



Бүрэн ойлтын рентгенфлуоресценцийн спектрометр ашиглан биологийн дээжинд хартугалга тодорхойлох боломж

Ц.Жавзандолгор¹, Ц.Амартайван², Ч.Буянтогтох¹, Б.Билгүүн¹, Б.Лхам¹, Я.Ганболд^{1*}

¹-Мал эмнэлгийн хүрээлэн, ХААИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

²-Шинжлэх ухааны сургууль, МУИС, Улаанбаатар, Монгол Улс

*Холбоо барих хаяг: ganboldvt@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Монгол орон газар зүйн байршил, уур амьсгалын нөхцөл, газар нутгийн гадаргын хэв шинж, экологийн тогтолцооны хувьд нэн эмзэг, хуурай бүс нутагт хамрагддагийн улмаас түүхэн хөгжлийнхөө турш ган, зуданд нэрвэгдсээр ирсэн байна. Үүний зэрэгцээ манай оронд ашигт малтмалын олборлолт эрс нэмэгдсэнээр хөрс, ус, ургамал хүнд металаар ихээр бохирдох боллоо. Хөрсний бохирдол нь байгаль, орчны төлөв байдлын гол үзүүлэлт бөгөөд агаар, усны бохирдол үүнээс шууд хамаарна [1]. Мал, амьтны нутгийн орогнол (эндемик) өвчинд гол нөлөөлөх зүйл бол хөрс, ус, ургамлын химийн найрлага юм. Хар тугалган дамжуулагч бүхий хүчлийн болон шүлтийн батарей, автомашины аккумулятор зэрэг хар тугалга агуулсан эх үүсвэрүүдийг эмх замбараагүй хаясны улмаас байгаль орчин хар тугалгаар ихээр бохирдож мал, амьтны хордох шалтгаан болж байна. Хар тугалгыг мэдрэлийн хор гэж нэрлэдэг бөгөөд өсөлт, тархины хөгжлийг саатуулах аюултай. Иймд бид бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн аргыг ашиглан биологийн дээжинд (малын цусанд) хар тугалганы хэмжээг тодорхойлон, үр дүнг LeadCare II багажийн хэмжилтийн дүнтэй харьцуулав. Бидний хийсэн хэмжилтийн дүнгээс харахад 2 багажийн тоон үзүүлэлт хамаарлын шугаманд ойролцоо гарч байна.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Хүнд метал, үхэр, цус, дээж

ОРШИЛ

Дэлхийн байгаль хамгаалах сангийн Монгол дах хөтөлбөрийн газрын мэдээлснээр Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хар тугалганы агууламж 1993 онд 95,7 мг/кг, 1995 онд 108,2 мг/кг, 1997 онд 124,8 мг/кг болж, жилээс жилд нэмэгдэж байгааг тогтоосон байна [5]. Үүний зэрэгцээ сүүлийн жилүүдэд хар тугалган дамжуулагч бүхий хүчлийн болон шүлтийн батарей, автомашины аккумуляторыг эмх замбараагүй хаяснаас болж байгаль орчин хартугалгаар ихээр бохирдож мал, амьтны хартугалганы хордлогын голлох эх булаг болоод байна [1]. Хар тугалга нь мал, амьтан, хүний эрхтэн, тогтолцоонд сөрөг

нөлөө үзүүлдэг орчныг бохирдуулагч хортой бодис бөгөөд мэдрэл, бөөр, цус төлжүүлэх болон нөхөн үржихүйн тогтолцоонд сөрөг нөлөөлнө. Хар тугалгыг мэдрэлийн хор гэж нэрлэдэг бөгөөд өсөлт, тархины хөгжлийг саатуулах аюултай [3]. Дээрхи мэдээллүүдэд үндэслэн түүнийг биологийн дээжинд тодорхойлох замаар бэлчээрийн малын амьдрах орчин болон мал, амьтны бие махбодод хүнд металлын үзүүлэх сөрөг үйлчилгээг судалж, түүнээс сэргийлэх арга боловсруулах нь тулгамдсан асуудал болж байна.

СУДАЛГААНЫ ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН, АРГАЗҮЙ

Бид 2018 оны 8 сард Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 11-р хорооны нутагт буй 10 үхэрнээс цусны дээж авав. Дээжийг этилендиаминтетра цууны хүчил бүхий (EDTA) бүхий вакуум хуруу шилэнд авч, хөргүүрт тээвэрлэн, шинжлэх хүртэл 4°C – т хадгалааслав. Дээжийн уусмал бэлтгэхэд 100 мкл цусны дээж аван, 890 мкл 1 хувийн азотын хүчил нэмж, дотоод стандартаас 10 мкл гали (Ga)-н уусмал хийж 1 мл дээж бэлтгэнэ. Энэхүү бэлтгэсэн дээжийг сайтар хольсны дараа 5 мкл –ийг урьдчилан цэвэрлэж бэлтгэсэн кварц суурин дээр дусаан хатаана. Дээжээс цацарсан характеристик рентген цацрагуудыг Mn K α 5.9кэВ шугамын хувьд 160 эВ энергийн ялгах чадвартай Si (Li)

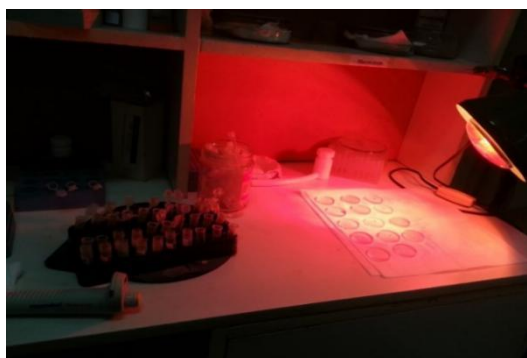
детектороор 100 секундын хугацаатай хэмжин рентген спектрийг цуглуулан АХИЛ программ ашиглан хэмжилтийн боловсруулалтыг хийлээ [6]. Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометр (БОРФС) нь Менделеевийн үелэх системийн фосфороос (P, Z=15) – уран (U, Z=92) хүртэлх элементүүдийг нэгэн зэрэг тодорхойлох боломжтой, усан суурьтай шингэн дээжинд дотоод стандартын арга дээр үндэслэн шинжилгээ хийгддэг ялгах чадвар, мэдрэх чадвар маш өндөр шинжилгээний арга юм. Энэ онцлогоороо БОРФС-ийн аргыг олон улсад түгээмэл хэрэглэж байна [6]. Хоёр багажийн хэмжилтийн дүнг Пирсоны корреляцийн коэффициент тооцох нийтэд хэрэглэгддэг арга зүйн дагуу гүйцэтгэв.

Хүснэгт 1

БОРФС-ийн спектрометрийн үзүүлэлт, хэмжилтийн горим	
Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометр	
Рентген хоолой	Мо анод
Үзүүлэлт	50kV, 40 mA
Детектор	Хагас дамжуулагч Si (Li) детектор, Mn-K α 5.8 кэВ шугамын хувьд 160 эВ ялгах чадвар
Ажиллах орчин	Агаар
Нэг дор хэмжих дээжийн тоо	1
Дээжний жин	5 мкл орчим
Хэмжих хугацаа	100 с
Аналитик шугам	K α

Бид хартугалга илрүүлсэн цусны дээжээ зөвхөн хартугалга бүртгэгдэг детектор бүхий LeadCare II багажаар дахин хэмжиж хяналт хийн харьцуулав. LeadCare II багаж нь цусан дахь хартугалганы хэмжээг 3.3-65 мкг/дл мужид мэдэрдэг болно [5]. Энэхүү багажаар

дээж хэмжихдээ багажийн зааврын дагуу дээжээ давсны хүчлийн 0,34 моль уусмалаар 5 дахин шингэлж 180 секундээр хэмжин дээжинд агуулагдах хартугалганы хэмжээг ppm нэгжээр тэмдэглэн авав.



1-р зураг. Дээж бэлтгэл



2-р зураг. Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометр (БОРФС)



3-р зураг. Хээрийн хэмжилт



4-р зураг. LeadCare II багаж

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

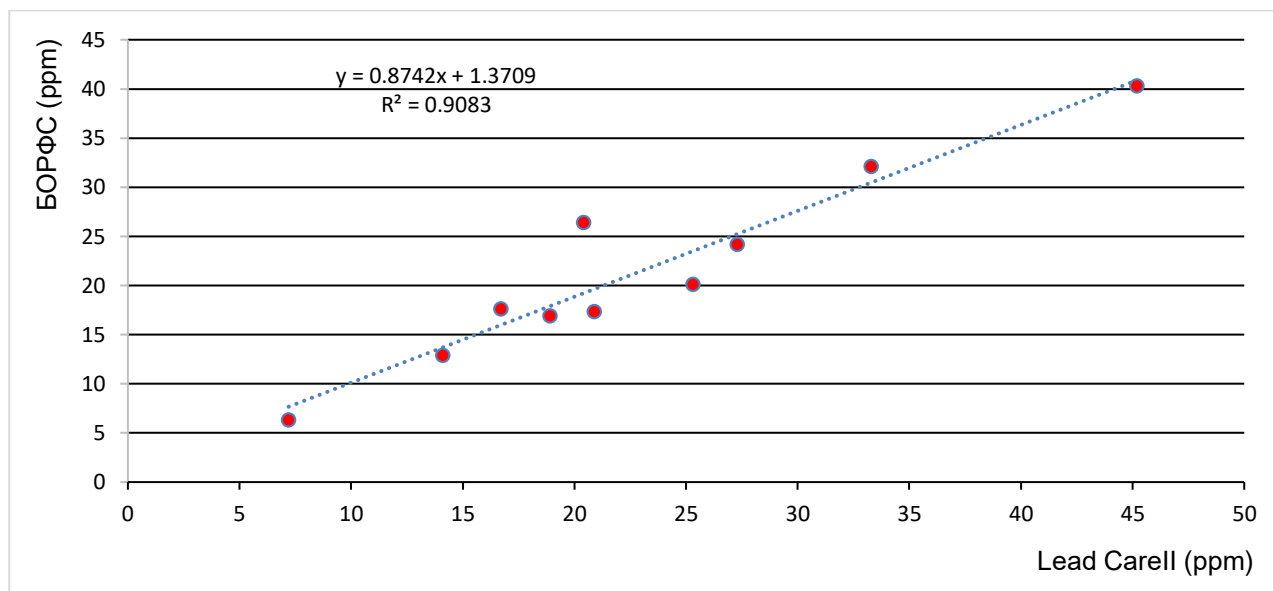
Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометрээр шинжилсэн дүнгээр үхрийн цусан дахь хар тугалганы хэмжээ 6.9-40.3

ppm байсан бол LeadCare II багажаар шинжилсэн дүнгээс харахад 7.2- 45.7 ppm байна /Хүснэгт 2/

Хүснэгт 2

Lead Care II ба БОРФС-ийн хар тугалганы хэмжилтийн дүн (ppm)

Багажийн төрөл	Үхрийн цусны дээж, №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
БОРФС	26.4	12.9	40.3	16.9	17.6	24.2	6.3	17.36	32.1	20.1
LeadCare II	20.4	14.1	45.7	18.9	16.7	27.3	7.2	20.9	33.3	25.3



5-р зураг. БОРФС ба Lead CareII багажуудын хэмжилтийг харьцуулсан дүн

Бидний хийсэн хэмжилтийн дүнгээс харахад 2 багажийн тоон үзүүлэлтүүдийн утгууд хамаарлын шугаманд ойролцоо буюу хүчтэй эерэг хамааралтай байна /Хүснэгт 2, 5-р зураг/. Түүврийн корреляци (R)-ийг ашиглан

Т шалгуурыг тооцоход хоёр аргын үр дүнгийн давхцал 95% - ийн магадлалтай байгаа нь энэхүү эерэг хамаарал нь статистик ач холбогдолтой болохыг харуулж байна.

ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометрийг ашиглан Монгол орны гол мөрөн, рашаан, ундны ус, вино, даршилсан бүтээгдэхүүн зэрэг шингэн дээжинд элементийн найрлагыг тодорхойлох ажлыг бакалавр, магистр, докторын түвшний судалгаанд гүйцэтгэж ирсэн юм. Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төвөөс авсан мэдээллээр хар тугалга нь биед орсноор цусаар шимэгдэж мэдрэлийн эсийг гэмтээдэг. Биеэс бараг гадагшлахгүй буюу хуримтагддаг металл юм. Улмаар хүн, амьтны биед орсноор 90% нь хоол боловсруулдаг эрхтний системээр гадагшладаг бол хүүхэд болон төл малын биед орсон хар тугалганы 30-50% нь шингэдэг. Биологийн хагас задралын хугацаа нь ойролцоогоор 4 жил ба 90 орчим хувь нь ясанд үлдсэн хэсэг нь тархи, бөөр, элэг, булчин, мэдрэлийн системд хуримтлагдан, оюун ухаан, нөхөн үржихүйн үйл ажиллагаанд нөлөөлдөг. Түүнээс гадна урагт

нөлөөлөх аюултай [2]. Эрдэмтдийн судалгаагаар нэг машин жилд дунджаар 2.5 кг хартугалга ялгаруулдаг ба түүний тал хувь нь замын ойролцоо /хажуу талд/ хуримтлагддаг байна. Авто тээврийн ачаалал ихтэй замын хажуугийн өвснөөс 255-500 ppm хүртэл хартугалга илэрсэн дүн байна [2;5]. Энэтхэг улсын Мал эмнэлгийн коллежийн Амьтны гаралтай бүтээгдэхүүний менежментийн тэнхимийн эрдэмтэн В.Ражаганади, Ф.Ксавиерийн нарын судалгаагаар хивэгч малын цусанд агуулагдах хар тугалгын хэвийн хэмжээ 5-22.5 (мкг/100 дл) байна гэж дурьджээ [3]. Монгол орны нөхцөлд хийсэн дүнгээс үзэхэд малын цусан дах хар тугалганы хэмжээ дээрхи судлаачдын дүнтэй харьцуулвал тоон утгаар дүйцэж байгаа хэдий ч манай орны нөхцөлд мал, амьтанд үзүүлэх хар тугалганы сөрөг нөлөө, түүнээс үүсэх эрсдэл байгааг харуулж байна [2].

ДҮГНЭЛТ

1. Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн аргыг ашиглан биологийн дээжинд шинжилгээ хийхэд үр дүн үнэн бодитой байсны зэрэгцээ богино хугацаанд олон элементийг тодорхойлох боломжтой нь харагдлаа.
2. Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 11-р хорооны нутагт хар тугалганы нөлөөгөөр байгаль орчин бохирдох, мал, амьтан хордох,

мал, амьтны гаралтай бүтээгдэхүүнээр дамжин хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл үүсэх магадлал байгаа тул орчны хөрс, ус, ургамлын дээжинд хартугалга тодорхойлон цаашид хордлого үүсгэх эх үүсвэрүүдийн эрсдлийн үнэлгээ, эрсдлийг бууруулах менежментэд чиглэсэн зэрэг нарийвчилсан судалгааг хийх шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг хийхэд гүн туслалцаа үзүүлсэн МУИС-ийн Цөмийн судалгааны төв болон МЭХ-ийн Бодис солилцоо, биохимийн лабораторийн хамт

олон, Японы Тохокугийн Их сургуулийн профессор Косуки Тошики нартаа талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

[1]Р.Байгальмаа, Н.Эрдэнэцогт, Д.Болортуяа. “Ашигт малтмал олборлолтын явцад гарч болох сөрөг нөлөөг хөрс, ус, ургамалд хийсэн шинжилгээний дүнгээр үнэлэх нь”,

Экологийн ба хүнсний аюулгүй байдал 2008. 39-44х,

[2]<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/A0701E/A0701E00.pdf>

[3]V.Rajaganapathy, F.Xavier, D. Sreekumar, P.K.Mandal, "Heavy metal contamination in soil, water and fodder and their presence in livestock and products", "Journal of Environmental Science and technology" 2008, 4(3):234-237,

[4]Ч.Буянтогтох, Ц.Жавзандолгор, Ц.Бямбажав, Ц.Мөнхтуул, С.Болорчулуун, Б.Батзориг, Я.Ганболд "Дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлт ба түүний бэлчээрийн малын эрүүл мэнд, хүнсний аюулгүй байдалд үзүүлэх нөлөө", "Монголын Мал Эмнэлгийн шинжлэх ухаан, технологийн сэтгүүл", 2015.68-71х

[5]Hirota Naitou, Kosuke Toshiki, Javzandolgor Tserendorj, Buyantogtokh Choijilsuren, "Effect on livestock caused by heavy metal pollution on the motorization in Mongolia", "Asian Automotive Environmental" Forum-8. Japan, 2015

[6]Ш.Молор, "Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн спектрометрийн хэмжилтийн алдааны үнэлгээ", физикийн ухааны магистрын зэрэг горилсон бүтээл. 2016

Possibility of the total reflection x-ray fluorescence spectrometer for the determination of lead in biological samples

Javzandolgor Ts.¹, Amartaivan Ts.², Buyantogtokh Ch.¹, Bilguun B.¹, Lkham B.¹, Ganbold Ya.^{1*}

¹-Institute of Veterinary Medicine, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

²-School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

*Corresponding author: ganboldvt@gmail.com

ABSTRACT

Mongolia has been exposed to extreme draught and dry summer for its historical development due to geographical location, climatic condition, surface characteristics and being subject to vulnerable and dry region in terms of ecological system. Besides it, rapid increase in the minerals production has been causing heavy metal pollution in soil, water and plants. Soil pollution is main parameter of environmental pollution and air and water pollution directly depend on it. Main influencing factor of endemic diseases of livestock is chemical ingredient of soil, water and plant. Due to negligent use and disposal of lead containing sources including acid and alkali batteries with lead conductor, vehicle accumulators in last years, environment has been polluted greatly and it becomes the cause of animal poisoning. Heavy metals are dangerous because of their persistence and toxicity. Soil behaves as a sink of heavy metals by aerial deposition of particles emitted by human activities. The aims of this work were to identify the levels of lead in accumulator processing plant and city areas and animals. We have determined lead level in biological samples /livestock blood/ using total reflection X-ray fluorescence spectrometer and compared the results found by the Lead Care II.

KEY WORDS: Heavy metal, cow, blood, sample