

ТАРИАЛАНГИЙН ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ (Хэнтий аймаг, Хурхын САА-н жишээн дээр)

Ц.БОЛОРМАА*

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА
Bolormaa999@gmail.com

Cropland soil organic carbon content change in Khentii province

Монгол орны газар тариалангийн зүүн бүс Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын Гурванбаян баг, хуучнаар Хурхын САА-н тариалангийн талбайн өнгөн (0-30) хөрснөөс дээж авч зэргэлдээх атрын хөрстэй харьцуулан, *Тариалангийн Хархүрэн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг судаллаа. Газар тариалан эрхлэж эхэлснээс хойш 37 жилийн хугацаанд өнгөн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж дунджаар 36.4%-иар буурсан байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралт газар ашиглалтаас хамаарч ялгаатай байв: тариалалт хийж байгаа талбайн хөрсөнд 65.3%, орхигдсон талбайн хөрсөнд 22.8%, атаршсан талбайн хөрсөнд 11.7%-иар тус тус буурчээ. 30 см зузаан *Хархүрэн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц дунджаар 19.1% буюу 13.2 мг га⁻¹-аар буурсан байна.

Түлхүүр үг: Хөрс, хөрсний органик нүүрстөрөгч, өөрчлөлт, газар тариалан, Хэнтий

Оршил

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOC) агуулга, нөөц нь хөрсний бүтээмж, харимхай чанар, тогтвортой байдалд чухал нөлөөтэйн дээр хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах боломжтой механизмыг бүрдүүлдэг (Baldock & Grundy, 2017). Хөрсөнд агуулагдах органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь хуурай газрын ургамалд агуулагдах нөөцөөс хоёр дахин, агаар мандалд байх нөөцөөс гурав дахин их (Jenkinson et al., 1991, Falkowski et al., 2000) тул хөрсний органик нүүрстөрөгчийн багахан өөрчлөлт нь дэлхийн нүүрстөрөгчийн эргэлт болон уур амьсгалын өөрчлөлтөд нөлөөлдөг (Van et al., 2014). Дэлхий нийтийн хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийн түүхэн болон тасралтгүй өсөн нэмэгдэж буй өсөлт нь дэлхийн нүүрстөрөгч, ус болон шим тэжээлийн эргэлтэд асар их нөлөө үзүүлсэн (Bondeau et al., 2007, Feddema et al., 2005, Foley et al., 2005, Johnson et al., 2014). Газар тариалан ба хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл дахь газар ашиглалтын өөрчлөлт нь агаар мандлын нүүрстөрөгчийн давхар ислийг (CO₂) ихэсгэхэд ихээхэн хувь нэмэр оруулсаар байгаа ба дэлхийн хүлэмжийн хийн ялгаруулалтын 24%-ийг бүрдүүлж байна (TSUI.S.IPCC, 2014). Аж үйлдвэрийн хувьсгал эхэлснээс хойш газар ашиглалтын өөрчлөлт, хөрс боловсруулалтаас агаар мандалд 136±55 Pg C (1Pg=10¹⁵ гр) ялгарсаны 78±12 Pg C хөрснөөс алдагдсан (Lal, 2004). Манай орны хувьд атар газар

* BOLORMAA Tseden-Ish, Institute Geography-Geoecology, MAS

эзэмшиж, газар тариаланг бие даасан салбар болгон хөгжүүлсний 60 жилийн ой энэ онд тохиож байна. Монгол оронд газар тариалангийн үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжиж ирсэн 1970-аад оны дунд үе хүртэл тариалангийн талбайг 1 сая га хүртэл нэмэгдүүлэн хагалж ашиглахдаа *уринш-үр тариа, уринш-үр тариа-үр тариа* гэсэн богино эргэлтэт сэлгээг мөрдөж жил бүр талбайг хөмрүүлэн хагалж, уриншийн боловсруулалтыг шүдэт борной, цант сэндэчүүр ашиглан хог ургамлыг устгадаг агротехнологийг сөрдөж ирсэн нь хөрсний бүтцийг алдагдуулж элэгдэл эвдрэлд нэрвэгдэх нөхцлийг бүрдүүлэхэд голлон нөлөөлсөн (Нямсамбуу&Ихбаяр, 2016) ба сүүлийн 50 гаруйхан жилд хөрсний ялзмагийн агуулалт 48-54%-иар буурч тариалангийн хөрс хагас өлсгөлөнгийн байдалтай болсон байна (Мижиддорж, 2015).

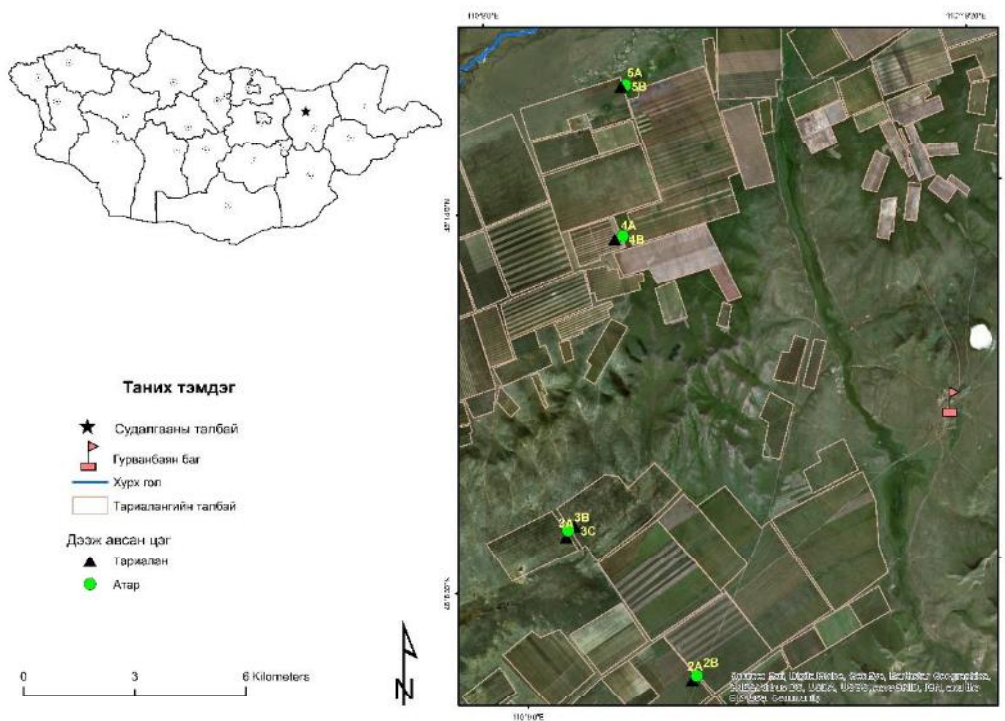
Хэнтий аймгийн тариалангийн нийт талбай 83292 га, үүнээс ашиглаж буй талбай 30730 га, атаршсан талбай 75762 га (mofa.gov.mn). 2018 онд тариалалт хийх нийт талбай 20997 га, үүний 17950 га-д үр тариа, 2400 га-д тосны ургамал, 200 га-д малын тэжээл, 263 га-д төмс, 184 га-д хүнсний ногоо, бэлтгэх уригш 29850 га-д хийхээр зорилт дэвшүүлсэн байна (ХХААХҮЯам). Өмнөдэлгэр сум Улаанбаатар хотоос 300 км, Хэнтий аймгийн төв Чингис хотоос 110 км алслагдсан, нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээ 1089.0 мянган га, үүний 26.7 мянган га тариалангийн талбай (Газрын нэгдмэл сангийн тайлан, 2009) бөгөөд Хэнтий аймгийн нийт тариалангийн 50 орчим хувийг эрхэлдэг. Мөн Өмнөдэлгэр сум хүн амын тоогоор аймагтаа Хэрлэн, Дархан сумын дараа гуравдугаарт, малын тоогоор аймагтаа төдийгүй улсад 2015 оноос хойш тэргүүлж байна. 2018 онд нийт 532613 толгой мал тоолуулсны 48.9%-ийг хонь, 38.4%-ийг ямаа, 7.5%-ийг үхэр, 5.2%-ийг адуу эзэлж байна (Үндэсний статистикийн газар-Хэнтий 2018).



Зураг 1. Хэнтий аймгийн үр тарианы үйлдвэрлэл 1960-2017 он

Судалгааны талбай

Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сум Гурванбаян багийн нутаг, хуучнаар Хурхын Сангийн Аж Ахуй. Хурхын САА анх 1981 онд Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр, Батноров, Батширээт гурван сумын зааг нутгаас хуваан байгуулагдсан ба 1992 онд татан буугдсан (Yuki & Chuluun, 2013). Монгол орны уур амьсгалын мужлалаар чийглэгдүү хүйтэвтэр зунтай, хахир өвөлтэй. Агаарын температур олон жилийн дунджаар -2.54°C – $+1.27^{\circ}\text{C}$ (ГГХ, ЭШТ, 2016), жилийн нийлбэр хур тунадас 300-350 мм. Хөрс газарзүйн мужлалаар Хангайн их мужийн өндрийн бүсшилтэй нутгийн Хэнтийн мужийн 40-р тойрогт багтана (Монгол улсын үндэсний атлас, 2009).



Зураг 2. Судалгааны талбай, дээж авсан цэгийн байршил.

Хөрсний дээж авалт ба лабораторийн задлан шинжилгээний арга зүй
Хээрийн судалгааг 2018 оны 08-р сарын 24-ны өдөр хийж, Хурхын хөндий, Шар талыг төлөөлхүйц, газар ашиглалтаар ялгаатай 9 цэгээс нийт 27 дээж авлаа. Хөрсний дээжийг хагалгааны гүнээс (0-10, 10-20, 20-30 см) авсан. Дээжийг ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид ISO11464:2006 стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатаан 2 мм-ийн диаметртэй шигшүүрээр шигшиж лабораторийн задлан шинжилгээ хийлээ. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг Тюрины аргаар,

механик бүрэлдэхүүнийг гидрOMETPийн аргаар, урвалын орчинг рН метр (H₂O1:2.5), цахилгаан дамжуулах чанарыг кондуктометр, карбонатыг кальциметр, хөдөлгөөнт фосфорыг спектрофотометр (1% нүүрсхүчлийн аммони), хөдөлгөөнт калийг дөлт спетрометр, эзлэхүүн жин (Blascke & Hartge, 1986), чулууг жингийн аргаар тус тус тодорхойлсон (ISO11277:2009, MNS33101991, MNS4006:1987).

Хүснэгт 2 Дээж авсан цэгийн координат, газар ашиглалтын байдал, хөрс

Зүсэлт	Урттраг	Өргөрөг	Өндөр (д.т.д)	Налуу	Газар ашиглалт	Хөрсний нэр
2A	110.21081	48.11839	1211	БХ 2 ⁰	Буудай	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
2B	110.21178	48.11803			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
3A	110.16824	48.15463	1198	ЗУ 1-3 ⁰	Орхигдсон	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
3B	110.16861	48.15464			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
3C	110.16912	48.15494			1195	Атаршсан
4A	110.19209	48.22597	1150	БХ 1 ⁰	Уринш	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
4B	110.19163	48.22465			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
5A	110.19948	48.26162	1116		Рабс	Тариалангийн Хархүрэн
5B	110.19980	48.26171	1115		Атар	Нугархаг Хархүрэн

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг (SOC_D мг га⁻¹) дараах тэгшитгэлээр тооцлоо (Pan et al., 2004). Дээж авсан 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см гүн тус бүрийн SOC_D-ийг тооцов.

$$SOC_D = SOC_{pH}(1 - \delta_{2mm}/100)10^{-1}$$

SOC-хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж (г кг⁻¹), *p*-эзлэхүүн жин (г см⁻³), *H*-үе давхаргын зузаан (см), δ_{2mm} -2мм-ээс дээш хэсэг болох чулууны эзлэхүүний хувь (%). 10⁻¹ коэффициент.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал (SOCL)-ыг дараах байдлаар тооцов (Phesheya et al., 2016).

$$SOCL = \frac{SOC_{D-A} - SOC_{D-T}}{SOC_{D-A}} * 100$$

SOCL-хөрснөөс алдарсан органик нүүрстөрөгч, (SOC_{D-A}) атрын хөрс (SOC_{D-T}) тариалангийн хөрс хоорондох органик нүүрстөрөгчийн ялгаа (%). Статистикийн шинжилгээнд SPSS 25.0, Microsoft Excel 2013 программ ашиглав.

Судалгааны үр дүн

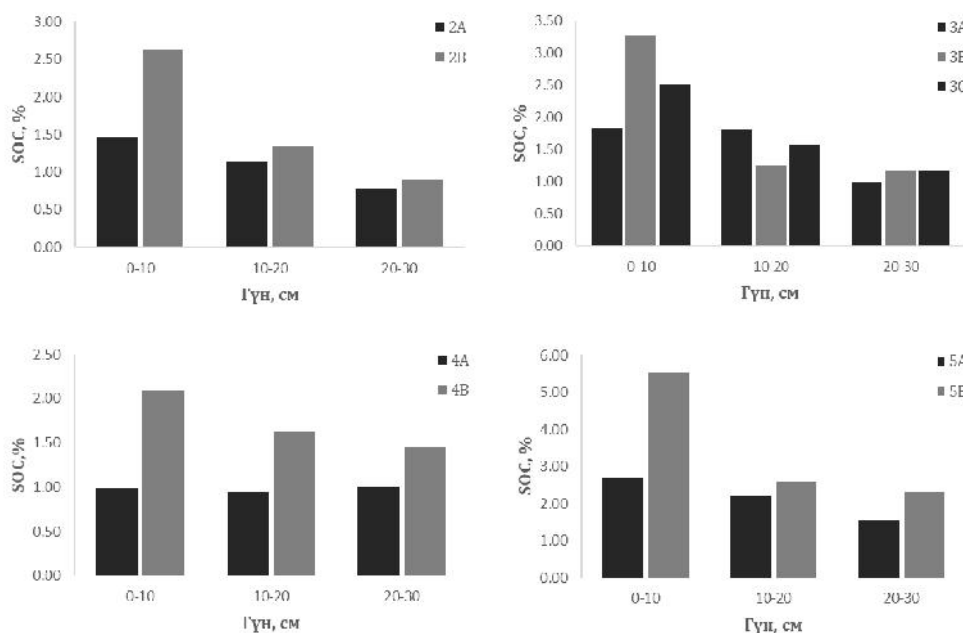
Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж

Лабораторийн задлан шинжилгээний дүнгээс харахад судалгаа хийсэн Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутаг Хурхын хөндий болон Шар тал орчмын Хархүрэн хөрсний 0-30 см-ийн гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж дунджаар 2.37% байхад тариалангийн хөрсөн дэх агууламж 1.51% байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Статистик үзүүлэлтүүд, SOC % (0-30 см).

Хөрс	Max	Min	Median	Mean	SD	CV, %
Тариалан (n=15)	2.69	0.78	1.46	1.51	0.60	40
Атрын (n=12)	5.53	0.89	2.07	2.37	1.26	53

Судалгаанд 9 цэгийн стандарт гүнүүдээс (0-10, 10-20, 20-30 см) авсан нийт 27 ш. дээж хамрагдсаны 56% нь А ба С бүлэг буюу тариалангийн талбайгаас авсан хөрс, 44% нь В бүлэг буюу атар газраас авсан хөрс болно. В бүлгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж нь А ба С бүлгийнхээс 1.967-гоор их. Энэхүү статистик тоон үзүүлэлтийн итгэх интервал .95 буюу 95%-тай байна.



Зураг 3. Дээж авсан цэгүүдийн стандарт гүнүүд дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж %, (А ба С=Тариалангийн хөрс, В=Атрын хөрс)

Хөрсний физик-химийн шинж чанар

Дээж авсан цэгүүдийн хөрсний физик болон химийн шинжилгээний тойм статистикийн үзүүлэлтүүдийг тооцов (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Лабораторийн задлан шинжилгээний тойм статистикийн үзүүлэлтүүд.

Үзүүлэлтүүд	Тариалан (n=15)				Атрын (n=12)			
	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD
SOM (г кг ⁻¹)	4.63	1.34	2.60	1.04	9.53	1.54	4.09	2.16
CaCO ₃ (%)	7.82	0.00	1.26	2.66	16.72	0.00	3.68	5.73
pH (H ₂ O1:2.5)	7.72	6.60	6.96	0.37	8.93	6.77	7.30	0.67
EC (dS m ⁻¹)	0.18	0.06	0.10	0.04	0.26	0.05	0.12	0.07
Фосфор (мг 100г ⁻¹)	3.0	0.6	1.6	0.8	2.7	0.5	1.8	0.7
Кали (мг 100г ⁻¹)	37.7	5.2	12.6	8.2	76.5	5.2	34.2	24.9
Чулуу (V %)	18.2	4.5	10.3	4.7	53.7	3.0	15.5	14.5
Элс (2.00-0.05) (%)	80.4	65.8	72.1	4.1	76.0	65.8	71.1	3.4
Тоос (0.05-0.002) (%)	19.0	1.5	10.4	6.2	22.0	4.4	13.6	6.8
Шавар (<0.002) (%)	24.0	10.6	17.5	4.7	22.5	6.3	15.1	4.8
Эзлэхүүн жин (г см ⁻³)	1.30	1.11	1.39	0.14	1.58	0.91	1.28	0.24

Тариалангийн хөрсний органик (SOM)-ийн агууламж 36.4%, хөдөлгөөнт фосфор 11.0%, хөдөлгөөнт кали 63.2%, тоосны эзлэх хувь 23.5%-иар тус тус буурсан бол элсний эзлэх хувь 1.4%, эзлэхүүн жин 8.6%-иар тус тус өссөн байна. Харин хөрсний урвалын орчин, давсжилт нэмэгдээгүй байв. Мөн тариалангийн болон атрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн хэмжээг хөрсний хими, физикийн үзүүлэлтүүдтэй шугаман хамаарал тооцож үзэхэд хөрсний эзлэхүүн жин (Эжин)-тэй урвуу хүчтэй хамааралтай, шавартай урвуу сул, тоостой эерэг сул хамааралтай байна (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Хөрсний хими-физикийн шинж чанар ба хөрсний органик нүүрстөрөгч хоорондын хамаарал.

		pH	EC	Фосфор	Кали	Элс	Тоос	Шавар	Эжин
SOC	Тариалан	0.444	0.474	0.289	0.741	-0.309	0.652	-0.595	-0.780
	Атрын	0.338	0.372	0.326	0.593	-0.215	0.493	-0.684	-0.862

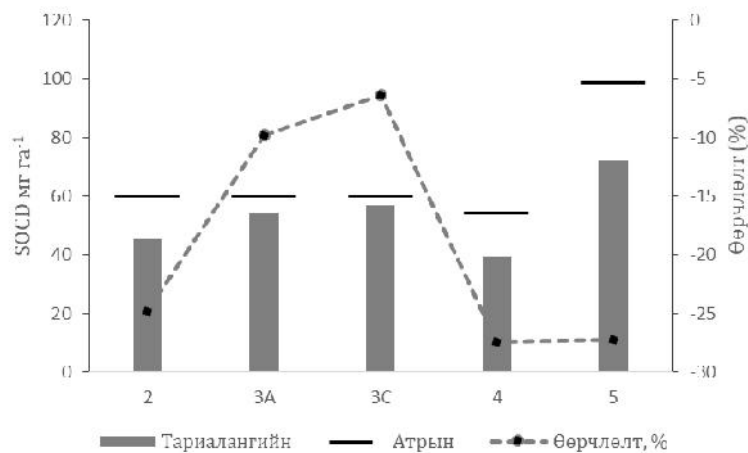
Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, өөрчлөлт

Атар газрын 30 см зузаан хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц *Элсэнцэр Хархүрэн* хөрс тархсан 2, 3-р цэгт 60.3 мг га⁻¹, 60.0 мг га⁻¹, 4-р цэгт 54.2 мг га⁻¹ байсан бол *Нугархаг Хархүрэн* хөрстэй 5-р цэгт 98.9 мг га⁻¹ байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOC)-ийг дээж авсан стандарт гүнүүдэд тооцож тойм статистикийн үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 5-д харуулав.

Хүснэгт 5. Статистик үзүүлэлтүүд, SOCD мг га⁻¹(0-30 см).

Хөрс	Max	Min	Median	Mean	SD	CV, %
Тариалан (n=15)	29.64	11.34	18.12	18.22	5.80	32
Атрын (n=12)	47.41	12.10	22.11	23.78	9.68	41

Дээрх хүснэгтээс харахад хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц тариалангийн талбайгаас авсан дээжний дундаж 18.22 мг га⁻¹, харин атрын хөрснөөс авсан дээжний дундаж үүнээс 5.56 мг га⁻¹-гаар их буюу 22.11 мг га⁻¹ байна. Тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн бууралт судалгаа хийсэн 5 цэгт ялгаатай байна (Зураг 4). Энэ нь газар ашиглалтын байдал, ашиглалтын хугацаатай холбоотой байж болох юм. Атрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй харьцуулахад органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт их 2, 4, 5-р талбайг газар тариалангийн салбарт хувьчлал явагдаж хувийн хэвшилд шилжсэн цагаас тасралтгүй ашиглаж байгаа бол 3А нь орхигдсон талбай, харин хамгийн бага өөрчлөлттэй 3С нь атаршсан талбай болно. Эндээс үзэхэд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралт, нөөцийн өөрчлөлт нь ашиглалттай шууд холбоотой болох нь харагдаж байна.



Зураг 4. 30 см зузаан Атрын болон Тариалангийн Хархүрэн хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOCD) ба өөрчлөлт

Хэлэлцүүлэг

Тариалангийн талбайн хөрсний ялзмагийн бууралтанд ашигласан хугацааны нөлөөг тогтоох судалгааг Д.Доржготов (1990), Ш.Пүрэвсүрэн (1991), О.Баттулга (1999), Д.Цэрмаа (2000), Ө.Болдсайхан (2004), Д.Туул (2004) манай орны газар тариалангийн төв бүсэд тус тус хийсэн бөгөөд судлаачдын олж тогтоосноор 10 жил ашигласан хөрсний ялзмаг 12-29%-иар, 30 жил ашигласан хөрсний ялзмаг 20-43.6%-иар буурсан байна.

Харин бидний судалгаагаар газар тариаланд ашигласан *Хархүрэн* хөрсний хагалгааны үеийн органикийн агууламж дунджаар 36.4%-иар (хамгийн их нь 51.4%, хамгийн бага нь 13.4%) буурсан байв.

Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн хөрсний ялзмагийн агууламж тариалалт хийж байгаа хөрсөнд 1.337-2.511%, орхигдсон талбайн хөрсөнд 1.707-3.169%, атаршсан талбайн хөрсөнд 2.021-4.332%-тай байна. Газар тариалангийн үйлдвэрлэлийн хувьд онцгой ач холбогдолтой элемент болох хөдөлгөөнт фосфор 2 мг 100г⁻¹-аас бага, хөдөлгөөнт кали 20 мг 100г⁻¹-аас бага буюу хангамжийн зэргээр бага түвшинд байгаа нь цаашид энэ төрлийн бордоо ашиглах шаардлагатайг илтгэж байна.

Тариалангийн Хархүрэн хөрсний ялзмагийн агууламж 2.691-4.629%, хөдөлгөөнт фосфор 2 мг 100г⁻¹-аас бага буюу хангамжийн зэргээр бага, харин хөдөлгөөнт калийн хангамжаар дундаас их (11.5-38.7 мг 100г⁻¹) болох нь тогтоогдов.

Дүгнэлт

Монгол орны газар тариалангийн зүүн бүсийг төлөөлүүлэн Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын Гурванбаян баг, хуучнаар Хурхын САА-н тариалангийн талбайн өнгөн (0-30) хөрснөөс дээж авч зэргэлдээх атрын хөрстэй харьцуулан, тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг судаллаа.

Газар тариалан эрхлэж эхэлснээс хойш 37 жилийн хугацаанд (1981-2018) Монгол орны газар тариалангийн зүүн бүсийн *Хархүрэн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-30 см-ийн гүнд дунджаар 36.4%-иар буурсан байна. Тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралт газар ашиглалтын байдлаас хамаарч ялгаатай байна: тариалалт хийж байгаа талбайн хөрсөнд 65.3%, орхигдсон талбайн хөрсөнд 22.8%, атаршсан хөрсөнд 11.7%-иар тус тус буурчээ. Харин 30 см зузаан *Хархүрэн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц газар тариалангийн үйлдвэрлэлийн нөлөөгөөр дунджаар 19.1% буюу 13.2 мг га⁻¹-аар буурсан байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

Мижиддорж Ж. (2015). Уур амьсгалын өөрчлөлт, Хөдөө аж ахуйд түүний үзүүлэх нөлөө, хүнсний аюулгүй байдал. ХАА-н шинжлэх ухаан сэтгээл №14(01), ху 256.

Нямсамбуу Н, Ихбаяр Д. (2016). Монгол орны тариалангийн газрын ашиглалт, хөрсний элэгдэл эвдрэл. Монголын хөрс судлал 2016(01), ху 100.

Одонтунгалаг Д.(2019-01-22). Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сум улсад хамгийн олон мал тоолуулжээ. www.montsame.mn

Тариалах талбай, хураан авах ургацын 2018 оны зорилт. ХХААХҮЯам. <http://mofa.gov.mn/exp/blog/8/70>

Туриалангийн эдэлбэр газрын ашиглалт. <http://mofa.gov.mn/exp/blog/8/69>

Хөдөө аж ахуйн салбар 2017. (2018). Монгол улсын үндэсний статистикийн хороо. ху 234-235.

Хөрс-газарзүйн мужлалт. (2009). Монгол улсын үндэсний атлас. Зураг 105, ху112.

- ШУА-ийн ГГХүрээлэн Ландшафтын бүтэц, өөрчлөлт, төлөвлөлт, зохистой бүсчлэл (Монгол орны зүүн бүсийн жишээн дээр) 2014-2016 ШУТСангийн сэдэвт ажлын тайлан. ху 125, 126.
- Үндэсний статистик Хэнтий аймаг 2018, ху 32, 37-50.
- MNS ISO11464:2002. Физик-химийн шинжилгээ хийх дээжийг урьдчилан боловсруулах.
- MNS 3310:1991. Хөрсний агрохимийн үзүүлэлтийг тодорхойлох арга.
- MNS 4006:1987. Хөдөлгөөнт фосфор, калийг тодорхойлох Мачигины арга.
- Baldock A, Grundy M. (2017). Measuring and monitoring the impact of agricultural management on soil carbon stocks from point to continental scale in Australia. Proceedings of the global symposium on soil organic carbon. FAO, Rome, Italy. pp 35.
- Blacke G R., Hartge K H. (1986). Bulk density. In Klute, A. (ed). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd ed. Agronomy 9:pp363-382.
- Bondeau A., Smith P.C., Zaehle S., Schaphoff S., Lucht W., Cramer W., Gerten D., Lotze-Campen H., Müller C., Reichstein M., Smith B. (2007). Modelling the role of agriculture for the 20th century global terrestrial carbon balance. *Global Change Biology*, 13(3), pp679-706.
- Falkowski P., Scholes R J., Boyle E., Canadell J., Canfield D., Elser J., Gruber N., Hibbard K., Högberg P. (2000). The Global Carbon Cycle: A Test of Our knowledge of Earth as a System. *Science* 2000, 290, pp291-296.
- Foley JA., Defries R., Asner GP., Barford C., Bonan G., Carpenter SR., Chapin FS., Coe MT., Daily GC., Gibbs HK., Helkowski JH., Holloway T., Howard EA., Kucharik CJ., Monfreda C., Patz JA., Prentice IC., Ramankutty N., Snyder PK. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309, pp570-574.
- Jenkinson D S., Adams D E., Wild A. (1991). A Model estimates of CO₂ emissions from soil in response to global warming. *Nature* 1991, 351, pp304-306.
- Johannes Feddema., Keith Oleson., Gordon Bonan., Linda Mearns., Warren Washington., Gerald Meehl., Douglas Nychka. (2005). A comparison of a GCM response to historical anthropogenic land cover change and model sensitivity to uncertainty in present-day land cover representations. *Climate Dynamics* 25, pp 581-609.
- Johnson J A., Runge C F., Senauer B., Foley J., Polasky S. (2014). Global agriculture and carbon trade-offs. *Proc.Natl.Acad. Sci. USA* 111, pp12342-12347.
- Lal R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123(2004) pp1-22.
- Pan GX., Li LQ., Wu LS., Zhang XH. (2004). Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China`s paddy soils. *Glob Change Biol.*2004;10(1):79-92.
- Pshesheya Dlamini., Pauline Chivenge., Vincent Chaplot. (2016). Overgrazing decreases soil organic carbon stocks the most under dry climates and low soil pH: A meta-analysis shows. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221(2016) 258-269.
- TSU, I.S. IPCC AR5 Synthesis Report-Climate Change 2014. (2015). pp 1-695
- Van Groenigen K J., Qi X., Osenberg C W., Luo Y., Hungate B A. (2014). Faster decomposition under increased atmospheric CO₂ limits soil carbon storage. *Science* 2014, 344, pp508-509.
- Yuki Konagaya., Chuluun S. 2013. Сангийн аж ахуй. *Senri Ethnological Reports*, 110:9-63(2013). <http://doi.org/10.15021/00008876>. pp55.