

# Төвийн бүс нутгийн хөрсөн дэх $^{137}\text{Cs}$ -ийн хуримтлал

Ц.Сайнсанаа<sup>1</sup>, Н.Норов<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Хими, биологийн инженерчлэлийн тэнхим, Хэрэглээний шинжлэх ухаан, инженерчлэлийн сургууль, Монгол улсын их сургууль

<sup>2</sup> Цөмийн физикийн судалгааны төв, Монгол улсын их сургууль

Төвийн бүс нутгийн Дархан-Уул, Орхон, Сэлэнгэ, Төв, Өвөрхангай аймгуудын сумдын хөрсөнд үүсмэл цацраг идэвхт изотоп- $^{137}\text{Cs}$ -ийн хэмжээг гамма спектрометрийн аргаар тодорхойлсон дүнг харьцуулан судалж, түүний гамма цацрагаас судалгаанд хамрагдсан сумдын оршин суугчдын жилд авах гадаад шарлагын эффектив эквивалент тунг үнэлсэн болно.

## 1. ОРШИЛ

Манай улсын хүн ам ихтэй хот, аймгийн төв, сумдын цацрагийн дэвсгэр төвшинг тогтоох зорилгоор хүн ам суурьшсан газрын хөрсөнд агуулагдах үүсмэл цацраг идэвхт изотоп- $^{137}\text{Cs}$ -ийн хувийн идэвхийг тодорхойлж, улмаар өнгөн хөрсөн дэх хуримтлалыг тогтоох судалгааны ажил хийгдэж байна [1]. Энэ ажлын хүрээнд Дархан, Орхон, Сэлэнгэ, Булган, Төв, Өвөрхангай аймгуудын сумдын хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хувийн идэвхийг гамма спектрометрийн аргаар тодорхойлсон дүнг харуулав. Хүрээлэн буй орчин дахь цацраг идэвхт элементүүдийг байгалийн болон үүсмэл гэж хоёр хуваана [2].

**Байгалийн цацраг идэвх.** Байгалийн цацраг идэвхт изотопууд нь дараалсан цацраг идэвхт задралд орж цацраг идэвхт бүлүүдийг үүсгэнэ. Байгалийн цацраг идэвхийн гурван бүл байдаг. Эдгээр бүлүүдийг анхны үүсгэгч элементээр нь уран, тори, актинийн бүл гэж нэрлэдэг. Гурван бүл аль аль нь хар тугалгын тогтвортой изотопоор төгсөнө.

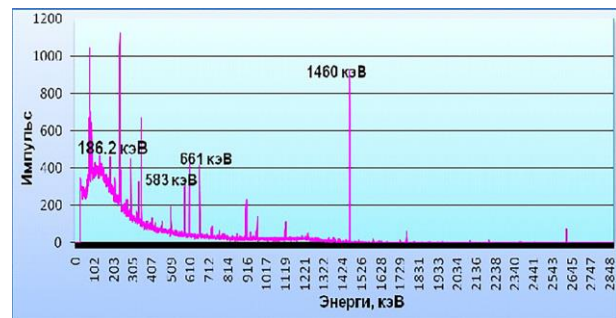
**Үүсмэл цацраг идэвх.** Уран, плутонийн хуваагдлын гинжин урвалын үр дүнд үүсмэл цацраг идэвхт изотопууд үүсэх бөгөөд 1960-аад онуудад цөмийн зэвсгийг газар дээр туршилт хийж байснаас үүдэн хөрсөнд урт настай үүсмэл цацраг идэвхт изотоп  $^{137}\text{Cs}$  тархаж хуримтлагдсан байдаг. Жишээ Казахстан улсад 2500 ширхэг хөрсний дээжийн хэмжилтээр хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хувийн идэвхийн түгэлтийг байгуулахад түүний дундаж утга 17 Бк/кг байжээ [3]. Москвагийн бүс нутгийн хагалсан хөрсний  $^{137}\text{Cs}$ -ийн цацраг идэвхт бохирдолтыг

сонгон судалсан үр дүнгээр 2003 онд  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хөрсөн дэх хуримтлал (бохирдолтын дундаж нягт)  $2.57 \text{ кБк/м}^2$  байжээ [4].

## 2. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны талбайгаас газрын өнгөн хөрсний 5см гүн, 15смx15см талбайн хөрсний дээж авна. Хөрсний дээжээ детекторт углаж ордог  $700 \text{ см}^3$  эзлэхүүнтэй Маринеллийн саванд хийж, түүнийг 1 цаг хэмжив. Хөрсний хэмжилтийн гамма спектрийг 1-р зурагт харуулав.

Хөрс нь экосистемийн солилцооны эхний хэсэг учир хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн судалгаа чухал ач холбогдолтой. Хөрсний дээжид цацраг идэвхт элементүүдийн хувийн идэвхийг тодорхойлох хэмжилтэд өндөр ялгах чадвартай цэвэр хагас дамжуулагч германи детектор, 4096 сувагтай анализатор бүхий гамма спектрометр ашигласан. Детекторын ажлын эзлэхүүн  $52 \text{ см}^3$  гамма квантыг энергиэр ялгах чадвар 1333 кэВ энергитэй шугамын хувьд 2.0 кэВ байв.



Зураг 1. Хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$  изотопын 661 КэВ энергитэй гамма шугам.

Гамма спектрометрт гаргаж авсан гамма спектрээс хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$  изотопын хувийн

\* Electronic address: norov@seas.num.edu.mn

идэвхийг түүний 661.66 кэВ энергитэй гамма цацрагийн бүрэн шингээлтийн пикийн талбайгаар олохдоо дараах томъёог ашигласан.

$$A = \frac{N(E_i)}{k \cdot \epsilon_0(E) \cdot k_\gamma \cdot m \cdot t} \quad (1)$$

Үүнд: A- изотопын хувийн идэвх (Бк/кг); N(E)- гамма квантын бүрэн шингээлтийн пикийн талбай; k<sub>γ</sub>- гамма квантын гаралт; ε<sub>0</sub>(E)- усны хувьд (ρ=1г/см<sup>3</sup>) олсон детекторын үнэмлэхүй бүртгэх чадвар; k- дээжид гамма квантын сулралтыг тооцсон тогтмол (туршлагаар тодорхойлсон); m - дээжийн жин (кг); t - хэмжсэн хугацаа (с).

Судалгааны дээж авсан 5 см зузаан өнгөн хөрсний нэгж талбайд унасан <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлалыг тооцоход дараах илэрхийллийг ашиглана:

$$A_{Cs} = \frac{N \cdot m_{ab}}{0.851 \cdot k \cdot \epsilon_0(661.7\text{кэВ}) \cdot 50 \cdot S \cdot t \cdot m_{xэм}}; \quad (2)$$

Үүнд: A<sub>Cs</sub> - <sup>137</sup>Cs-ийн хөрсөн дэх хуримтлал (кБк/м<sup>2</sup>); 50 – 1 г/см<sup>3</sup> нягттай хөрсний дээж авсан 5см гүн,10 см x10см талбайн нэгжийг (м<sup>2</sup>) жин (кг)-д шилжүүлэх тогтмол; m<sub>ав</sub>- авсан дээжийн нийт жин(кг); m<sub>хэм</sub> – гамма спектометрт хэмжсэн дээжийн жин (кг); S – дээж авсан талбайн хэмээ (м<sup>2</sup>).

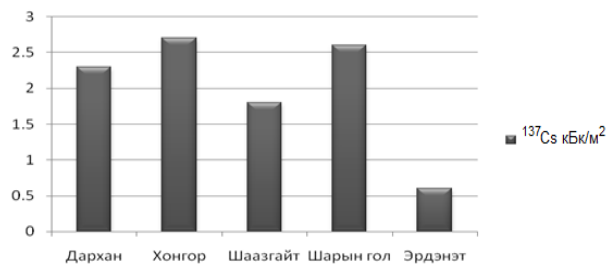
### 3. ҮР ДҮН. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Дархан-Уул, Орхон аймгийн сумуудын хөрсөн дэх үүсмэл цацраг идэвхт <sup>137</sup>Cs изотопын хувийн идэвхийг (1) томъёогоор бодож олсон дүнг 1-р хүснэгт ба (2) томъёогоор олсон хөрсөн дэх хуримтлалыг 2-р зурагт харуулав.

Хүснэгт1. Дархан-Уул, Орхон аймгийн сумуудын хөрсөн дэх <sup>137</sup>Cs-ийн хувийн идэвх.

Аймаг	Сум	<sup>137</sup> Cs-ийн хувийн идэвх, кБк/кг
Дархан-Уул	Дархан	11,9 ±3.2
	Хонгор	14.0±4.0
	Шаазгайт	9.3±2.7
	Шарын гол	13.5±3.9
	Дундаж	11.9±3.2
Орхон	Эрдэнэт-Овоо	3.1±1.0
Монголын нутагт <sup>137</sup> Cs-ийн хамгийн их магадлалтай хэмжээ		7.8

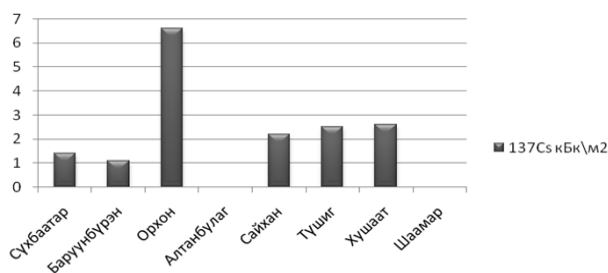
<sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал



Зураг 2. Дархан Уул ба Орхон аймгийн сумуудын хөрсөн дэх <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал.

Сэлэнгэ аймгийн сумуудын хөрсөн дэх <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлалыг 3-р зурагт харуулав.

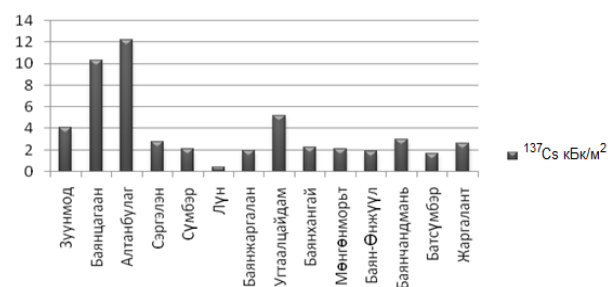
Cs-ийн хуримтлал



Зураг 3. Сэлэнгэ аймгийн сумуудын хөрсөн дэх <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал.

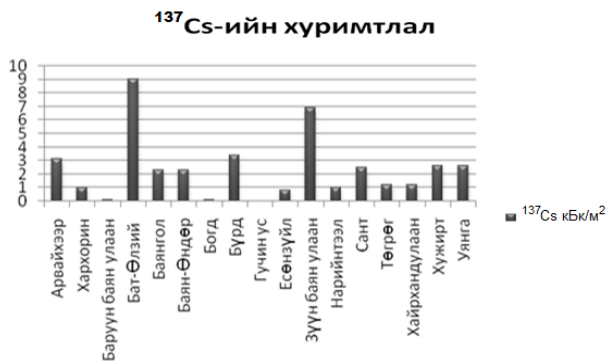
Алтанбулаг, Шаамар сумдын хөрсөнд <sup>137</sup>Cs илрээгүй нь эдгээр сумдын дээж авсан хэсэг хөрсний элэгдэл эвдрэлд өртсөнтэй холбоотой болно.

<sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал



Зураг 4. Төв аймгийн сумуудын хөрсөн дэх <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал.

Төв аймгийн сумдын хөрсөнд ерөнхийдөө <sup>137</sup>Cs-ийн хуримтлал багатай байгаа бөгөөд ялангуяа баруун аймгууд руу явахад дайрч өнгөрдөг Лүн сумын хөрсөнд бүр ч бага байгаа нь харагдаж байна.



Зураг 5. Өвөрхангай аймгийн сумуудын хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хуримтлал.

Төвийн бүс нутгийн аймгуудын сумуудын хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$  –ийн хувийн идэвхийн өөрчлөгдөх муж, дундаж хэмжээ, оршин суугчдын хөрсөн дэх үүсмэл цацраг идэвхт  $^{137}\text{Cs}$  изотопын гамма цацрагаас жилд авах гадаад шарлагын дундаж эффектив эквивалент тунг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Эффектив эквивалент тунг тооцоход  $^{137}\text{Cs}$  үүсгүүрийн гамма тогтмол –  $0,081 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2 \cdot \text{Зв} / \text{Бк}$ , хүний задгай газар байх харьцангуй хугацаа - 0.2, эквивалент тунгийн чадал ба агаарт шингэсэн тунгийн чадлын харьцаа – 0.7 гэж авч үзсэн болно.

Хүснэгт 2. Хөрсний  $^{137}\text{Cs}$  изотопоос оршин суугчдын жилд авах эффектив эквивалент тун (мЗв).

Төвийн бүс нутгийн аймаг	Цези-137		
	Хувийн идэвх, Бк/кг		Дундаж эффектив эквивалент тун, мкЗв
	Өөрчлөгдөх муж	Дундаж	
Дархан Уул	9.3 – 13.5	12	14.5
Орхон, Эрдэнэт		3.1	3.7
Сэлэнгэ	1.0- 6.5	2.7	3.3
Төв	0,2 - 12	3.6	4.3
Өвөрхангай	0.2- 9.0	2,4	2.9
Монголын хамгийн их магадлалтай утга	6.2 – 9,3	7.8	9.4

ЗХУ-ын нутаг дэвсгэр дээрх хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хуримтлал ( $\text{мКи}/\text{км}^2$ )-ын картыг 1977 онд, Өмнөд Сибирийн бүс нутгийн хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ын хуримтлал ( $\text{мКи}/\text{км}^2$ )-ын картыг 2005 онд [5] гаргасан гэж үзэж  $^{137}\text{Cs}$ -ийн цацраг идэвхийн задралыг тооцоолон, Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хуримтлалын хэмжээ 1,2-1,8  $\text{кБк}/\text{м}^2$  байх магадлалтай бөгөөд үүний дундаж утга 1,5  $\text{кБк}/\text{м}^2$  болно.

## ДҮГНЭЛТ

- Орхон аймаг (Эрдэнэт), Сэлэнгэ, Төв, Өвөрхангай аймгийн сумуудын хөрсний дээж дэх үүсмэл цацраг идэвхт  $^{137}\text{Cs}$  изотопын хувийн идэвхийн хэмжээ дунджаар 3.1 Бк/кг, 2.7 Бк/кг, 3.6 Бк/кг, 2.4 Бк/кг-тэй тэнцүү байгаа нь Монголын хөрсөнд байх хамгийн их магадлалтай утга 7.8 Бк/кг-аас харгалзан тус бүр нь 2,5; 2.9; 2.2; 3.3 дахин бага байна. Иймээс эдгээр аймгуудын сумдын өнгөн хөрс салхи, усны нөлөө болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой эвдэлд орсон болохыг  $^{137}\text{Cs}$  изотопын хувийн идэвх бага байгаагаар

тайлбарлаж болох юм.

- Дархан-Уул аймгийн сумдын хөрсөн дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хуримтлал бусад аймгийн сумдын хөрсөн дэх хуримтлалаас их Монголын хөрсөнд байх хамгийн их магадлалтай утгатай ойролцоо байна. Дархан хот орчмын хөрс ус, салхины эвдрэлд харьцангуй бага өртсөн болохыг харуулна.
- Сэлэнгэ аймгийн Алтанбулаг, Төв аймгийн Лүн, Өвөрхангай аймгийн Баруун баян улаан, Богд, Гучин-Ус зэрэг сумдын хөрсний дээж дэх  $^{137}\text{Cs}$ -ийн хэмжээ илрээгүй байгаа нь эдгээр дээж авсан талбай хүний үйл ажиллагаатай холбоотой эвдрэлд өртсөн болохыг харуулж байна.
- Аймгийн сумдад оршин суугчдын  $^{137}\text{Cs}$ -ийн изотопын гамма цацрагийн гадаад шарлагаар жилд авах эффектив эквивалент тун 2.9 -14.5 мкЗв байна.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Ts.Erkhembayar, N.Norov, G.Khuukhenkhuu. Study on soil radioactivity around central region of Mongolia. “Nuclear physics and

- applications”. American Institute of Physics, AIP CONFERENCE PROCEEDING, VOLUME 1109, New York, Melville, 2009, 148-151
- [2] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report to the General Assembly, UN New York. (2000).
- [3] TOPICAL ISSUES IN RADIOECOLOGY OF KAZAKHSTAN ISSUE 1. Semipalatinsk Test Site: Radioecological Situation of the Northern Lands. Pavlodar. Press House LLP. 2010.
- [4] Игнатов П.А., Верчеба А.А. Радиогеоэкология и проблемы радиационной безопасности: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. Волгоград: Издательский Дом. “Ин-Фолио”, 2010.
- [5] В.И.Медведев и др, Сибирский экологический журнал. 2005 №6 – с.1055-1071.