



## Нийслэлийн Баянзүрх дүүргийн хөрсний эрүүл ахуйн үзүүлэлтүүд ба зарим хүнд металлын бохирдлын дүн

Болдбаатарын Эрдэнэтуяа\*<sup>id</sup>, Жарантайбаатарын Сарангэрэл, Жамчингийн Удаахбаяр

Агроэкологийн сургууль, ХААИС, Зайсан 17024, Улаанбаатар

\*Холбоо баригч зохиогч: [ch\\_erdenetuya@mul.s.edu.mn](mailto:ch_erdenetuya@mul.s.edu.mn)

<sup>id</sup> <http://orcid.org/0000-0002-6377-7605>

Хүлээн авсан: 28.02.2021

Хянасан: 13.05.2021

Хэвлэлтэд орсон: 14.06.2021

### Хураангуй

Хүнд металлууд байгалийн бүрдэл хэсэг боловч хүний үйл ажиллагааны нөлөөнд био-геохимийн тэнцвэрт байдал нь алдагдсанаар амьдрах орчин, ялангуяа хөрсөнд хортой хэлбэрийн хуримтлал бий болгож байна. Судалгааны талбайн бохирдлын түвшинг илэрхийлэхийн тулд Хакансан Юан, Рахман нарын тодорхойлон гаргаж ирсэн бохирдлын зэрэг, экологийн эрсдлийн индекс тодорхойлох аргыг ашигласан. Судалгаагаар нийслэлийн Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт 2019-2020 оны хооронд хийгдсэн хөрсний эрүүл ахуй болон хөрсний зарим хүнд металлын 66 цэгийн утгыг ашиглалаа. Судалгаагаар хар тугалга (Pb), зэс (Cu), цайрын (Zn) агууламж бохирдлын зэргийн хувьд 1-2 цэгт бохирдлын хүчин зүйл их болон дунд гэсэн утга гарсан бол никель (Ni), хромын (Cr) хувьд бага түвшинд байна. Харин экологийн эрсдлийн индексээр 5 бодисын 66 цэгийн үзүүлэлтээр эрсдлийн индекс 40-өөс бага буюу эрсдэл багатай гэж гарлаа. Хөрсний микробиологийн дүнгээр *E. coli* бактер, агааргүйтсэн бичил биетэн *Cl. prefringens* –ийн бохирдол өндөр гарсан. Баянзүрх дүүргийн хөрсөн дэх нянгийн хэмжээг бууруулах ажлыг хотын гэр хороолол дунд үүссэн хог хаягдлыг цэвэрлэх, нүхэн жорлонгийн нөхцлийг сайжруулах зэргээс эхлэх шаардлагатай байгааг харуулж байна. Хүнд металлын тархалтыг газар ашиглалтын функциональ бүсүүдтэй давхцуулан эзлэх хувийг тодорхойлоход сууцны бүсэд цайраас бусад элемент 30 мг/кг-аас бага, үйлдвэрийн бүсэд хүнд металлууд 20 мг/кг-аас дээш агууламжтай тархсан байна.

**Түлхүүр үг:** хөрсний бохирдол, эрүүл ахуй, газар ашиглалтын бүс, хүнд металл

### Оршил

Нийслэлийн Баянзүрх дүүрэг нь 2020 оны байдлаар 361689 амтай, хүн амын тоогоор нийслэлийн төвийн 6 дүүргийн нэгдүгээрт ордог бөгөөд сүүлийн 5 жилийн хугацаанд тус дүүргийн хүн амын тоо 12 хувиар өссөн байна. Сүүлийн жилүүдэд нийслэл хотын хөрсний бохирдлын талаарх судалгааны ажлууд нилээд их хийгдэх болсон. Улаанбаатар хотын хөрсний металлын бохирдол, хөдөлгөөнт хэлбэрүүдийг Батжаргал, Отгонжаргал нар судалж хөрсний металлын бохирдол бага гэсэн дүгнэлт хийсэн байдаг [1]. Хөрс бохирдуулагч элементүүдэд хөрсөнд тогтвортой удаан хугацаагаар хадгалагддаг, амьд организмд аюултай хор нөлөө үзүүлдэг, уусах чанар багатай, удаан задардаг хортой хүнд металлууд, органик бохирдуулагч бодисууд багтана. Хүн, амьтан, ургамлын өсөлт хөгжилтөд сөрөг нөлөө үзүүлдэг, янз бүрийн

өвчин үүсгэх эх үүсвэр болох хар тугалга (Pb), кадми (Cd), мөнгөн ус (Hg), мышьяк (As), хром (Cr), зургаан валентат хром (Cr 6+), цайр (Zn), кобальт (Co), никель (Ni), зэс (Cu), стронций (Sr), ванади (V) 12 хүнд металл багтана [2]. Хүнд элемент нь бусад бохирдуулагчийг бодвол задрах, саармагжих, цэвэрших зэрэг процесст амархан ордоггүй хөрсөнд удаан хугацаагаар хуримтлагдаж дан ганц хөрсийг бус хүрээлэн буй орчныг бүхэлд нь бохирдуулдаг [3]. Тухайлбал гэр хорооллуудын дунд гаргасан гүний худгуудын зарим нь гүехэн өрөмдсөн (хөрсний ус), эрүүл ахуйн бүсийн шаардлага хангаагүй мөн олон жил суурьшсан гэр хорооллын онцлогоос шалтгаалан бохирын нүхээр дамжин усны болон хөрсний бохирдол, чанар найрлага өөрчлөгдөж эрүүл ахуйн шаардлага хангахгүйд

хүрч байгааг олон судалгааны үр дүн харуулж байна [4]. Судалгааны объект болох Баянзүрх дүүрэгт үйлдвэрлэл, худалдаа, авто засварын үйл ажиллагаа, ихтэйгээс хөрсний хүнд металлын тархалт бохирдол ихтэй байх магадлалтай. Иймээс Баянзүрх дүүргийн хэмжээгээр

## Материал арга зүй

### Дээж

Бид судалгаанд ашиглах дээжийг 2019-2021 онд Баянзүрх дүүргийн газар нутгаас санамсаргүй түүврийн аргаар (нийт 66 дээж) сонгон авсан.

### Дээж бэлтгэх

Хөрсний дээжийг чулуу, ургамлын үндсийг түүж, 2 мм-ийн шигшүүрээр шигшиж, Монгол улсын стандарт MNS-5850:2008 [4]-д зааснаар бэлтгэсэн.

Нянгийн бохирдлыг тодорхойлох арга зүй: Микробиологийн шинжилгээг MNS-6341:2012 стандартын дагуу Хөдөө аж ахуйн их сургуулийн

бохирдуулагч элемент болох нянгийн тархалтыг зураглан харуулах зорилготой. Хөрсний хүнд металлын тархалт, эрүүл ахуйн үзүүлэлтийг хавсарган үзүүлсэн төдийгүй газар ашиглалтын функциональ бүсээр ялган ангилахыг оролдсоноор шинэлэг ажил боллоо.

хөрсний микробиологийн лабораторит хийж гүйцэтгэсэн.

Хүнд металлын бохирдлыг тодорхойлох арга зүй Бэлтгэсэн дээжийг MNS ISO-11466:2007 стандартын дагуу Cd, Cr, Pb, Cu, Zn, Ni зэрэг хүнд металлын элементүүдийг атом шингээлтийн спектрофотометрийн аргаар Инженер геодези ХХК-ийн хөрсний лабораторит хийж гүйцэтгэв.

Мөн судалгаандаа экологийн эрсдлийн индекс тооцох аргыг ашигласан.

$$Eri = Tri * Cf$$

$$Cf = \frac{C_{metal}}{C_{background}}$$

Eri- нэг хүнд металлын экологийн эрсдлийн индекс

Tri- тухайн бодисын хорт хариу хүчин зүйл (Pb, Ni, Cu=5, Zn=1, Cd=30, Cr=2 гэх мэт)

Cf- бохирдлын зэрэг

Cmetal- хэмжигдсэн хөрсөн дэх хүнд металлын агууламж

Cbackground- хүнд металлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ

Манай орны баримталж буй MNS 5850:2008 стандартаар хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ Pb=100 мг/кг, Cd=3 мг/кг, Cr=150 мг/кг, Ni= 150 мг/кг, Zn=300 мг/кг байхаар заажээ. [1] Бохирдлын хүчин зүйл (Cf) нь 1-ээс бага бол бохирдлын хүчин зүйл бага, 1-ээс 3 бол бохирдлын хүчин зүйл дундаж, 3-аас 6 бол бохирдлын хүчин зүйл их, 6-аас дээш бол бохирдлын хүчин зүйл маш их гэж ангилна.

## Судалгааны үр дүн

### Хүнд металлын агууламж

Бид 2019-2020 онд Баянзүрх дүүргийн газар нутгаас санамсаргүй түүврийн аргаар нийт 66 дээжийг сонгон авсан хар тугалга, хром, зэс, никель, цайрын мэдээллийг ашиглан дүн шинжилгээ хийлээ. Ингэхэд дээрх бүх элементүүд хүлцэх хэмжээнд хүрэхгүй байлаа.

### Хүнд металлын бохирдлын зэрэг

Судалгаагаар авсан нийт 66 цэгийн хүнд металлын бохирдлын зэргийг тооцож үзэхэд хар тугалгын (Pb) бохирдлын зэрэг нэг цэг дээр

Харин экологийн эрсдлийн хүчин зүйл (Eri) нь 40-өөс бага бол экологийн эрсдэл бага, 40-өөс 80 бол эрсдэл дундаж, 80-аас 160 бол эрсдэл ихтэй, 160-аас 320 бол эрсдэл өндөр, 320-аас их бол эрсдэл маш өндөр гэж үзнэ.

Тархалтыг зураглахдаа ArcGIS 10.8 програмын Spatial analyst tool-ийн Interpolation-ийн Spline tool-ийг ашиглан хийсэн.

бохирдлын хүчин зүйл их, 2 цэгт бохирдлын хүчин зүйл дундаж гэж гарсан. Хром (Cr), никель (Ni)-ийн хувьд бүх цэгт бохирдлын хүчин зүйл бага, зэс (Cu) нэг цэгт бохирдлын хүчин зүйл дундаж, цайр (Zn) мөн нэг цэгт бохирдлын хүчин зүйл дундаж гарлаа.

Хүнд металл тус бүрийн тархалтыг ArcGIS 10.8 програм дээр Interpolation-ийн Spline tool ашиглан 0-10, 10-20, 20-30, 30-аас дээш мг/кг гэсэн интервалаар зураглав. Дээрх бүх элементүүд хүлцэх хэмжээнд хүрээгүй бөгөөд цайрын тархалт нь 30 мг/кг-аас их утга судалгааны талбайн 70 орчим хувийг эзэлж байна.

Table 1

Degree of heavy metal contamination					
ХЭМЖЭЭ	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
Max	3.363	0.184	1.574	0.541	1.407
Min	0.05	0.006	0.003	0.032	0.013
Mean	0.6	0.063	0.18	0.117	0.252

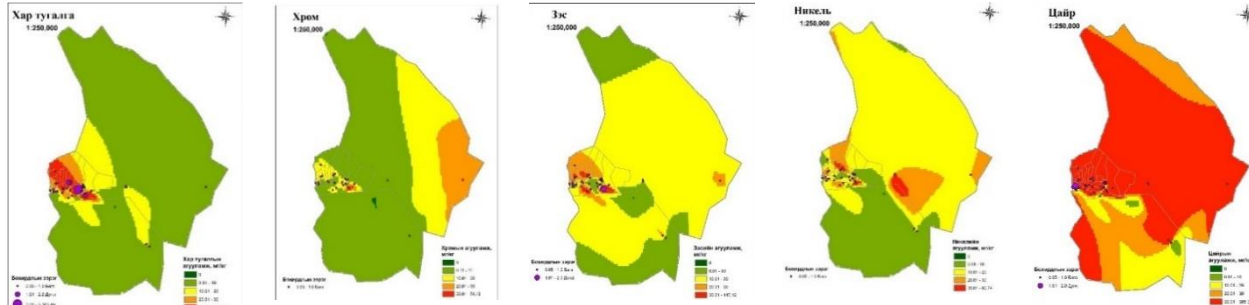


Figure 1. Heavy metal distribution map

Экологийн эрсдлийн индекс  
Судалгааны талбайн бүх цэгт экологийн

эрсдлийн индекс 40-өөс бага буюу экологийн  
эрсдэл багатай гарлаа.

Table 2

Degree of ecological risk					
Хүнд металл	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
Хамгийн их	16.815	1.152	7.87	2.703	1.407
Хамгийн бага	0.025	0.001	0.016	0.13	0.013
Дундаж	1.54	0.189	0.931	0.585	0.252

Бидний судалгаагаар хүнд металл зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүрээгүй байгаа нь хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлөх хэмжээнд хараахан хүрээгүй гэсэн үг юм. Гэвч судалгааг улам нарийвчлан цэгийн тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай.

Дээрх элементүүдийн тархалтыг газар ашиглалттай уялдуулан тодорхойлж үзлээ. Баянзүрх дүүргийн суурьшлын бүсийг “Хот байгуулалтын хууль”-д заасан үндсэн 9 бүсэд [5] хуваан бүс тус бүрийн хүнд металлын тархалтыг эзлэх хувиар илэрхийлэн хүснэгтээр гаргалаа.

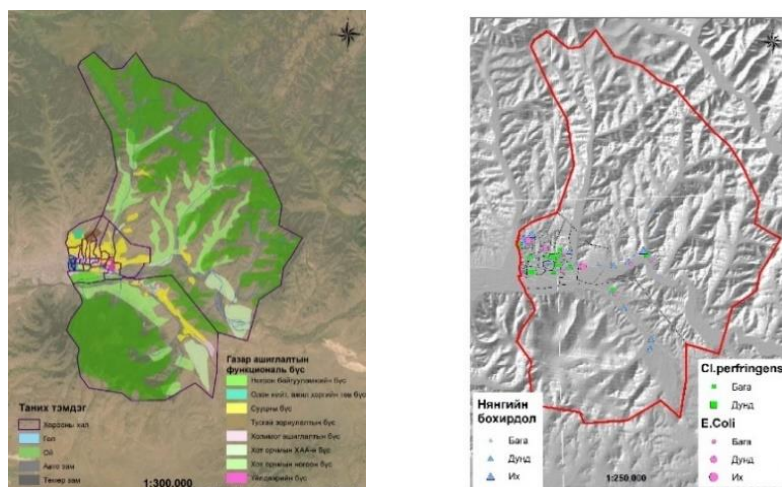


Figure 2. Map of Bayanzurkh district functional zone and sanitary pollution

Table 3

## Distribution of heavy metals by functional zone of land use

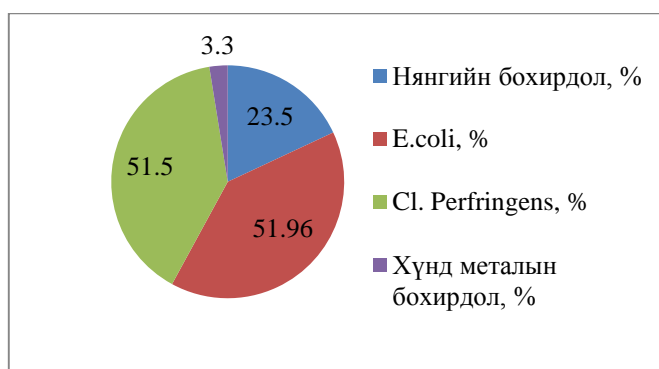
№	Үндсэн бүс	Талбай, га	Хүнд металын тархалтын эзлэх хувь				
			Pb /хар тугалга/	Cr /хром/	Ni /никель/	Cu /зэс/	Zn /цайр/
1	Сууцны бүс	5452.8	63	75	65	55	90
2	Олон нийт, ажил хэргийн төв бүс	595.16	65	60	70	65	60
3	Үйлдвэрийн бүс	233.7	60	75	60	60	80
4	Холимог ашиглалтын бүс	1392.27	80	65	60	60	50
5	Инженер шугам сүлжээ, зам тээврийн бүс	52.48	55	60	70	65	60
6	Хот орчмын ногоон бүс	15430.38	75	60	90	95	60
7	Хот орчмын ХАА-н бүс	4634.11	100	70	70	75	50
8	Ногоон байгууламж	975.3	60	80	70	55	55
9	Тусгай зориулалттай бүс	207.53	75	95	100	90	100

Хүнд металын агууламж	0	10	20	30	40 дээш
-----------------------	---	----	----	----	------------

Судалгааны бүс болон Баянзүрх дүүргийн газар ашиглалтын функциональ бүсээр ангилж хүнд металл бүрийн тархалттай давхцуулан үзэхэд цайрын тархалт нийт 7 бүсэд тухайн бүсийн талбайн 50%-иас дээш 40 мг/кг-аас дээш тархалттай байлаа. Хромын хувьд бүсүүд 20 мг/кг-аас бага тархалттай, зэсийн хувьд 30 мг/кг-аас бага тархалттай, никелийн хувьд 30 мг/кг-аас бага ихэнх бүсүүд 20 мг/кг хүртэл тархалттай талбайд хамаарагдаж байна. Харин хар тугалгын хувьд холимог ашиглалтын бүсийн нийт талбайн 80% нь 40 мг/кг-аас дээш тархалттай байгааг хүснэгтээс харж болно.

Хөрсний нянгийн бохирдол: Нянгийн бохирдолт нь харьцангуй тогтворгүй үзүүлэлт болох бөгөөд дулааны улиралд илүү идэвхжиж, хүйтний улиралд багасдаг. Бид нянгийн бохирдолтын

дээжийг дулааны улиралд авсан. Нийт авсан хөрсний дээжний 56 % нь нянгийн бохирдолтой байна. Нэг грамм хөрсөнд агуулагдах бактерийн нийт тоогоор хөрсийг 4 зэрэгт хуваасан бөгөөд бактерийн тоо 1-1.5 сая ширхэгээс хэтрэхгүй байвал цэвэр хөрс, 2 сая ширхэг хүртэл бол бага зэрэг бохирдсон, 2.5-3 сая ширхэг байвал дунд зэрэг бохирдсон, 3-5 сая ширхэг болон түүнээс дээш бол их бохирдсон гэж үзлээ. Үүний 45,5 % бага зэргийн, 42,4 % дунд зэргийн, 12,1% их хэмжээний нянгийн бохирдолтой байгаа нь судалгаагаар тогтоогдлоо. Хөрсөн дэх E. coli бактерийн бохирдолт 27,7 % нь бага, 18,2 % нь дунд зэрэг, 6,06 % нь их хэмжээгээр бохирджээ. Агааргүйтэн бичил биетэн Cl. perfringens нийт дээжний 51,5 % илэрч 4,7% дунд зэргийн, 46,8% бага бохирдолтой байлаа.



Graphic 1. Percentage of heavy metals polluting the soil

Дээрх тахирмагаас үзэхэд хүнд металын бохирдлын эзлэх хувь бага байгаа хэдий ч бохирдуулагч нянгийн эзлэх хувь нийт дээжний 50 орчим хувийг эзэлж байна. Үүнээс үзэхэд Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн хөрсөн

дэх нянгийн хэмжээг бууруулах ажлыг гэр хороолол дунд үүссэн хог хаягдлыг цэвэрлэх, нүхэн жорлонгийн нөхцлийг сайжруулах зэргээс эхлэх шаардлагатай байгааг харуулж байна. Эрүүл ахуйн бохирдлын зураглалаас харахад

нянгийн бохирдол дүүргийн төв барилгажсан хэсэг болон зам дагуух хэсгээр илэрсэн бол *Cl.perfingens*, *E.coli* нь гэр хорооллын бүсээр их

### Шүүн хэлэлцэхүй

Судлаач О.Батхишигийн 2013 онд хийсэн Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хөрсний бохирдлын судалгаагаар нийт дээжний хүнд металлын хэмжээ 7.5-2.7% нь стандартын түвшингээс давсан байсан. Харин бидний судалгаагаар хүнд металлын бохирдлын хэмжээ 5 цэгт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээсээ их гарсан [1]. Мөн хөрсний микробиологийн бохирдол, *E. Coli* болон агааргүй нянгийн хэмжээ мөн адил их гарсан нь бидний судалгаатай нийцэж байсан. Мөн судлаач Б.Минжмаа Т.Оюунчимэг нарын судалгаагаар Улаанбаатар хотын төвлөрсөн хог хаягдлын цэгүүдээс хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл судлахад хүнд металлын бохирдол хэмжээ зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага, нянгийн бохирдол их байсан нь бидний судалгааны дүнтэй мөн адил нийцэж байна [6].

### Дүгнэлт

1. Бохирдлын зэргийн хувьд хар тугалга (Pb) бохирдлын хүчин зүйл их, дундаж, бага гэсэн ангилалд, зэс (Cu), цайр (Zn) бохирдлын хүчин зүйл дундаж болон бага, харин хром (Cr), никель (Ni) бохирдлын хүчин зүйл бага гэсэн ангилалд багтаж байна.
2. Экологийн эрсдлийн индексийг тооцож үзэхэд судалгаанд хамрагдсан нутаг дэвсгэрийн хэмжээгээр хар тугалга, зэс, цайр, хром, никель бүгд 40-өөс бага буюу экологийн эрсдэл багатай гарлаа.
3. Судалгаа хийсэн 5 элементийн тархалтыг газар ашиглалтын бүсээр авч үзвэл цайр бүс бүсэд хамгийн их тархалттай, хар тугалга

утгатай гарсан байна. Бидний ашиглаж байгаа өгөгдөл мэдээний тархалтын хувьд жигд бус байгаа учир статистик шинжилгээ хийсэнгүй.

Мөн 2018 онд судалгаагаар Улаанбаатар хотын 60 цэгийн 14-т нянгийн бохирдол болон хар тугалга, цайр зэрэг хүнд металлын агууламжийг тодорхойлоход хортой (Pb 186.76 мг кг-1; Zn 308.77-398.32 мг кг-1; Cu 151.12 мг кг-1; Cd 3.57 мг кг-1), аюултай (Pb 845.74-910.85 мг кг-1) агууламжийн түвшинд хүрсэн байна. Нийслэлийн Сонгинохайрхан, Чингэлтэй, Баянзүрх дүүргийн гэр хороолол орчмын хөрсөнд агуулагдах бактерийн нийт тоо 1г хөрсөнд 2.0-3.5 сая ширхэг буюу дунд зэргийн бохирдолтой [7] байгаа нь улирал болон байршлын цэгээс шалтгаалан бохирдуулагч нян болон хүнд металлын хэмжээ өөр өөр дүн гарсан байна.

4. Хөрсөнд нянгийн бохирдол их, халдварт өвчин үүсэх эрсдэл өндөр байна. Нянгийн бохирдол үүсэх гол шалтгаан нь гэр хорооллын нүхэн жорлон, ил задгай бие засах болон ахуйн хог хаягдал бөгөөд эдгээр үүсгэгчдийг анхаарах шаардлагатай байгааг харуулж байна.

### Ашигласан бүтээлийн жагсаал

- [1] Батхишиг, О.Ж.р.о.т.М.А.о.С., Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол. 2013: р. 15-19.
- [2] О.Батхишиг, Д.Д., Н.Нямсамбуу, Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол, эко-геохимийн үнэлгээ” Судалгааны тайлан. БОНХЯам, Цэвэр агаар сан. Улаанбаатар 2013: р. хуудас 16-17.
- [3] Ч. Жавзан, Б.Б., Д. Өнөржаргал, М. Энхтуяа, Г. Удвалцэцэг, О. Батхишиг, Р.Сайжаа, Улаанбаатар хотын гэр хорооллын бохир эх

үүсвэрүүдээс газрын доорх усны чанар болон нөөцөд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, Судалгааны тайлан. 2013(х. 25-31).

[4] Стандарт, Хөрсний чанар. “Хааны дарсанд уусдаг дагалдах элементүүдийг ялган уусгах. (Монгол Улсын Стандартчлал Хэмжил Зүйн Үндэсний Төв 2007), MNSISO-11466:2007.

[5] Стандарт, Монгол улсын стандарт, “Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” [MNS 5850:2008], хуудас 1-4.

[6] Minjmaa, B. and T.J.M.J.o.A.S. Oyunchimeg, Sources of heavy metal contamination in landfill soil covers of Ulaanbaatar. 2017. 22(03): p. 140-144.

[7] Ж.Удаахбаяр, Н.Ц., Г.Солонго, Нийслэлийн зарим дүүргүүдийн хөрсний эрүүл ахуй, аюулгүй байдлын судалгаа. 2008.

## **Soil hygiene indicators of Bayanzurkh district of the capital city and map of distribution of some heavy metals**

**Erdenetuya Boldbaatar\***, Sarangerel Jarantaibaatar, Udaakhbayar Jamchin

School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Zaisan 17024, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: [ch\\_erdenetuya@mul.s.edu.mn](mailto:ch_erdenetuya@mul.s.edu.mn)

 <http://orcid.org/0000-0002-6377-7605>

---

Received: 28.02.2021

Revised: 13.05.2021

Accepted: 14.06.2021

---

### **Abstract**

Heavy metals are natural constituents, but the loss of bio-geochemical balance due to human activities is creating a build-up of toxic forms in the environment, especially in the soil. To determine the level of pollution in the study area, the method of determining the degree of pollution and the ecological risk index developed by Hakansan Yuan and Rahman were used. The survey was conducted in the territory of Bayanzurkh district of the capital city between 2019-2020 and used the values of 66 points of soil hygiene and some heavy metals in the soil. According to the study, the content of lead (Pb), copper (Cu), zinc (Zn) is high and medium at 1-2 points, while the levels of nickel (Ni) and chromium (Cr) are low. According to the Ecological Risk Index, 66 points out of 5 substances have a risk index of less than 40 or less risk. Soil microbiology showed high levels of contamination by *E. coli* bacteria and *Cl. prefringens*. The “ger horoolol” district area becoming main source of microbiological pollution. Improvement of solid waste management and “ger horoolol” area planning is challenging issue to solve a soil pollution problem of Bayanzurh district area. To determine the proportion of the distribution of heavy metals overlapping with functional land use zones, all non-zinc elements were less than 30 mg / kg in residential areas and more than 20 mg / kg in industrial areas.

**Keywords:** soil pollution, microbiological pollution, land use zones, heavy metal