

Soil cover and properties of the north- and south-facing slopes of Khan Khukhii Mountain

Byambaa Ganbat^{1,*}, Bolormaa Tseden-Ish¹, Telmen Turmunkh¹,
Batkhisig Ochirbat¹

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

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

<https://orcid.org/0000-0002-4680-5619>

Received: 29 September 2023 / Accepted: 21 November 2023 / published online: 28 December 2023

ABSTRACT

The primary objective of our study was to explore the soil cover patterns and soil characteristics between the north- and south-facing slopes of Khan Khukhii Mountain. We collected soil samples from nine soil profiles along a linear transect, which covered an area of the north- and south-facing slopes of Khan Khukhii Mountain. In total, 38 soil samples were collected and analyzed for morphological and chemical properties including pH, calcium carbonate (CaCO₃), humus content, and available potassium (K₂O), as well as physical properties such as gravel, sand, silt, and clay content. Tukey test was employed to detect differences between the slopes using these parameters. We found distinct differences in soil patterns between the north- and south-facing slopes. More specifically, Aridic Kastanozem, Kastanozem, Leptic Umbrisols, and Regosols were predominant on the north-facing slope, whereas Leptosols, Calcisols Aridic, and Gypsisols were predominant on the south-facing slope. According to the Tukey test, significant differences between the north- and south-facing slopes were found in CaCO₃, humus content, and K₂O ($p < 0.05$). Notably, the amount of CaCO₃ at the 0-30 cm depth range was higher on the south-facing slope than on the north-facing slope. Also, significant differences between the north- and south-facing slopes were found in gravel ($p < 0.05$), and the south-facing slope had more gravel and coarse sand than the north-facing slope, which had a predominance of silt particles. In conclusion, the types and properties of soils distributed on the south- and north-facing slopes of the Khan Khukhii Mountain are distinct.

Keywords: Mountain soil, soil properties, north- and south-facing slopes, Khan Khukhii Mountain, western Mongolia.

Хан Хөхийн нурууны ар өвөр хажуугийн хөрсөн бүрхэвчийн онцлог, хөрсний шинж чанар

Бямбаа Ганбат^{1,*}, Болормаа Цэдэн-Иш¹, Тэлмэн Төрбат¹,
Батхишиг Очирбат¹

¹Хөрс судлалын салбар, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи,
Улаанбаатар, Монгол

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

Хүлээн авсан: 2023 оны 09 сарын 29 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2023 оны 11 сарын 21 өдөр /
Нийтлэгдсэн: 2023 оны 12 сарын 28 өдөр

ХУРААНГУЙ

Хан-Хөхийн нуруунд тархсан хөрсний хэв шинжийн тархалт, шинж чанарын ялгааг уулын ар өврийн онцлогоор нь харьцуулан судаллаа. Бид хөрсний дээжийг Хан Хөхийн нурууны ар болон өвөр хажууг хамарсан шугаман трансектын дагуу 9-н зүсэлтгээс цуглуулсан. Нийт 38 ширхэг хөрсний дээж цуглуулж, хөрсний морфологи болон хими (урвалын орчин-рН, карбонат – CaCO_3 , ялмаг, хөдөлгөөнт кали – K_2O), мөн физик (чулуу, элс, тоос, шавар) үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Тухайн үзүүлэлтүүдийг Тукей (Tukey) тест ашиглан уулын ар, өврөөр ялгаатай эсэхийг шалгав. Уулын ар талд *Хүрэн*, *Хархүрэн*, *Тайгын ширэгт*, *Уулын бүдүүн ялмагт* хөрс зонхилон тархсан байхад уулын өвөр талд *Цайвархүрэн*, *Говийн бор*, *Бор саарал* хөрс голчлон тархсан байна. Тукей тестийн үр дүнгээр уулын ар, өвөр CaCO_3 , ялмагийн агууламж, K_2O -оор эрс ялгаатай байв ($p < 0.01$). Тухайлбал, 0-30 см-т байх CaCO_3 -ийн агууламж уулын артай харьцуулахад өвөр хэсэгт илүү байлаа. Мөн хөрсний чулууны агууламж уулын ар болон өвөрт нэлээд ялгаатай ($p < 0.05$) байсан бөгөөд уулын өвөр талд чулуу, элсний агууламж их, харин уулын ар талд тоосны агууламж их байсан. Эндээс дүгнэхэд Хан Хөхийн нурууны ар, өвөрт тархсан хөрсний хэв шинж, шинж чанар хоорондоо эрс ялгаатай байна.

Түлхүүр үгс: Уулын хөрс, хөрсний шинж чанар, уулын ар ба өвөр, Хан Хөхийн Нуруу, Баруун Монгол.

1. ОРШИЛ

Уулархаг нутаг нь манай улсын бэлчээрийн чухал нөөц газар болох бөгөөд нийт нутаг дэвсгэрийн 40 гаруй хувийг эзэлнэ [1]. Сүүлийн жилүүдэд малын тоо толгой ихсэж хөрс [2], ургамал бүрхэвч доройтох үйл явц эрчимжих хандлагатай байна. Уулын хөрсөн бүрхэвч, хөрсний шинж чанарын онцлогт тохируулан

бэлчээрийн мал аж ахуйг хөгжүүлэх, тухайн газар нутгийн хөрсний онцлогт тохирсон газар ашиглалтын менежментийг хэрэгжүүлэх нь манай улсын хөдөө аж ахуйн хөгжилд чухал ач холбогдолтой.

Манай орны уулархаг газрын хөрс нь төдийлөн сайн судлагдаагүй. Беспалов, 1951; Доржготов, 2003; Ногина, 1984; Огородников, 1981 зэрэг эрдэмтэд судалж

байсан [3,4]. Гэвч эдгээр судалгаанууд ихэвчлэн Хангайн нурууны төв орчмоор хийгдсэн байдаг. Алтай, Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулархаг нутгийн хөрс нь харилцан адилгүй онцлог шинж чанартай [5]. Бид Хангайн нурууны баруун-хойд хэсгийн салбар уулс болох Хан-Хөхийн нурууны жишээн дээр уулархаг газрын хөрсөн бүрхэвч, ар, өвөр хажуугийн хөрсний онцлог шинж чанар ялгааг тодорхойлох зорилгоор энэхүү судалгааг гүйцэтгэлээ.

Уулархаг газрын хөрс тогтворжиход газрын гадарга үндсэн хүчин зүйлийн нэг болдог [6]. Гадаргын хэвгийн байдлаас хөрсний зузаан нимгэн шууд шалтгаалдаг. Мөн ар өвөр хажуугийн ялгаа, газрын үнэмлэхүй өндөр, хур тунадас, уур амьсгал, хөрс үүсгэгч чулуулаг, ургамал бүрхэвч мөн тодорхой нөлөөлнө. Хэнтийн ууланд хийсэн судалгаагаар дулааны улиралд уулын энгэр талын налуугийн газрын гадаргын температур уулын ар талын гадаргын температураас илүү өндөр байдгийг тогтоосон [7]. Хажуугийн налуугийн хэмжээ, гадарга, ургамал, чулуулаг зэргээс шалтгаалж хөрсөн бүрхэвч алаг цоог нарийн төвөгтэй байх бөгөөд Хархираа, Түргэний уулсад ар, өвөр хажуугийн ялгаа тод ажиглагдана [8].

2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

Монгол орны уулын ар өвөрт тархсан хөрсний хэвшинжийн тархалт, шинж чанар нь харилцан адилгүй байдаг [6], [9], [10]. Энэ зүй тогтол дээр үндэслэлд Хан Хөхий нурууны хөрсний ар өвөр хажууд тархсан хөрсний хэвшинж, шинж чанарын ялгааг илрүүлэхийг зорьсон. Зорилгодоо хүрэхийн тулд Хан Хөхий нурууны ар, өвөр талд хөрсний үндсэн зүсэлт хийж, генетик үе давхарга бүрээс хөрсний дээж авсан, хөрсний шинж чанарыг харьцуулахын тулд лабораторийн анализ хийсэн.

Увс нуурын хөндий Хан-Хөхийн нурууны ар талаас Хяргас нуурын эрэг

хүртэл трансект зүсэлт хийсэн (Зураг 1). Далайн төвшний 1000 метрээс дээш 100-150 метр тутамд хөрсний зүсэлт хийх цэг сонголоо. Нийт 9 хөрсний зүсэлт хийж 38 ширхэг дээж авсан. Хөрсний дээжийг генетик үе давхарга бүрээс 400 гр орчмыг авч хөрсний хими, физик шинж чанарыг ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын лабораторид тодорхойлов. Лабораторийн задлан шинжилгээний үр дүнг 0-30 см, 30-60 см гэсэн констант үе давхарга руу жигнэсэн дунджийн арга ашиглан хөрвүүлсэн. Хөрсний дээжийг лабораторийн нөхцөлд хагааж 2 мм шигшүүрээр шигшиж чулууг ялгасан. Нийт хөрсний жинг чулууны жинд харьцуулж хөрсний чулууг тодорхойлсон.

$$M_{rock} = \frac{R_m * 100}{M_{sample}} \quad (1)$$

M_{rock} – чулууны масс (%), R_m - Чулууны жин (гр), M_{sample} - Хөрсний нийт жин (гр)

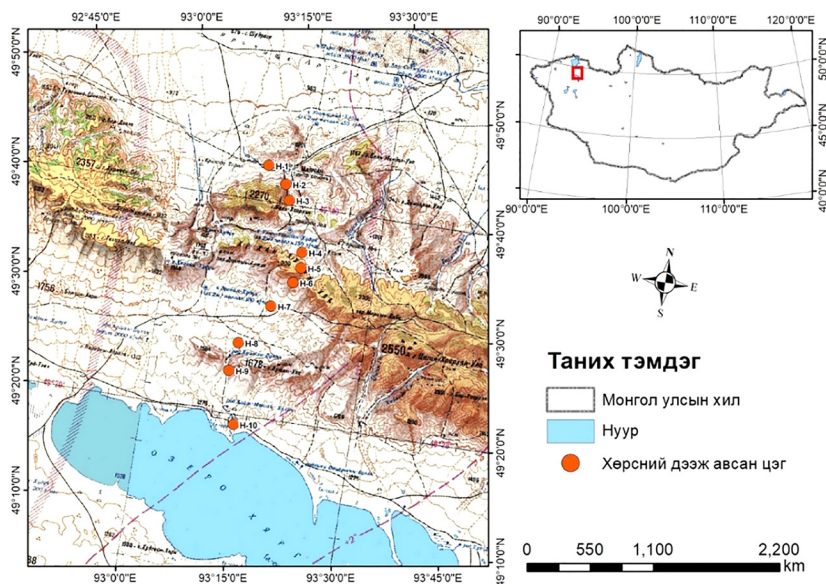
Хөрсний урвалын орчин Thermo Orion 5 star маркийн багаж ашиглан 1:5 харьцаатай уусмалд хэмжсэн. Хөрсний ялзмагийн агууламжийг шатаалтын алдагдал (LOI) арга ашиглаж тодорхойлсон [11]. Хөрсний карбонат ($CaCO_3$)-ыг кальциметрийн аргаар, хөдөлгөөнт фосфор (P_2O_5)-ыг Мачигины аргаар (MNS 4006 :1987), хөрсний ширхгийн (элс 2-0.05мм, тоос 0,05-0,002мм, шавар <0,002мм) бүрэлдэхүүнийг гидрометрийн [13] аргаар тус тус тодорхойлсон.

Хөрсний үр дүн боловсруулалт, статистик, график зэргийг Rstudio/2023,06,2+561 программ ашиглаж боловсруулсан [14]. Гадаргын хөндлөн огтлол болон судалгааны талбайн байршлын зургийг ArcGiS 10.4 программ хангамж ашиглаж хийсэн.

Судалгаа явуулсан газар. Судалгаа явуулсан газар нь Увс аймгийн нутаг их нууруудын хөндийд байрлах Хан-Хөнхий уулс юм. Хан-Хөнхий уулс нь Хангайн нурууны баруун салбар уулсын

системд багтах боловч хур тунадас, чийг хангамж багатай харьцангуй хуурай байдаг онцлогтой. Уулын ар хажууд ой модтой, гол ус элбэгтэй хээр, ойт хээрийн бүс зонхилж байхад уулын өвөр энгэрт хуурай хээр,

цөлөрхөг хээрийн бүс зонхилон тархсан байна. Судалгаа хийж байгаа нутаг нь хөрс газарзүйн мужлалаар Хангайн их муж өндрийн бүсшилтэй нутаг Хангайн мужийн Хан Хөхийн (44) тойрогт багтана [15].



Зураг 1. Судалгаа явуулсан газар, хөрсний зүсэлтийн байрлал

3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хан Хөхийн нурууны ар, өвөрт тархсан хөрсний шинж чанар харилцан адилгүй байна (Зураг 2.). Уулын ар талд Хүрэн, Хархүрэн, Тайгын ширэгт, Уулын бүдүүн ялзмагт хөрс зонхилон тархсан байхад уулын өвөр талд Цайвархүрэн, Говийн бор, Бор саарал голчлон тархсан байна. Ар өврийн ялгаанаас гадна далайн түвшнээс дээш өндөршил хөрсний хэвшинжийн тархалтад ихээхэн нөлөөлдөг бололтой.



Зураг 2. Хан Хөхийн нурууны ар, өвөр хажуугийн дагуух хөрс, геоморфологийн трансект

3.1. Хөрсний морфологи, хими, физик шинж чанар

3.1.1. Уулын ар хажууд тархсан хөрс

Шавранцар Хүрэн хөрс. Зүсэлт Н-01. (2022.08.03). Гэдэргийн тал. Х.Ө 49.72101°, З.У 93.20879°, өндөр 1292 метр д.т.д, тэгшивтэр дэнж, 3-5° налуу, ургамал бүрхэвч 60%, хялгана зонхилсон бэлчээр. Гадарга дээр 20% сайр чулуутай. Хөрсний чийг 6.3 VWC, хөрсний температур 30.6°C. АО 0-10 см. Хүрэн (7.5 YR 4/4) шавранцар, нягт, сайр чулуу 20%, үндэс ихтэй. А 10-25 см. Хүрэн (7.5 YR 4/4) шавранцар, сайр чулуу 20%. А1 25-40 см. Хүрэн бордуу (7.5 YR 3/5) шавранцар, нягт, сайр чулуу 20%, үндэс цөөн. Всa 40-60 см. Цайвар бор (7.5 YR 6/4) шавранцар, нягт, сайр чулуу 20%.

Хархүрэн хөрс. Зүсэлт Н-02. (2022.08.03) Баянхайрхан уулын ар бэл. Х.Ө 49.69574^o, З.У 93.25611^o, өндөр 1443 метр д.т.д, хажуугийн дунд хэсэг, 5^o налуу, ургамал бүрхэвч 80%. Гадарга дээр 20%

сайр чулуутай. *А0 0-10 см.* Хар хүрэн (7.5 YR 3/3) шавранцар, нягт, сайр чулуу 10%, үндэс ихтэй. *А 10-20 см.* Хүрэн (7.5 YR 4/4) шавранцар, нягт, сайр чулуу 10%, үндэс их. *А1 20-40 см.*

Хүснэгт 1. Уулын ар хажуугийн хөрсний хими, физик шинж чанар

Гүн, (см)	pH (1:5)	CaCO ₃ (%)	Ялзмаг (%)	ЕС ₅ (dS/m)	Хөдөлгөөнт, (мг/100г)		Чулуу, (%)	Ширхгийн бүрэлдэхүүн, (%)		
					P ₂ O ₅	K ₂ O		Элс	Тоос	Шавар
Шавранцар Хүрэн (1292 метр) Н-01										
0-10	7.15	0.00	4.94	0.223	2.38	42.9	31.8	61.4	27.1	11.5
10-25	7.44	0.00	3.29	0.103	1.80	20.4	20.5	64.3	24.9	10.8
25-40	7.57	0.00	2.86	0.206	1.30	30.6	17.8	62.9	26.0	11.1
40-60	7.13	22.9	0.87	1.749	1.45	18.3	35.9	65.8	22.5	11.7
Хархүрэн (1443 метр) Н-02										
0-10	7.14	0.00	8.83	1.828	1.96	47.0	8.1	57.0	32.2	10.8
10-20	7.40	0.00	4.77	2.077	1.57	16.3	11.9	62.9	26.6	10.6
20-40	7.43	0.00	3.47	0.733	1.53	14.2	27.3	61.4	27.4	11.2
40-60	7.74	0.00	3.10	0.196	7.66	18.3	21.6	64.3	22.1	13.6
Тайгын ширэгт (1623 метр) Н-03										
0-8	8.32	0.00	11.76	0.170	4.04	23.4	2.0	51.2	37.9	10.9
8-17	7.89	0.00	4.67	0.135	1.99	12.2	13.6	61.4	25.9	12.7
17-30	7.80	0.61	3.36	0.145	3.27	14.6	5.4	58.5	28.2	13.3
30-50	7.66	0.00	2.68	0.089	0.45	12.4	5.9	54.1	35.1	10.8
50-70	7.63	0.00	2.37	0.088	2.80	11.2	24.2	52.6	35.9	11.5
Уулын бүдүүн ялзмагт (1865 метр) Н-04										
0-10	7.53	0.00	5.65	0.258	1.49	22.4	6.8	58.5	30.1	11.4
10-30	7.84	0.00	3.42	0.206	4.81	18.3	26.9	61.4	26.3	12.2
30-50	7.40	8.72	2.00	1.846	1.07	18.5	29.9	65.8	22.7	11.5

Хүрэн бор (7.5 YR 4/6) шавранцар, нягт, сайр чулуу 20%, үндэс цөөн, шилжилт огцом. *Вса 40-60 см.* Цайвар бор (7.5 YR 6/4), нягт, сайр чулуу 20%, үндэс цөөн.

Тайгын ширэгт хөрс. Зүсэлт Н-03. (2022.08.03). Баянхайрхан уулын арын шинэсэн ой. Х.Ө 49.67279^o, З.У 93.27024^o, өндөр 1623 метр д.т.д, хажуугийн дээд хэсэг, 25^o налуу, ургамал бүрхэвч 60%, Шинэсэн ойтой. Гадарга дээр чулуугүй. *О*

0-8 см. Хар бараан (5 YR 3/1) шавранцар, сийрэг, ургамлын үлдэгдэл их. *А 8-17 см.* Улбардуу бор шаргал (5 YR 5/4), шавранцар, сийрэгдүү, чулуугүй, үндэстэй. *АВк 17-30 см.* Улбар бор цайвар (5 YR 5/6), шавранцар, карбонатын өнгөртэй, 10% давсны хүчилд буцална, нягтавтгар, сайр чулуу 20%. *В 30-50 см.* Бор (5 YR 6/4), элсэнцэр, нягт, чулуугүй, ургамлын үндэс цөөн. *С 50-70 см.* Бор шаргал (5 YR 6/4), элсэнцэр, нягт, хайрга чулуу 30%.

Уулын бүдүүн ялзмагт хөрс. Зүсэлт Н-04. (2022.08.03). Давааны ар. Х.Ө 49.59618 °, З.У 93.31879°, өндөр 1865 метр д.т.д, хажуугийн дээд хэсэг, 5° налуу, ургамал бүрхэвч 80%. Гадарга дээр чулуугүй. *АО 0-10 см.* Улбардуу хүрэн (5 YR 5/4) шавранцар, нягтавтар, чулуугүй, бөөмөрхөг бүтэцтэй, үндэс ихтэй. *А 10-30 см.* Хүрэн (5 YR 5/4) шавранцар, нягт, том чулуу 20-30%. *Вск 30-50 см.* Цайвар бор карбонаттай шавранцар, хайрга чулуу 70%.

Хан Хөхийн нурууны ар талд тархсан хөрс сул шүлтлэгээс шүлтлэг урвалын орчин (рН)-той, 30-40 см-ээс доош гүнд карбонат (CaCO₃)-тай, Шавранцар Хүрэн хөрсний 40-60 см гүн дэх ялзмагийн агууламж (0.87%) бага. Харин бусад хөрс бүх үе давхарга дах ялзмагийн агууламж (2.0-11.76%) өндөр. Талархаг газарт тархсан (Шавранцар Хүрэн) хөрсний бүх үе давхарга их чулуутай байхад Хархүрэн, Тайгын ширэгт, Уулын хөрсний дээд үе давхарга чулуу багатай, харин доод үе давхарга их чулуутай байна. Бүх үе давхаргадаа Элсэрхэг шавранцар, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй байна (Хүснэгт 1).

3.1.2. Уулын өвөр хажууд тархсан хөрс

Цайвархүрэн хөрс. Зүсэлт Н-06. (2022.08.03) Баянхайрхан уулын урд талд. Х.Ө 49.54791 °, З.У 93.30877°, өндөр 1860 метр д.т.д, дээд хажуу, 5° налуу, ургамал бүрхэвч 60%, алаг өвс үетэнт. Гадаргын хайрга чулуу 40%. Гадаргаас давсны хүчилд буцалсан. *Ак 0-12 см.* Цайвар хүрэн (7.5 YR 5/4) шавранцар, карбонаттай. *Вк 12-30 см.* Цайвар бор (7.5 YR 7/3) элсэнцэр, сийрэгдүү, чулуу 20%. *Ск 30-50 см.* Бор (7.5 YR 6/3) элсэнцэр, карбонаттай, том чулуу 50%.

Бор хөрс. Зүсэлт Н-07. (2022.08.03). Х.Ө 49.50656 °, З.У 93.26588°, өндөр 1629 метр д.т.д, хажуугийн дээд хэсэг, 3° налуу, ургамал бүрхэвч 30%. Харгана, говийн хялгана. Гадаргын хайрга чулуу 80%. *В 0-10 см.* Бор шавранцар, нягтавтар, сайр чулуу

60%, үндэс цөөн. *Вк 10-20 см.* Цайвар бор шавранцар хайрга чулуу 80%. *Ск 20-50 см.* Цайвар бор карбонаттай, хайрга чулуу 90%.

Сайргархаг бор хөрс. Зүсэлт Н-08. (2022.08.04). Хан Хөхийн нурууны урд талд Хүйтний хөндий. Х.Ө 49.44327°, З.У 93.20270°, өндөр 1386 метр д.т.д, талархаг, 3° налуу, ургамал бүрхэвч 20%, Харгана баглуур үетэнт. Гадаргын хайрга чулуу 20%. *К 0-5 см.* Бор (10 YR 7/4) шавранцар, сийрэг, сайргархаг 40%, үндэс цөөн. *В 5-20 см.* Улбардуу бор (10 YR 6/6) карбонаттай шавранцар, нягтавтар, сайргархаг чулуу 40%, үндэс их. *Вк 20-45 см.* Бор шаргал (10 YR 7/4) шавранцар, карбонаттай, 10% давсны хүчилд хүчтэй буцална, нягтавтар, чулуурхаг 50%. *Ск 45-60 см.* Цайвар бор элсэнцэр, чулуу 60%.

Гөлтгөнөтэй Борсаарал хөрс. Зүсэлт Н-09. (2022.08.04). Хүйтний сайр. Х.Ө 49.39889 °, З.У 93.19096°, өндөр 1273 метр д.т.д, талархаг, 3° налуу, ургамал бүрхэвч 10%. Гадарга дээр хайрга чулуу 90%. *К 0-5 см.* Цайвар бор (10 YR 3/4) өнгөтэй. *В 5-20 см.* Борсаарал (10 YR 7/4) шавранцар, сийрэгдүү, хайрга чулуу 20%. *В_{зунс} 20-35 см.* Цайвардуу бор (10 YR 8/3) гөлтгөний цайвар талсттай, сайргархаг. *С 35-60 см.* Алаг цоог бор, улбар шаргал шавранцар, хайрга чулуутай.

Уулын өвөрт тархсан хөрс шүлтлэг (7.32-8.11) урвалын орчин (рН)-той, гадаргаасаа карбонат (CaCO₃)-тай, Уулын өвөр талд тархсан хөрсний бүх үе давхарга (1.45-6.91) карбонат (CaCO₃)-тай, дээд үе давхарга дахь хөдөлгөөнт фосфор (P₂O₅)-ын хэмжээ 1.22-2.65 мг/100г байхад доод үе давхаргуудад маш бага агууламжтай буюу 0.22-0.95 мг/100г. Сайргархаг бор, Борсаарал хөрсний доод үе давхарга дахь хөдөлгөөнт кали (K₂O) -ийн агууламж (4.0-9.1 мг/100г) бага байна. Уулын өвөрт тархсан хөрсний бүх үе давхарга (25-63.7%) маш их чулуутай, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Уулын өвөр хажуугийн хөрсний хими, физик шинж чанар

Гүн, см	pH (1:5)	CaCO ₃ (%)	Ялзмаг (%)	EC ₅ (dS/m)	Хөдөлгөөнт, (мг/100г)		Чулуу, (%)	Ширхгийн бүрэлдэхүүн, (%)		
					P ₂ O ₅	K ₂ O		Элс	Тоос	Шавар
Цайвар Хүрэн (1860 метр) Н-06										
0-12	8.01	2.00	4.03	0.817	1.61	20.4	35.3	59.9	29.3	10.8
12-30	8.11	6.91	1.89	0.082	0.61	10.1	25.0	61.4	27.7	10.9
30-60	7.98	4.73	1.07	0.099	0.30	13.2	26.9	62.9	27.4	9.8
Бор хөрс (1629 метр) Н-07										
0-10	7.77	1.27	2.10	0.457	1.42	26.5	30.2	61.4	28.5	10.1
10-20	7.90	3.64	2.25	0.074	0.45	12.2	53.7	77.5	11.3	11.2
20-40	7.80	2.91	0.82	0.065	0.57	11.2	61.4	80.4	9.7	9.9
Сайргархаг Бор хөрс (1386 метр) Н-08										
0-5	7.63	2.18	0.84	0.073	1.72	17.3	49.6	62.9	27.5	9.6
5-20	7.77	3.27	1.11	0.071	0.88	10.1	61.3	76.0	13.6	10.3
20-45	7.55	2.91	0.65	0.296	0.64	6.1	45.0	77.5	11.0	11.5
45-60	7.32	3.64	0.57	0.061	0.88	10.1	58.5	80.4	8.9	10.6
Бор саарал хөрс (1273 метр) Н-09										
0-5	7.72	2.18	0.76	0.058	2.65	18.3	30.9	68.7	22.0	9.3
5-20	7.72	2.54	0.55	0.149	0.68	10.1	35.8	76.0	13.3	10.6
20-35	7.62	1.82	0.34	0.265	0.34	9.1	51.1	73.1	14.6	12.2
35-60	7.48	1.45	0.32	0.389	0.22	6.1	62.9	71.7	18.9	9.5
Бор саарал хөрс (1102 метр) Н-10										
0-3	7.76	2.91	0.05	0.102	1.22	42.9	63.7	54.1	36.0	9.9
3-10	7.55	1.82	0.78	0.067	1.38	14.2	33.2	79.0	11.0	10.1
10-30	7.61	2.54	0.28	0.078	0.95	7.1	48.7	81.9	8.8	9.3
30-40	7.55	2.18	0.30	0.049	0.68	6.3	28.4	80.4	10.0	9.6
40-60	7.71	1.82	0.12	0.066	0.80	4.0	48.8	81.9	7.6	10.5

3.2. Уулын ар, өвөр хажуугийн хөрсний ялгаа

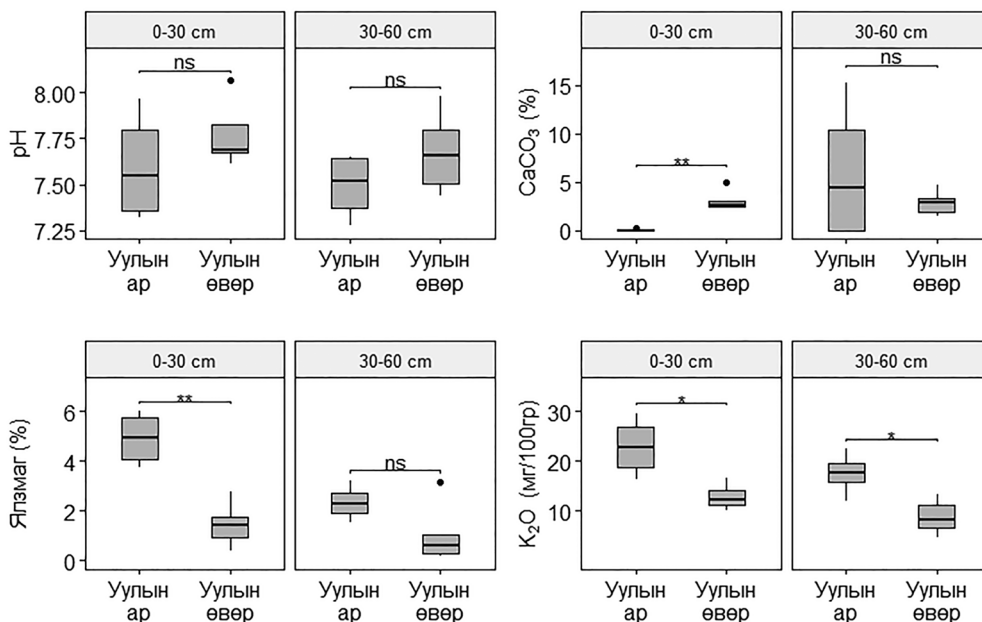
Хан Хөхийн нурууны ар болон өвөрт тархсан хөрсний шинж чанарын дундаж агууламжийг 0-30 см, 30-60 см гэсэн гүнүүдээр тодорхойлов (Зураг 2).

Хан-Хөхийн нурууны уулын өвөр талын хөрсний урвалын орчин (pH) уулын ар талын хөрсний урвалын орчинтой харьцуулахад бага зэрэг шүлтлэг шинжтэй. Ар хажуугийн хөрс 0-30 см гүнд карбонат (CaCO₃)-гүй байсан бол уулын өвөр

хажууд карбонат (CaCO_3)-ын агууламж их буюу 3.03% байна. 0-30 см гүний хөрсний карбонат уулын ар болон өвөрт ялгаатай тархдаг ($p < 0.01$). Харин 30-60 см гүнд уулын ар хажуугийн карбонат (CaCO_3)-ын хэмжээ (5.99%) уулын өвөрт тархсан хөрсний карбонат (2.87%)-ын агууламжаас 2 дахин бага байгаа боловч статистикийн хувьд ялгаа байхгүй байна. Уулын ар хажуугийн карбонатын хэмжээ маш их хэлбэлзэлтэй ($\text{max} = 15.2$, $\text{min} = 0.00$, $\text{sd} = 7.42$) байхад уулын өвөр талын хөрсний 30-60 см гүн дэх карбонатын агууламж харьцангуй хэлбэлзэл багатай ($\text{max} = 4.7\%$, $\text{min} = 1.51\%$, $\text{sd} = 1.25$) байв.

Уулын ар талд тархсан хөрсний ялзмагийн агууламж уулын өвөр талын хөрстэй харьцуулахад бүх үе давхаргадаа өндөр. 0-30 см гүн дэх ялзмагийн хэмжээ уулын ар талд дунджаар 4.9% байхад

уулын өвөр талд тархсан хөрсний дундаж ялзмагийн агууламж 1.43% буюу ойролцоогоор 3 дахин бага. 30-60 см гүн дэх ялзмагийн агууламжийг 0-30 см гүний үе давхаргатай харьцуулахад бага боловч уулын ар талд тархсан хөрсний ялзмагийн агууламж уулын өвөрт тархсан хөрсний ялзмагийн агууламжаас 1.3 дахин их байна. 0-30 см гүний ялзмагийн агууламж уулын ар болон өвөрт ялгаатай тархдаг ($p < 0.01$). Харин 30 см дооших гүний ялзмагийн агууламж уулын ар болон өвөрт ойролцоо хэмжээтэй тархдаг байна. Уулын ар талд тархсан хөрсний хөдөлгөөнт кали (K_2O)-ийн хэмжээ уулын өвөр талд тархсан хөрсний кали (K_2O)-ийн хэмжээтэй харьцуулахад өндөр байсан. Хөрсний бүх үе давхарга дахь хөдөлгөөнт кали (K_2O)-ийн агууламж уулын ар болон өвөрт ялгаатай байдаг ($p < 0.05$).



Зураг 3. Хөрсний хими шинж чанар (Урвалын орчин-pH, Карбонат- CaCO_3 , ялзмаг, хөдөлгөөнт кали - K_2O), $p < 0.10$; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Хан-Хөхийн нурууны ар талд тархсан хөрсний чулууны агууламж 0-30 см-т дунджаар 16.6% бол уулын өвөр талд тархсан хөрсний чулууны агууламж дунджаар 43.6%. Харин 30-60 см гүнд уулын ар талын чулууны агууламж дунджаар 23.8%, уулын өвөр талд тархсан хөрсний чулууны агууламж дээд үе давхаргатай ойролцоо буюу 48.6% байна. Энэ үр дүнгээс харахад уулын өвөр талд тархсан хөрсний чулууны агууламж бүх үе давхаргадаа жигд буюу 43.6-48.6% байсан бол уулын ар талд тархсан хөрсний чулууны агууламж 16.6-23.8% байна. Уулын ар талд тархсан хөрсний чулууны агууламж өвөр талд тархсан хөрсний чулууны агууламжаас 2.0-2.6 дахин бага байна (Зураг 4).

Уулын өвөрт тархсан хөрсний элсийг уулын ар талд тархсан хөрсний элсний агууламжтай харьцуулахад харьцангуй өндөр. Харин шавар болон тоосны агууламж уулын өвөр талд харьцангуй бага хэмжээтэй байна. Энэ нь уулын өвөр талд чулуу, элсний агууламж өндөр байдагтай холбоотой байж болох юм.

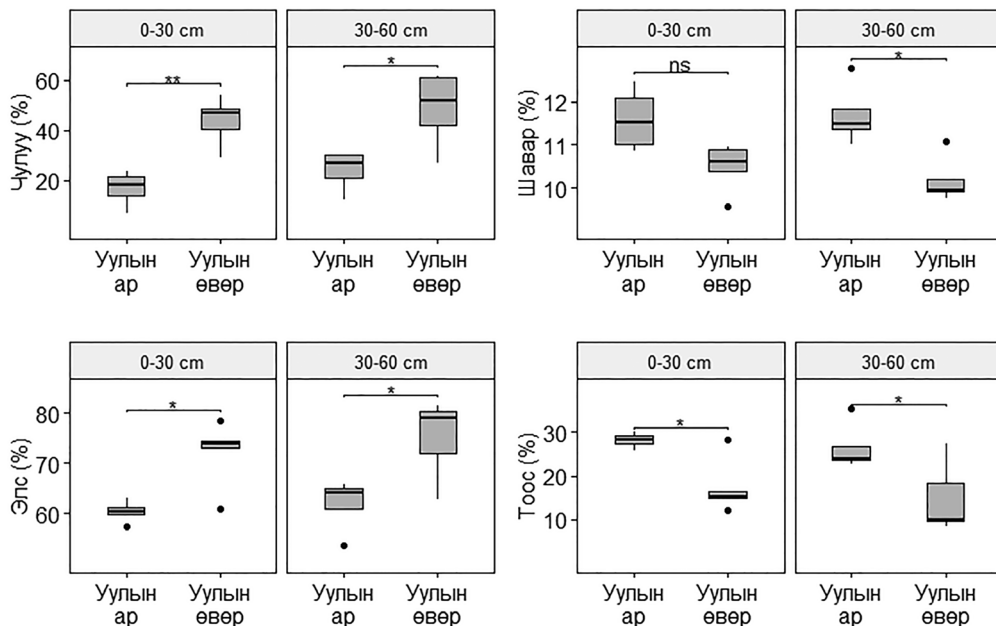
4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хан-Хөхийн уулсын ар хажууд хөрсний өндрийн бүсшилийн дараах зүй тогтол ажиглагдана: Уулын арын доод бэл 1100 - 1300 метр хүртэл Хүрэн хөрс, 1300-1400 метр орчимд Хархүрэн хөрс, 1400-1600 метр орчимд Тайгын ширэгт, ойн бараан хөрс, 1600-1800 метр өндөр газраар Уулын бүдүүн ялзмагт хөрс тогтворжино. Уулсын ар хажуу нь өвөр хажуугаа бодвол илүү чийгтэй тул *Тайгын ширэгт*, *Хархүрэн*, *Хүрэн* хөрс ар хажууд илүү тархана.

Уулын өвөр хажуу нь ар хажууг бодвол илүү хуурайвтар байдаг тул ихэвчлэн

хуурай хээрийн шинжтэй хөрс тогтворжсон байна. Хөрсөн бүрхэвч нь мөн хажуу налуу, хад чулуу, ургамал бүрхэвч зэргээс шалтгаалж алаг цоог нарийн төвөгтэй. Гэвч өндөршлийн хөрсний тархалтын зүй тогтол тодорхой хэмжээгээр ажиглагдана. Өвөр хажуугийн дээд хэсэг 1800-1600 метр өндөрт *Цайвар Хүрэн* хөрс тогтворжино. 1600 -1200 метр орчимд *Говийн бор*, *Сайргархаг бор* зэрэг хөрснүүд тархана. Хамгийн сонирхолтой нь 1200 метр орчимд *Гөлтгөнөт Борсаарал хөрс* тохиолдож байна. Ихэнх судалгаануудад *Гөлтгөнөт Борсаарал* хөрс Монгол орны урд хил орчим цөлийн бүсэд тархдаг гэж үздэг [3], [6], [16].

Гэвч бидний судалгаагаар Хан Хөхийн нурууны өвөр бэлд *Гөлтгөнөт Борсаарал* хөрс тархсаныг илрүүллээ. Хан Хөхийн нурууны хөрсний босоо бүсчлэлийг схемээр үзүүлэв (Зураг 2). Монгол Алтайн нурууны хөрсний босоо бүсчлэлийн онцлог нь Хан Хөхийн нуруунд тодорхой хэмжээгээр ажиглагдах боловч Монгол Алтайн нурууны үнэмлэхүй өндөр илүү өндөр байдаг тул *Өндөр уулын*, *Тундрийн хөрс* давамгайлсан байдаг. Хархираа түргэний уулсын хөрсөн бүрхэвч, ар өвөрт тархсан хөрсний тархалтын онцлогийг О.Батхишиг (2006) судалж байсан [8]. Хархираа Түргэний уулс нь Монгол Алтайн уулсын системд хамаарагддаг боловч Хан Хөхийн нуруунаас баруун зүгт 100 гаруй километр зайтай. Гэвч ижил өргөрөгт байрладаг Хан Хөхийн нуруунд 1600 – 2200 метр хооронд Ойн хөрс тархаж байгаа нь Хархираа Түргэний уулсад хийсэн судалгааны 2000 (1700) – 2400 (2500) метр өндөрт Ойн хөрс тархдаг гэсэн үр дүнтэй ойролцоо байна.



Зураг 4. Хөрсний чулуу, элс, тоос, шавар ($p < 0.10$; $*p < 0.05$; $**p < 0.01$; $***p < 0.001$).

Хархираа Түргэний уулсад 2400 (2500) метрээс дээш *Өндөр уулын нугын, Тундрийн хөрс* зонхилон тархсан байхад Хан Хөхийн нуруунд Уулын хээрийн (*Уулын бүдүүн ялзмагт*) хөрс тархаж байгаа нь уулсын харьцангуй өндөртэй холбоотой байж болох юм. Учир нь Хархираа Түргэний уулсын хамгийн өндөр цэг 3978 метр байхад Хан Хөхийн нурууны оргил цэг Алтан дуулга уул 2928 метр өндөр байна.

5. ДҮГНЭЛТ

Хан Хөхийн нурууны ар, өвөр хажууд хөрсний тархалт харилцан адилгүй байна. Уулын ар талд *Хүүрэн, Хархүүрэн, Тайгын ширэгт, Уулын бүдүүн ялзмагт хөрс* зонхилон тархсан байхад уулын өвөр талд *Цайвархүүрэн, Говийн бор, Борсаарал* голчлон тархсан байна.

Хан Хөхийн нурууны ар, өвөрт тархсан хөрсний шинж чанар харилцан адилгүй байгааг судалгааны дүнд тогтоолоо. Хөрсний урвалын орчин уулын ар, өврийн ялгаа байхгүй, 0-30 см гүн дэх карбонат (CaCO_3)-ын агууламж уулын ар, өвөрт ялгаатай, ялзмагийн агууламж мөн 0-30 см гүнд ялгаатай, хөдөлгөөнт кали (K_2O) бүх үе давхаргадаа ялгаатай байсан. Уулын ар өвөрт тархсан хөрсний чулууны агууламж хоорондоо ялгаатай байсан бөгөөд уулын өвөр талд чулуу, элсний агууламж их байсан. Харин уулын ар талд тархсан хөрсөнд тоосны агууламж их байдаг байна. Хан Хөхийн нурууны ар хажууд ойт-хээрийн хөрс тархсан байхад өвөр хажууд хуурай хээр, говь цөлийн хөрстэй байна. Хөрсөн бүрхэвчийн хувьд огцом ялгаатай өвөрмөц нутаг болох бөгөөд бэлчээрийн талхагдал ихсэх хандлагатай байгаа тул цаашид бэлчээр хөрсийг хамгаалах талаар анхаарах шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Д. Доржготов and С. Идэржавхлан, “Газар дүрсийн зураг,” in Монгол улсын үндэсний атлас, Д. Доржготов, Ed. Улаанбаатар: Газарзүйн хүрээлэн, ШУА, 2009, pp. 22-30.
- [2]. Б. Батдаваа and Д. Баасан, Eds., Монгол улсын статистикийн эмхэтгэл. Улаанбаатар: Үндэсний статистикийн хороо, 2022.
- [3]. Н. Беспалов, Почвы Монгольской Народной Республики. Москва: Изд-во АН СССР, 1951.
- [4]. А. В. Огородников, Почвы горных лесов Монгольской Народной Республики. Новосибирск: Наука, 1981.
- [5]. А. Н. Ногина, Почвенных покров и почвы Монголии. Москва: Наука, 1984.
- [6]. Д. Доржготов, Монгол орны хөрс. Улаанбаатар: ШУА Газарзүйн хүрээлэн, 2003.
- [7]. А. Dashtseren, M. Ishikawa, Y. Iijima, and Y. Jambaljav, “Temperature regimes of the active layer and seasonally frozen ground under a forest-steppe mosaic, Mongolia,” *Permafrost Periglacial Processes*, vol. 25, no. 4, pp. 295-306, 2014, <https://doi.org/10.1002/ppp.1824>
- [8]. О. Batkhishig, “The Altai Mountain soils of Mongolia,” *Korean J. Quat. Res.*, vol. 21, no. 2, pp. 7-18, 2007.
- [9]. О. Batkhishig, “Soils of the lake Hovsgol area and its watershed,” in *The Geology, Biodiversity and Ecology of Lake Hovsgol (Mongolia)*, C. . Goulden, T. Sitnikova, J. Gelhaus, and B. Boldgiv, Eds. Leiden, Netherlands: Backhuys, 2006, pp. 93-113.
- [10]. D. Knothe, *Bodenbildung, Bodenverbreitung und Bodenzustand im Uvs-Nuur-Becken*. Institut für Geographie und Geoökologie, Universität Potsdam, 2001.
- [11]. F. W. Chichester and R. F. J. Chaison, “Analysis of carbon in calcareous soils using a two-temperature dry combustion infrared instrumental procedure,” *Soil Sci.*, vol. 153, no. 3, pp. 237-241, 1992. <https://doi.org/10.1097/00010694-199203000-00007>
- [12]. MNS 4006 : 1987, “Хөрс. Хөдөлгөөнт фосфор, калийг тодорхойлох Мачигины арга,” MNS 4006:1987, 1987.
- [13]. G. J. Bouyoucos, “Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analyses of Soils,” *Agron. J.*, vol. 54, no. 5, p. 464, 1962, <https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x>
- [14]. R Core Team, “R: A Language and Environment for Statistical Computing.” R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.
- [15]. Д. Доржготов, “Хөрс газарзүйн мужлалт,” in Монгол улсын үндэсний атлас, 2009, p. 122.
- [16]. В. Л. Андронников and Г. А. Шершукова, “Зона сухих степей,” in *Почвенный покров основных природных зон Монголии*, Н. А. Ногино, Ed. Москва: Наука, 1978, pp. 103-122.