

# Цөмийн Аналитик Аргаар Туул Гол Орчмын Хөрс, Лаг Шаврын Дээжид Хүнд, Хортой Элемент Тодорхойлсон нь

Г. Дамдинсүрэн\*, П. Зузаан, Д. Болортуяа, Н. Отгонпүрэв, О. Сүх

Монгол Улсын Их Сургууль, Цөмийн Физикийн Судалгааны Төв

Улаанбаатар хотын дундуур урсах Туул голын хүнд, хортой элементийн бохирдыг судлахын тулд голын дагуух Баянзүрхийн, Туулын /Зайсан/, Яармагийн, Сонсголонгийн, Биокомбинатын гүүрнүүдийн орчмоос голын лаг шавар, эрэг орчмын хөрсний дээж цуглуулж, тэдгээрт рентген-флуоресценцийн, нейтрон болон гамма идэвхжилийн шинжилгээний аргаар 29 элементийн агуулга тодорхойлж, Монгол улсын стандартын зөвшөөрөгдөх утгатай харьцуулан үзүүлэв.

PACS numbers: 78.70.En, 61.05.fm

## I. ОРШИЛ

Сүүлийн жилүүдэд дэлхийн цэвэр усны нөөц хомсдож, ялангуяа томоохон хот суурин газрын ойролцоо орших гол мөрөн ихээхэн бохирдох болсон нь байгаль орчин, хүмүүсийн эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх болсон. Манай улсын хувьд хүн амын дийлэнх хэсэг оршин суудаг Улаанбаатар хотын дундуур урсах Туул голын бохирдол нь сүүлийн жилүүдэд хурдацтай нэмэгдэж байгаа нь ихээхэн санаа зовоосон асуудал юм. Энэ нь нэг талаараа Улаанбаатар хотын хүн амын нягтаршил, үйлдвэржилттэй шууд холбоотой боловч Нийслэл хотын төв цэвэрлэх байгууламжын үйл ажиллагаа гол бохирдуулагч эх үүсвэр болоод байна.

Гол мөрөн, далай тэнгэсийн усны бохирдлыг тодорхойлох нэг арга бол түүний лагийн дээжид элементийн шинжилгээ хийх, мөн усанд шинжилгээ хийх аргууд байдаг. Ялангуяа урсгал усны хувьд усанд хэмжилт хийх арга нь олон удаагийн давталт болон улирлын чанартай үечилсэн хэмжилтээр тодорхойлж бүрэн үр дүн гарах боломжтой байдаг. Харин лаг шавар нь тухайн голын бохирдлын мэдээллийг бүрэн хадгалах боломжтойгоос гадна олон жилийн мэдээллийг агуулсан байдаг.

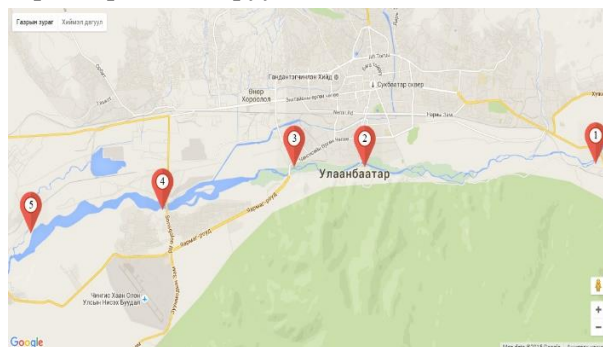
Бид Туул голын лаг шавар, голын орчмын хөрсний дээжийг рентген-флуоресценцийн шинжилгээ болон нейтрон идэвхжилийн шинжилгээний аргыг хослуулан судлаж, хортой хүнд элемент болон дагалдах элементийн агуулгыг тодорхойлж, тухайн элементийн зөвшөөрөгдөх хэмжээтэй харьцуулан судлах зорилго тавьсан.

## II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ТҮРШИЛТ

Судалгааны дээжийг Туул голын дагуух гүүрний ойролцоо цэгүүдээс сонгож, голын лаг болон хөрсний дээжийг сонгосон цэг бүрээс тус тус 1кг орчим жинтэй авсан. Судалгааны дээжүүдийг 65мм ширхэглэгтэй болтол

\*Electronic address: g.damdinsuren@num.edu.mn

бутлан тээрэмдэж, стандарт дээжүүдтэй адил нэгэн төрөл болгон хэмжилтэнд бэлтгэв. 1-р зурагт дээж авсан цэгүүд, 1-р хүснэгтэд дээжийн нэр, байршлыг харуулав.



Зураг 1: Туул голын лаг, хөрсний дээж авсан цэгийн байршил

Хүснэгт 1. Дээж авсан цэгүүдийн байршил, дээжийн дугаар

Д/д	Дээжийн нэр	Байршил	Тайлбар
1	Хөрс-1, Лаг-1	47°53'27.00"N 107° 3'41.00"E	Баянзүрхийн товчоо гүүр
2	Хөрс-2, Лаг-2	47°53'16.00"N 106° 55'17.00"E	Туулын гүүр /Зайсан/
3	Хөрс-3, Лаг-3	47°53'18.00"N 106° 51'54.00"E	Яармагийн гүүр
4	Хөрс-4, Лаг-4	47°52'25.00"N 106° 46'56.00"E	Сонсголонгийн гүүр
5	Хөрс-5, Лаг-5	47°50'60.00"N 106° 40'45.00"E	Биокомбинатын гүүр

### A. Рентген флуоресценцийн арга

Энэхүү судалгаанд МУИС-ийн Цөмийн физикийн судалгааны төвийн өндөр мэдрэх чадвартай, энергиэр ялгах SPECTRO XEPUS рентген-флуоресценцийн спектрометрийг ашигласан. Төхөөрөмж нь цахилгаан хөргөлттэй бөгөөд Pd анодтой рентген хоолой, 8 ширхэг хоёрдогч болон туйлшруулагч бай, Mn K<sub>α</sub> шугамын хувьд 155эВ-ийн энергийн ялгах чадвартай SDD хагас дамжуулагч детектор, спектрийг тооцоолж үр дүнг боловсруулах

програм хангамж бүхий компьютер зэргээс бүрддэг.

Судлах болон стандарт (ССК-1, ССК-2, Soil-5, СГ-2) дээжүүдийг 32 мм голчтой майлар ёроолтой полимер саванд жигд дарж нягтруулан хэмжилтэд бэлтгэсэн. Хэмжилтийн хугацаа 300 секунд. Спектрийг SPECTRO XEPOS спектрометрийн X-LabPro болон рентген спектр боловсруулалтын ерөнхий программ AXIL, тооцооны MS Excel зэрэг программуудыг ашиглан боловсруулалт хийж, гадаад стандартын аргаар [1] үр дүнг тооцоолж гаргав.

### В. Идэвхжилийн шинжилгээний арга

Идэвхжилийн шинжилгээний арга нь дээжийг хагас дамжуулагч германи детектор бүхий гамма спектрометр дээр тодорхой хугацаагаар хэмжиж, үүссэн цацраг идэвхт изотопуудын гамма квантын бүрэн шингээлтийн шугамын талбайгаар дээж дэх тухайн элементийг тодорхойлно. Шарсан дээж дэх элементийн тоон хэмжээг ижил нөхцөлд хэмжсэн дээжийн болон стандарт дээжийн масс, гамма шугамын эрчимийг харьцуулах замаар агуулгыг тодорхойлдог.

$$C_{\text{дээж}} = C_{\text{стандарт}} \frac{S_{\text{дээж}} M_{\text{стандарт}}}{S_{\text{стандарт}} M_{\text{дээж}}}$$

$C_{\text{стандарт}}$  – стандарт дээжийн агуулга

$S_{\text{дээж}}$ ,  $S_{\text{стандарт}}$  – стандарт болон дээжийн гамма шугамын эрчим

$M_{\text{стандарт}}$ ,  $M_{\text{дээж}}$  – стандарт болон дээжийн масс.

Туул голын лаг, эрэг орчмын хөрсний дээжид хортой болон дагалдах элемент тодорхойлох туршилтыг Оросын Холбооны Улс (ОХУ)–ын Дубна хот дахь Цөмийн Шинжилгээний Нэгдсэн Институт (ЦШНИ) – ийн микротрон МТ-25 дээр хийж гүйцэтгэв. Электроны энерги 25 МэВ, гүйдэл 14 мкА, дулааны нейтроны урсгалын нягт ~108нейт/см<sup>2</sup>сек байв. Дулааны нейтроны урсгалаар 4 цаг шарсан дээжийг 5, 30 минут ба 1 цагийн хугацаагаар хэмжилт хийв. Стандарт болон тодорхойлох дээжийн жин 10 грамм. Дулааны нейтроны урсгалын нягтын өөрчлөлтийг 5мкг масстай алтан мониторуудыг ашиглан 2.69 өдрийн хагас задралын үетэй <sup>197</sup>Au(n,γ)<sup>198</sup>Au урвалын 411.8(95.5) кэВ энергитэй гамма шугамын тусламжтай тодорхойлсон. Туршилтанд СЧТ-1 хөрсний, мөн IAEA-SL-3 нуурын лаг (Sediment) стандарт дээжүүдийг ашигласан.

### III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хүснэгт 2. Туул гол орчмын хөрсөнд элементийн шинжилгээ хийсэн дүн, г/т (±15%)

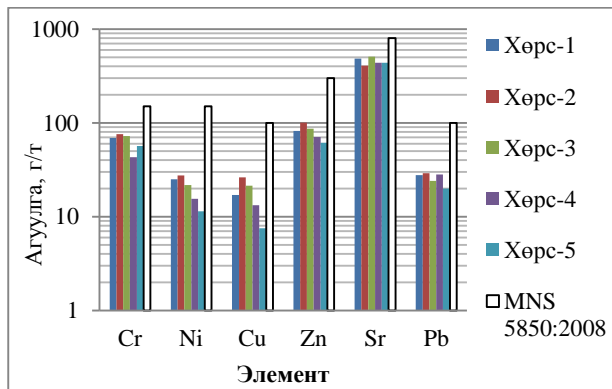
Д/д	Элемент	Хөрс 1	Хөрс 2	Хөрс 3	Хөрс 4	Хөрс 5	Арга зүй
1	Na, %	2.56	2.33	2.47	2.55	2.10	НИА
2	Al	7.66	7.56	7.02	6.85	8.30	РФА
3	Si	28.29	25.52	26.42	27.86	28.41	РФА
4	P	0.16	0.11	0.07	0.08	0.11	РФА
5	S	0.06	0.09	0.08	0.11	0.17	РФА
6	K	2.14	2.31	2.61	2.53	1.99	НИА РФА
7	Ca	1.52	1.29	1.57	1.14	1.07	РФА
8	Ti	0.48	0.47	0.43	0.36	0.44	РФА
9	Fe	2.97	3.18	2.97	2.11	1.89	РФА
10	Sc, г/тн	11	10	9	6	8	НИА
11	Cr	69	76	73	43	57	НИА РФА
12	Mn	724	661	709	430	719	РФА
13	Ni	25	27	22	15	11	РФА
14	Cu	17	26	21	13	7	РФА
15	Zn	82	101	87	71	61	РФА
16	Ga	11	15	18	16	9	НИА
17	Br					8	НИА
18	Rb	119	106	109	117	121	РФА
19	Sr	484	407	509	439	438	РФА
20	Y	40	33	27	14	28	РФА
21	Zr	352	349	293	358	597	РФА
22	Sb	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	НИА
23	Ba	685	626	665	729	825	РФА
24	La	44	34	43	22	22	НИА
25	Ce	75	55	80	51	12	НИА
26	Eu	1.0	1.8	1.7	1.0	1.0	НИА
27	Pb	28	29	24	28	20	РФА
28	Th	17	11	12	7	8	НИА
29	U	11	3	11	4	5	НИА

Хүснэгт 3. Туул голын лагт элементийн шинжилгээ хийсэн дүн, г/т (±15%)

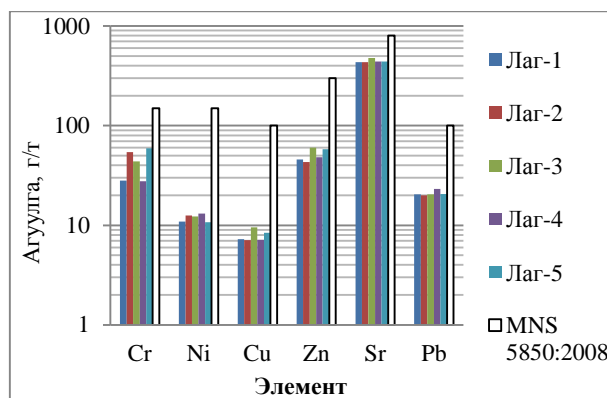
Д/д	Элемент	Лаг-1	Лаг-2	Лаг-3	Лаг-4	Лаг-5	Арга зүй
1	Na, %	2.76	2.17	2.50	2.57	2.59	НИА
2	Al	7.40	7.90	7.65	7.06	8.82	РФА
3	Si	31.08	31.40	31.60	28.85	30.89	РФА
4	P	0.12	0.12	0.12	0.10	0.12	РФА
5	S	0.06	0.05	0.07	0.04	0.19	РФА
6	K	2.68	2.59	2.55	2.49	2.83	НИА РФА
7	Ca	1.09	1.05	1.11	1.15	1.08	РФА
8	Ti	0.33	0.29	0.37	0.27	0.41	РФА
9	Fe	1.61	1.90	2.17	1.51	1.85	РФА
10	Sc, г/тн	5	3	6	4	6	НИА
11	Cr	28	54	44	28	59	НИА РФА
12	Mn	589	745	801	537	469	РФА
13	Ni	11	13	12	13	11	РФА
14	Cu	7	7	10	7	8	РФА

15	Zn	46	43	60	48	58	РФА
16	Ga	13	7	10	10	13	НИА
17	Br					13	НИА
18	Rb	157	133	124	120	123	РФА
19	Sr	433	435	477	440	440	РФА
20	Y	16	9	21	12	25	РФА
21	Zr	389	242	396	267	515	РФА
22	Sb	1	1.3	1.1		1.1	НИА
23	Ba	809	909	809	783	884	РФА
24	La	29	11	28	15	21	НИА
25	Ce	11	38	40	17	37	НИА
26	Eu	0.7	0.8	0.6	0.6	1	НИА
27	Pb	20	20	20	23	21	РФА
28	Th	9	7	5	5	4	НИА
29	U	3	1	4	2	4	НИА

Рентген-флуоресценцын болон нейтрон идэвхжилийн шинжилгээгээр Туул голын лаг, орчмын хөрс тус бүрт нийт 31 элементийн агуулгыг тодорхойлов. Энэхүү үр дүнгээс Cr, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb зэрэг элементүүдийг MNS 5850:2008 Монгол Улсын Стандартад заасан утгатай харьцуулан 2, 3-р зурагт харуулав.



Зураг 2: Туул гол орчмын хөрсний дээж дэх зарим элементийн агуулалтын харьцуулалт



Зураг 3: Туул голын лагын дээж дэх зарим элементийн агуулалтын харьцуулалт

#### IV. ДҮГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын Баянзүрхийн, Туулын /Зайсан/, Яармагийн, Сонсголонгийн, Биокомбинатын гүүрүүдийн ойролцоох Туул голын лаг шавар, эрэг орчмын хөрсний дээжид Na, Al, Si, P, S, K, Ca, Sc, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Sb, Ba, La, Ce, Eu, Pb, Th, U зэрэг элементийн агуулгыг рентген-флуоресценцийн, нейтрон идэвхжилийн, гамма идэвхжилийн шинжилгээний аргуудаар тодорхойлов.

Хөрс болон лаг шаврын дээж дэх Cr, Ni, Cu, Zn, Sr, Pb зэрэг элементийг Монгол улсын стандарт MNS5850:2008-тай харьцуулахад зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байв. Харин Биокомбинат орчмын лаг шавар, хөрсний дээжид Vg илрэв.

Энэхүү урьдчилсан судалгааны дүн нь Туул гол, түүний ойр орчмын хүнд, хортой элементийн агуулгыг илүү гүнзгийрүүлэн судлах шаардлагатайг харуулав.

[1] П.Зузаан, С.Даваа, Д.Болортуяа “Рентгенфлуоресценцийн шинжилгээний онол, аргазүйн судалгаа” Улаанбаатар хот, 2012 он  
 [2] И.В.Меднис. “Гамма-излучение радионуклидов, применяемых в нейтронно-активационном анализе” РИГА <ЗИНАТНЕ>, 1987

[3] Handbook on Nuclear Activation Data №273 Vienna.1987  
 [4] Microtron MT-25, Workshop on Application of Microtrons in Nuclear Physics, JINR, Dubna, 1993.  
 [5] R.Baudo, J.Giesy, H.Muntau “Sediments: Chemistry and Toxicity of In-Place Pollutants” SETAC-EUROPE, 1990.

