

## Монгол орны төвийн бүсийн ундны усан дахь селений агууламж

Эрдэнэцогт Э.<sup>1</sup>, Цэгмэд С.<sup>1</sup>, Түвшинбаяр Б.<sup>1</sup>, Синдирева А.В.<sup>2</sup>, Голубкина Н.А.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

<sup>2</sup>Тюмены их сургууль, ОХУ

<sup>3</sup>Хүнсний ногооны үрийн селенкийн эрдэм шинжилгээний хүрээлэн, ОХУ

E-mail: erd625@yahoo.com

### Abstract

#### Selenium concentration in drinking water in Central Region Mongolia

Erdentsogt E.<sup>1</sup>, Tsegmed S.<sup>1</sup>, Tuvshinbayar B.<sup>1</sup>, Синдирева А.В.<sup>2</sup>, Голубкина Н.А.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>National Center for Public Health

<sup>2</sup>University of Tumen, Russia.

<sup>3</sup>Research Institute of Vegetable Seed Selection, Russia

### Background

Mongolia is characterized by restricted sources of drinking water and intensive water pollution due to high rates of urbanization, mining industry development, enormous amount of livestock, and ever-growing attempts in domestic production of cereals and vegetables. Among others, Se is the least studied element in Mongolian water resources.

### Goal

To assess the selenium content of Mongolia's drinking water depending on its geographical location and to identify areas of environmental risk associated with the chemical composition of the water.

### Materials and Methods

In the summer of 2017, water samples were collected from 5 aimags (Dornogovi, Tuv, Selenge, Umnugovi, Arkhangai) and Ulaanbaatar city and sent to Moscow, Russia for analysis. Of the collected samples, 19 were groundwater (wells, wells, springs) and 2 were surface water (Tuul River, Selenge River).

### Results

Based on fluorimetric method of analysis, the first results on Se levels in drinking water of five aimags, Ulaanbaatar, and Erdenet were obtained. Uneven distribution of Se in Mongolia was manifested, the highest Se concentrations being typical for the southern resources (up to 18,600 µg/L) and the lowest, for the Northern ones (up to 0.022 µg/L). ICP-MS data of Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Sr, V, and Zn contents indicate poly-microelementosis existence in the South of Mongolia (Dorno-Gobi aimag) where ground water is characterized by elevated levels of As and extremely high levels of Se, Li, Na, F, Cl, B, and nitrates ions, exceeding maximum permissible levels by 1.86; 4.3; 3.1; 3.1; 2.7; 3.4; and 1.8 times respectively. Toxic concentrations of Se in groundwater of Dorno-Gobi aimag contradict with the published low human serum Se and low content of the element in horseflesh that suggests the possible effect of the above pollutants on Se bioavailability.

### Conclusion

Revealed phenomenon and mosaic distribution of heavy metals in areas with high and low Se content in water resources indicate the need of direct search for Se and other pollutant transfer in food chain in various ecological loading conditions, creation of a map of Se distribution in water resources of other Mongolian regions, and large-scale evaluation of the human poly-elemental status.

**Keywords:** Drinking water, Pollution, Poly-microelementoses, Selenium

Pp. 46-56, Table 1, Figures 2, References 73

## Оршил

Химийн элементүүдийн хуримтлал, тархалт, эрдэс бодисуудын үүсэх, амьдрах орчин болон амьд организм үүсэх процесс нь усны идэвхтэй оролцоотойгоор явагддаг [1]. Ус нь хүнсний шим тэжээлийн бодисуудын гинжин хэлхээний системд голлох байр суурийг эзлэх бөгөөд ус нь бүх амьд организмуудад төдийгүй бүхий л шим тэжээл, макро / микро элементийн эх үүсвэр болдог.

Уур амьсгалын өөрчлөлт, усны бохирдол (хүнд металл, давсжилт г.м) нь байгаль орчны эрсдэлийг маш ихээр нэмэгдүүлдэг. Ялангуяа говь цөлийн болон түүний зэргэлдээ орших бүс нутагт ундны усны хомсдол, чанарын асуудлыг үнэлэх нь маш чухалаар тавигдаж байна. Монгол улс нь газар нутгийн цөлийн эзлэх хувь хэмжээгээр дэлхийд хоёрт ордог бөгөөд усны хүртээмж хязгаарлагдмал улс орнуудын бүлэгт багтдаг [2, 3].

Эрсдэл учруулах голлох хүчин зүйлс нь усны нөөцийн тэгш бус хуваарилалт, ашигт малтмалын олборлолт ба боловсруулалтын үе дэх усны зайлшгүй хэрэглээ, мал аж ахуйг эрчимтэй хөгжүүлэх, газар тариалангийн салбарыг өргөтгөх, хүн амд улаан буудай, төмс, хүнсний ногооны нийлүүлэлт, мөн хотжилт эрчимтэй явагдаж байгаагаар тодорхойлогдоно.

Монгол орны усны хуваарилалт туйлын жигд бус бөгөөд гадаргын усны ихэнх хэсэг нь улсын хойд хэсэгт төвлөрч, харин улсын төв болон ялангуяа өмнөд хэсгээрээ (Говь цөлийн бүсэд хамаарах бүс нутгууд) хуурай газруудад нь ундны усны эх үүсвэр туйлын хангалтгүй байна. Үүний үр дүнд Монгол орны ундныхаа усны эх үүсвэрийн 80 орчим хувь нь газрын гүний ус эзэлдэг бөгөөд тэдгээрийн зарим хэсэг нь эрдэсжилт өндөртэй, хүний биед агуулагдах хүнд металлын агууламж өндөр байдаг.

Монгол Улсын өсөн нэмэгдэж буй уул уурхайн салбартай холбоотой байгаль орчны эрсдэл нь судлаачдын анхааралыг байнга татдаг [4, 5, 6, 7]. Энд онцгой анхааралыг ундны усны хомсдол, түүний чанарт хандуулах нь [8] маш чухлаар тавигдаж байна. Энэ ажилд Монгол Улсын ундны усны чанарын судалгааны газар сонголт хийхдээ уул уурхай, хотжилт, усны эх үүсвэр болон байгалийг бохирдуулж болзошгүй эрсдэл зэргийг харгалзсан болно.

Тиймээс нийтэлсэн мэдээллээр, Дорноговь аймгийн нутаг дэвсгэрийн ундны усанд хүнцэлийн агууламж ихтэй (Судалгааны

тайлан, 2005) ба ураны [9] ихээхэн нөөцтэй юм. Хятадад Дорноговь аймгаас 200 км орчимд дэлхийн хамгийн том газрын ховор элементийн орд (ӨМӨЗО-ны Баян-Овоо сум) байрладаг. Улаанбаатар хотын хэрэглээний нүүрс нь Se, Cu, Pb болон Sn-ээр баялаг [10]. Улаанбаатар хотын төвлөрсөн усан хангамжийн ус нь ураны [11] агууламж ихтэй. Мөн Сэлэнгэ аймгийн нутаг дэвсгэрт алт гар болон үйлдвэрлэлийн аргаар ихээр олборлолтын улмаас [12] мөнгөн ус, цианидаар усны эх үүсвэр бохирдох өндөр эрсдэлтэй тохиолдол бүртгэгдсэн. Эрдэнэт хотод зэс, молибден, цайр [13] нь байгаль орчны бохирдлыг үүсгэдэг.

Монгол орны ундны усны чанарыг судалсан олон судалгаагаар хүнцэл [10], мөнгөн ус [12], уран, фтор [9, 14] зэрэг элементүүд нь ундны усанд зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хамгийн ихээр агуулагдаж буйг илрүүлсэн байна.

Мал эмнэлгийн шинжлэх ухааны доктор А. Содномдаржаа зэрэг хэсэг эрдэмтэд ишиг, хурга зэрэг төл малын дунд булчин цайх эмгэг буюу Селены дутлыг илрүүлэх судалгааг Архангай, Хөвсгөл аймагт 1960 – аад оны сүүлээр хийжээ. Энэхүү судалгаагаар селены дутал нь Монгол орны хойд хэсгийн өндөр уулархаг буюу далайн түвшингээс дээш 1800–2800 метр өргөгдсөн бүс нутагт тохиолдож байгааг илрүүлэхийн зэрэгцээ, уг эмгэгийн улмаас төл малын 34.9–84.2 хувь хорогдож байгааг тогтоосон байдаг [15].

Монголд улс нь ундны усны чанарыг сайжруулах хянах үндэсний хөтөлбөрийг хэрэгжүүлдэг бөгөөд усны химийн найрлагад хийсэн олон тооны судалгаа (Сорилтын тайлан, 2005) байдаг хэдий ч селенийн талаар хийсэн ажил маш цөөхөн байдаг. Ерөнхийдөө хүний ийлдэс ба хүнсний зарим бүтээгдэхүүнд энэ бичил элементийн дутал байгааг илрүүлсэн [16] байдаг. Харин ураны ордуудын ойролцоо давсархаг нууранд селены хорт концентраци байгааг Грэйсон, Түмэнбаяр [4] нарын судалгаагаар илэрсэн [17] байдаг. Гэвч одоогийн байдлаар Монгол улсын ундны усан дахь селений газар зүйн тархалтын байдал тодорхойгүй байна. Иймээс бид Монгол орны ундны усны селений агууламжийг газар зүйн байршилтай харьцуулан судлах, байгаль орчны эрсдэлтэй нутгуудыг усны химийн найрлагаар нь илрүүлэн тогтоож, үнэлгээ дүнэлт өгөх зорилго тавьсан болно.

## Зорилго

Монгол орны ундны усны селений агууламжийг тодорхойлж, газарзүйн байршилаар нь харьцуулж, үнэлгээ дүгнэлт өгөх, усан дахь

бусад бичил элементүүдийн найлрлага, хэмжээг үндэслэн байгаль орчин дахь эрсдэлтэй бүс нутгуудыг илрүүлэх зорилт тавьсан болно.

### Материал, арга зүй

2017 оны зун усны дээжийг 5 аймаг (Дорноговь, Төв, Сэлэнгэ, Өмнөговь, Архангай),

Улаанбаатараас цуглуулан ОХУ-ын Москва-д шинжилгээнд явуулсан болно. Цуглуулсан дээжний 19 нь газрын доорхи ус (худаг, худаг, булаг шанд), 2 нь гадаргын ус (Туул гол, Сэлэнгэ мөрөн) байсан болно.

Усны эх үүсвэрийн шинж чанарыг 1-р хүснэгтэд харуулав.

**Table 1. Characteristics of the water source**

Aimag, city	Name of sample's place	Water source characteristic - Depth(m)
Dornogovi	Sainshand	Deep well » 92
	Zuun bayan	Deep well » 77
	Ulaanbadrakh	Deep well » 65
	Khatanbulag	Deep well » 60
	Zamin-Ude№1	Deep well » 120
	Zamin-Ude№3	Deep well » 100
	Zamin-Ude№5	Deep well » 100
Tuv	Bayan №1	Deep well » 85
	Bayan №2	Spring
Selenge	Selenge №1	Draw-well-4
	Selenge №2	well CWS*» 50-60
	Shaamar	Draw-well-5
	Baruun kharaa	River
Umnugovi	Dalanzadgad №1	Well CWS » 120
	Dalanzadgad №2	Draw-well-7
	Dalanzadgad №3	Deep well » 80
Arkhangai	Arkhangai	Spring
	River Tuul	River
Ulaanbaatar	Gachuurt	Deep well» 70
	Tuul valley №1	Deep well» 25-35
	№1 authority building	CWS
Erdenet	2 industrial shop, water from cooler	CWS
	3 plant canteens	CWS

\*CWS-Central water supply

Дээжийг шинжилгээнд хамрагдах хүртэл +4 хэмд хадгалсан. Дээж тус бүрээс 300 мл-ийг 1-2 мл концентрацтын азотын хүчил 1 мл эзэлхүүнтэй болтол ууршуулсан бөгөөд дээжийг нэрмэл ус ба хүчил(азотын хлорид) холимог ашиглан 10:7 харьцаатай шилэн нимгэн хэсгүүдэд шилжүүлсэн болно. Нойтон угаах дээж тус бүрийн нийт хэмжээ нь 2.5-3.5 мл байв.

Селений агууламжийг биологийн эд, шингэн дэх селений агууламжийг үнэлэхэд өмнө нь санал болгож байсан микрофлюорометрийн шинжилгээний аргыг ашиглан тодорхойлсон [18].

Усны дээжинд агуулагдах Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Sr, V ба Zn зэрэг элементүүдийг 7-port FAST valve ба ESI SC-аар тоноглогдсон дөрвөн шугамын масс-спектрометр Nexion 300D (Perkin Elmer Inc., Shelton, CT 06484, АНУ) бүхий ICP-MS-ийг ашиглан үнэлэв.

### Статистик боловсруулалт

Судалгааны мэдээллийн статистикийн боловсруулалтыг SPSS программын SPSS PASW Statistics 18 хувилбар, EPI INFO 2000 программыг ашиглан хийв. Судалгааны

үзүүлэлтийн дүнг аймагаар нь харьцуулан жишиж, оюутны Т шалгуурыг ашиглан, элементүүдийн дутлын хувь болон агууламжийн дундаж утгын статистик магадлал бүхий ялгааг 95 хувийн итгэх муж (ИМ) болон Р-ийн утга, холбогдлын хүснэгт ашиглан үнэлж, дүгнэлт өгсөн болно.

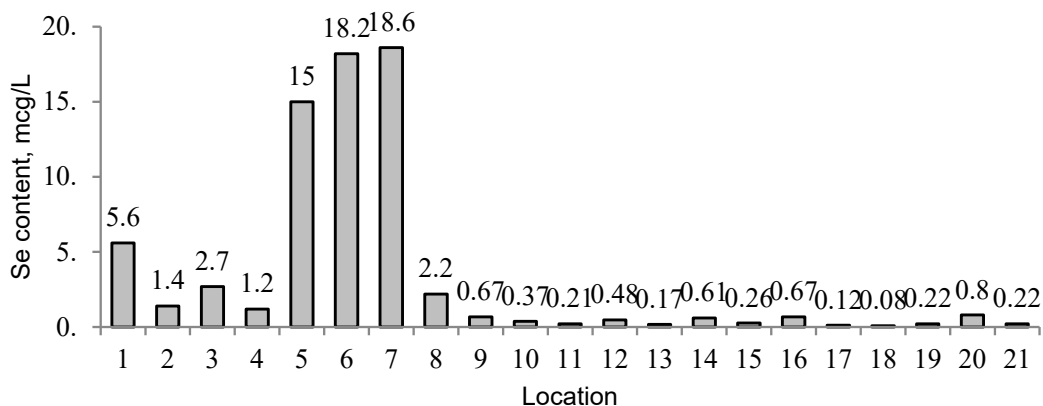
### Үр дүн

Монгол орны ундны усны судлагдсан дээж дэх селений агууламж, бидний судалгаагаар (Зураг 1) бүс нутаг хооронд харилцан адилгүй хэлбэлзэл байгааг харуулж байна (экологийн хувьсах байдлын коэффициент - CV - 136.7% байсан).

Улаанбаатар, Эрдэнэтийн газрын доорхи усанд селений хэмжээ дунджаар 0.13 ба 0.022 мкг/л

байсан бол Архангай аймагт эдгээр хэмжээ 0.12 мкг/л, Сэлэнгэ-0.31 мкг/л, Өмнөговь-0.51 мкг/л, Төв аймагт-1.4 мкг/л, харин Дорноговь аймагт газрын доорхи ус нь селенийн хамгийн их концентрацитай байсан ба ихэнх тохиолдолд энэ үзүүлэлтээр зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давж, дунджаар 9 мкг/л-т хүрсэн байна.

Газар доорх усны селений агууламж дахь бүс нутгийн хэлбэлзэлээр авч үзвэл Дорноговь аймгийн усны селений концентрацийн хэмжээ 1.2-18.6 мкг/л, Төв аймагт 0.67-2.2 мкг/л, Сэлэнгэ аймагт 0.17-0.48 мкг/л, Өмнөговь- 0.26-0.67 мкг/л байна. Харин Улаанбаатарын ундны усанд селений агууламж 0.08 - 0.22 мкг/л-ийн хооронд байсан нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага байна. (Зураг 1).



**Figure 1. Selenium content of drinking water (see Table 1 for the number of locations)**

Монгол Улсын ундны усны найрлагын харилцан адилгүй хэлбэлзэл нь зөвхөн селенээр хязгаарлагдахгүй байгаа нь бидний сонирхолыг ихээр татаж байгаа юм. Дорноговь аймагт полимикрозлементоз байгаа нь илрээд байна. Тиймээс бидний судалгаагаар селен зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 1.8 дахин их байгаагаас гадна, зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс лити- 4.3 дахин, бор ба фтор- 3.1 дахин, натри-3.05 дахин, хлорын ионууд- 1.8-2.7 дахин, кадми-1-4 дахин, нитрат - 1.8 дахин илүүтэй байгаа нь тогтоогдоод байна. Энэ аймгийн ундны усанд агуулагдах макроэлементүүдийн хувьд фосфор, магнийн агууламж өндөр, хүнд металлуудаас хүнцлийн хэмжээ өндөр байна

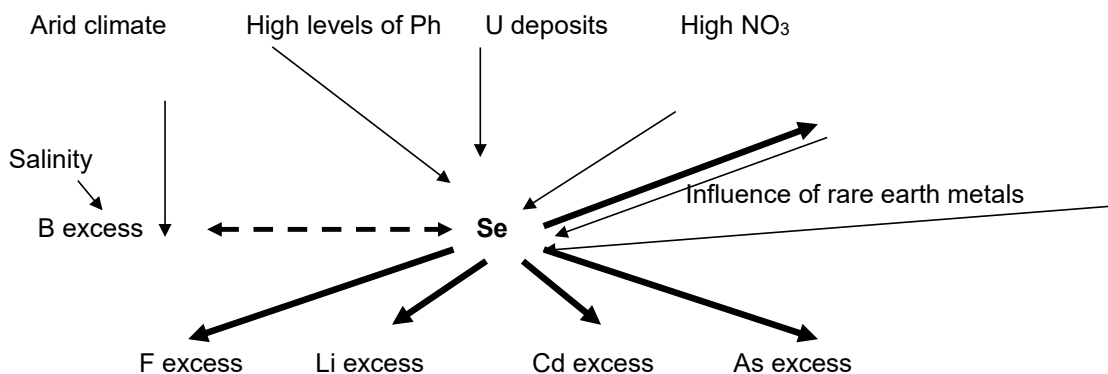
Эрдэнэт, Улаанбаатарын ундны усны дээжийг эс тооцвол, судалгааны бараг бүх дээжид усны рН-ийн хэмжээ хэвийн бус байв. Сэлэнгэ аймагт усны рН-ийн хэмжээ нэмэгдсэн бөгөөд

усанд агуулагдах мөнгөн ус, кадмий агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн байв. Мөн Өмнөговь аймагт, усанд агуулагдах кадмий агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 20 дахин их хэмжээтэй илэрсэн байна. Улаанбаатарт, усанд агуулагдах селений агууламж бага хэмжээтэй байсан боловч цагаан тугалганы агууламж зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс их байв.

Ундны усны элементийн найрлагын бүс хоорондын хэлбэлзэлийн коэффициентүүд нь цахиур, хөнгөн цагааны хувьд хамгийн бага, селен, цайр, кадмийн хувьд хамгийн их байна. Макро шим тэжээлийн агууламжийн хэлбэлзэлийн коэффициент нь дараах дарааллаар нэмэгдэж байна. Үүнд: К <Са <Р <Mg <Na. Микроэлементүүдийн хувьд: Si <Mn <Co <I <Fe <Li <B. Хүнд металлын хувьд: Al <Cr <Hg <Ni <Cu <Sr <V <Sn <Zn <Cd байна.

Дорноговь аймгийн ундны усны химийн болон элементийн найрлага дахь хэвийн бус байдалтай холбоотой экологийн нөхцөл байдал

дараахь схемээр тодорхойлогдох боломжтой бөгөөд селен микроэлемент гол байр суурийг эзлэж байна (Зураг 2).



**Figure 2. Characteristics of the role of selenium in the formation of polymicroelementosis in Dornogovi aimag (bright arrows are the protective effect of selenium, thin arrows are the factors influencing the maintenance of high selenium content, broken arrows are the correlation between the elements).**

Селений өндөр концентрацийг хадгалахад нөлөөлж буй нимгэн сумаар диаграммд дүрсэлсэн хүчин зүйлүүд нь: 1) ураны ордууд, 2) нитрат ба pH-ийн өндөр түвшин, 3) Хятадын Баян-Овоогийн газрын ховор элементийн ордын нөлөөнд автаж болзошгүй хүчин зүйлүүд юм.

### Хэлцэмж

Улаанбаатар, Эрдэнэт хотууд болон Сэлэнгэ аймгийн усанд агуулагдах селений хэмжээ бага байгаа нь хойд бүсийн аймгуудын улаан буудайнд селений агууламж маш бага түвшинд байсан судалгааны үзүүлэлт [19, 20, 21] болон селений дуталаас үүдэлтэй малын булчин цайх өвчлөлийн тохиолдлуудтай [22] нийцэж байна. Нөгөө талаас, Монгол Улсын ундны усны селений агууламжийг тодорхойлсон үр дүн нь дэлхийн ихэнх улс орнуудын газрын доорхи усны селений концентрацийн хязгаартай (0,06 мкг/л - 400 мкг/л) нийцэж байна [23, 24]. Гэсэн хэдий ч ихэнх тохиолдолд нийтийн усан хангамжийн усан дахь селений хэмжээ 10 мкг/л (зөвшөөрөгдөх тун хэмжээ) -ээс бага байдаг бөгөөд ховор тохиолдолд 50 мкг/л-ээс хэтрэх тохиолдол илэрдэгийг тэмдэглэх нь зүйтэй [25, 26, 27, 28, 29]. Ийм тохиолдол Хятад дахь селенозын бүсэд газрын доорхи усанд селений агууламж нь 50-160 мкг/л [30] хэт их концентраци орно.

Селен нь ураны байгалийн экосистемд нөлөөлдөг бөгөөд энэ нь хөрсний усыг селенээр баяжуулах урьдчилсан нөхцөлийг бүрдүүлдэг болохыг тогтоожээ [9, 17, 31, 32]. Манай улсын хувьд ураны гол ордууд нутгийн өмнөд хэсэгт төвлөрч Дорноговь аймгийн

нутаг дэвсгэрийг хамарсан бүслүүр үүсгэдэг [9]. Ураны ордыг ашиглах явцад бохир усыг селенээр бохирдуулсан тохиолдлууд илэрч байсан байна. Жишээлбэл, АНУ [29] болонТөв Азид [33] тохиолдож байжээ. Эдгээр нөхцөлд үндсэн чулуулаг дахь селений өндөр агууламж нь байгаль орчин, мал, ус, хөрсний бохирдолд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй гэж үзсэн байна [34, 35, 36].

Монгол улсын өмнөд хэсэгт орших ураны бүс нь газрын доорхи усанд селений агууламж өндөр, илүү өргөн тархах боломжийг бий болгож байгаа бөгөөд энэ нь нэмэлт судалгаа хийх шаардалага байгааг харуулж байгаа юм. Нөгөөтэйгүүр, Дорноговь аймгийн хөрсний усны селений агууламж ихсэхэд БНХАУ-ын ӨМӨЗО-д олборлож буй дэлхийн ховор элементийн томоохон ордуудын байршил, ашиглалт, нөлөөллийн хамаарал байх талтайг бас үгүйсгэж болохгүй. Газрын ховор элементүүд (ялангуяа лантан) нь шар буурцагт селений хуримтлалыг нэмэгдүүлэх чадвартай болохыг олж тогтоосон [37] нь селений хортой концентраци нь зөвхөн ундны усанд төдийгүй ургамалд агуулагдах боломжтойг харуулж байгаа юм.

Дорноговь аймгийн байгалийн усанд селений өндөр концентрацийг хадгалахад нөлөөлж буй өөр нэг хүчин зүйл бол pH-ийн өндөр агууламж

бөгөөд энэ нь хөрсөнд микроэлементүүдийг шингэхэд саад болдог байна. Усанд агуулагдах селений химийн гол хэлбэрүүд нь ихэнх тохиолдолд харилцан хоорондоо хөрвөж чаддаггүй селенат ба селенитүүд байгаа болно [38].

Мөн усан дахь нитратын өндөр концентраци нь хүний биед нитратууд нитрит, дараа нь хорт хавдар үүсгэдэг нитрозамин болж хувирсанаас хорт хавдар үүсэх эрсдлийг харуулдаг хамгийн чухал үзүүлэлт юм. Ихэнх тохиолдолд хөрсний усанд нитратын агууламж 10 мг/л-ээс хэтрэхгүй байдаг. Гэвч эрчимжсэн хөдөө аж ахуй, ялангуяа мал аж ахуй давамгайлж буй нөхцөлд усан дахь нитратын хэмжээ литр тутамд хэдэн зуун мл хүртэл нэмэгдэж болно [39] гэж үздэг байна.

Бидний судалгаагаар Дорноговь аймагт фторын агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс 3 дахин их байгаа нь цочмог флюороз үүсэх магадлалыг харуулж байгаа бөгөөд ундны усан дахь фторын агууламж 2-3 мг/л хүртэл нэмэгдэх нь шүдний флюороз үүсэхэд хүргэдэг бөгөөд фторын агууламж 4-6 мг/л байвал ясны чөмөгний улаан судсыг цочроох ба төв мэдрэлийн системийн үйл ажиллагааг дарангуйлж, танин мэдэхүй ба ой санамжид сөрөгөр нөлөөлдөг байна [40]. Мөн фторын өндөр тунтай архаг хэрэглээ нь зүрхний үйл ажиллагааны алдагдалд хүргэдэг [41]. Фторын илүүдэл нь липидийн хэт исэлдлийг нэмэгдүүлж, антиоксидант ферментийн идэвхийг бууруулж, миокардийг гэмтээдэг байна.

Ийм таагүй хүчин зүйлсийн нөлөөн доор селен нь хүнд метал, нитрат, литий, фторын хортой концентрациас хамгаалах нөлөө өндөртэй, мөн эсрэгээр ундны усны эдгээр бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн концентраци их байгаа тохиолдолд селений токсикозын эрсдэл буурах магадлал өндөр байна. Дорноговь аймгийн иргэд усны чанар муу байгаа талаар гомдол гаргадаг ч селений токсикозын хамгийн чухал илрэл (үс уналт, хумсны хэв гажилт, дерматит, захын мэдрэлийн системийн өөрчлөлт) байхгүй байгаа нь анхаарал татаж байна.

Дорноговь аймагт бидний ажиглалтаар нитратын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс илүүтэй байгаа нь бага насны хүүхдүүдэд эрсдэлт хүчин зүйл болж болзошгүй бөгөөд эдгээр нь бие махбодь нь насанд хүрэгчдээс ялгаатай нь гемоглобиныг метемоглобин болгон хувиргах урвалыг дарангуйлж чадахгүй тул хүчилтөрөгч дамжуулах эрчмийг бууруулдаг. Ихэнх тохиолдолд метемоглобиними нярайд

усан дахь нитратын концентраци 50 мг/л-ээс их байх үед үүсдэг. Бидний судалгаагаар Замын-Үүд суманд дахь усны нитратын хэмжээ 64-80 мг/л хүрсэн байна. Энэ нь нэг талаас нитратууд нь бага зэргийн исэлдэлтийн нөхцлийг бүрдүүлж, селений микробиологийн бэхэлгээг дарангуйлдаг байна [42]. Нөгөө талаас, селенийн нэгдлүүд нь дархлаа зохицуулах, антиоксидант шинж чанараараа нитрозамин үүсэхээс сэргийлж чаддаг. Үүнд: лабораторийн амьтдын нитратыг их хэмжээгээр усаар баяжуулсан хоолонд селен нэмэхэд (100 мг/кг тунгаар), бие махбодыг нитратын хорт нөлөөнөөс хамгаалж, иммуноглобулины G, M түвшинг нэмэгдүүлж, элэгний доторх глутатион пероксидаз, каталазын идэвхжил, бөөр, хоол тэжээлийн шингээлтийг сайжруулж, амьтны эсэн мэнд амьдрах чадварыг сайжруулж байсан байна [43].

Селений хамгааллын үр нөлөөг харуулах өөр нэг жишээ бол энэхүү микроэлементийн фтортой харилцан хамаарал юм. Бидний судалгаагаар Дорноговь аймагт, ундны усан дахь фторын агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс 3 дахин их байгаа нь цочмог флюороз үүсэх магадлалыг харуулж байгаа бөгөөд ундны усан дахь фторын агууламж 2-3 мг/л хүртэл нэмэгдэх нь шүдний флюороз үүсэхэд хүргэдэг бөгөөд фторын агууламж 4-6 мг/л байвал ясны чөмөгний улаан судсыг цочроох ба төв мэдрэлийн системийн үйл ажиллагааг дарангуйлж, танин мэдэхүй ба ой санамжид сөрөгөр нөлөөлдөг байна [40]. Мөн фторын өндөр тунтай архаг хэрэглээ нь зүрхний үйл ажиллагааны алдагдалд хүргэдэг [41]. Фторын илүүдэл нь липидийн хэт исэлдлийг нэмэгдүүлж, антиоксидант ферментийн идэвхийг бууруулж, миокардийг гэмтээдэг байна. Харин энэ тохиолдолд ундны усан дахь селений илүүдэл нь маш чухал ач холбогдолтой юм. Лабораторийн хулгануудын тархинд антиоксидант ферментийн идэвхжилд фторын сөрөг нөлөөнөөс селен нь хамгаалалтын үр нөлөөтэй болохыг тогтоогдсон нь селенийг флюорозын эсрэг эм болгон ашиглах боломжтойг харуулж байна [44]. Малын тэжээлд селенийг Е-Аминдэм хамт нэмэлж өгсөнөөр хамгаалалтын хүчтэй үйлчилгээтэй байгааг [41] нотолжээ.

Эцэст нь литийн хортой концентрацаас селений хамгаалах нөлөө маш чухал асуудал болон тавигдаж байна. Дэлхийн өнцөг булан бүрт ундны усны литийн хэмжээ 0.06-5460 мкг/л-ийн хооронд хэлбэлздэг [45]. Байгаль орчны литийн

бохирдол улам бүр нэмэгдэж байгаа нь түүний хэрэглээ өргөжиж байгаатай холбоотой юм [46]. Харин Монгол улсын өмнөд бүсийн байдал нь байгалийн онцлог илэрцтэй холбоотой байна. Байгаль экологийн хуулийн дагуу аливаа элемент, түүний дотор литийн бага ба өндөр хэрэглээ нь хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй юм. Тиймээс энэ элементийн усан дахь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ нь 30 мкг/л-тэй тэнцүү байх үед микроэлементийн агууламж 0.7 мкг/л-ээс их байвал хүн амын дунд амиа хорлох тохиолдол эрс буурдаг [40, 47, 48] байна. Нөгөөтэйгүүр, ундны усанд литийн илүүдэл 30 мкг/л-ээс дээш байх нь бамбай булчирхайн үйл ажиллагаа болон кальцийг шингээх байдал алдагдах ба гиперпаратироедизм үүсэхэд хүргэдэг байна [49, 50].

Дорноговь аймагт бидний ажигласан литийн концентраци нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс 2-4 дахин ихэссэн ба Замын-Үүд суман дахь усны литийн хамгийн их концентраци 120-130 мкг/л-ээр хэмжигдэж байв. Гэсэн хэдий ч селений өндөр концентрацитай үед литийн токсикозын эрсдэл маш тодорхойгүй хэвээр байна. Үнэхээр харханд хийсэн хамгийн сүүлийн үеийн судалгаагаар селен нь илүүдэл литийн хувьд найрлагад туслах үйлчилгээтэй тул хорт литийн концентрациас үүдэлтэй бөөрөнд илүүдэл кальци хуримтлагдахаас бие махбодыг хамгаалж чаддаг болохыг [51] тогтоосон байна.

Селен нь хүнд металлын илүүдэл үүсэх токсикозоос урьдчилан сэргийлэхэд тустай, эсрэгээрээ хүнд металлын нөлөөн дор селений өндөр концентрацийн хортой нөлөөг бууруулдаг болох нь нэгэнт тодорхой болсон байна.

Энэхүү судалгаанд бид Дорноговь аймаг (Замын-Үүд сум, №3) болон Өмнөговь аймаг (Даланзадгад, №2) дахь газрын доорхи усанд кадмийн агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн хоёр тохиолдлыг тогтоосон болно. Кадмий бол өргөн тархсан экотоксикант бөгөөд энэхүү хүнд метал нь олон эд, эрхтэн, түүний дотор мэдрэлийн системд нөлөөлж, улмаар фермент идэвхгүйжиж, олон тооны мэдрэлийн эмгэг өвчин үүсгэдэг байна [52]. Кадмийн хортой нөлөө нь исэлдэлтийн стресс ба эсийн үхэх процесс үүсэх, кальци/цайртай холбоотой харилцан үйлчлэл ихсэх, эсийн амьсгалын дарангуйлалт үүсгэдэг.

Монгол орны ундны усны судлагдаж буй дээжээс бид Дорноговь, Өмнөговь аймгуудад кадмийн агууламжаас хэтэрсэн хоёр тохиолдлыг олж тогтоосон. Гэсэн хэдий ч эдгээр бүс нутгуудад

усан дахь кадми илүүдэл үүсэхтэй холбоотой эрсдэлт хүчин зүйлүүд огт өөр байгаа нь зөвхөн эхний тохиолдолд зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээний илүүдэл 2-р тохиолдлоос 10 дахин бага байсан төдийгүй Өмнөговь аймгийн усанд селений агууламж маш бага байсан бол Дорноговь аймгийн усанд тогтоогдсон селений хортой концентрацитай байсантай холбоотой. Иймд, Өмнөговь дахь хүрээлэн буй орчинд хангалттай хэмжээний селений дуталтай усны хэрэглээний нөхцөлд кадмийн сөрөг нөлөө нь ихсэх ба Дорноговь аймгийн усны хэрэглээний үед кадмийн сөрөг нөлөө багасгах талтай юм. Кадмий ихсэх үеийн элэг, бөөрний дархлааг дарангуйлах, исэлдэлт устгах үйл ажиллагааг селен нь сааруулдаг болох нь тогтоогдсон байдаг [52].

Энэхүү судалгаагаар бид Дорноговь аймгийн газрын доорхи уснаас хүнцлийн агууламж өндөр байгааг олж тогтоосон бөгөөд энэхүү үзүүлэлт нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн байгаа нь тогтоогдсон болно (Судалгааны тайлан, 2012). Хүнцэлийн хортой нөлөөнөөс селен хамгаалах нөлөөтэй болох нь нэгэнт тогтоогдсон [53] бөгөөд энэ нь тухайн бүс нутгийн усан дахь хүнцлийн агууламжийн сөрөг нөлөөг багасгаж байгаа нь тодорхой юм.

Харин селен ба борын харилцан хамаарал тогтоогдоогүй байгаа. Дэлхийн ихэнх оронд ундны усны борын дундаж агууламж 2-18 мг/л байдаг бол АНУ-д дунджаар 0.12 м/л хүртэл агууламжтай байдаг [32]. Борын өндөр концентрацид нэгдлүүд нь исэлдэлтийн стресс үүсгэдэг тул антиоксидант үйлчилгээтэй ферментийн идэвхийг бууруулдаг болохыг тогтоосон болно (55). Усан дахь борын өндөр концентраци нь эрдэсжилтийн түвшин [41], рН-ийн өндөр утга ба давсжилтын түвшингээс шууд хамааралтай байдаг бөгөөд энэ нь Монгол орны өмнөд бүсийн нийтлэг хуурай уур амьсгалтай холбоотой юм. Борын хортой концентрацийн нөлөөн дор бие махбодын антиоксидант хамгаалалтын индикаторууд буурсан болохыг үл харгалзан нугас шувуунд дээрх өндөр концентрацитай бор ба селений хосолсон үйлчлэлийг судалж үзэхэд элементүүдийн харилцан үйлчлэл ба элемент бүрийн бие даасан хортой нөлөө байхгүй болох нь өндөгний өсөлтийн удаашрал ба үйлдвэрлэл буурахаар илэрсэн байна [56]. Эдгээр хоёр элементийн үйл ажиллагааны бие даасан байдлыг ургамал (горчиц) -д харуулсан болно [57].

Бусад аймгуудын ундны усны судлагаагаар

эрсдэлт хүчин зүйлүүд нь селений хортой концентраци байхаа больж, харин селений дутал илэрсэн байдаг. Эдгээр нөхцөлд селений хамгаалалтын антиоксидант үүрэг мэдэгдэхүйц буурдаг. Тиймээс Төв аймгийн Баян суманд ундны усны селенийн агууламж (0.67 мкг/л) байгаа нь мөнгөн усны хортой концентрацаас (0.6 мкг/л-ийн хэмжээтэй, зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ-0.5 мкг/л-тэй тэнцүү) хамгаалахад хангалтгүй байна. Мөн энэ аймагт селений хамгаалалтын үүрэг нь литийн өндөр концентрацийн хортой нөлөөг бууруулж байдаг тул селений агууламж бага байх талтай юм.

Өмнөговь аймгийн хүн амын хувьд онцгой аюул бол газрын доорхи усыг кадмийгаар бохирдуулагдсан байх бөгөөд усан дахь селений хэмжээ маш бага (0.26 мкг/л) байгаа явдал юм.

Эрдэнэтийн зэс-молибдений ордны усанд агуулагдах зэс, молибден, цайрын агууламжийн хэмжээ нь зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтрээгүй байна. Харин цайрын хэмжээ нь Монгол улсын бусад бүс нутгуудтай харьцуулахад нэмэгдсэн (900-1680 мкг/л) байгаа нь байгаль орчны онцгой эрсдэл байхгүйг харуулж байна.

Үүнээс гадна, ундны усны найрлага дахь селений агууламж (5-125 мкг/л) нь Эрдэнэт ба Архангайн иодын дуталтай (0.5-3 мкг/л) ойролцоо байгааг тодорхойлсон болно [58]. Эдгээр аймгийн ус нь селений хэмжээ маш бага байгааг харгалзан үзэхэд ажиглагдсан нөхцөл байдал нь биологийн системийн синергист болох эдгээр микроэлементүүдийн нийлмэл дуталтай холбоотой экологийн эрсдлийг илэрхийлэх үндэс суурь нь болж байна.

Селен нь трийодтиронин деиодиназын идэвхтэй төвийн бүтэцэд орж, бамбай булчирхайн дааврын солилцоонд идэвхтэй оролцдог нь нэгэнт тогтоогдсон болно [58].

### Дүгнэлт

Судалгаагаар Улаанбаатар, Эрдэнэтийн газрын доорхи усанд селений дундаж агууламж 0.13 ба 0.022 мкг/л, Архангай 0.12 мкг/л, Сэлэнгэ-0.31 мкг/л, Өмнөговь-0.51 мкг/л, Төв аймагт-1.4 мкг/л, харин Дорноговь аймагт хамгийн их концентрацитай, дунджаар 9 мкг/л байгаар тогтоов.

### Ашигласан хэвлэл

1. Вернадский В.И. История природных вод. – М.: Наука, 2003. 751с
2. Hofmann J., Karthe D., Ibsch R., Schdffer

- M., Avlyush S., Heldt S., Kaus A. Initial Characterization and Water Quality Assessment of Stream Landscapes in Northern Mongolia// Water-2015-Vol. 7. doi:10.3390/w7073166. -P. 3166-3205.
3. Jadambaar A., Spickett J., Badrakh B., Norman R.E. The Impact of the Environment on Health in Mongolia: A Systematic Review// Asia-Pacific J. Public Health -2015-Vol.27(1)-DOI 10.1177/1010539514545648. -P.45-75.
4. Grayson R., Tumenbayar B., Luvsanvandan D., Lkhamsuren A. Uranium and Fluoride geochemical pathways in Ulaanbaatar and rural Mongolia//Ulaanbaatar-2012
5. Jadambaar A., Spickett J., Badrakh B., Norman R.E. The Impact of the Environment on Health in Mongolia: A Systematic Review// Asia-Pacific J. Public Health -2015-Vol.27(1)-DOI 10.1177/1010539514545648. -P.45-75.
6. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Dorjgotov D., Bazha S.N., Golovanov D.L., Sorokina O.I., Enkh-Amgalan S. Assessment of heavy metal pollution of soils in industrial cities of Mongolia// Mongolia. J Biol. Sci-2011-Vol. 9(1-2). -P.39-45.
7. Nakao M., Yamauchi K., Ishihara Y., Omori H., Ichinnorovand D., Solongo B. Effects of air pollution and seasons on health-related quality of life of Mongolian adults living in Ulaanbaatar: cross-sectional studies//BMC Public Health -2017-Vol. 17-P.594
8. Цэгмэд С. Распространенность, факторы риска и совершенствование профилактики рака желудка у населения Монголии//дисс. На соискание уч.ст. к.м.н Иркутск-2012
9. Grayson R., Tumenbayar B., Luvsanvandan D., Lkhamsuren A. Uranium and Fluoride geochemical pathways in Ulaanbaatar and rural Mongolia//Ulaanbaatar-2012
10. Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Dorjgotov D., Bazha S.N., Golovanov D.L., Sorokina O.I., Enkh-Amgalan S. Assessment of heavy metal pollution of soils in industrial cities of Mongolia// Mongolia. J Biol. Sci-2011-Vol. 9(1-2). -P.39-45.
11. Nriagu J., Nam D-H., Titilayo A., Ayanwola., Hau Dinh., Erdenebayar Erdenechimeg., Chimedsuren Ochir., Tsend-Ayush Bolormaa. High levels of uranium in groundwater of Ulaanbaatar, Mongolia//Sci Total Environmental.-2012.-Vol.414. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.11.037. -P.722–726



12. Stubblefield A., Chandra A.S., Eagan S., Tuvshinjargal D., Davaadorzh G., Gilroy D., Sampson Jr., Thorne A.A., Allen B., Hogan Z. Impacts of Gold Mining and Land Use Alterations on the Water Quality of Central Mongolian Rivers// *Integrated Environ. Assessment & Management*- 2005- Vol. 1 (4)- P.365–373.
13. Baljinnyam N., Gerbish Sh. , Ganbold G., Lodoysamba S., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S Heavy metals in the environmental objects of nonferrous industrial region of Mongolia, the town of Erdenet // <http://isinn.jinr.ru/proceedings/isinn-17/pdf/Balj.pdf>
14. Nriagu J., Johnson J., Samurkas C., Erdenechimeg E., Ochir C., Chandaga U.O. Co-occurrence of high levels of uranium, arsenic and molybdenum in ground water of Dornogobi Mongolia//*Health Perspective*.2013-vol.1(1). -P.45-54
15. Содномдаржаа А., Содномдаржаа Р., Эрдэнэцэцэг С. Эндемические заболевания скота в Монголии – Улан-Батор, 2012. С–122.
16. Erdenetsogt E., Golubkina N.A., Nadezkin S.M., Monhoo B., Batjargal J. Health Risk Connected With the Low Selenium Levels in Foodstuffs of Mongolia// *Env. Nat.Resources Res.*- 2014-Vol. 4 (3)-P.192-203.
17. Bullock L A., Parnell J. Selenium and molybdenum enrichment in uranium roll-front deposits of Wyoming and Colorado, USA//*J. Geochem. Explor.*- 2017-Vol.180. - P. 101-112.
18. Alfthan G., 1984. A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry// *Anal.Chim.Acta* 65, P.187–194.
19. Эрдэнэцогт Э., Тармаева И.Ю., Голубкина Н.А. Показатели селенового статуса жителей Монголии//*Микроэлементы в медицине*, 2015-16(1). С.11-14,
20. Эрдэнэцогт Э., Тармаева И.Ю., Решетник Л.А. Потребление селена с пищевыми продуктами, входящими в рацион населения Монголии-2015 //*Материалы всероссийской научно-практической конференции ИГМУ-а*. С.99-103.
21. Erdenetsogt E., Golubkina N.A., Nadezkin S.M., Monhoo B., Batjargal J. Health Risk Connected With the Low Selenium Levels in Foodstuffs of Mongolia// *Env. Nat.Resources Res.*- 2014-Vol. 4 (3)-P.192-203.
22. Содномдаржаа А., Содномдаржаа Р., Эрдэнэцэцэг С. Эндемические заболевания скота в Монголии – Улан-Батор, 2012. С–122.
23. Lindberg P. Selenium determination in plant and animal material, and in water. methodological study//*Acta Veterinarian Scandinavica*-1968 (Suppl. 23)-P.1–48.
24. Scott R.C., Voegeli P.T. Radiochemical analysis of ground and surface water in Colorado// *Colorado Water Conservation Board* 1961 (Basic Data Report 7). P.14.
25. Gore F., Fawell J., Bartram J. Too much or too little? A review of the conundrum of selenium//*J. Water & Health*-2010-Vol. 8(3)-P.405–416. doi: 10.2166/wh.2009.060
26. NAS Selenium. Washington, DC, National Academy of Sciences 1976.
27. NAS Drinking water and health//*Washington, DC, National Academy of Sciences*. 1977
28. WHO. Selenium in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality//*World Health Organization* 2011, P.27-29.
29. Yamada Ch., D.Oyunchimeg., P.Enkhtuya. Current Status of Iodine Deficiency in Mongolia in 1998-1999// *Asia-Pacific Journal of Public Health*. -2002. –Vol.12. –N2. -P.79-84
30. IPCS Selenium. Geneva, World Health Organization, International Programmer on Chemical Safety Environmental Health Criteria, 1987-No. 58.-P.25-26.
31. Harshman E.N. Genetic implications of some elements associated with uranium deposits, Shirley Basin, Wyoming. In: *Geological Survey Research* 1966. U.S. Geol.Surv. Prof. Pap 550-C. pp.- P.167–C173
32. Harshman E.N. Distribution of elements in some roll-type uranium deposits.//In: *Formation of Uranium Ore Deposits*, 1974. International Atomic Energy Agency, P.169–183.
33. Abzalov M.Z., 2012. Sandstone-hosted uranium deposits amenable for exploitation by in situ leaching technologies// *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section B. Appl. Earth Sci.*- 2012 - Vol.121 (2). -P. 55–64
34. Parnell J., Brolly C., Spinks S., Bowden S. Selenium enrichment in Carboniferous Shales, Britain and Ireland: Problem or opportunity for

- shale gas extraction//Appl. Geochem.-2016-Vol. 66-. P.82–87.
35. Ramirez Jr., Rogers, B. Selenium in a Wyoming grassland community receiving wastewater from an in situ uranium mine//Arch. Environ. Contam. Toxicol.-2002-Vol. 42 (4)-P.431–436.
36. Rogers P.A.M., Arora S.P., Fleming G.A., Crinion R.A.P., McLaughlin J.G. Selenium toxicity in farm animals: treatment and prevention//Ir. Vet. J.-1990-Vol. 43-P. 151–153.
37. <http://china-magnets-china.blogspot.ru/2012/04/effects-of-rare-earth-on-accumulation.html>
38. Sorg T.J., Logsdon G.S. Treatment technology to meet the interim primary drinking water regulations for inorganics: Part 2//J. Am. Water Works Assoc.-1978-Vol. 70(7)-P.379–393.
39. Farewell J.K. Impact of inorganic chemicals on water quality and health//Ann.Ist.Super Sanita-1993-Vol.9(2)-P.293-303.
40. Valdez-Jiménez L., Soria Fregozo C., Miranda Beltrón ML., Gutiérrez Coronado O., Pérez Vega M.I. Effects of the fluoride on the central nervous system//Neurologia- 2011-Vol.26(5). doi: 10.1016/j.nrl.2010.10.008. -P.297-300.
41. Basha M.P., Sujitha N.S. Chronic Fluoride Toxicity and Myocardial Damage: Antioxidant Offered Protection in Second Generation Rats//Toxicol Int. -2011-Vol. 18(2). doi: 10.4103/0971-6580.84260. -P. 99–104.
42. Weres O., Bowman H.R., Goldstein A., Smith E.C., Tsao L., Harnden W. The effect of nitrate and organic matter upon mobility of selenium in groundwater and in a water treatment process//Water, Air, and Soil Pollution-1990-Vol. 49(3/4)-P.251–272.
43. EL-Tahan N.R., Morsi R.M.Y., EL-Hadad A.M.A. Effect of Selenium to High Doses of Nitrate and Nitrite in Immunoglobulin Production and Detoxifying Enzymes Activities//J Appl Sci Res, 2010-Vol.6(12). - P.1988-1995.
44. Reddy K.P., Sailaja G., Krishnaiah C. Protective effects of selenium on fluoride induced alterations in certain enzymes in brain of mice//J. Environ. Biol.-2009-Vol.30(5)-P.859-864.
45. Krachler M, Shotykh W. Trace and ultratrace metals in bottled waters: survey of sources worldwide and comparison with refillable metal bottles//Sci Total Environ. 2009;407:-P.1089–1096.
46. Tkatcheva V., Poirier D., Chong-Kit R., Furdui V.I., Burr C., Leger R., Parmar J., Switzer T., Maedler S., Reiner E.J., Sherry J.P., Simmons D.B.D.. Lithium an emerging contaminant: bioavailability, effects on protein expression, and homeostasis disruption in short-term exposure of rainbow trout//Aquat Toxicol.- 2015-Vol.161doi: 10.1016/j.aquatox.2015.01.030. -P.85–93.
47. Liaugaudaite V., Mickuviene N., Raskauskiene N., Naginiene R., Sher L. Lithium levels in the public drinking water supply and risk of suicide: A pilot study//J.Trace Elem. Med.Biol.-2017-Vol.43-P.197-201
48. Ohgami H., Terao T., Shiotsuki I., Ishii N., Iwata N. Lithium levels in drinking water and risk of suicide//Br. J. Psychiatry- 2009-Vol.194. -P.464–465.
49. Broberg K., Concha G., Engström K., Lindvall M., Grandt M., Vahter M. Lithium in Drinking Water and Thyroid Function//Environ Health Perspect. -2011–Vol.119 6doi: 10.1289/ehp.1002678. -P. 827–830.
50. Harari F., Ekesson A., Casimiro E., Lu Y., Vahter M. Exposure to lithium through drinking water and calcium homeostasis during pregnancy: a longitudinal study//Environ Res.- 2016-Vol.147-P.1–7. doi: 10.1016/j.envres.2016.01.031.
51. Kielczykowska M., Musik I., Kurzepa J., Żelazowska R., Lewandowska A., Paździor M., Kocot J. The Influence of Lithium and/or Selenium Treatment on Homeostasis of Chosen Bio elements in Rats//Biol Trace Elem Res.- 2017-Vol. 178(1). doi: 10.1007/s12011-016-0906-x. -P.79–85.
52. El-Boshy M.E., Risha E.F., Abdelhamid F.M., Mubarak M.S., Hadda TB. Protective effects of selenium against cadmium induced hematological disturbances, immunosuppressive, oxidative stress and hepatorenal damage in rats//J Trace Elem Med Biol.- 2015-Vol.29. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.05.009. -P.104-105
53. Bhattacharjee S, Pal S. Additive protective effects of selenium and vitamin e against arsenic induced lipidemic and cardiotoxic effects in mice//Int. J. Pharmacy & Pharmaceutical Sci-2014-Vol. 6(5)-P.406-413.
54. Survey report on arsenic determination in Mongolia //Ministry of health; Public health Institute, UNICEF-Ulaanbaatar, 2005. -P.51

55. Тьркез Н., Geyikoglu F., Tatar A., Keles S., Цзкан А. Effects of Some Boron Compounds on Peripheral Human Blood//Z. Naturforsch.-2007-Vol.62- P.889-896
56. Stanley T.R., Smith G.J., Hoffman D.J., Heinz G.H., Roscoe R. Effects of boron and selenium on mallard reproduction and duckling growth and survival//Environ Toxicol & Chem-1996-Vol.15 (Iss 7)-P.1124–1132.
57. Baljinnyam N., Gerbish Sh. , Ganbold G., Lodoysamba S., Frontasyeva M.V., Pavlov S.S Heavy metals in the environmental objects of nonferrous industrial region of Mongolia, the town of Erdenet // <http://isinn.jinr.ru/proceedings/isinn-17/pdf/Balj.pdf>
58. Лхагвасурен Ц. 'Гигиентическая оценка йоддефицитных состояний и механизмы развития заболеваний щитовидной железы у жителей Монголии-Иркутск-2002.-С.12.

*Танилцаж, нийтлэх өгсөн:  
Анагаахын шинжлэх ухааны доктор  
У.Цэрэндолгор*