

Монгол Орны Уулын Ба Ойт Хээр, Хээр, Цөлөрхөг Хээрийн Бүсийн Бэлчээрийн Алслалтын Дагуух Хөрсний Шинж Чанарын Өөрчлөлт

**Баасандорж Я^{1,2}, Ж. Хишигбаяр^{3,4}, М.Е. Фернандез-Гименез^{3,5}, Ж.
Цогтбаатар^{1,6}, Р. Дэлгэрцэцэг^{1,7}, Ж. Чанцалхам^{3,8}**

¹Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, ШХ 81, Улаанбаатар 211238, Монгол

²<baasandorj_ya@yahoo.com>

³Ой мод, бэлчээрийн тэнхим, Колорадо Мужийн Их Сургууль, Форт Коллинс, Колорадо 80523-1472, АНУ

⁴<jkhishig@gmail.com>

⁵<Maria.Fernandez-Gimenez@colostate.edu>

⁶<tsogtbaatar_jamsran@yahoo.com>

⁷<Deegii_re@yahoo.com>

⁸<jchantsaa@yahoo.com>

ХУРААНГУЙ

Монголын бэлчээр нутгийн төлөв байдал болон түүний өөрчлөлтийн учир шалтгаануудын талаар сүүлийн үед янз янзын дүгнэлтэнд хүрч байгаа нь мал бэлчээрлэлт нь хөрсний тэжээллэг чанарт болон физикийн шинж чанаруудад хэрхэн нөлөөлж байгаа талаарх судалгааг эрчимжүүлэхэд хүргэж байна.

Бид Монголын хөдөө нутагт хийсэн ажиглалтын том судалгааныхаа хүрээнд уулын ба ойт хээр, хээр болон цөлөрхөг хээрийн бүсэд амьдрах малчдын өвөлжөөний орчимд бэлчээрлэлтийн алслалтаас хамааруулан хөрсний шинж чанарыг судаллаа. Бидний судалгааны маань зорилго хөрсний чанар бэлчээрлэлтээс хэрхэн хамаарч экологийн бүс бүрд болон бүс дотроо экологийн талбаруудаар ялгаатай байгаа эсэхийг тодорхойлоход оршсон билээ.

Бидний судалгаагаар хөрсний тэжээллэг чанар (C, NO₃⁻, P, K) өвөлжөөнд ойртох тусмаа ихэснэ гэж дэвшүүлсэн таамаглал маань батлагдсангүй харин эсрэгээр өвөлжөөнд ойртох тусмаа хөрсний тэжээллэг чанар нь багасч байлаа. Өвөлжөөнд ойртох тусам хөрсний нягт ихэснэ гэсэн таамаглал маань батлагдаж харин экологийн талбар (хөрсний төрөл) болон хөрсний бэлчээрлэлтийн алслалт нь харилцан хамааралтайгаар хөрсний чанарт нөлөөлнө гэсэн таамаглал маань батлагдсангүй. Цаашид энэ чиглэлээр туршилтын болон ажиглалтын судалгаануудыг үргэлжлүүлэн хийх шаардлагатай бөгөөд мал бэлчээрлэлтийн эрчимжилт нь хөрсний чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг янз бүрийн орон зайны хэмжээнд судалж малын нөлөөгөөр хөрсний шинж чанар болон ургамлын бүрэлдэхүүнд хэрхэн өөрчлөлт гарч байгааг сайтар нарийвчлан ойлгох хэрэгтэй байна.

Түлхүүр үгс: Монгол, хөрс, тэжээллэг, бэлчээр, доройтол

ОРШИЛ

Манай орны газар нутгийн 75% гаруйг бэлчээрийн газар эзэлдэг бөгөөд улс орны экологи, эдийн засаг, нийгмийн хувь заяанд шийдвэрлэх хүчин зүйл болдог (Fernandez-Gimenez and Allen-Diaz, 1999; Gunin et al., 1999; Hilbig 1995) төдийгүй дэлхийн хэмжээнд эвдэрч хөндөгдөөгүй бэлчээр нутгийн тоонд ордог (Khishigbayar et al., 2015). Монголын бэлчээр нутгийн төлөв байдал болон түүний өөрчлөлтийн учир шалтгаануудын талаар (Addison et al. 2012) сүүлийн үед янз янзын дүгнэлтэнд хүрч байгаа нь мал бэлчээрлэлт нь хөрсний тэжээллэг чанарт болон физикийн шинж чанаруудад хэрхэн нөлөөлж байгаа талаарх судалгааг эрчимжүүлэхэд хүргэж байна. Milton ба бусад (1994), Whisenant (1999) нар газрын доройтлыг амьд болон амьд бус индикаторуудын эргэж буцаж хэвэндээ орох өөрчлөлтөөс буцалтгүй өөрчлөлт хүртэлх хэлбэрээр тодорхойлсон байдаг. Бэлчээрийн нутгийн буцалтгүй өөрчлөлт гэдэг нь хөрсний тэжээллэг чанарт өөрчлөлт орох буюу хөрсний алдагдлыг хэлнэ (Whisenant, 1999). Монголын бэлчээр нутгийн доройтлын талаарх саяхны судалгаанууд (Lui et al. 2013; Hilker et al., 2014) болон хөрсний чанарын үзүүлэлт нь бэлчээрийн газар нутгийн эрүүл соргог байхыг тодорхойлох гол үзүүлэлт (NRC, 1994) болдогтой уялдан Монголын бэлчээрийн хүрсний физик химийн шинж чанар мал бэлчээрлэлтийн улмаас хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг судлах нь маш чухал юм.

Харин эсрэгээр нь мал бэлчээрлэлтийг хашиж хөрсөнд үзүүлэх нөлөөг туршилтын журмаар судалсан судлагуууд нь мал бэлчээрлэлтийн эрчим ихсэх тутам хөрсний органик бодис (ХОБ), органик нүүрстөрөгч (С), болон нийт азотын (N) хэмжээ буурч, хамгийн их ХОБ, С, N, эрдэсжилт болон нитратжилт нь мал бэлчээрлэлтийг хорьсон талбайд их байгааг (Pei et al., 2007; Steffens et al., 2008; Deng et al., 2014; Sarula et al., 2014; Xu et al., 2014; Wang and Batkhishig 2014; Lui et al., 2014; Sun et al., 2014; and Hirobe et al. 2013) тогтоосон байна.

Бид Монголын хөдөө нутагт хийсэн ажиглалтын том судалгааныхаа хүрээнд уулын ба ойт хээр, хээр болон цөлөрхөг хээрийн бүсэд амьдрах малчдын өвөлжөөний орчимд бэлчээрлэлтийн алслалтаас хамааруулан хөрсний шинж чанарыг судаллаа. Бидний судалгааны маань зорилго хөрсний чанар бэлчээрлэлтээс хэрхэн хамаарч экологийн бүс бүрд болон бүс дотроо экологийн талбаруудаар ялгаатай байгаа эсэхийг тодорхойлоход оршсон.

Бид урьд өмнөх ажиглалтын судалгаанд үндэслээд: хөрсний нийт С, азотын исэл (NO₃-), ХОБ (ялзмаг), Р, кали (К) нь мал бэлчээрлэлтийн эрчим ихтэй газар буюу малын хөл, идэшлэлт, ялгасны улмаас (Augustine and Frank 2001; Stumpp et al., 2005 and Fernandez-Gimenez and Allen-Diaz 1999) их байна гэж таамаглал дэвшүүллээ. Мөн өвөлжөөнд ойртох тусам хөрсний нягтрал малын хөлийн талхагдлын улмаас (Аваадорж ба Баасандорж 2006) ихэснэ гэсэн таамаглалыг дэвшүүллээ. Эцэст нь бид экологийн бүс тус бүрд хөрсний өөр өөр онцлогтой экологийн талбараас хамаараад хөрсний шинж чанар нь өөрчлөгдөнө гэсэн таамаглалыг дэвшүүлсэн билээ.

СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙ

Бид ойт хээрийн бүсээс 3 (Сэлэнгэ аймгийн Сайхан, Баянгол, Баянхонгор аймгийн Эрдэнэцогт сум) хээрийн бүсээс 4 (Төв аймгийн Баян, Баянцагаан, Эрдэнэсант, Өндөрширээт сум) цөлөрхөг хээрийн бүсээс 4 (Баянхонгор аймгийн Баянцагаан, Баянговь, Баян Өндөр, Жинст сум) сумдын нутагт судалгаа хийж бэлчээрийн талбайн хөрснөөс дээж авсан.

СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

Бид малчдын өвөлжөөнөөс 100, 500, 1000 метрийн алслал тутамд судалгааны талбайдаа хөрсний зүсэлт тавьж бичиглэл хийн, 0-20 см гүнээс хөрсний дээж авч лабораторид шинжилсэн. Бид уулын ба ойт хээрийн бүсд 13 өвөлжөөнөөс (39 судалгааны талбай), хээрийн бүсд 18 өвөлжөөнөөс (54 судалгааны талбай), цөлөрхөг хээрийн бүсд 17 өвөлжөөнөөс (51 судалгааны талбай) дээж авлаа.

Хөрсний физик химийн шинж чанарыг Улаанбаатар хот дахь ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн хөрсний экологийн лабораторит Монголын Улсын хөрсний шинжилгээний стандардын дагуу шинжиллээ. Хөрсний урвалын орчинг Thermo Orion 370 лабораторийн суурин рН метрийн багажаар, нийт органик нүүрстөрөгчийн хэмжээ болон ялзмагийн агууламжийг И.В.Тюрины титрийн аргаар (Bel'chicova 1965), нитратыг Кельдалийн аргаар (Bremner and Mulvaney 1982), хөдөлгөөнт фосфор, калийг Мачигины аргаар (Machigin 1952; Kheifet 1965), хөрсний нягтыг эзэлхүүн жингийн аргаар (Баатар ба бусад 1994) тус тус тодорхойлсон.

Өгөгдлүүдийн нормал болон вариаци нь нэгэн ижил байгааг экологийн бүс бүр дээр Маучлийн шалгуураар тодорхойллоо. Бид эхлээд олон хувьсагчит анализыг сонгож экологийн талбар, бэлчээрийн алслалтын зайгаа тогтмол фактоороор сонгож эдгээр факторууд нь хоорондоо харилцан хамааралтай байгаа эсэхийг экологийн бүс бүр дээр туршиж хоорондоо хамааралгүй байгааг тогтоосноор бид экологийн бүс бүрд экологийн талбар болгоноор хуваах шаардлагагүйгээр бүгдийг нийлүүлж зөвхөн бэлчээрлэлтийн алслалтаас хамааруулан тестийг хийлээ. Бид ANOVA тестийг ашиглан хөрсний шинж чанар өвөлжөөнөөс холдох тутам өөрчлөгдөж байгаа эсэхийг экологийн бүс бүрд туршиж үзсэн. Хөрсний ялзмаг, С, NO₃⁻, Р, К, нягт, рН зэрэг нь хувьсагчид, бэлчээрийн алслалтын зай нь тогтмол фактор, өвөлжөөний дугаар нь санамсаргүй фактоороор сонгогдсон бөгөөд бид type III моделийг ашиглалаа. Бид Бонферронийн олон хувьсагч харьцуулах залруулгын тусламжтайгаар аль зайнуудын хослол нь хоорондоо ялгаатай байгааг тодорхойлсон. Өгөгдлүүдийг статистикийн SPSS 22 программыг (IBM Corp., 2013) ашиглан боловсруулсан бөгөөд $p < 0.05$ байхад үнэмлэхүйц өөрчлөлт гарсан байна хэмээн үзлээ.

ҮР ДҮН

Уулын ба ойт хээрийн бүсийн хөрсний ялзмаг, С, NO₃⁻ -ийн хэмжээ нь өвөлжөөнөөс 100м-т бусад 500м, 1000м-ээсээ үнэмлэхүйц бага (Зураг 1а). 500м болон 1000м хооронд үнэмлэхүйц ялгаа ажиглагдсангүй. Р, К -ийн агууламж нь адилхан хэмнэлтэй өвөлжөөнд ойртох тусам багасч байсан боловч зөвхөн К-ийн хэмжээ нь 100м-т 1000м-ийнхээсээ статистикийн хувьд үнэмлэхүйц бага байлаа. Хөрсний нягт нь өвөлжөөнд ойртох тусам ихэссэн буюу 100м-т бусад 500м болон 1000м -ээс үнэмлэхүйцээр хамгийн их байлаа (Зураг 1а). Хөрсний урвалын орчинд үнэмлэхүйц ялгаа илэрсэнгүй (Зураг 1б).

Хээрийн бүсийн хөрсний ялзмаг, С, Р нь өвөлжөөнөөс 100м-т бусад 500м, 100м-ээсээ үнэмлэхүйц бага (Зураг 2а) харин 500м болон 1000м хооронд үнэмлэхүйц ялгаа ажиглагдсангүй. , NO₃⁻ -ийн агууламж нь бүх зайд үнэмлэхүйц ялгаатай: өвөлжөөнд ойртох тусмаа багасч байлаа. К-ийн хэмжээ адилхан хэмнэлтэй байсан бөгөөд 100м ба 500 м-т 1000м-ээс үнэмлэхүйц бага байна (Зураг 2б). Хөрсний нягт (500м болон 1000 м хоорондоо үнэмлэхүйц ялгаагүй) болон рН өвөлжөөнөөс холдох тусмаа үнэмлэхүйцээр буурч байлаа (Зураг 2а).

Цөлөрхөг хээрийн бүсэд төстэй хэмнэл ажиглагдсан ба хөрсний ялзмаг, С нь өвөлжөөнөөс холдох тутам үнэмлэхүйцээр ихэсч байлаа (Зураг 3).

ЭРГЭЦҮҮЛЭЛ

Бидний судалгаагаар хөрсний тэжээллэг чанар (C, NO₃⁻, P, K) өвөлжөөнд ойртох тусмаа ихэснэ гэж дэвшүүлсэн таамаглал маань батлагдсангүй харин эсрэгээр өвөлжөөнд ойртох тусмаа хөрсний тэжээллэг чанар нь багасч байлаа. Өвөлжөөнд ойртох тусам хөрсний нягт ихэснэ гэсэн таамаглал маань батлагдаж харин экологийн талбар (хөрсний төрөл) болон хөрсний бэлчээрлэлтийн алслалт нь харилцан хамааралтайгаар хөрсний чанарт нөлөөлнө гэсэн таамаглал маань батлагдсангүй.

Бидний хийсэн ажиглалтын судалгааны үр дүн урьд өмнө Монголд хийгдсэн бэлчээрлэлтийн алслалтын дагуу хөрсний чанарыг судалсан ажиглалтын судалгааны үр дүнтэй нийцсэнгүй харин бэлчээрийг хашаалан туршилтын журмаар хийсэн судалгааны үр дүнтэй зохицож байна. Иймд цаашид энэ чиглэлээр туршилтын болон ажиглалтын судалгаануудыг үргэлжлүүлэн хийх шаардлагатай бөгөөд мал бэлчээрлэлтийн эрчимжилт нь хөрсний чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг янз бүрийн орон зайн хэмжээнд судалж бэлчээрийн өөрчлөлт, газрын доройтлыг хөрсний шинж чанарт тулгуурлан тодорхойлох ач холбогдолтой, үр нөлөөтэй шалгуур үзүүлэлтүүдийг (индикатор) тодруулах хэрэгтэй байна. Тухайлбал, мал бэлчээрлэлт, малын хөлийн талхагдал нь ургамлын бүрэлдэхүүнд хэрхэн өөрчлөлт үзүүлэх, мөн энэ нь хөрсний шинж чанарыг хэрхэн яаж өөрчилж байгааг болон малын нөлөөнөөс болж өөрчлөгдсөн хөрсний физик химийн шинж чанар нь эргээд ургамлын бүрэлдэхүүнд хэрхэн нөлөөлж байгааг сайтар нарийвчлан ойлгохын тулд хөрсний шинж чанар болон ургамлын өөрчлөлт хоорондын холбогдлыг цаашид нарийвчлан сайтар судлах хэрэгтэй байна.

ТАЛАРХАЛ

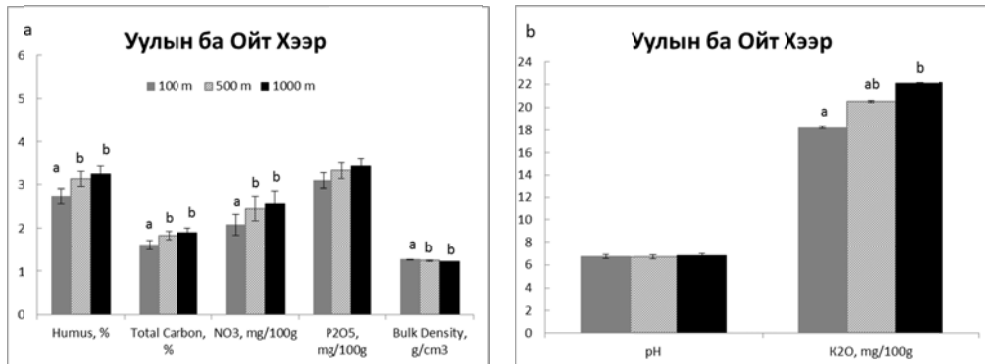
Энэхүү судалгаа нь Монголд Нийтэд тулгуурласан бэлчээрийн экосистемийн менежмент нь цаг уурын өөрчлөлтөнд үзүүлэх хосолосон системийн эргэж хэвэндээ орох уян хатан чанарыг дээшлүүлэх үү? гэсэн АНУ-ын Шинжлэх Ухааны Сангаас санхүүжигдсэн (CNH Program Grant No. BCS-1011) төслийн хүрээнд хийгдлээ. Бид хээрийн судалгаанд оролцсон MOP2 төслийнхөө багийнханд болон Геоэкологийн хүрээлэнгийн хөрсний лабораторийн хамт олонд гүнээ талархаж байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

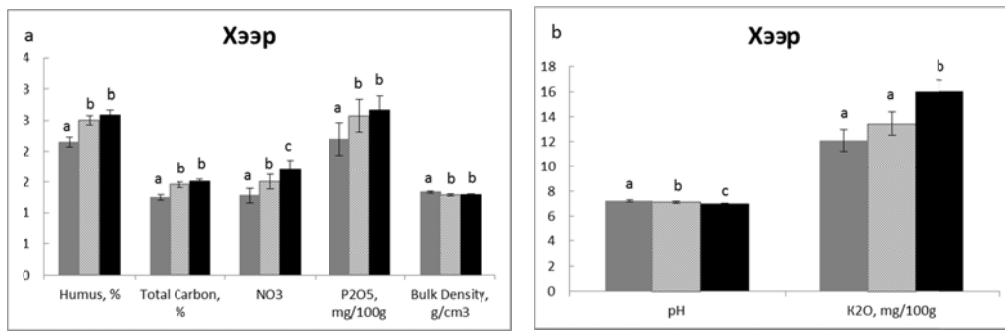
- Addison J, Friedel M, Brown C, Davies J, Waldron S. (2012). A critical review of degradation assumptions applied to Mongolia's Gobi Desert. *Rangel. J.*, 34,125-137.
- Avaadorj D, Baasandorj Ya. (2006). Rangeland soil physical characteristics change and ecological degradation. In *Proceedings of Improving the Management of Pasture Practical and Theoretical Seminar*, p111-124.
- Augustine DJ, Frank DA. (2001). Effects of migratory grazers on spatial heterogeneity of soil nitrogen properties in a grassland ecosystem. *Ecology*, 82, 3149-3162.
- Baatar R, Ochirbal C, Maasuren D, Dorjgotov S, Solongo G, Javzandolam D. (1994). *Soil Testing Methods, MPR National Standards* (in Mongolian). Ulsiin Standartiin Khevlekh Uildver, Ulaanbaatar.
- Bel'chicova NP. (1965). *Determination of the humus of soils by I.V. Tyurin's method. In Agrochemical Methods in Study of Soils*, 4th ed., Izdatel'stvo Nauka, Moscow, p75-102.
- Bremner JM, Mulvaney CS. (1982). *Nitrogen-total. In Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbial Properties* (Page AL, ed.), American Society of Agronomy, Madison, WI, p599-611.

- Deng L, Zhang ZN, Shangguan ZP. (2014). Long-term fencing effects on plant diversity and soil properties in China. *Soil and Tillage Research*, 137, 7-15.
- Fernandez-Gimenez ME, Allen-Diaz B. (1999). Testing a non-equilibrium model of rangeland vegetation dynamics in Mongolia. *J. Appl. Ecol.*, 36, 871-885.
- Fernandez-Gimenez ME, Allen-Diaz B. (2001). Vegetation change along gradients from water sources in three grazed Mongolian ecosystems. *Plant Ecol.*, 157, 101-118.
- Gunin PD, Votokova EA, Dorofeyuk PW, Tarasov PE, Black CC. (1999). Analysis of present-day vegetation dynamics. In *Vegetation Dynamics of Mongolia* (Gunin PD, Votokova EA, Dorofeyuk PW, Tarasov PE, Black CC, eds.), Kluwer Academic Publishing, Boston, p131-164.
- Hilbig W. (1995). *The Vegetation of Mongolia*. SPB Academic Publishers, Amsterdam.
- Hilker T, Natsagdorj E, Waring RH, Lyapustin A, Wang Y. (2014). Satellite observed widespread decline in Mongolian grasslands largely due to overgrazing. *Glob. Change Biol.*, 20, 418-428.
- IBM Corp. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 22.0. IBM Corp., Armonk, NY.
- Kheifets DM. (1965). *Methods for determination of phosphorus in soils*. In *Agrochemical Methods in Study of Soils*, 4th ed. (translated from Russian), Izadatal'stvo "Nauka", Moscow, pp143-225.
- Khishigbayar J, Fernandez-Gimenez ME, Angerer JP, Reid RS, Chantsalkham J, Baasandorj Ya, Zumberelmaa D. (2015). Mongolian Rangelands at a Tipping Point? Biomass and Cover are Stable but Composition Shifts and Richness Declines after 20 Years of Grazing and Increasing Temperatures. *Journal of Arid Environments*, 115, 100-112, [doi:10.1016/j.jaridenv.2015.01.007].
- Liu M, Liu GH, Wu X, Wang H, Chen L. (2014). Vegetation traits and soil properties in response to utilization patterns of grassland in Hulun Buir City, Inner Mongolia, China. *Chinese Geographical Science*, 24, 471-478.
- Liu YY, Evans JP, McCabe MF, de Jeu RAM, van Dijk A, Dolman AJ, Saizen I. (2013). Changing climate and overgrazing are decimating Mongolian steppes. *Plos One*, 8.
- Machigin BP. (1952). *Methods of agrochemical, agrophysical and microbiological research in irrigated cotton areas* (in Russian). Izd-vo AN UzSSR, Tashkent.
- Milton SJ, Richard W, Dean WRJ, du Plessis MA, Siegfried WR. (1994). A conceptual model of arid rangeland degradation. *BioScience*, 44, 70-76.
- NRC. (1994). *Rangeland Health: New Methods to Classify, Inventory, and Monitor Rangelands*. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC, 182pp.
- Pei Sh, Fu H, Wan Ch. (2008). Changes in soil properties and vegetation following enclosure and grazing in degraded Alxa desert steppe of Inner Mongolia, China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124, 33-39.
- Sarula, Chen HJHou XY, Ubugunov L, Vishnyakova O, Wu XH, Ren WB, Ding Y. (2014). Carbon storage under different grazing management in the typical steppe. *Eurasian Soil Science*, 47, 1152-1160.
- Steffens M, Kölbl A, Totsche KU, Kögel-Knabner I. (2008). Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma*, 143, 63-72.
- Stumpp M, Wesche K, Retzer V, Miede G. (2005). Impact of grazing livestock and distance from water sources on soil fertility in southern Mongolia. *Mt. Res. Dev.*, 25, 244-251.
- Sun J, Wang XD, Cheng GW, Wu JB, Hong JT, Niu SL. (2014). Effects of grazing regimes on plant traits and soil nutrients in an Alpine Steppe, Northern Tibetan Plateau. *Plos One*, 9.
- Thermo Fisher Scientific Inc. (2008). *Thermo Scientific Orion 320, 350 and 370 PerpHecT® LogR® Meter User Guide*.

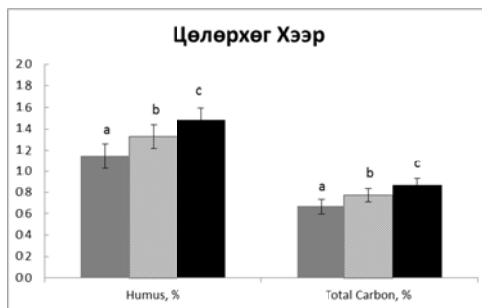
- Wang Q, Batkhishig O. (2014). Impact of overgrazing on semiarid ecosystem soil properties: A Case study of the Eastern Hovsgol Lake Area, Mongolia. *J. Ecosys. Ecograph*, 4,1, [http://dx.doi.org/10.4172/2157-7625.1000140].
- Whisenant SG. (1999). *Repairing Damaged Landscapes: a Process-oriented Landscape-scale Approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Xu MY, Xie F, Wang K. (2014). Response of vegetation and soil carbon and nitrogen storage to grazing intensity in semi-arid grasslands in the agro-pastoral zone of Northern China. *Plos One*, 9.



Зураг 1. Уулын ба Ойт Хээрийн бүсийн хөрсний шинж чанар: а) ялзмаг, С, NO₃⁻, Р, нягт б) рН, К



Зураг 2. Хээрийн бүсийн хөрсний шинж чанар: а) ялзмаг, С, NO₃⁻, Р, нягт б) рН, К



Зураг 3. Цөлөрхөг Хээрийн бүсийн хөрсний шинж чанар: ялзмаг, С