид хөрсний ус чийгийн нөөц багасаж, хязгаарлагдмал болдог [2]. Иймээс хөрс болон усны нөөцийг зүй зохистой ашиглах, хамгаалах зөв шийдэл, гарцыг олох нь чухал юм [3].

Хөдөө аж ахуй болон газар тариаланд ус ашиглалтын хэмжээг бууруулахад органик болон органик биш хучаасын нөлөө их байдаг [3]. Хөрсийг хучсанаар хөрсний чийгийн алдагдлыг багасгах, температурыг бууруулах, ургацыг нэмэгдүүлэх, гадаргын ууршилтыг хязгаарлахад чухал ач холбогдолтой [4]. Гадаргын ууршилт багассанаар хөрсний чийг хадгалагдаж усалгаа багасгадаг [5].

Хучаас нь ургамлын амьсгалыг 100 % хүртэл сайжруулж, хөрсний чийгийн алдагдлыг 40 % хүртэл барьдаг нь маш олон судалгаа тоо баримтаар батлагдсан байдаг [6]. Хөрсийг хучсанаар ургамлын үндэсний системийн үйл ажиллагаа сайжирч, хөрсний температурыг бууруулах, хөрсний шим тэжээлийн бодисын алдагдлыг багасгаж, хөрсний эвдрэл, нягтралыг бууруулах, хог ургамлыг хянах, хөрсний физик шинж чанарыг сайжруулах зэрэг байгаль орчинд эерэг нөлөө үзүүлдэг [5]. Хөрсний тохиромжтой ус чийг, температур нь ургамлын өсөлт хөгжилд маш чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [7].

Хөрсний чийг нь уур амьсгалын чухал хувьсагч бөгөөд түүний төлөв байдал, хөдлөл зүйн талаарх мэдээлэл нь хөдөө аж ахуйн ган гачигт хяналт тавихаас эхлээд уур амьсгал, агаар мандлын харилцан

үйлчлэлийг судлах зэрэг олон төрлийн хэрэглээнд чухал үзүүлэлт болдог (Gruber, 2023).

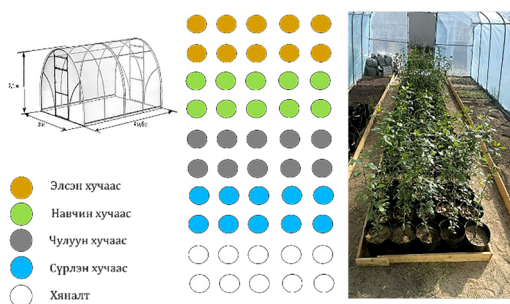
Хөрсний чийг хамгаалах органик болон органик биш хучаасыг харьцуулан судалж, модны өсөлт, хөрсний чийг хэрхэн өөрчлөгдөж буйг илрүүлж, үр дүнг цаашдын судалгааны ажилд ашиглах зорилготойгоор энэхүү судалгааг хийсэн.

## 2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

### 2.1. Судалгааны талбай

Хөрсний чийг хамгаалах туршилт судалгааг 2023.V.19-өөс эхлэн (ургамал ургалтын хугацаанд) 4x8 харьцаатай хүлэмжинд 20:25 см-ийн бортгонд элс, харшороо 30:70 харьцаатай элсэнцэр хөрсөнд, гурван настай Лавр навчит улиас (*Populus Laurifolia*) гурван настай Тарваган хайлаас (*Ulmus pumila*), хоёр настай Эгэл нарс (*Pinus sylvestris*) гэсэн 3 төрлийн бортоготой тарьцанд 4 төрлийн (хатсан навч, сүрэл, элс, чулуу) хучаасаар 10 удаагийн давталттай хучсан. Судалгаанд TDR 150 загварын (soil moisture meter) хэмжигч багажийг ашиглан хөрсний чийгийг хэмжсэн.

Чулуун хучаасыг 3-8 см диаметртэй чулуугаар ойртуулахгүй жигд хучсан. Элсэн хучаасыг 3-5 см зузаантай, навч болон хагд өвсийг жижиглэж 5-10 см зузаантай жигд тараан хучсан.



Зураг 1. Туршилтын хувилбар

Модны усалгааг мод тарихад хөрсийг ханатал усалснаас хойш агаарын температураас хамаарч 7-10 хоногийн давтамжтай 500 мл усаар мод бүрийг тогтмол усалсан. Хучаас бүр дээр үр дүнг харьцуулж дүгнэлт өгөх үүднээс хяналтын мод тариалж, хөрсийг хучилгүй үлдээсэн.

Модны өсөлт хөгжлийн үзүүлэлтийг туршилт эхлэхээс өмнө болон туршилтын дараа хэмжсэн.

## 2.2 Лабораторийн аргазүй

Шинжилгээнд орох дээжийг (MNS ISO 11464:2002) стандартыг мөрдөж бэлтгэсэн. Органик бодисыг И.В.Тюрины аргаар, Хөрсний урвалын орчин (pH)-ыг (MNS ISO 10390:2001) стандартын дагуу pH метрийн аргаар, цахилгаан дамжуулах чанар (EC)-ыг кондуктометрийн аргаар, карбонат (CaCO<sub>3</sub>)-ыг (MNS 3310:1991) стандартын дагуу кальциметрийн багажаар, Механик

бүрэлдэхүүнийг олон улсын гидрометрийн аргаар тус тус тодорхойлов.

Судалгаанд TDR (150 soil moisture meter) дата логгер автомат багажаар хөрсний чийгийг 15 см гүнд 7-10 хоногт 1 удаа 2023 оны V сараас эхлэн 9 сар хүртэл (дөрвөн сарын турш) нийт 13 удаагийн хэмжилт хийсэн.

## 2.3. Материал

Цаг уур орчны шинжилгээний газрын Улаанбаатар хотын 2023 оны 5-9 сарын агаарын температурын мэдээг ашигласан.

## 2.4. Хөрсний шинж чанар

Бортоготой тарьцны хөрс сул хүчиллэг урвалын орчинтой, ялзмагийн агууламж дунд зэрэг, цахилгаан дамжуулах чанар бага буюу давсжилтгүй, карбонатгүй, хөдөлгөөнт фосфор болон калийн агууламжаар бага, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй хөрс (Хүснэгт 1.).

Хүснэгт 1. Хөрсний хими болон физик шинж чанар

ID	pH (1:2.5)	CaCO <sub>3</sub>	Органик	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	EC <sub>2.5</sub> dS/m	Элс	Тоос	Шавар
		—— % ——		мг/100г		dS m <sup>-1</sup>	—— % ——		
1	6.46	0.00	3.566	1.31	24.12	0.060	64.4	23.8	10.8

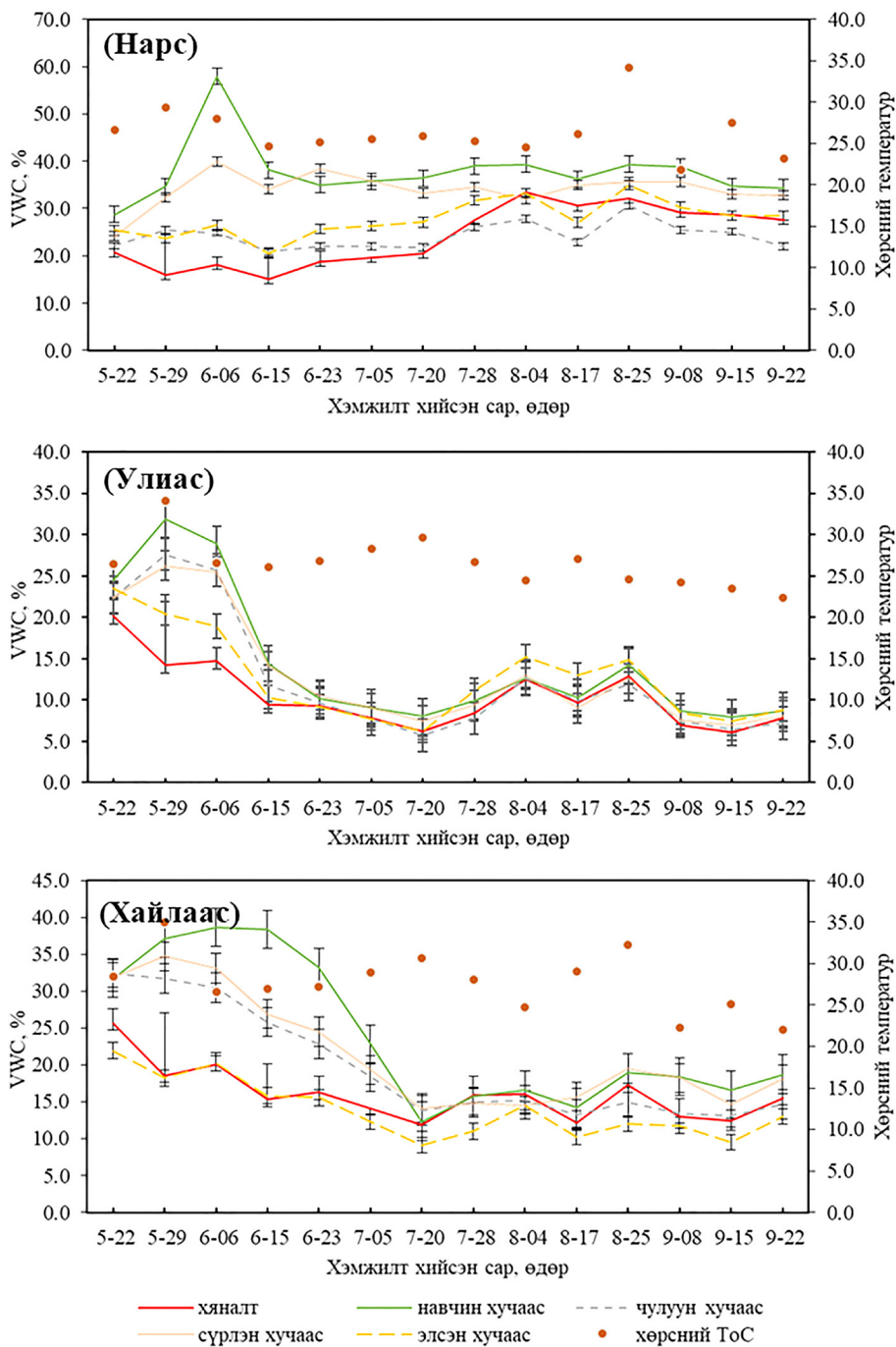
## 3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Туршилтыг 4x8 харьцаатай нийлэг хальсан хүлэмжинд 2023 оны V-IX сар хүртэл (ургамал ургалтын хугацаанд) гурван төрлийн бортоготой модонд нийт 13 удаагийн хөрсний чийгийн хэмжилтийг хийж үр дүнг боловсруулсан. Хөрсний чийгийн хэмжээ нь тухайн модны биологийн онцлог болон хучаасны төрлөөс хамаарч харилцан адилгүй байна.

Эгэл нарс (*Pinus sylvestris* L) –ны бортогон дахь хөрсний чийг хэмжилт хийсэн нийт хугацаанд навчин хучаастай

талбайн хөрс хучаасгүй буюу хяналтын хувилбартай харьцуулахад 5.62-39.78 %, сүрлэн хучаас 3.58-21.78 %, чулуун хучаас 1.28-9.42 %, элсэн хучаас 1.08-8.30 %-иар илүү хөрсний чийгээ хадгалж байна.

Улиас (*Populus Laurifolia*) тарьсан бортогон дахь хөрсний чийгийн хэмжилт хийсэн нийт хугацаанд навчин хучаастай талбайн хөрс хучаасгүй хяналтын хөрстэй харьцуулахад 0.18-17.66%, сүрлэн хучаас 0.24-12.04%, чулуун хучаас 0.12-13.42%, элсэн хучаас 0.04-4.18% илүү чийгээ хадгалж байсан.



Зураг 2. Хөрсний чийгийн агууламж, WWC (%) -иар, агаарын температур °C

Хайлаас (*Ulmus pumila*) тарьсан бортгон дахь хөрсний чийгийн хэмжилт хийсэн нийт хугацаанд навчин хучаастай талбайн хөрс хучаасгүй хяналтын хөрстэй харьцуулахад 0.56-23.04%, сүрлэн хучаас 2.22-16.14%, чулуун хучаас 0.38-13.16% илүү чийгээ хадгалж байсан. Харин хайлаас (*Ulmus pumila*)-ны хувьд элсэн хучаас хөрсний чийгийн хэмжээнд нөлөө үзүүлээгүй хяналтын талбайн хөрсний чийгтэй харьцуулахад ялгаа ажиглагдаагүй (Зураг 2).

Судалгааны нийт дүнгээс харахад 3 төрлийн модны хөрсний чийгийг органик хучаас тэр дотроо навчин хучаас хөрсний чийгийг илүү их барьж гадаргын ууршилтыг бууруулсан (Зураг 2.).

Агаарын температур 25<sup>0</sup> С дээш нэмэгдэх тусам чулуу болон элсэн хучаасны хөрсний чийг хадгалах чадвар аажмаар буурч байсан. Харин органик (навч болон сүрлэн) хучаас хяналтын хувилбартай харьцуулахад хөрсний чийгийг илүү тогтвортой барьж байсан.

Улиас (*Populus Laurifolia*), Хайлаас (*Ulmus pumila*) модны хувьд эхний долоо хоногт хөрсний чийг 20-25 % -тай байсанаа хоёр, гурав дахь долоо хоногуудаас хөрсний чийг огцом буурч 7-10 %-тай болсон.

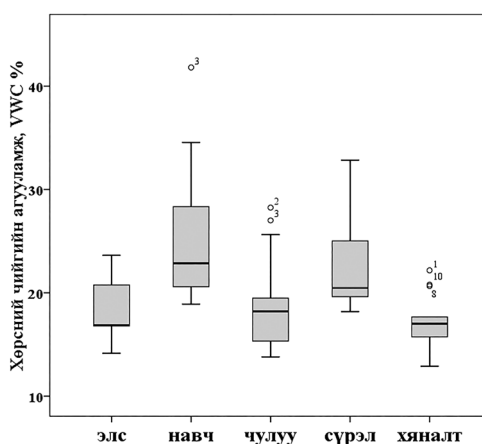
Энэ чийгээ алдах үйл явц нь хөрсөнд хэт халалт, чийгийн нөлөөгөөр хөрс чийгээ хангалттай хэмжээнд авч чадахгүй хөрс нягтрах, усалсан ус хөрсөнддөө шингэхгүй шууд бортогноос шүүрэх шинж ажиглагдаж байсан. Хөрс чийг болон дулааны нөлөөгөөр нягтаршиж хатуурдаг [8]. Энэ шинж хучаасгүй хөрстэй бортгонуудад илүү их ажиглагдаж байсан.

Модны өсөлтийн хувьд туршилтын эхэнд болон туршилтын дараа (дөрвөн сарын турш) модны өндөр болон модны диаметрийг хэмжсэн. Хучаасны төрлүүдээс навчин хучаастай болон сүрлэн хучаас модны өндөр хяналттай харьцуулахад 20-30 %, модны диаметрын хувьд 5-10 % илүү өсөлттэй байна.

**Хүснэгт 2.** Хөрсний чийгийн статистик үзүүлэлтүүд (% VWC, 5-9 сар)

	Count	Mean	SD	Max	Min
Хяналт	42	15.2	8.1	33.5	6.1
Навчин хучаас	42	25.5	12.6	57.9	7.9
Сүрлэн хучаас	42	23.0	10.6	39.9	6.9
Чулуун хучаас	42	18.9	7.8	36.5	5.7
Элсэн хучаас	42	18.2	8.2	35.0	6.2

Хучаасны хувилбаруудыг хооронд нь харьцуулж үзэхэд навч > сүрэл > чулуу > элс гэсэн дараалалаар хөрсний чийгийг хадгалах чадвар буурч байна (Зураг 3.).



**Зураг 3.** Хөрсний чийг, WWC (%) -иар, Хяналт, Элс, Чулуу, Навч, Сүрлэн хучаас.

#### 4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хот суурин газарт унасан навч, хагдарсан ургамлын үлдэгдэл, хагд өвсийг хог хаягдал гэж үзэн хаяж, устгах тохиолдол их бөгөөд үнэндээ энэ нь ногоон байгууламжийн хөрсний хоол тэжээл, хөрс сайжруулах нэг хүчин зүйл юм [9].

Органик хучлага нь урт хугацаандаа хөрсөнд нүүрстөрөгч (C) ба азот (N)-ийн эх үүсвэр болж, хөрсний орчныг өөрчилж, ургамлын өсөлтийг дэмждэг [10]. Хөрсний усыг хадгалж, үр тарианы ургацыг



нэмэгдүүлэхийн тулд сүрлэн хучаасыг түгээмэл ашигладаг [11].

Бид судалгааны дүнгээ 2015, 2022 онуудад хийгдэж байсан ижил төстэй судалгааны дүнгүүдтэй харьцуулж дүгэнлээ.

2023 оны бидний судалгаагаар органик (навч, сүрлэн) хучаас нь хяналтын туршилттай харьцуулахад хөрсний чийгийг 33.9-40.3 % илүү хадгалж, чийгийн алдагдлыг 20-25 % бууруулж байсан. Ургамлын өсөлт хөгжлийг 20-30 % нэмэгдүүлсэн.

2015 онд Улаанбаатар хотын төвд хот суурингийн эвдэрсэн хөрсийг сүрлэн хучаасаар хучсан туршилтын дүнгээр сүрлэн хучаастай талбайн хөрс хучаасгүй талбайтай харьцуулахад 32.6-53.2 % илүү чийгтэй, чийгийн алдагдлыг 1.5 дахин бууруулсан, хог ургамлыг 70 гаруй хувиар бууруулсан байна [1]. Харин бидний хийсэн туршилтын дүнгээр сүрлэн хучаас модны төрлөөсөө хамаараад 20-30 %-иар хөрсний чийгийг хадгалж байна. Тухайн хөрсөнд тарьсан ургамлын төрлөөс хамааран сүрлэн хучаасны чийг барих чадвар нь харилцан адилгүй байгааг илтгэж байна.

Мөн 2015 онд хийгдсэн хөрсний чийг хамгаалах туршилт судалгааны дүнгээр навчин хучаасны хөрсний чийг хадгалах чадвар нь хяналтын талбайтай харьцуулахад 20 см-ийн гүнд 60.6 %-иар илүү байна. Харин элсэн хучаасны чийг 27.7%-иар илүү байна [12]. Бидний судалгаагаар навчин хучаас хөрсний чийгийг 41-52 %, элсэн хучаас 4-10 %-иар хөрсний чийгийг хадгалж байсан.

Чулуун хучаас нь хөрсний гадаргын ууршилтыг бууруулж, ургамлын амьсгалалтыг нэмэгдүүлдэг. Чулуун хучаас нь үр тарианы ургац болон ургамлын биомассыг 24 % хувиар нэмэгдүүлдэг [13]. 2022 онд хийгдсэн судалгаагаар гадаргын чулуун хучаас нь урт хугацаандаа хөрсний чийгийг хөрсний гүнрүү нэвчүүлж, барих чадвар сайн [2]. 2023 оны туршилт

судалгаагаар органик биш (чулуу, элс) хучаас хөрсний өнгөн үед урт хугацаандаа хөрсний чийг хадгалах чадвар органик хучааснаас бага байна. Чулуу болон элсэн хучаас хучаас хяналттай харьцуулахад 16-19.5 % чийгийг хадгалж байна.

Өмнө хийгдсэн судалгааны дүнгүүд нь гадна талбайд хийгдсэн туршилтууд байсан бол харин бидний энэ судалгааны дүн хүлэмжинд хийгдсэн туршилтын дүн гэдгээрээ онцлог юм. Хүлэмжний нөхцөлд туршилт хийх нь хур тунадас, салхи байгаль цаг уурын эрс тэс нөхцөлийг харьцангуй бууруулах ба ижил орчин нөхцөлд төрөл бүрийн хучаас ашиглах нь модлог ургамлын өсөлд хэрхэн нөлөөлж байгаа мөн хөрсний ус-физик шинж чанарт хэрхэн нөлөөлж буйг тодруулснаараа чухал ач холбогдолтой.

Энэхүү судалгааны үр дүн нь мод, модлог ургамлыг хүлэмжний нөхцөлд үржүүлэхдээ органик болон органик биш хучаас ашиглан 1-рт хөрсөө хамгаалж сайжруулах, 2-рт ус хэмнэх, усалгааны нормыг багасгах, 3-рт мод, модлог ургамлын өсөлтийг дэмжих, хурдасгах, 4-рт дээрх хүчин зүйлээс үүдэлтэй эдийн засгийн ач холбогдолтой чухал судалгааны үр дүн болсон юм.

## 5. ДҮГНЭЛТ

Хөрсний чийг хамгаалах органик болон органик биш хучаасыг харьцуулан судалж, TDR 150 загварын soil moisture meter хэмжигч багажийг ашиглан хөрсний чийгээ хэмжсэн. Хөрсний чийг модны төрөл зүйл онцлог, хучсан материалаасаа хамаараад харилцан адилгүй байна. Хөрсний чийгийг хяналтын талбайтай харьцуулахад нийт хэмжилт хийсэн хугацаанд органик хучаас (навч, сүрэл) хөрсний чийгийг 33.9-40.3 % хадгалж, чийг алдагдлыг 20-25 % бууруулсан. Ургамлын өсөлт хөгжлийн хувьд модны өндөр органик хучаас хяналтын талбайтай харьцуулахад 20-30 %, модны диаметр 5-10 % илүү байна.

Органик биш (чулуу, элс) хучаас хөрсний өнгөн үед урт хугацаандаа хөрсний чийгийг барих чадвар бага байна. Хөрсний хучиж хөрсний чийгийг хамгаалах нь хөрсний эвдрэл, нягтралыг бууруулах, ургацыг нэмэгдүүлэх гадаргын урсац болон ууршилтыг хязгаарлахад чухал үүрэгтэй. Органик хучаас нь урт хугацаандаа хөрсөндөө задарч хөрсний үржил шимийг нэмэгдүүлэх зэрэг олон талын ач холбогдолтой нь энэ судалгаанаас харагдаж байна.

## ТАЛАРХАЛ

Энэхүү туршилт судалгааг явуулж үр дүн гаргахад туслалцаа үзүүлсэн ШУА Газарзүй Гео-экологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалыг салбарын хамт олон, зөвлөх эрдэмтэн, доктор О. Батхишиг багш нартаа талархал илэрхийлэе.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. О. Батхишиг, Хөрсний чийг хангамжийг сайжруулах арга зүй, зөвлөмж. 2016.
- [2]. E. Gankhuyag, B. Ganbat, and B. Sodnomtsog, “( A case study of the wooden plants ‘ area ) Хөрсний чийг хамгаалах судалгааны дүнгээс ( Модлог ургамал тариалсан талбайн жишээн дээр ),” vol. 43, pp. 84-91, 2022. <https://doi.org/10.5564/mjgg.v59i43.2515>
- [3]. У. Бланко and Р. Лал, Хөрс хамгаалал ба менежментийн зарчим. 2011.
- [4]. M. A. Kader, A. Singha, M. A. Begum, A. Jewel, F. H. Khan, and N. I. Khan, “Mulching as water-saving technique in dryland agriculture: review article,” Bull. Natl. Res. Cent., vol. 43, no. 1, 2019, <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0186-7>
- [5]. M. Ngouajio and M. E. McGiffen, “Sustainable vegetable production: Effects of cropping systems on weed and insect population dynamics,” Acta Hort., vol. 638, pp. 77-83, 2004, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.638.8>
- [6]. R. Souza, A. Jha, and S. Calabrese, “Quantifying the hydrological impact of soil mulching across rainfall regimes and mulching layer thickness,” J. Hydrol., vol. 607, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127523>
- [7]. R. Li, X. Hou, Z. Jia, Q. Han, and B. Yang, “Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on soil water, temperature, and maize yield in Loess Plateau region of China,” Soil Res., vol. 50, no. 2, pp. 105-113, 2012, <https://doi.org/10.1071/SR11331>
- [8]. M. F. Nawaz, G. Bourrié, and F. Trolard, “Soil compaction impact and modelling. A review,” Agron. Sustain. Dev., vol. 33, no. 2, pp. 291-309, 2013, <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0071-8>
- [9]. О. Батхишиг, Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц, Арга зүй, зөвлөмж. 2019.
- [10]. X. Sun, Y. Ye, Q. Ma, Q. Guan, and D. L. Jones, “Variation in enzyme activities involved in carbon and nitrogen cycling in rhizosphere and bulk soil after organic mulching,” Rhizosphere, vol. 19, no. May, p. 100376, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100376>
- [11]. J. Wang, R. Ghimire, X. Fu, U. M. Sainju, and W. Liu, “Straw mulching increases precipitation storage rather than water use efficiency and dryland winter wheat yield,” Agric. Water Manag., vol. 206, no. 1, pp. 95-101, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.004>
- [12]. Д. Ихбаяр, Г. Элбэгзаяа, “Хөрсний чийг хамгаалах навч болон элсэн хучаас,” Монгол орны Газарзүй-Геоэкологийн асуудал, pp. 54-61, 2015.
- [13]. M. N. Inagaki, “How does a stone mulch increase transpiration and grain yield in wheat under soil water deficit stress?,” Cereal Res. Commun., vol.