

Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлын эрүүл ахуйн үнэлгээ

Мягмаржаргал Н.¹, Алтангэрэл Б.¹, Энхнаран Н.¹, Эрдэнэчимэг Х.², Пүрэвдулам Л.³, Нямсүрэн Л.¹

¹Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв

²Цаг уур, орчны шинжилгээний газар

³Эрүүл мэндийн яам

И-мэйл хаяг: mygmarjargaln45@gmail.com

Abstract

Hygienic assessment of soil heavy metal pollution in Ulaanbaatar city

Myagmarjargal N.¹, Altangerel B.¹, Enkhnaaran N.¹, Erdenechimeg Kh.²,
Purevdulam L.³, Nyamsuren L.¹

¹National center for public health

²National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring of Mongolia

³Ministry of Health

Email: mygmarjargaln45@gmail.com

Introduction

Total environment 24 % of all estimated global deaths are linked to the environment. As of 2022, Ulaanbaatar has a population of 1,691,800, vehicles 435,725, thermal power plants 4, market and shopping centers 111, factories 13,465, and 225 gas stations. Also, 1.5 million tons of waste are generated annually, 1135.6 tons of coal are used, and environmental pollution is increasing year by year. Therefore, it is necessary to investigate the heavy metal contamination of the soil of Ulaanbaatar city and protect the health of the population.

Purpose

To determine heavy metals pollution in the soil of Ulaanbaatar city

Materials and Methods

We used descriptive research design in this study. Secondary data from Meteorological and Environmental Monitoring Department was used. The content of heavy metals such as lead (Pb), mercury (Hg), chromium (Cr), and cadmium (Cd) in the soil was evaluated in comparison with the maximum permissible amount specified in the MNS 5850:2019 standard. Statistical analyzing was calculated using SPSS-25 software, and $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

The average concentration of heavy metals in the soil of residential areas of 9 districts of Ulaanbaatar city is cadmium 0.43 mg/kg (min=0, max=26.6), mercury 0.22 mg/kg (min=0, max=4), chromium 11.2 mg/kg (min=0, max=1609.6), lead is 24.4 mg/kg (min=0, max=257.2). Cadmium concentration in soil Bagakhangai (25%), Baganuur (19.7%), Khan-Uul (18.9%), lead concentration in Nalaikh (8.3%), Bayanzurkh (5.4%), Chingeltei (3.3), mercury concentration in Baganuur (24.7%), Khan-Uul (18.4%), and chromium concentration in certain locations of Khan-Uul (4.7%) districts exceeded the standards, respectively. The concentration of soil cadmium (21.2%) and lead (7.7%) near the technical market, mercury concentration (26.3%) near the market and shopping center, and chromium concentration (58.9%) near the central treatment plant exceeded the maximum permissible levels.

Conclusion

Cadmium and mercury pollution were mainly detected in the heavy metal pollution of the soil of Ulaanbaatar city, and there is heavy metal pollution in certain locations of Baganuur and Khan-Uul districts. Heavy metal pollution is caused by activities such as technical markets, auto repair shops, markets, shopping centers, and treatment plants.

Key words: Soil, heavy metal, pollution

Pp. 37-43, Tables 2, Figures 4, References 17

Үндэслэл

Дэлхийн хүн амын нас баралтын 24 хувь нь орчны бохирдолтой холбоотой байна [1].

Улаанбаатар хотод хүн амын нягтралаас холбоотой орчны бохирдол, тэр дундаа хөрсний бохирдол нэмэгдэх хандлагатай байна. 2022 оны байдлаар Улаанбаатар хотод 1691.8 мянган хүн ам суурьшиж, 1,264,892 тээврийн хэрэгсэл, 4 дулааны цахилгаан станц, 111 зах худалдааны төв, 13,465 үйлдвэр, 225 шатахуун түгээх станц үйл ажиллагаагаа явуулж байна [2]. Мөн жилд дунджаар 1.5 сая тонн хог хаягдал үүсэж, 1135.6 тонн нүүрсийг хэрэглэж байгаа ба орчны бохирдол жилээс жилд нэмэгдэж байна [3].

Ахуйн болон үйлдвэрлэлийн явцад ялгарах хатуу, шингэн, хий хэлбэрийн химийн бодис хөрсөнд хуримтлагдсанаас үүдэн хөрс хүнд металл болон бусад химийн бодисоор бохирддог. Хөрс хүнд металаар бохирдох явцад хөрсөнд байсан хүнд металл болон металлойдын харилцан үйлчлэл нэмэгдэх, шинээр хуримтлагдах, улмаар ургамал усаар дамжин амьд организмд дамжин сөргөөр

нөлөөлөх өндөр эрсдэлтэй [4]. Хүнд металлын хортой байдал, удаан хугацаанд хуримтлагддаг шинж чанараасаа шалтгаалж хамгийн аюултай бохирдлуудын нэгт тооцогддог бөгөөд хоол хүнсний эргэлтээр дамжин хүн, амьтан болон ургамалд биохуримтлал бий болгодог [5, 6, 7, 8]. АНУ-ын Хүрээлэн буй Орчныг Хамгаалах Агентлаг–U.S. Environmental Protection Agency (US EPA)-ийн тодорхойлсноор хүрээлэн буй орчны бохирдол нь хүний биед хоол хүнс, агаарын тоосжилтоор дамжин амьсгалын дээд, доод замын эрхтэн болон арьсны гадаргууд нэвчин шимэгдэх байдлаар нөлөөлдөг [9]. Мөн хот суурин газрын эдэлбэр газрын хөрс нь үйлвэржилтийн дүнд хүний буруутай үйлдлээс үүдэн байгалийн анхдагч шинж чанараа алдаж, өөрчлөгдсөнөөр хөрсний бүтэц хэв шинжүүд байгальд явагддаг үүргээ алдаж, ус, агаарт хялбар дэгддэг байна.

Иймээс Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын агууламжийг тандан судалж, хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалах зайлшгүй шаардлагатай байна.

Зорилго

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн хөрсний хүнд металлын бохирдлын түвшинг тогтоон эрүүл ахуйн үнэлгээ өгөх

Материал, арга зүй

Судалгааг дескриптив судалгааны аргаар гүйцэтгэсэн бөгөөд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний нийт 836 дээжинд хүнд металлын агууламжийг тодорхойлсон Цаг уур, орчны шинжилгээний газрын 2012-2022 оны тоон мэдээллийг ашигласан. Хөрсөн дэх хар тугалга (Pb), мөнгөн ус (Hg), хром (Cr), кадми (Cd) зэрэг хүнд

металлын агууламжийг Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS 5850:2019 стандартад заасан зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээтэй харьцуулан үнэлсэн. Статистик боловсруулалтыг SPSS-25 программыг ашиглан тооцоолж, $p < 0.05$ байгаа тохиолдолд статистик ач холбогдолтой гэж үзсэн.

Үр дүн

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн хөрсний хүнд металлын дундаж агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтрээгүй буюу дундаж агууламж нь кадми 0.43 мг/кг (min=0, max=26.6), мөнгөн

ус 0.22 мг/кг (min=0, max=4), хром 11.2 мг/кг (min=0, max=1609.6), хар тугалга 24.4 мг/кг (min=0, max=257.2) байна (Хүснэгт 1).

Table 1. Average concentration of heavy metals (By district)

Concentration of heavy metals	Cd (MNS 5850:2019, 3 mg/kg)	Pb (MNS 5850:2019, 100 mg/kg)	Hg (MNS 5850:2019, 2 mg/kg)	Cr (MNS 5850:2019, 150 mg/kg)
Baynzurkh	0.35 (min=0, max=4.6)	25.64 (min=9.9, max=144.3)	0.22 (min=0, max=4)	2 (min=0, max=35.3)
Bayngol	0.34 (min=0, max=2)	26.31 (min=10.7, max=72.9)	0.18 (min=0, max=1.5)	2.13 (min=0, max=34)

Concentration of heavy metals	Cd (MNS 5850:2019, 3 mg/kg)	Pb (MNS 5850:2019, 100 mg/kg)	Hg (MNS 5850:2019, 2 mg/kg)	Cr (MNS 5850:2019, 150 mg/kg)
Chingeltei	0.39 (min=0, max=3.1)	29.28 (min=13.4,max=257.2)	0.27 (min=0, max=2.7)	1.52 (min=0, max=25.8)
Khan-Uul	0.45 (min=0, max=3.4)	22.43 (min=1.9, max=192)	0.25 (min=0, max=2.5)	43.87 (min=0, max=1609.6)
Sukhbaatar	0.6 (min=0,max=26.6)	25.08 (min=0, max=210.7)	0.21 (min=0, max=2.1)	1.47 (min=0, max=51.5)
Songinokhairkhan	0.30 (min=0, max=3.3)	22.87 (min=11.28, max=50.2)	0.18 (min=0, max=1.8)	2.27 (min=0, max=118.1)
Bagakhangai	0.58 (min=0, max=2.1)	20.14 (min=10.9, max=43.5)	0.2 (min=0, max=1.1)	1.50 (min=0, max=21.6)
Baganuur	0.48 (min=0, max=2.6)	19.83 (min=5.0, max=41.6)	0.32 (min=0,max=1.7)	0.20 (min=0, max=12.5)
Nalaikh	0.48 (min=0, max=3.9)	19.83 (min=11.6, max=207.0)	0.32 (min=0, max=1.5)	0.20 (min=0, max=8.0)

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний 2012-2022 оны нийт 836 дээжинд кадми 15.9% (133), мөнгөн ус 16.3% (136), хар тугалга 2.9% (24), хром 1.2% (10) нь тус тус стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн байна.

Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний хүнд металлын агууламжийг 2012-2022 оноор харьцуулан судлахад 2015 онд нийт дээжний 50.9%, 2016 онд нийт дээжний 48.1%, 2012 онд нийт дээжний 33.7% нь тус тус аль нэг хүнд металлын агууламж (Cd, Pb, Hg, Cr) нь стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн байна (Зураг 1).

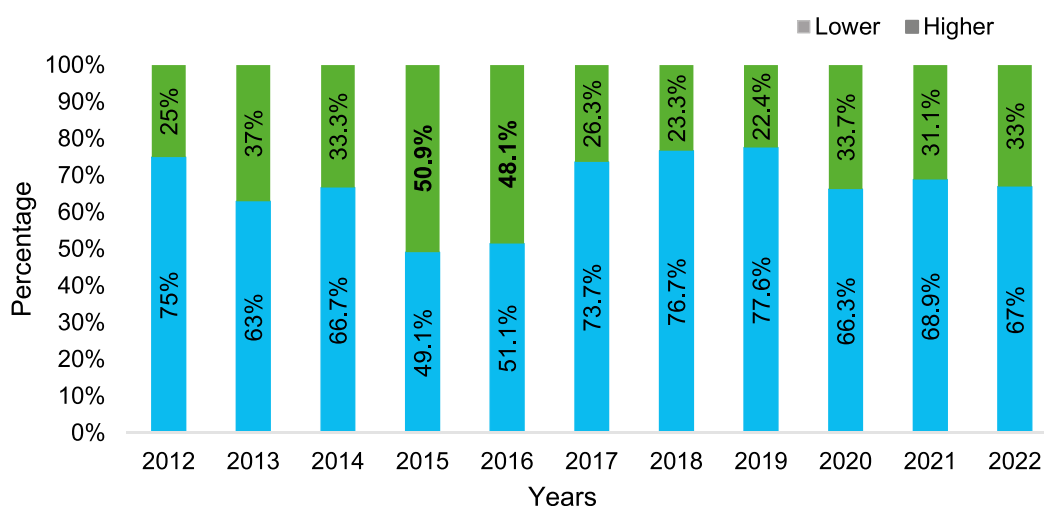


Figure 1. Heavy metals concentration compared to MNS 5850:2019 standard

Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын агууламжийг дүүргээр харьцуулан судлахад Багануур 41%, Хан-Уул 38.9%, Багахангай 35%

нь тус тус аль нэг хүнд металлын агууламж (Cd, Pb, Hg, Cr) нь стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн байна (Зураг 2).

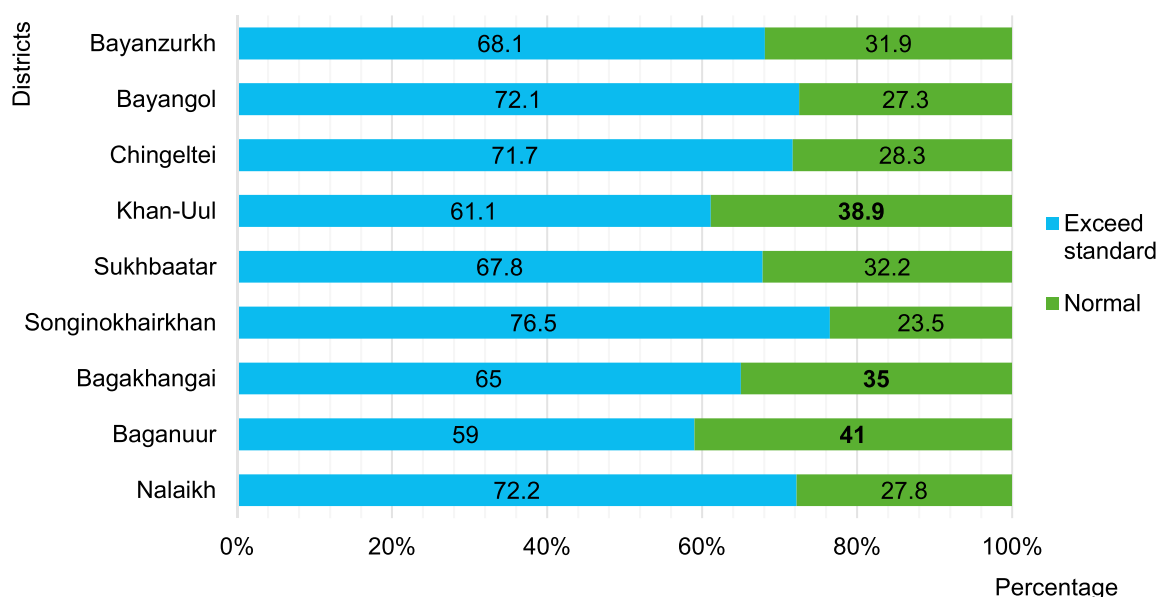


Figure 2. Heavy metals concentration compared to MNS 5850:2019 standard

Хөрсөн дэх кадмийн агууламж Багахангай (25%), Багануур (19.7%), Хан-Уул (18.9%), хар тугалгын агууламж Налайх (8.3%), Баянзүрх (5.4%), Чингэлтэй (3.3%), мөнгөн усны агууламж

Багануур (24.7%), Хан-Уул (18.4%), хромын агууламж Хан-Уул (4.7%) дүүргүүдийн тодорхой байршилд стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн байна (Зураг 3).

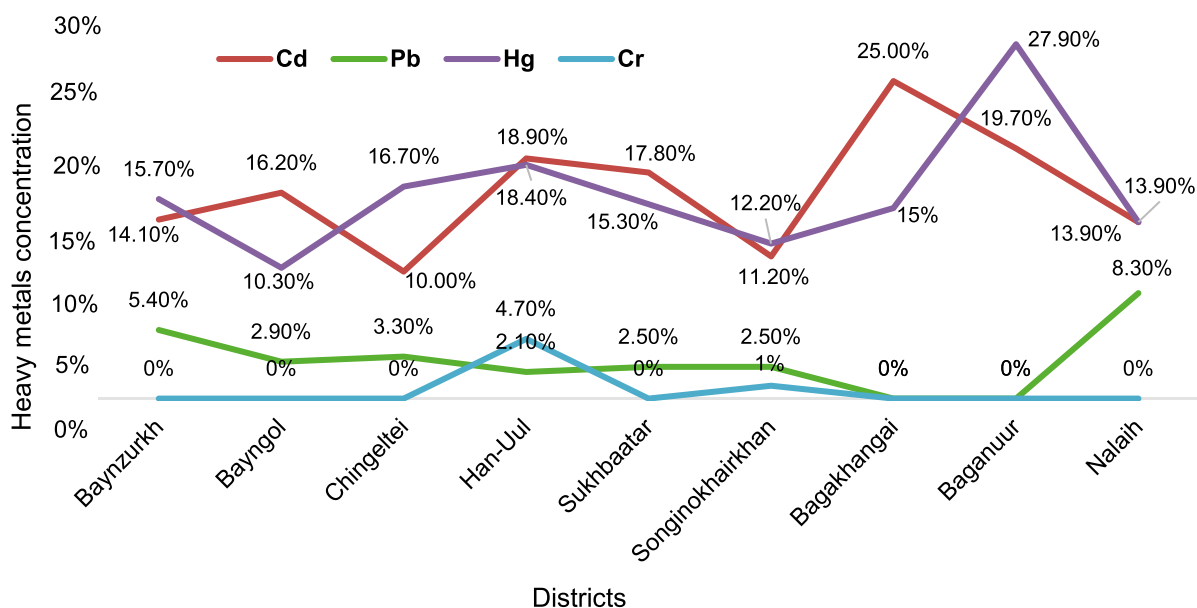


Figure 3. The concentration of the heavy metals exceeding the permissible limit of MNS 5850:2019

Техникийн зах орчимд хөрсний кадми (21.2%) болон хар тугалгын агууламж (7.7%), зах, худалдааны төв орчимд мөнгөн усны агууламж

(26.3%), төв цэвэрлэх байгууламж орчимд хромын агууламж (58.9%) тус тус зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн байна (Зураг 4).

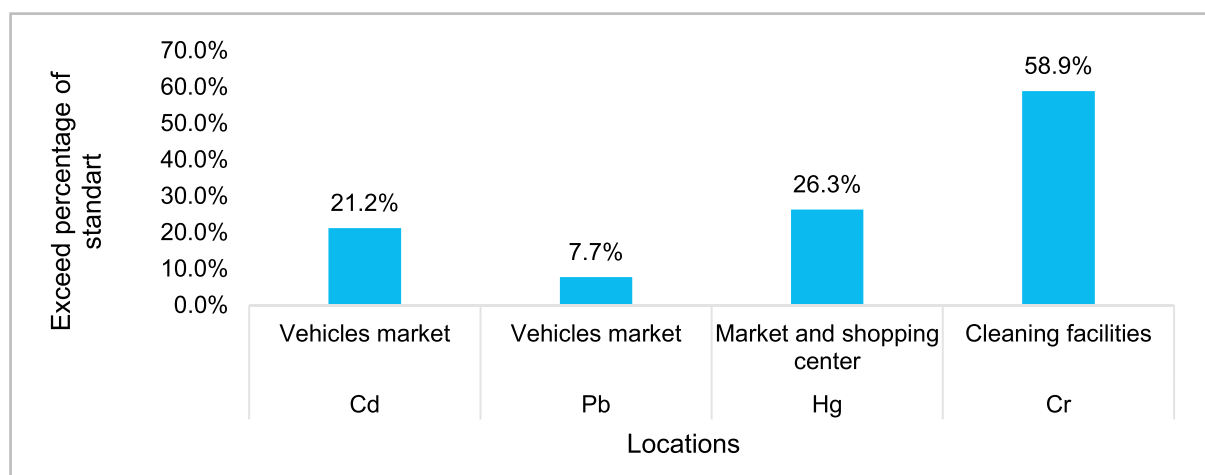


Figure 4. The concentration of the heavy metals exceeding the permissible limit of MNS 5850:2019 (by locations)

Хөрсний хүнд металлын дундаж агууламжийг дээж авсан цэгийн байршлаар судлахад цэвэрлэх байгууламжийн ойролцоо хромын

дундаж агууламж (502.6 мг/кг) стандартад хэмжээнээс 3.3 дахин хэтэрсэн байна (Хүснэгт 2).

Table 2. Average concentration of heavy metals in soils by locations, mg/kg

Locations	Cd (MNS 5850:2019, 3 mg/kg)	Pb (MNS 5850:201, 100 mg/kg)	Hg (MNS 5850:2019, 2 mg/kg)	Cr (MNS 5850:2019, 150 mg/kg)
Ger area	0.587	24.46	0.18	1.949
Public streets	0.43	23.96	0.22	1.27
Market and shopping center	0.14	19.49	0.31	1.09
Education center	0.38	24.63	0.24	1.34
Hospital	0.28	24.8	0.19	2.16
Gas station	0.33	20.46	0.20	1
Vehicles market	0.51	31.91	0.26	1.83
Landfills	0.21	29.52	0.29	2.04
Spa resorts	0.72	21.73	0.22	2.52
Factory	0.49	23.29	0.23	21.81
Central wastewater treatment plant	0.36	23.9	0.25	502.69
Other site	0.61	25.06	0.24	2.07

Хэлцэмж

Бидний судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн хөрсний хүнд металлын дундаж агууламж кадми 0.43 мг/кг, хар тугалга 24.4 мг/кг байгаа бол судлаач Э.Ундармаа нарын 2015 онд хийсэн судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хар тугалганы дундаж агууламж 18.09 мг/кг, кадми 1.02 мг/кг байсантай ойролцоо байна [11].

Бидний энэхүү судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн хөрсний хромын дундаж агууламж 11.2 мг/кг байгаа бол судлаач Б.Мөнхжин нарын 2021 онд хийсэн судалгааны үр дүнд Эрдэнэт хотын хөрсөн дэх хромын агууламж дунджаар 75.76 мг/кг байгаа нь Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдол Эрдэнэт хотынхоос харьцангуй бага байгааг харуулж байна [12].

Судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн хөрсний хүнд металлын дундаж агууламж кадми 0.43 мг/кг, мөнгөн ус 0.22 мг/кг, хром 11.2 мг/кг, хар тугалга 24.4 мг/кг байгаа бол НЭМҮТ-ийн судлаачдын 2018 онд хийсэн Улаанбаатар хотын гэр хорооллын хөрсний хүнд металлын бохирдолтын түвшинг тогтоосон судалгааны дүнд хар тугалга 33.7 мг/кг, мөнгөн ус 0.11 мг/кг, кадми 0.31 мг/кг, хром 55.3 мг/кг агууламжтай тодорхойлогдсон байна. Энэ нь олон жилийн дунджаар Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлын үзүүлэлт болох кадми, мөнгөн усны агууламж нэмэгдсэн болохыг илэрхийлж байна [13].

Судлаач Н.Туул нарын “Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлыг судалсан дүн” судалгаанд үр дүнд хөрсний хар тугалгын агууламж нь стандарт хэмжээнээс 10.6-62.4 мг/кг, хромын агууламж стандартаас 17.3-102 мг/кг-аар их байсан бол бидний судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний хар тугалгын 2.9% (24), хромын 1.2% (10) нь тус тус стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрсэн байна [14].

Түүнчлэн НЭМҮТ-ийн судлаачдын “Налайх дүүргийн хүрээлэн буй орчны хүнцлийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ”-ний хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын бохирдлыг тооцоолсон үр дүнгийн судалгаа нь Налайх дүүрэгт хүнд металлын агууламжийн нарийвчилсан үнэлгээг хийж, хүнцэл, хар тугалга, хромын дундаж утгыг тус тус 12.6 мг/кг, 16.2 мг/кг, 29.8 мг/кг гэж тодорхойлсон бол бидний судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний хромын дундаж агууламж 11.2 мг/кг, хар тугалгын дундаж агууламж 24.4 мг/кг байна. Энэ нь Улаанбаатар хотын 9 дүүрэгт хөрсний хар тугалгын агууламж

нь Налайх дүүргийнхээс их байгааг харуулж байна [15].

НЭМҮТ-ийн судлаачдын 2020 онд гүйцэтгэсэн “Эрдэнэт үйлдвэрийн хаягдлын сангийн цагаан тоосны хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл”-ийн хөрсний хүнд металлын агууламжийн судалгааны дүнд хөрсний хормын агууламжийн хамгийн их утга 82 мг/кг, хар тугалгын хамгийн их агууламж 34 мг/кг байсан бол бидний судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн хөрсний хромын хамгийн их агууламж 1609.6 мг/кг, хар тугалгын хамгийн их агууламж 257.2 мг/кг байгаа нь Улаанбаатар хотод зарим байршилд хөрсний хүнд металлын бохирдол их байгааг илэрхийлж байна [16].

Судлаач П.Цэенханд нар (2015)-ын судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хар тугалгын дундаж агууламж 46.3 мг/кг (хамгийн их утга 166), хромын дундаж агууламж 16.5 мг/кг (хамгийн их утга 41) байсан бол бидний судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн суурьшлын бүсийн хөрсний хар тугалгын дундаж агууламж 24.4 мг/кг, хромын дундаж агууламж 11.2 мг/кг байна [17]. Энэ нь хөрсний бохирдлын судалгаанд олон жилийн дундаж утгыг тооцоолох нь хүнд металлын бохирдуулагчид нь хэлбэлзэл ихтэй буюу дундаж утгыг харьцангуй багасгадаг болохыг илэрхийлж байна.

Дүгнэлт: Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдол дотор кадми болон мөнгөн усны бохирдол голчлон илэрсэн бөгөөд Багануур, Хан-Уул дүүргийн тодорхой байршилд хүнд металлын бохирдолтой байна. Хүнд металлын бохирдол үүсэхэд техникийн зах, авто засварын газар, зах, худалдааны төв, цэвэрлэх байгууламж зэргийн үйл ажиллагаа нөлөөлж байна.

Ном зүй

1. https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/sdg-target-3_9-mortality-from-environmental-pollution
2. Нийслэлийн статистикийн газар - Статистик үзүүлэлт - 02.Хүнсний бүтээгдэхүүн :. (ubstat.mn), БҮРТГЭЛТЭЙ ТЭЭВРИЙН ХЭРЭГСЛИЙН ТОО, төрлөөр, бүс, аймаг, нийслэлээр, жилээр (1212.mn), :. Нийслэлийн статистикийн газар - Статистик үзүүлэлт - 01.Цахилгаан, дулаан, нүүрс :. (ubstat.mn), :. Нийслэлийн статистикийн газар - Статистик мэдээний хүснэгтийн жаргасалт :. (ubstat.mn).
3. Нийслэлийн статистикийн газар - Статистик үзүүлэлт - 01.Цахилгаан, дулаан, нүүрс :. (ubstat.mn), BookLibraryDownload.ashx (1212.mn)
4. P. W. Abrahams, “Soils: their implications to human health,” Sci. Total Environ., vol. 291, no. 1–3, pp. 1–32, May 2002.
5. Kamunda, C., Mathuthu, M. & Madhuku, M. Health risk assessment of heavy metals in soils from Witwatersrand Gold Mining Basin, South Africa. Int. J. Environ. Res. Public. Health 13, 663 (2016).

6. Hanfi, M. Y. & Yarmoshenko, I. V. Health risk assessment quantification from heavy metals contamination in the urban soil and urban surface deposited sediment. J. Taibah Univ. Sci. 14, 285–293 (2020).
7. Wu, Z., Zhang, L., Xia, T., Jia, X. & Wang, S. Heavy metal pollution and human health risk assessment at mercury smelting sites in Wanshan district of Guizhou Province, China. RSC Adv. 10, 23066–23079 (2020).
8. Ahmad, W., Alharthy, R.D., Zubair, M. et al. Toxic and heavy metals contamination assessment in soil and water to evaluate human health risk. Sci Rep 11, 17006 (2021).
9. <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-users-guide>
10. Монгол улсын стандарт: Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ. MNS 5850:2019. х.4
11. Э.Ундармаа, Б.Золбоо, Г.Энхжаргал нар. Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдол ба хүний биед нэвтрэн орж буй хүн металлын тооцоо, Улаанбаатар хот, 2015 он.
12. Б.Мөнхжин, И.Туяажаргал, С.Өнөрсайхан, Ц.Энхжаргал, Д.Түмэнжаргал нар. Эрдэнэт хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлын үнэлгээ, Нийгмийн эрүүл мэнд сэтгүүл, Улаанбаатар хот, 2023 №02 (05). Х.49-51.
13. Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв, Орчны эрүүл мэндийн албаны судлаачид. Улаанбаатар хотын гэр хорооллын хөрсний бохирдолтын түвшинг тогтоосон дүн, НЭМҮТ эрдэм шинжилгээний эмхэтгэл 2016-2021он, Улаанбаатар хот, 2022 он. Х. 276-295.
14. Н.Туул, Г.Энхжаргал, Б.Гэрэлт-од, Д.Түмэнжаргал нар. Улаанбаатар хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлыг судалсан дүн.
15. Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв. Налайх дүүргийн хүрээлэн буй орчны хүнцлийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээний тайлан, Улаанбаатар хот, 2023 он. Х.32-35.
16. Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв. Эрдэнэт үйлдвэрийн хаягдлын сангийн цагаан тоосны хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл-үнэлгээний тайлан, Улаанбаатар хот, 2023 он. Х.37-38.
17. П.Цэенханд, Д.Даваадорж нар. Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хүнд металлын бохирдол, түүний хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө судалгааны тайлан. Улаанбаатар хот, 2015 он.

*Танилцаж, нийтлэх санал өгсөн:
Анагаахын шинжлэх ухааны доктор, дэд профессор Н.Сайжаа*