

РАДИОНУУРСТӨРӨГЧ (C14)-ИЙН АРГААР ОРХОН-ТУУЛ ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН ХЭМЭРЛЭГ ХӨРС ҮҮССЭН ЦАГ ХУГАЦААГ СУДАЛСАН ДҮН

О.БАТХИШИГ*¹, С.Н.ТИМИРЕВА², Г.БЯМБАА¹, Ц.БОЛОРМАА¹, П.Г.ПАНИН², С.А.СЫЧЕВА², М.ЗОЛЗАЯА¹, Ю.М.КОНОНОВ², Т.ТЭЛМЭН¹, Ц.ПҮРЭВДОРЖ¹, М.САМДАНДОРЖ¹

¹-Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА
batkhisig@gmail.com

²-Газарзүйн хүрээлэн, Оросын ШУА

Using radiocarbon (C14) methods for loess soil formation study in the Orkhon-Tuul river basin area

The loess soil distributed in north Mongolia, Orkhon-Tuul river basin area. Average thickness of loess-soil formation is about 1-2 meter and some places reaches up to 10-20 meter. On the base of radiocarbon (C14) analysis data attempting to define loess-soil formation age and specifics. Total 6 soil profiles with 1-6 meter depths studied and C14 analysis done for 14 buried soil samples. Used linear and nonlinear function for the study of sediment accumulation specifics. In the steppe plain of Orkhon-Tuul river basin area top 1 meter thick loess soil formation start to accumulate from 3600-4000 years before present. More deep (1-5 meter) loess sediments accumulated from 9000 years BP till 3600-4000 year BP or Holocene optimum time. Average silty loess material accumulation rate for 1 meter depth topsoil about 40,9-47,9 year for 1 cm of layer, and for 1-5 meter deep layers about 24.8-28.7 year for 1 cm of layer. Early Holocen periods loess soil formation was two times active than late Holocen period. Probably climate condition of Early Holocen period was more dry and less vegetations.

Түлхүүр үгс: хөрс, хэмэрлэг хөрс, лёсс, C14, Орхон-Туул голын сав газар, Голоцен

Оршил

Хөрс үүсвэрийн хугацаа нь уур амьсгалын нөхцөл, газрын гадарга, хурдас чулуулгийн нөхцөлөөс хамааран харилцан адилгүй байна. Монгол орны нутагт хөрс үүсвэрийн цаг хугацааг тодорхойлсон судалгаа бараг байхгүй байна. Ихэвчлэн палеогазарзүй, эртний мөсдлөгийн чиглэлээр хийгдэж байсан судалгаануудад дарагдмал хөрсний насыг люминисценц, C14 изотопи ашиглан тодорхойлсон байдаг (Wang et al, 2004., Lehmkuhl et al, 2012, Ryzhov et al, 2015). Эдгээр судалгаануудыг гол төлөв Алтай, Хангай зэрэг мөсдлөг болж байсан өндөр уулын бүс нутагт хийсэн байна. Мөн хүлэрлэг хөрсөнд насжилтыг тодорхойлох судалгаануудыг хийсэн байдаг (Krivonogov et al, 2012, Fukumoto et al, 2012). Нам дор талархаг газрын хөрс ийм судалгаанд бараг хамрагдаагүй байна. Түүх археологийн чиглэлээр C14 изотопи ашиглан

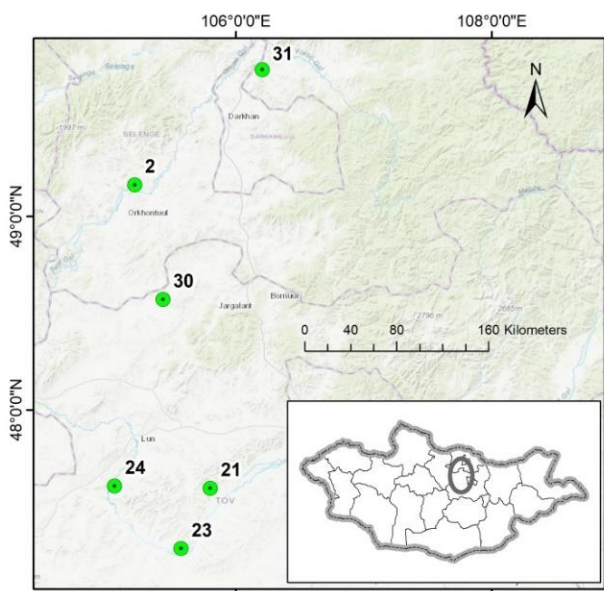
хөрс хурдасны үүссэн цаг хугацааг тодорхойлох судалгаанууд хийсэн. Жишээлбэл Чингисийн далан буюу Сартагтайн сувгийн үүссэн цаг хугацааг тогтооход радиоизотопийн аргийг ашигласан байна (Чичагов нар, 1994., Батхишиг нар, 2005).

Бид Монгол орны төв хэсэг Орхон-Туул голын сав газрын хээрийн бүсийн талархаг газар нутагт зонхилон тархсан тоосорхог хэмэрлэг хөрс үүсэх хугацааг тодорхойлох зорилгоор энэ судалгааг хийлээ. Хөрсний насжилт тодорхойлох C14 анализийг одоогийн байдлаар Монгол улсад хийхгүй байгаа бөгөөд гадаад улсад ийм төрлийн анализ хийх зардал мөнгө өндөр байдаг учраас хөрсний нас тогтоох судалгаа харьцангуй бага хийгдэж байна.

Судалгаа явуулсан газар, арга зүй

Судалгаа явуулсан газар нь Орхон-Туул голын сав газрын хээрийн бүс нутаг болно. Энэ сав газар нь Монгол орны хүн амын хамгийн их төвлөрөл ихтэй нутаг болохоос гадна газар тариалангийн үндсэн бүс нутаг юм. Дундаж өндөр уулс, ухаа гүвээ, нам уулс, ам хөндий, тэгшивтэр газруудтай бөгөөд бидний судалгаа хийсэн газрууд нь ихэвчлэн тэгшивтэр талархаг газрууд болно. Урд хэсэг Туул голын сав газар, Жаргалант, Хустай орчим газрын өндөр 1265-1225 метр (д.т.д) бол хойшоо намсаж Орхон-Сант, Жавхлант орчим 687-730 метр (д.т.д) хүртэл намсана.

Судалгаа явуулсан газар Орхон-Туул голын сав газраар олон жилийн (1975-2013 он) агаарын дундаж температур -2,0 – 0.20 C, хур тундас 236,1 – 278.9 мм (Улаанбаатар, Баруунхараа станц). Урд хэсэг Улаанбаатар орчим нутаг хойд хэсгийн Баруунхараа орчмын газраас арай илүү хүйтэн, хур тундас багавтар байна.



Зураг 1. Судалгаа явуулсан газар, хөрсний зүсэлт хийсэн цэгүүдийн байрлал

Хээрийн судалгааг 2018 оны 6-8-р саруудад Оросын ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэнгийн судлаачидтай хамтран гүйцэтгэж, Орхон-Туул голын сав газраас нийт 6 ш. зүсэлт хийж (Зураг 1) хөрсний насжилт тогтоох нийт 14 ш. дээж авсан.

Хөрсний дээжний анхдагч боловсруулалтыг ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын лабораторид ISO 11464:2006 стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатааж, 2 мм-ээр шигшиж бэлтгэсэн. Нүүрстөрөгч (C14) изотопийн шинжилгээг Оросын ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэнгийн Радионүүрстөрөгчийн оношлогоо, электрон микроскопийн лаборатори, АНУ-ын Жоржийн их сургуулийн Изотопи судалгааны төвд тус тус гүйцэтгэлээ. Статистик үзүүлэлтүүдийн боловсруулалт (quartile, box plot) SPSS 23 программ ашиглан тооцоолсон.

Судалгааны материал

Орхон-Туул голын сав газрын тэгшивтэр талархаг газраар тархсан тоосорхог шавранцар буюу хэмэрлэг (лэсс) шинжийн хөрснүүд судалгаанд хамрагдсан (Хүснэгт 1). 21-р зүсэлт: Төв аймгийн Алтанбулаг сумын нутаг Хустайн БЦГ-ын зүүн-урд талд Туул голын хөндий, Өнгөтөөс баруун-урагш 3 км орчимд хөндийн ёроол. 2 метр гүн зүсэлт. Шавранцар Хархүрэн хөрстэй. Зузаан тоосорхог хэмэрлэг давхрга, сайр чулуурхаг судлуудтай. 23-р зүсэлт: Төв аймгийн Алтанбулаг сумын нутаг Туул гол, Улхын булан, Овоотын гүүрнээс зүүн тийш 22 км орчимд, Туул голын хойд талын талархаг дэнж. 6 метр гүн зүсэлт. Шавранцар Хүрэн хөрс. Шавранцар, хайрга чулуун давхаргуудтай.

Хүснэгт 1. Хөрсний зүсэлтийн мэдээллүүд

#	Газрын нэр	Өргөрөг (dec. d)	Уртраг (dec. d)	Өндөр, метр (д.т.д)	Налуу (°)	Гадарга	Хөрс
21	Хустай	105.8001	47.5883	1225	3	Хөндийн ёроол	Шавранцар Хархүрэн
23	Улхын булан	105.5713	47.2700	1074	2	Талархаг дэнж	Шавранцар Хүрэн
30	Цээл (Төв аймаг)	105.0521	47.6006	1013	2	Талархаг	Элсэнцэр Хархүрэн
31	Жавхлант (Сэлэнгэ)	105.4301	48.5730	687	1	Талархаг	Элсэнцэр Хархүрэн
10	Жаргалант (Партизан)	106.6499	48.1249	1265	4	Хажуу, бэл	Шавранцар Хархүрэн
2	Орхон-Сант	105.2098	49.1605	730	1	Талархаг дэнж	Шавранцар Хүрэн

30-р зүсэлт: Төв аймгийн Цээл сумын нутаг. Хар нуурын хөндийн зүүн-хойд хэсэг. Талархаг газар. 1 метр гүн зүсэлт. Элсэнцэр Хархүрэн хөрстэй. Чулуугүй тоосорхог шавранцар.

31-р зүсэлт: Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын нутаг. Шарын голоос зүүн тийш, бэлэрхэг тал. 2 метр гүн зүсэлт. Элсэнцэр Хархүрэн хөрстэй. Чулуугүй тоосорхог шавранцар. 10-р зүсэлт: Улаанбаатар хотын Жаргалант (Партизан) тосгоны зүүн-хойд талд. 3 метр орчим гүн зүсэлт. Шавранцар Хархүрэн хөрстэй. Зузаан тоосорхог хэмэрлэг үе давхрга, сайр чулуу бага. 2-р зүсэлт: Орхон-Сантын гүүрнээс баруун тийш 10 км орчимд Орхон голын хойд талын дэнж. 7 метр гүн зүсэлт. Шавранцар Хүрэн хөрстэй, шавранцар тоосорхог үе, бага зэрэг хайргархаг судал, дарагдмал хөртсэй.

Дарагдмал хөрс буюу органик хуримтлалтай үе давхаргад радионүүрстөрөгч(C14)-ийн аргаар үүссэн цаг хугацааг тогтоосон. C14 анализийн дүнд калибровк хийхэд CALIB REV7.1.0 программ ашиглаж Reimer нарын тахирмагийн дагуу тооцоог хийсэн (Reimer at al, 2013). Судалгаанд нийт 14 ш. C14 анализийн дүнг ашигласан бөгөөд Хүснэгт 2-р байгаа 6 ш. анализийн дүн нь судалгаанд ашигласан суурь мэдээллүүд болох бөгөөд бусад мэдээллүүдийг нэмэлт байдлаар хэрэглэсэн (Тимирева нар, 2019).

Хүснэгт 2. Радионүүрстөрөгч (C14)-ийн анализийн дүн

Lab ID	#	Material	Depth, cm	¹⁴ C, BP	Cal. ¹⁴ C, BP
6796	21	ТОС	213-230	12450±30	14586±30
6797	23	ТОС	100-170	5905±25	6720±25
6801	30	ТОС	33-70	2440±20	2475±20
6802	31	ТОС	48-70	440±20	506±20
6803	31	ТОС	145-200	4200±20	4741±20
6804	10	ТОС	190-260	12245±30	14141±30

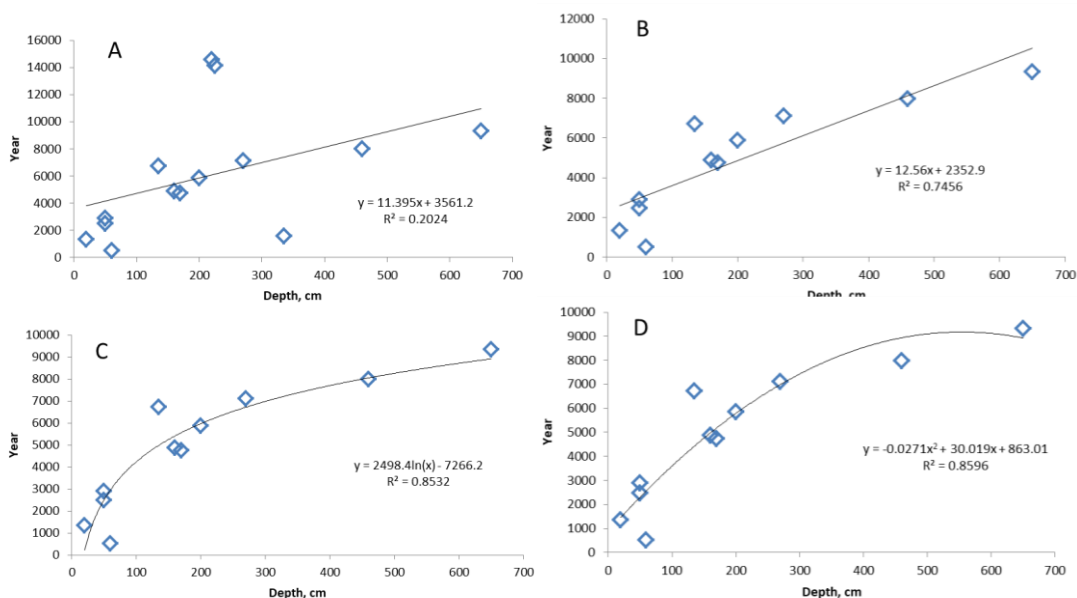
Хэлэлцүүлэг

Нийт судалгаанд хамрагдсан зүсэлтүүд нь талархагдуу хээр газар байрлах элсэнцэр, шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй Хархүрэн, Хүрэн хөрснүүд болно. 10-р зүсэлт нилээд налуу газар байрлах боловч энэ хөрсний тоосорхог шавранцар давхаргын зузаан 3 метр хүрнэ. Нийт хөрснүүд нь зузаан тоосорхог хэмэрлэгдүү (лэсс) ширхэгийн бүрэлдэхүүнтэй сайр чулууны

агууламж ерөнхийдөө бага (Самдандорж ба бусад, 2018). Орхон-Туул голын сав газраар тархсан тоосорхог хэмэрлэг хөрсний зузаан дунджаар 1-2 метр, зарим газраар 10-20 метр зузаан хэмэрлэг хурдас хуримтлалтай.

Дарагдмал хөрсний дээд хэсгийн үе давхаргын зузааныг хөрс үүссэн цаг хугацаанд нь харьцуулан анализ хийсэн. Хөрсний зузаан нь хөрс үүссэн цаг хугацаанаас ерөнхийдөө хамаарах боловч элэгдэл эвдрэлийн байдал, гадаргын налуу, ургамал бүрхэцийн байдлаас шалтгаалан харилцан адилгүй байна. Орхон-Туул голын сав газрын хээрийн бүсийн талархаг газрын 1 метр зузаан хөрс дунджаар сүүлийн 3600-4000 жилийн дотор үүсэж бий болсон байна. 1 метрээс 5 метр хүртэлх зузаан тоосорхог хэмэрлэг (лэсс) хурдас дунджаар 3800-9000 жилийн хооронд ихэвчлэн хуримтлагдсан байна.

Хөрс хурдас хуримтлалын зузаан нь цаг хугацаанаас хамаарах шугаман ба шугаман бус функцийн таарцыг шинжилж үзлээ. Нийт дээжний шугаман хамаарал бага ($r^2=0.2024$) байна (Зураг 2А). Хол зөрөөтэй утгуудыг хасаж шугаман функцээр тооцоход арай илүү хамааралтай ($r^2=0.7456$) болж байна.



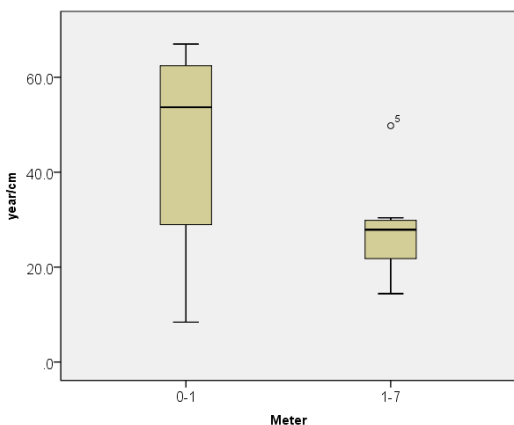
Зураг 2. Хөрсний зузаан ба нүүрстөрөгч (C14) изотопоор нас тогтоосон хугацааны хоорондох хамаарал. Шугаман хамаарал: А) нийт дээжинд, В) сонгосон утгуудад. Шугаман бус хамаарал сонгосон утгуудад С) логарифм, D) полиномиал.

Хүснэгт 3. Хөрс хуримтлалын хугацаа, шугаман ба шугаман бус хамаарал

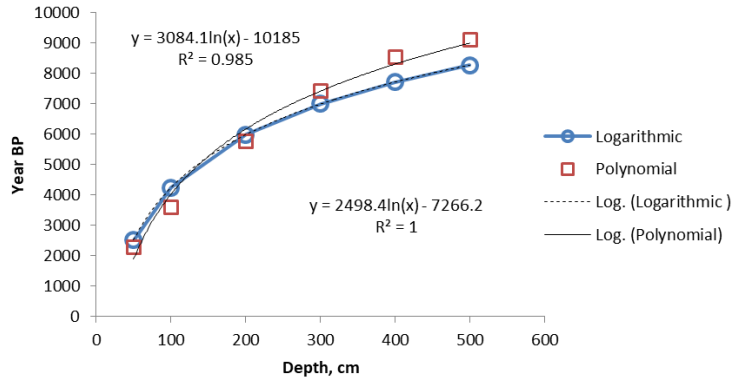
Function	year cm ⁻¹ (layers)		Determination Coefficient
	0.5-1.0 meter	1.0-4.0 meter	
Linear (all data, n=14)	64.8	29.9	0.2024
Linear (n=11)	47.9	24.8	0.7456
Power (n=11)	30.6	20.3	0.6321
Polynomial (n=11)	40.9	27.7	0.8596
Logarithmic (n=11)	46.3	28.7	0.8532
Exponential (n=11)	37.7	20.4	0.4584

Хурдас хуримтлал цаг хугацаанаас хамаарах хамаарал нь шугаман бус функцийг хувьд илүү сайн таарцтай байна. Хамгийн сайн хамааралтай нь полиномиал ($r^2=0.8596$) ба логарифм функц ($r^2=0.8532$) детерминацын коэффициент 0,8-аас их байна.

Орхон-Туул голын сав газрын хээрийн ургамалшилтай талархаг газраар тархсан 0-1 метр зузаан хөрс дунджаар 1 жилд 0,24-0,21 мм-ээр нэмэгдсэн буюу 1 см зузаан хөрс үүсэх цаг хугацаа 40,9-47,9 жил байна (Хүснэгт 3). Илүү гүн 1-5 метр гүн дэх хурдас нь 1 жилд 0,40-0,35 мм-ээр буюу 1 см зузаан хурдас үүсэхэд дунджаар 24,8-28,7 жил болсон байна. Голоцений эхэн үеийн хэмэрлэг хөрс хуримтлал Голоцений хожуу үеээс 2 дахин илүү эрчимтэй хурдтай байсан байна. Голоцений эхэн үеийн уур амьсгал одоогоос илүү хуурай, ургамал бүрхэвч сийрэг байсан гэж үзэж болно. Хөрс үүсвэрийн үйл явц нь газрын гадаргын онцлогоос хамааран харилцан адилгүй байна. Өнгөн хэсгийн 1 метр зузаан хөрс хуримтлагдах цаг хугацааны эрчим хэлбэлзэл ихтэй байхад 1-7 метр хүртэл зузаан тоосорхог хэмэрлэг хурдас хуримтлагдах үйл явц харьцангуй жигд явагдсан байна (Зураг 3).



Зураг 3. Хэмэрлэг хөрсний 0-1 метр ба 1-7 метр зузаан давхаргуудад хөрс үүсэх хугацаа, жилээр (Quartile)



Зураг 4. Хөрс хурдасны зузаан ба цаг хугацаа

Хөрс, хэмэрлэг хурдас хуримтлалын 10000 жилийн үйл явцыг харахад сүүлийн 3000-4000 жилд хурдас хуримтлалын үйл явц арай удаан болж саарсан гэж хэлж болно (Зураг 4). Нөгөө талаар хөрсний органик хуримтлал нэмэгдэж ялзмагт давхарга үүсэж орчин үеийн хөрс бий болсон байна.

Тариалангийн бүс нутаг Төв аймгийн Цээл сумын баруун хойд талын Хар нуурын хөндийн Элсэнцэр Хархүрэн (Зүсэлт 30) хөрсний 33-70 см үе давхарга одоогоос 2475 жилийн өмнө, Сэлэнгэ аймгийн Жавхлант сумын нутаг Шарын голын хойд талын хөндийн Элсэнцэр Хархүрэн (Зүсэлт 31) хөрсний 145-200 см үе давхарга 4741 жилийн өмнө үүсэж бий болсон. Төв Сэлэнгийн тариалангийн бүс нутгийн талархаг газрын хөрс одоогоос 3000 гаруй жилийн өмнөөс эхлэн үүсэж бий болсон гэж үзэж болно.

Дүгнэлт

Орхон-Туул голын сав газраар тоосорхог ширхэгийн бүрэлдэхүүнтэй хэмэрлэг шинжийн хөрс тархдаг. Хэмэрлэг (лэсс) хөрсний зузаан дунджаар 1-2 метр зарим газраар 10-20 метр хүрнэ. Радионүүрстөрөгч(C14)-ийн анализийн үндсэн дээр хэмэрлэг хурдас хуримтлал үүссэн цаг хугацааг тодорхойллоо. Мөн хурдас хуримтлалын онцлогийг тодорхойлоход шугаман болон шугаман бус функцийн аргыг ашигласан. Орхон-Туул голын сав газрын хээрийн ургамалшилтай талархаг газраар тархсан 0-1 метр зузаан хэмэрлэг хөрс 3600-4000 жилийн өмнөөс эхлэн үүсэж тоосорхог хурдас хуримтлагдаж эхэлсэн байна. Илүү гүнд буюу 1-5 метрд байрлах хэмэрлэг хурдас нь одоогоос 9000 – 4000 жилийн хооронд үүсэж бий болсон байна. Хөрсний өнгөн хэсгийн 1 метр хүртэлх хурдас нь дунджаар 40,9-47,9 жил см-1, 1-5 метр гүн дэх хурдас нь 24,8-28,7 жил см-1 хурдтайгаар хуримтлагджээ. Голоцений эхэн үеийн хэмэрлэг хөрс хуримтлал Голоцений хожуу үеээс 2 дахин илү эрчимтэй хурдтай байсан байна. Голоцений эхэн үеийн уур амьсгал одоогоос илүү хуурай, ургамал бүрхэвч сийрэг байсан гэж үзэж болно.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

- Батхишиг О, Цоохүү Н, Цэндээ Д. (2005). Сартагтайн сувгийн судалгаа. Монгол Алтай судлалын хүрээлэнгийн шинжлэх ухаан, танин мэдэхүйн сэтгүүл „Алтай судлал“ Улаанбаатар, Монгол. хдс 22-30.
- Самдандорж М, Батхишиг О, Пүрэвдорж Ц, Батсайхан Б. (2018.) Туул, Орхон голын сав газрын хэмэрлэг хөрсний шинж чанар. Монголын хөрс судлал 3: 127-136
- Тимирева С.Н, Очирбат Б, Панин П.Г, Сычева С.А, Кононов Ю.М, Ганбат Б, Симакова А.Н, Турмунх Т, Маналжав С, Филиппова К.Г, Константинов Е.А. (2019). Ландшафтно-климатические изменения в голоцене на территории Центральной Монголии (Дарханско-Селенгинский район). V Всероссийской научной конференции (с международным участием) ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ В ГОЛОЦЕНЕ. Москва. 11-15 Ноябрь 2019.
- Чичагов В, Чичагова О, Черкинсий А, Авирмэд Б. (1994). Новые данные о возрасте “Вала Чингис хана” в Северо-Восточной Монголии (по результатам определений радиоуглеродного возраста гумуса молодых и древних почв). Том 335, Номер 2. Доклады Академии наук. Глав. Ред. В.А.Кабанов. МИАК НАУКА. стр 237-242.
- Fukumoto Y, Kashima K, Ganzorig U. 2012. Holocene environmental changes in northern Mongolia inferred from diatom and pollen records of peat sediment. International Elsevier journal Quaternary International, 254: 83-91
- ISO 11464:2006 Soil quality-Pretreatment of samples for physico-chemical analysis
- Krивonogov S, Sangheon Y, Kashiwaya K, Ju-Yong K, Narantsetseg T, Oyunchimeg T, Safonova I, Kazansky A, Sitnikova T, Hasebe N. (2012). Solved and unsolved problems of sedimentation, glaciation and paleolakes of the Darhad Basin, Northern Mongolia. Quaternary Science Reviews. 56. 10.1016/j.quascirev.2012.08.013.
- Lehmkuhl F, Hülle D, Knippertz M. (2012). Holocene geomorphic processes and landscape evolution in the lower reaches of the Orkhon River (northern Mongolia). Catena 98:17-28
- Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hafliðason H, Hajdas I, Hattf C, Heaton TJ, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Turney CSM, van der Plicht J.(2013). IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years calBP. Radiocarbon 55(4): 1869-1887 DOI:10.2458/azu_js_rc.55.16947
- Ryzhov Yu, Golubtsov V, Kobylkin D, Chernykh V. (2015). Main Periods of Soil Formation and Sedimentation in Forest-Steppe Landscapes of the Selenga Midland During the Late Glacial and Holocene. Geography and Natural Resources Vol. 36. (3):114-125.
- Wang W, Feng, Z, Lee X, Zhang H, An C, Guo L. (2004). Holocene abrupt climate shifts recorded in Gun Nuur lake core, northern Mongolia. Chinese Science Bulletin 49, 520–526.