

The effect of mulching soil moisture retention (A case study of the wooden plants' area)

Elbegzaya Gankhuyag^{1,2,*}, Byambaa Ganbat¹, Bumnanjid Sodnomtsog²

¹*Division of Soil Science, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

²*Department of environmental and forest engineering, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia*

*Corresponding author email: elbegzayag@mas.ac.mn

Received: 31 October 2022 / Accepted: 30 November 2022 / Published online: 29 December 2022

ABSTRACT

This study was conducted with the aim of comparing stone and leaf mulch for soil moisture protection, detecting how soil moisture dynamics change due to precipitation and air temperature, and then using the results for further research. In the study, measurements were made with a HOBO H21-002 model TDR data logger and a S-SMC-M005 model moisture meter. Soil moisture measuring sensors were installed at 5 and 30 cm depths, and measurements were taken every hour from June to October 2022 (for four months). Compared to the control area, the average amount of total moisture at the depth of 5 cm of the soil was 15.73% of the leaf mulch and 25.64% of the stone mulch. However, compared to the control area, the soil moisture in the 30 cm depth was 2.18% of the leaf mulch and 5.58% of the stone mulch. Tree height growth was greater in the stone mulch area for three months and 2.7% greater than in the control area. According to our research, during the period of measurement, the stone mulch area was the area that retains moisture better for a long time by penetrating moisture to the soil 30 cm deep.

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

Хөрсний чийг хамгаалах судалгааны дүнгээс (Модлог ургамал тариалсан талбайн жишээн дээр)

Элбэгзаяа Ганхуяг^{1,2,*}, Бямбаа Ганбат¹, Бумнанжид Содномцог²

¹Хөрс Судлалын Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

²Хүрээлэн Буй Орчин Ойн Инженерчлэлийн Тэнхим, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар, Монгол

*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: elbegzaya@mas.ac.mn

Хүлээн авсан: 2022 оны 10 сарын 31 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2022 оны 11 сарын 30 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2022 оны 12 сарын 29 өдөр

ХУРААНГУЙ

Хөрсний чийг хамгаалах чулуу болон навчин хучаасыг харьцуулан судалж, хур тунадас, агаарын температурын нөлөөгөөр хөрсний чийгийн динамик хэрхэн өөрчлөгдөж буйг илрүүлж, үр дүнг цаашдын судалгааны ажилд ашиглах зорилготойгоор энэхүү судалгааг хийлээ. Судалгаанд НОВО Н21-002 загварын TDR дата логгероор S-SMC-M005 загварын чийг хэмжигч ашиглан хэмжсэн. Хөрсний чийг хэмжих мэдрэгчүүдийг 5, 30 см гүнүүдэд суулган нэг цагийн давтамжтайгаар 2022 оны VI сараас эхлэн X сарын хооронд (дөрвөн сарын турш) хэмжилт хийсэн. Хөрсний 5 см гүнд нийт чийгийн дундаж хэмжээ хяналтын талбайтай харьцуулахад навчин хучаас 15.73%, чулуун хучаас 25.64%-ийн чийгтэй байна. Харин хөрсний 30 см гүнд чийгийг хяналтын талбайтай харьцуулахад навчин хучаас 2.18%, чулуун хучаас 5.58%-ийн чийгтэй байна. Гурван сарын хугацаанд чулуун хучаастай талбайн модны өндрийн өсөлт илүү байсан ба хяналтын талбайгаас 2.7%-иар илүү байна. Хэмжилт хийсэн хугацаанд чулуун хучаастай талбай чийгийг илүү сайн барьж хөрснийхөө 30 см-ийн гүн рүү чийгийг нэвчүүлж урт хугацаандаа чийгийг хадгалж байсан.

Түлхүүр үг: Хөрсний чийг, Навчин хучаас, Чулуун хучаас

1. ОРШИЛ

Гадаргын усны нөөцийн багагүй хэмжээ хөрсөнд агуулагддаг. Хөрсөн дэх ус чийгийн нөөц нь тухайн нутгийн уур амьсгалын онцлог болон хөрсний шинж чанараас шууд хамаарна [1]. Дэлхийн дулаарал, хуурай болон хагас хуурай бүс нутагт тогтмол бус хур тунадас ордгийн улмаас олон жилийн туршид хөрсний ус чийгийн нөөц хязгаарлагдмал болдог. Хөдөө аж ахуй болон газар тариаланд усны хомсдолыг бууруулахад органик болон органик биш хучаасууд чухал нөлөө үзүүлдэг. Хучаас нь хөрсний чийгийн алдагдлыг багасгах, температурыг бууруулах, ургацыг нэмэгдүүлэх, гадаргын ууршилтыг хязгаарлахад чухал ач холбогдолтой [2].

Хөрсийг хучих нь ургамлын амьсгалыг 100% хүртэл нэмэгдүүлж, хөрсний ууршилтыг 40% хүртэл бууруулдаг [3]. Хучаас нь ургамлын үндэс болон хөрсний температурыг зохицуулж, шим тэжээлийн алдагдлыг багасгаж, хөрсний элэгдэл, нягтралыг бууруулах, хогийн ургамлын популяцийг хянах, хөрсний физик шинж чанарыг нэмэгдүүлэх зэрэг байгаль орчинд эерэг нөлөө үзүүлдэг [4].

Хөрсний чийг хэмжих янз бүрийн арга байдаг ба тэдний нэг нь диэлектрик буюу хөрсний цахилгаан долгионыг тусгаарлах шинж чанар дээр суурилсан TDR (Time Domain Reflectometer) арга юм. Энэ арга нь

хөрсний чийгийн судалгааны бусад аргуудтай харьцуулахад давуу талууд ихтэй. Үр дүнгийн нарийвчлал өндөр, тохиргоо (calibration) бага, хөрснөөс хамаарсан янз бүрийн тохируулга хийх шаардлагагүй, байгаль орчинд хор нөлөөгүй, үр дүн нь цаг хугацаа, орон зайн нарийвчлал сайтай, нэг суурилуулсан тохиолдол арчилгаа, хүнээс хамаарсан ажил бага, автоматаар тасралтгүй хэмжилт хийх боломжтой [5]. Хучаас нь хөрсөн дэх чийгийг барьж усалгааг багасгаж зардал хэмнэх, ургац нэмэгдүүлэх боломжтой болгодог. Монгол орон нь хуурай, эрс тэс уур амьсгалтай учир хөрсийг хучиж чийгийг хамгаалснаар байгаль, эдийн засаг, нийгмийн бүх талын практик ач холбогдолтой. Хөрсний чийг хамгаалах чулуу болон навчин хучаасыг харьцуулан судалж, хур тунадас болон агаарын температурын нөлөөгөөр хөрсний чийгийн динамик хэрхэн өөрчлөгдөж буйг илрүүлж, үр дүнг цаашдын судалгааны ажилд ашиглах зорилготойгоор энэхүү судалгааг хийлээ.

2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

2.1. Судалгааны талбай

Хөрсний чийг хадгалах туршилт судалгааг 2022.VI.02-наас эхлэн Улаанбаатар хотын төвд х.ө 47° 55' 43" з.у 106° 55' 45" солбицолд байрлах д.т.д 1299 м тэгшивтэр гадаргатай, Аллювын хайрган хөрстэй, 15-16 настай Шинэс мод тарьсан газрыг судалгааны талбайгаар сонгосон. Судалгааны талбайг чулуу, ургамлын үлдэгдэл навчаар хучсан, мөн чийгийн үр дүнг харьцуулах байдлаар хучилт хийгээгүй талбайг хяналтын талбайгаар сонгосон. Чулуун хучаасыг 5-10 см диаметртэй чулуугаар модны үндэслүү ойртуулахгүй 80 см радиустайгаар жигд хучсан. Навчин хучаасыг 10-15 см зузаантай модны үндэслүү хэт ойртуулалгүй 80 см радиустайгаар жигд тарааж хучсан. Модны өндрийг туршилт эхлэхээс өмнө болон туршилтын дараа хэмжсэн.

2.2 Лабораторийн аргазүй

Шинжилгээнд хамруулах дээжийг (MNS ISO 11464:2002) стандартыг мөрдөж ажилсан. Хөрсний урвалын орчин (рН)-ыг (MNS ISO 10390:2001) стандартын дагуу ионометрийн аргаар, органикийн агууламжийг И.В.Тюрины (Walkley & Black) аргаар, кондуктометрийн аргаар хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар (EC), MNS 3310:1991 стандартын дагуу кальциметрийн багажаар карбонат (CaCO₃), Механик бүрэлдэхүүнийг олон улсын гидрометрийн арга, хөрсний эзлэхүүн жинг (MNS ASTM 5182:2003) стандартын дагуу цилиндрийн аргаар тодорхойлов.

2.3 Хөрсний чийг TDR хэмжилт

TDR багажаар хөрсний чийгийг хэмжсэн. L урттай долгион цацах 2 мэдрэгч нь аргын гол зарчим юм. TDR-с үүссэн цахилгаан долгион мэдрэгч үзүүрүүдийн урт L-г хөндлөн туулах хугацааг хэмжсэнээр тооцдог. Туулах хугацааг тооцоолсноор хөрсний чийгийн хэмжээг гаргаж авахад ашигладаг диэлектрик тогтмол e_b -г тооцох боломжтой. Мэдрэгч үзүүрүүдийн эргэн тойрны хөрсний диэлектрик тогтмолыг дараах томъёогоор олно [5].

$$e_b = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{ct}{2L}\right)^2 \quad (1)$$

v – цахилгаан долгионы тархалтын хурд $V = 2L/t$

c - вакуум орчинд гэрэл тарах хурд (цахилгаан долгионы хурд), $3 \cdot 10^8$ м/с

t - суулгасан долгион хэмжигчийн уртыг хөндлөн туулах долгионы хугацаа

Хөрсний чийгийг дараах томъёогоор олно [6].

$$\Theta v = -5.3 \cdot 10^{-2} + 2.92 \cdot 10^{-2} e_b - 5.5 \cdot 10^{-4} e_b^{-2} + 4.3 \cdot 10^{-6} e_b^3 \quad (2)$$

Θv - хөрсний чийг %, (VWC),

e_b - хөрсний диэлектрик тогтмол

Хөрсний диэлектрик тогтмол нь шингэнд хамгийн өндөр $\epsilon_w=81$ байдаг. Маш бага хэмжээтэйгээр хөрсний зарим хэсгүүдэд байдаг. Жишээлбэл хөрсний эрдсүүдэд $\epsilon_s=3-5$, агаарт $\epsilon_a=1$, мөсөнд $\epsilon_i=4$ байдаг. Энэхүү шинж чанарын онцлог нь хөрсний шинж чанар болон механик бүрэлдэхүүнийг хэмжихэд тохиромжгүй юм. Хөрсний чийгийн хэмжээг тодорхойлоход мөсний диэлектрик тогтмол нь усныхаас маш бага буюу хуурай хөрстэй ойролцоо байдаг ба энэ арга нь хөлдүү хөрсөнд тохиромжгүй [7].

Тус судалгааны хөрсний чийгийг (НОВО Н21-002, S-SMC-M005) брендийн TDR дата логгер хэмжигч автомат багаж ашигласан. Хөрсний чийг хэмжих мэдрэгчийг 5, 30 см гүнүүдэд 1 цагийн давтамжтайгаар суурьлуулан 2022 оны VI сараас эхлэн X сар хүртэл (дөрвөн сарын турш) хэмжилт хийсэн.

2.4. Материал

Цаг уур орчны шинжилгээний газрын Улаанбаатар хотын 2022 оны 6-9 сарын хур тунадасны мэдээ, агаарын температурын мэдээг ашигласан.

Аллювийн хайрган хөрс

АО 0-16 см. Чийгтэй, харбараан (7.5YR 2/2.5) өнгөтэй, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, чулуугүй, ургамлын үндэс маш ихтэй, сийрэг, шилжилт өнгө, чулуугаар.

А 16-25 см. Чийгтэй, цайвар шаргал (7.5YR 8/4) өнгөтэй, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, 40% хайрга чулуутай, ургамлын үндэс олон, сийрэг, шилжилт чулуу, өнгөөр мэдэгдэхүйц.

АВса 25-32 см. Чийгтэй, цайвар шаргал (7.5YR 7/4) өнгөтэй, шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, нягтавттар, ургамлын нарийн үндэс цөөн, чулуу жижиг үйрмэг 10%, шилжилт өнгөөр.

Вса 32-50 см. Чийгтэй, хүрэн (7.5YR 5/6) өнгөтэй, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, нягт, чулуугүй ургамлын үндэс цөөн, шилжилт өнгөөр тод.

ВСса 50-60 см. Чийгтэй, цайвар бор (7.5YR 3/6) өнгөтэй, хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, нягтавттар, чулуугүй ургамлын үндэс маш цөөн.

0-16 см үе давхаргын ялзмагийн агууламж (4.724%) өндөр, 16-60 см гүн дэх ялзмагийн агууламж бага (0.79-2.223%), саармаг буюу сул шүлтлэг урвалын орчинтой, давсжилтгүй, 25 см доош карбонатын хуримтлал (5.82%) дунд зэрэг, элсэнцэр-хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, чулууны агууламж 10-40%, 0-16 см-ын үе давхарга сийрэг 16 см доош нягтавттар байна (Хүснэгт. 1).



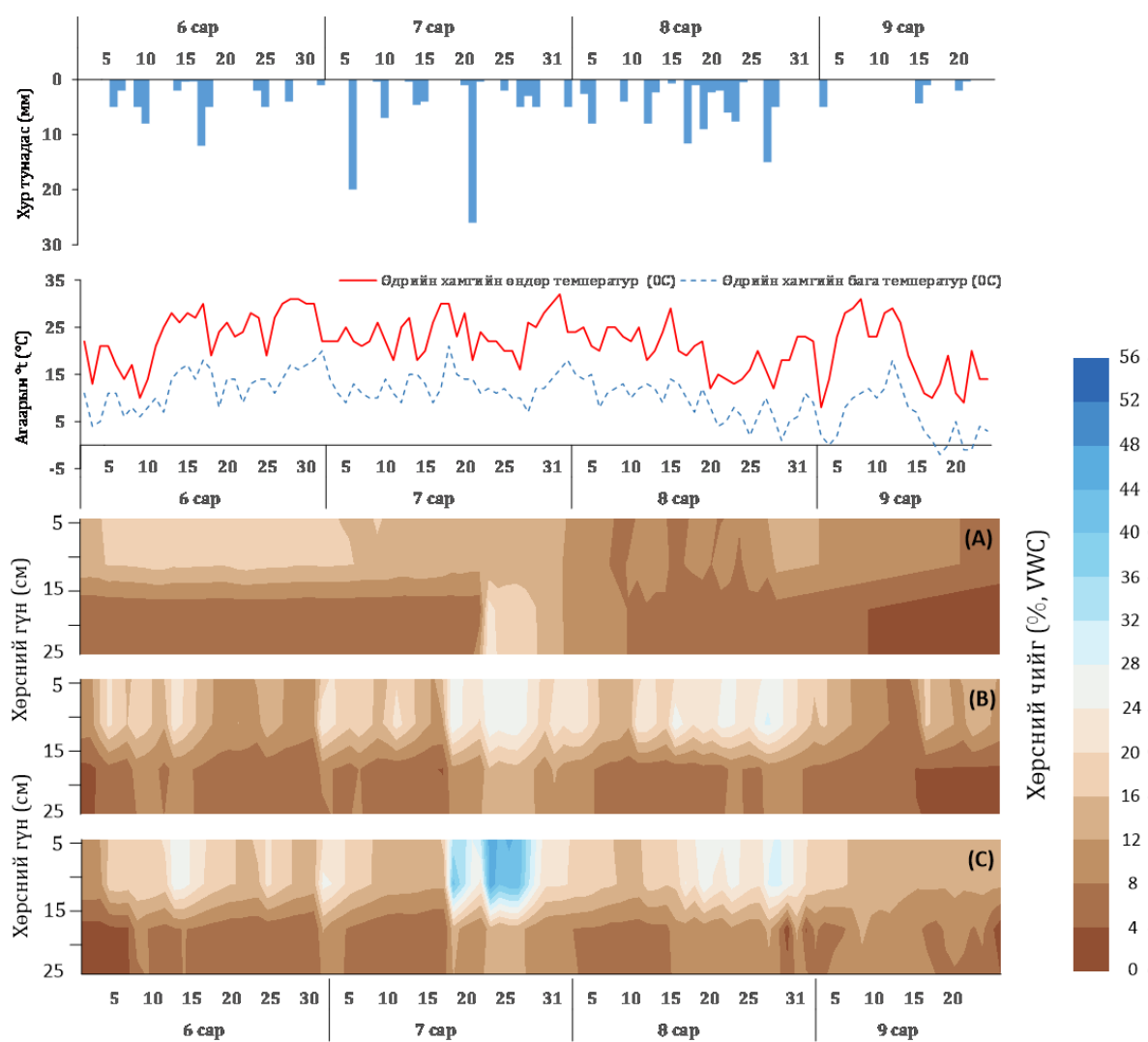
Зураг 1. Хөрсний зүсэлт

Хүснэгт 1. Хөрсний хими болон физик шинж чанар

Гүн, см	pH (1:2.5)	CaCO ₃	Органик	EC _{2.5} dS/m	Элс	Тоос	Шавар	Эзлэхүүн жин
		——— % ———		dS m ⁻¹	——— % ———			g cm ⁻³
0-16	7.01	0	4.724	0.232	61.4	27.8	10.8	0.96
16-25	7.46	1.45	1.283	0.257	59.9	28.8	11.2	1.9
25-32	7.3	5.82	0.79	0.761	48.2	39.5	12.2	1.4
32-50	7.61	1.58	2.223	1.093	54.1	33.8	12.1	1.36
50-60	7.93	5.45	1.388	1.262	52.6	35.3	12.1	1.07

3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

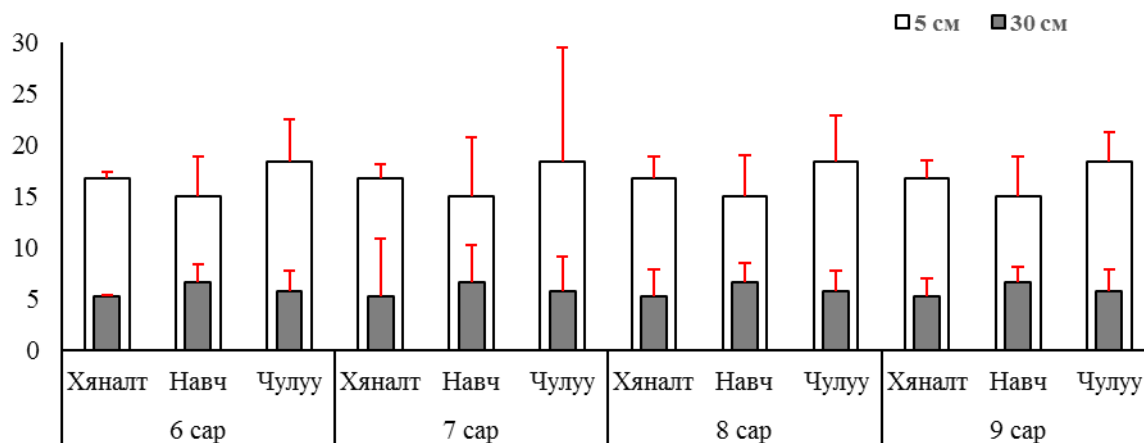
Бид 2022 оны VI-IX саруудад хөрсний чийгийг TDR багажаар тодорхойлсон. Цаг уур орчны шинжилгээний газрын Улаанбаатар хотын 2022 оны хур тундасны мэдээгээр VI сард нийт хур тунадас 43.7 мм, VII сард 79.8 мм, VIII сард 90.6 мм, IX сард 12.6 мм хур тунадас орсон байна. Хөрсний чийгийн хэмжээ нь хэлбэлзэл ихтэй үзүүлэлт бөгөөд бидний судалгаа хийсэн цаг хугацаа нь хур тунадасны идвэхитэй улирал тул хөрсний чийгийн хэмжээ харьцангуй хэлбэлзэлтэй байсан. Хөрсний чийгийн хэмжилтийн мэдээнээс харахад VI сард хяналтын талбайн хөрсний чийг бусад талбайтай харьцуулахад 5 см гүнд 16.69% жигд чийгтэй байсан. Харин VII сараас хяналтын талбайн чийг аажимдаа буурч VII сарын сүүлийн 10 хоногоос навч болон чулуун хучаасны чийг нэмэгдэж хур тунадасны нөлөөгөөр хөрсний чийг 30 см хүртлээ бүрэн нэвчсэн.



Зураг 1. Хөрсний чийг болон хур тунадасны хоорондын хамаарал, хөрсний чийгийн хронограф. (А) Хяналт, (В). Навчин хучаастай талбай, (С) Чулуун хучаастай талбай

Хяналтын талбай VIII, IX саруудад хөрс чийгээ алдаж, хуурайшсан байна. Навчин хучаастай талбай VIII сард өнгөн давхарга буюу 5 см гүнд чийгээ илүү барьж байгаа ч чулуун хучаастай талбай урт хугацаандаа чийгээ хөрсний гүнд илүү их барьж байгаа нь судалгааны дүнгээс харагдаж байна (**Зураг 1**)-т үзүүлэв. Хөрсний чийгийн мэдээнээс харахад VI сард хөрсний дундаж чийг хяналтын талбайд 5 см гүнд 16.69%, Навч 15.01%, Чулуу 18.33% байна. Хөрсний чийг хөрсний 30 см гүнд Хяналт 5.21 %, Навч 6.57%, Чулуу 5.69% байна. Хөрсний чийг VII сард 5 см гүнд Хяналт 15.04%, Навч 18.50%, Чулуу 22.89%, 30 гүнд хяналт 7.83%, навч 7.80%, чулуу 7.81% болж хяналтын талбайтай харьцуулахад хучаастай талбайн чийг

мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн. Хөрсний чийгийн хэмжээ VIII сард 5 см гүнд хяналтын талбайн чийг огцом буурч 9.95% болсон. Харин навчин хучаас 20.94%, чулуу хучаас 21.21% болж чийгийн хэмжээ нэмэгдсэн бөгөөд 30 см гүнд аажимдаа нэмэгдэж чийг нэвчсэн. Хөрсний чийгийн хэмжээ IX сард хур тунадасны хэмжээнээс шалтгаалж хөрсний өнгөн үе 5 см гүнд бүх талбайн чийг буурсан. Харин 30 см гүнд чулуун хучаастай талбайн чийг 8.69 % болон нэмэгдэж VI сараас хойш чийгийн хэмжээ тасралтгүй нэмэгдсээр чийгийг урт хугацаанд хөрсний гүнд барьж байна (Зураг 2.).



Зураг 2. Хөрсний чийгийн саруудын дундаж үзүүлэлт (%). (*Хяналт, Навч - Навчин хучаас, Чулуу - Чулуун хучаас)

Хөрсний чийгийн статистик үзүүлэлтээс харахад хөрсний чийг чулуун хучаастай талбайд 5 см, 30 см гүнд хамгийн их байна. Хөрсний 10-20 см-н гүнд хур тунадасны нэвчилт сайн учраас хөрсний чийг сайтай байдаг ч уурших нөхцөл илүү байдагтай холбоотой хэлбэлзэл их байна [8]. Вариацийн коэффициент 30 см гүнд навч болон чулуун хучаастай талбайд 7.4-7.7% байгаа нь хөрсний чийгийн хэлбэлзэл хөрсний гүнд бага байгааг харуулж байна (Хүснэгт 2.).

Хүснэгт 2. Хөрсний чийгийн статистик үзүүлэлтүүд (% VWC, 6-10 сар)

	Гүн, см	Count	Mean	SD	CV	Max	Min
Хяналт	5	2625	12.7	3.4	11.5	17.8	4.60
	30	2625	6.5	4.0	16.3	27.9	0.25
Навчин хучаас	5	2625	17.2	5.5	29.8	29.4	5.98
	30	2625	6.9	2.7	7.4	17.2	3.01
Чулуун хучаас	5	2625	19.6	7.5	55.6	51.6	10.49
	30	2625	7.7	2.8	7.7	17.7	0.00

4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Мод тарих чухал ч тарьсан модны хөрсийг хамгаалж, сэргээн сайжруулах нь хамгийн чухал юм. Хөрсийг хучилт хийж хамгаалах нь олон талын ач холбогдолтой. Хучаас нь нарны гэрлийг сүүдэрлэж хөрсийг хэт халахаас сэргийлдэг бөгөөд хөрсөн дэх чийгийг барьж усалгааг багасгаж зардал хэмнэх, ургац нэмэгдүүлэх боломжтой болгодог. Хучилт хийсэн органик материалууд хэсэг хугацааны дараа хөрсөнд шингэж холилдох замаар хөрсний органик бодисын агууламжийг нэмэгдүүлдэг. Хучаас нь байгальд ээлтэй экологи, эдийн засаг, нийгмийн бүх талын практик ач холбогдолтой [9], [10]

Сүүлийн жилүүдэд дэлхийн дулааралтай холбоотой хөрсний чийгийн динамик өөрчлөлтийн судалгааг мониторинг байдлаар түлхүү судлах болсон ба хөрсний чийгийг хамгаалах, сайжруулах арга, технологуюдыг оновчтой тогтоох зэрэг шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

Модны өндрийг туршилтын өмнө хэмжихэд хяналтын модны өндөр 3.85 см, навчин хучаастай талбайн модны өндөр 3.86 см, чулуун хучаастай талбайн мод 4.53 см өндөр байсан. Харин гурван сарын дараа

хэмжихэд хяналт 13.87%, навч 14.25%, чулуун хучаас 16.57%-иар нэмэгдсэн байна. Модны өндрийн хувьд чулуун хучаасаар хучсан талбайн мод хяналтын талбайгаас 2.7% илүү нэмэгдсэн байна.

2015 оны хөрсний чийг хамгаалах навч болон элсэн хучаасны судалгааны дүнгээр навчин хучаастай талбай 5см гүнд хөрсний чийг 11.5% байна [11]. Харин бидний судалгаагаар навчин хучаастай талбайн хөрсний дундаж чийг 17.2% байна. Төв аймгийн Борнуур сумын Баянцагааны нурууны ар хажууд Харшороон хөрсний чийгийн судалгаагаар Хур тунадас ихээр орсон 2016 оны VI-VII сар (23.3-27.8%), 2017 оны VIII-IX-р саруудад (21.8-24.2%) хөрсний чийг үнэмлэхүй их хэмжээнд хүрч, чийг нь 50 см хүртэл гүн нэвчсэн байна [12]. Бидний судалгаагаар хур тунадас ихээр орсон VII-VIII саруудад хөрсний чийгийн хэмжээ 21.21-22.82% чийг үнэмлэхүй их хэмжээнд хүрч чийг 30 см хүртэл гүн нэвчсэн. 2015 онд хийгдсэн хөрсний механик бүрэлдэхүүнээс хамаарсан чийгийн горим судалгааны дүнгээр элсэнцэр хөрсний 5 см гүнд хөрсний чийгийн хамгийн их утга VII сард 19.75 байна [13]. Бидний судалгаагаар VII сард хяналтын талбайн хөрсний чийг 16.8% байна.

4. ДҮГНЭЛТ

Модлог ургамал тариалсан талбайд хөрсний чийгийг TDR (Time Domain Reflectometer) аргыг ашиглан 2022 оны VI-X хүртлэх гурван сарын хугацаанд 1 цагийн давтамжтай хэмжилтийг хийсэн. Хяналтын талбайн хөрсний чийг VI-IX саруудад хамгийн бага байсан. Хэмжилтийн эхэн үе VI сард хөрсний өнгөн үеийн чийг 5 см гүнд хур тунадасны нөлөөгөөр нэмэгдсэн ч хөрсний 30 см гүнд хяналтын талбай чийгийг нэвчүүлэх чадвар хучаастай хоёр талбайтай харьцуулахад бага байсан.

VI-IX сарын хугацаанд чийгийг илүү сайн барьж хөрснийхөө 30 см-ийн гүн рүү чийгийг нэвчүүлж урт хугацаандаа чийгийг барьж байсан талбай бол бидний судалгаагаар чулуун хучаастай талбай байсан. Навчин хучаастай талбай хэмжилтийн бүх цаг хугацаанд 5 см, 30 см гүнд чийг аажмаар нэмэгдүүлсэн ч чулуун хучаастай талбайтай харьцуулахад хөрс гүний чийгээ илүү хурдан алдсан.

Гурван талбайн модлог ургамлын өндрийг туршилтын өмнө болон дараа харьцуулж үзэхэд чулуун хучаастай талбайн модны өндрийн өсөлт илүү байсан ба хяналтын талбайгаас 2.7%-иар илүү байна. Хөрсний чийгийн алдагдлыг багасгах хөрсний элэгдэл, нягтралыг бууруулах, ургацыг нэмэгдүүлэх гадаргын урсац болон ууршилтыг хязгаарлахад органик болон органик биш хучаас чухал үүрэгтэй байгаа нь энэ судалгаагаар харагдаж байна.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] О. Батхишиг, “Хөрсний шинж чанар ба хөрсний чийгийн нөөц”. *Тэрэлж голын сав газар, геосистем*, Улаанбаатар: Бембисан, 2015.
- [2] M. A. Kader, A. Singha, M. A. Begum, A. Jewel, F. H. Khan, & N. I. Khan, “Mulching as water-saving technique in dryland agriculture: review article,” *Bull. Natl. Res. Cent.*, vol. 43, no. 1, 2019. Available: <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0186-7>
- [3] S. Rodolfo, J. Achla, & C. Salvatore, “Quantifying the hydrological impact of soil mulching across rainfall regimes and mulching layer thickness,” *J. Hydrol.*, vol. 607, 2022. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127523>
- [4] M. Ngouajio & M. . McGiffen, “Sustainable vegetable production: effects of cropping systems on weed and insect population dynamics,” *Acta Hort.*, vol. 638, pp. 77–83, 2004. Available: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.638.8>
- [5] S. B. Jones, J. M. Wraith, & O. Dani, “Time domain reflectometry measurement principles and applications,” *Hydrol. Process.*, vol. 16, pp. 141–153, 2002. Available: <https://doi.org/10.1002/hyp.513>
- [6] G. C. Topp, J. L. Davis, & A. P. Annan, “Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines,” *Water Resour. Res.*, vol. 16, no. 3, pp. 574–582, 1980. Available: <https://doi.org/10.1029/WR016i003p00574>
- [7] J. M. Baker & R. R. Allmaras, “System for Automating and Multiplexing Soil Moisture Measurement by Time-Domain Reflectometry,” *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 54, no. 1, pp. 1–6, 1990. Available:

<https://doi.org/10.2136/sssaj1990.03615995005400010001x>

- [8] Д. Баттогтох, Я. Жамбалжав, Ё. Амарбаясгалан, Я. Гансүх, Х. Тэмүүжин, Ц. Ундрахцэцэг, & Г. Цогт-Эрдэнэ, Ш. Нарангэрэл, (2014). *Хараа голын сав газрын усны эргэлт хэрэглээ*.
- [9] U. Ganzorig & G. Elbegzaya, “Soil organic carbon changes of urban and suburban areas in steppe and dry steppe zones in Mongolia,” in *International conference on environmental science and technology*, 2019, pp. 132–137.
- [10] G. Elbegzaya, U. Ganzorig, & T. Purevdorj, “Changes in Soil organic carbon of Urban soils,” in *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020)*, 2020, pp. 406–409.
- [11] Д. Ихбаяр & Г. Элбэгзаяа, “Хөрсний чийг хамгаалах навч болон элсэн хучаа,” *Монгол орны газарзүй, геоэкологийн асуудлууд*, pp. 59–64, 2015.
- [12] Г. Бямбаа & Т. Тэлмэн, “Харшороон хөрсний чийгийн динамик,” *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, vol. 03, pp. 43–53, 2018.
- [13] Г. Бямбаа & Ц. И. Болормаа, “Хөрсний механик бүрэлдэхүүнээс хамааралтай чийгийн горим,” *Монгол орны газарзүйн асуудал*, vol. 11, no. 27, pp. 25–30, 2015.