



УЛААНБААТАР ХОТЫН ӨНГӨН ХӨРСӨН ДЭХ ХҮНД ЭЛЕМЕНТҮҮДИЙН ХӨДӨЛГӨӨНТ ХЭЛБЭРИЙН АГУУЛГЫН СУДАЛГАА

Ц.Бямбасүрэн^{1,4*}, Б.Хүүхэнхүү¹, Шабанова Е.В.², Васильева И.Е.², Б.Энхзул^{2,3}

¹ ШУА-ийн Физик Технологийн Хүрээлэнгийн Атомын Спектроскопийн лаборатори, Монгол улс

² ШУА-ийн А.П.Виноградовын нэрэмжит Эрхүүгийн Геохимийн институт, ОХУ

³ МУИС-ийн ХШУС, БУС, Биологийн тэнхим, Монгол улс

⁴ Эрхүүгийн Их сургууль, ОХУ

Цахим иуудан: ts_byambasuren@yahoo.com

Редакцид ирүүлсэн: 2017.07.18

ХУРААНГУЙ

Энэ ажилд Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх зарим хүнд металлуудын хөдөлгөөнт агуулгын судалгааны дүнгээс үзүүлээ. Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Си-ийн Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд орших хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулуудыг атомын шингээлтийн спектроскопийн дөлөн атомчлал, индукцийн холбоост атомын цацааргалтын спектроскопийн аргуудаар тус тус тодорхойлсон болно. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Си-ийн тархалтыг энгийн статистик аргаар тогтоож, эдгээр элементүүдийн өнгөн хөрсөнд хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процессыг олон хэмжээст статистикийн регрессийн аргаар судлав.

Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Mn, Co-ын хүчилд уусах агуулгын тархалт жигд, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr ба Си-ийн хүчилд уусах агуулга ба бүх хүнд элементүүдийн биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын тархалт жигд бус байлаа. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд Mn, Cr, Си, Ni, Zn-ын литоген фракц нь антропоген фракцаас их байхад Pb ба Co-ын антропоген фракц ихээр илэрсэн байна. Хүнд элементүүдийн ацетатын буферт хандлагдах биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь $Si (1.52) < Cr (1.74) < Ni (2.31) < Pb (2.76) < Co (4.30) < Zn (5.70) < Mn (14.03) < Cd (49.4)$ гэсэн өсөх эрэмбийг үзүүлсэн нь Улаанбаатар хот орчмын суурь хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хөдлөлзүйн фактораас өндөр, харин ОХУ-ын стандартаас Cr, Ni, Си, Zn-ын хөдөлзүйн фактор бага, Pb, Cd-ын хөдөлзүйн фактор их илэрлээ. Хүнд элементүүдийн өнгөн хөрсөнд хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процесс нь элемент тус бүрийн хувьд өөр хамаарлыг үзүүлсэн. Энэ нь Улаанбаатар хотын орчны бохирдол олон эх үүсвэрээс үүдэлтэй ба хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас өнгөн хөрсний шинж чанарт маш ихх өөрчлөлт орсныг харуулж байна.

Түлхүүр үгс: Улаанбаатар, өнгөн хөрс, хүнд элемент, хүнд элементийн хүчилд уусах ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулга, хүнд элементийн хөдлөл зүйн фактор, антропоген ба литоген фракц, хемометр;



ОРШИЛ

Хүнд элемент нь үйлдвэр болон ахуйн хог хаягдал, цахилгаан станцын утаа, үнс нурам, тээврийн хэрэгслээс ялгарах утаатай хамт агаарт цацагдаж улмаар хөрсний өнгөн хэсэгт шингэдэг. Газрын хөрсөнд шингэсэн хүнд элементүүд органик бохирдуулагчийн нэгэн адил задарч саармагжих, цэвэрших процессд ордоггүй маш удаан хугацаагаар хөрсөнд хуримтлагддаг [1, 2]. Хөрсөнд шингэж хуримтлагдсан хүнд элементүүд нь хөрс үүсэх процессийн дүнд хөрс үүсгэгч чулуулгийн үндсэн эрдсийн өгөршлийн нөлөөгөөр хөрсөнд бий болсон агуулгатай нь харьцуулахад харьцангуй тогтворгүй буюу идэвхтэй ба хүрээлэн буй орчны нөхцөл өөрчлөгдөхөд хөрснөөс ус болон ургамалд хялбар шилжих ба тодорхой хэмжээнээс хэтэрсэн тохиолдолд ус, ургамал болон хүрээлэн буй орчин түүнчлэн амьд организмд хортой нөлөө үзүүлдэг [3-6]. Иймд судлаачид хөрсний бохирдлын экологийн болон геохимийн судалгаа хийх, хөрсний хүнд элементийн бохирдлыг цогцоор үнэлэхэд хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн нийт агуулгаас гадна хөдөлгөөнт агуулгыг тодорхойлоход гол анхаарлыг хандуулдаг. Учир нь хөрсөнд агуулагдах хүнд металлуудын хөдөлгөөнт агуулга нь хөрсөнд агуулагдах тэдгээр элементүүдийн ургамалд хүртэж шим тэжээл болох нөөцийг бүрдүүлэх үзүүлэлт ба хөрсний экологийн үндсэн үүргээ гүйцэтгэх гол шалгуур нь болдог. Түүнчлэн бохирдлын түвшиний судалгаа шинжилгээ явуулахад хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн бохирдлын хүрээлэн буй орчны бусад объектод үзүүлэх сөрөг нөлөө, хортой чанарыг үнэлэх чухал шалгуур үзүүлэлт болдог [4, 6].

Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хотын хүн амын хэт төвлөрлөөс үүдэн хүрээлэн буй орчны бохирдол, ялангуяа хөрсний хүнд элементийн бохирдол олон түмний анхаарал татсан асуудал болоод байна. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсний хүнд элементийн бохирдлын судалгаа [7-14],

суурь судалгааны сэдэвт төслийн ажлууд [15-19] хийгдэж тодорхой үр дүнд хүрч дүгнэлт гарсан байна.

Бид өмнө нь олон улсын хэмжээнд хөрсний хүнд элементийн бохирдлын түвшнийг үнэлэхэд түгээмэл хэрэглэдэг индексийн аргуудаар Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсний хүнд элементийн бохирдлын түвшинг үнэлэх болон хемометрийн олон хэмжээст статистикийн фактор ба кластер анализын аргуудаар Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн орших эх үүсвэрийг тогтоох судалгааны ажлыг тус тус хийж гүйцэтгэсэн [20, 21].

Энэ судалгааны ажлын гол зорилго нь Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүчилд уусах болон ацетатын буферт хандлагдах агуулгын (орших хэлбэрийн агуулгууд) цогц судалгаа явуулах юм. Зорилгодоо хүрэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлсэн. Үүнд: (i) Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд орших хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт агуулгуудыг атомын шингээлтийн спектроскопийн дөлөн атомчлалын болон индукцийн холбоост атомын цацаргалтын спектроскопийн аргуудаар тус тус тодорхойлох; (ii) Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн орших хэлбэрийн агуулгуудын тархалтыг энгийн статистик аргаар тогтоох; (iii) хүнд элементүүдийн хүрээлэн буй орчин, амьд организмд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн үнэлгээ хийх; (iv) хүнд элементүүдийн өнгөн хөрсөнд хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процессыг олон хэмжээст статистикийн регрессийн аргаар судлах.

Хүнд элементүүдийн Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд орших хэлбэрийн агуулгыг тодорхойлж, тархалт, хүнд элементүүдийн хуримтлал, трансформаци, шилжилт болон хүрээлэн буй орчин, амьд организмд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийг үнэлсэнд энэ ажлын шинэлэг тал оршино.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Дээж авах, шинжилгээнд бэлтгэх Өнгөн хөрсний дээжийг хөрсний дээж авах стандартын дагуу дугуйн аргаар 0-10 см-ийн гүнээс авсан [22, 23]. Хөрсний дээжүүдийг хуурай сэрүүн нар тусахааргүй газар дэлгэж, агаарын хуурай дээж болтол хатааж, ургамлын үндэс, чулуу, шил зэрэг гадны биетүүдээс нь цэвэрлэж шигшээд, лабораторийн Fritsch-9 нунтаглагч багажаар 200 мкм болтол нь нунтагласан.

Элементийн хөрсөнд орших хэлбэрийн агуулгыг тодорхойлох Хөрсний дээжинд Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгыг тодорхойлсон. Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгыг тодорхойлоход хөрсний дээжийг химийн задаргааны нэг удаагийн уламжлалт аргыг хэрэглэсэн. Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu –ийн хүчилд уусах агуулгыг хөрсний дээжийг $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ (3.5:1) хүчилд уусгаж [24] атомын шингээлтийн спектроскопийн дөлөн атомчлалын аргаар Shimadzu 6300 C багажаар; биологийн идэвхит хөдөлгөөнт. агуулгыг хөрсний дээжийг ацетат аммонийн ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$, pH=4.8) буферийн уусмалд хандалж атомын цацаргалтын спектроскопийн индукцийн холбоост плазмын аргаар iCAP- 6300 Duo (Thermo Fisher Scientific, USA) багажаар тус тус тодорхойлсон [25]. Химийн задаргаа болон атомын спектроскопийн хэмжилтийн үнэмшлийг хөрсний дээжүүдийн давтан хэмжилт болон БИЛ-1, БИЛ-2, ЗУА-1, ЗУК-1, ЗУК-2, ЦХ-1 зэрэг стандарт загварын дээжүүдийн шинжилгээгээр хянасан.

Хөрсний хүчил шүлтийн орчин рН-ийг хөрсний усан орчинд потенциометрийн багажаар аргаар тодорхойлсон.

Хүнд элементүүдийн хөдөлгөөнт агуулгын тархалтын судалгаа Хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн орших хэлбэрийн агуулгын тархалтын судалгааг хөрсөн дэх химийн элементүүдийн лабораторийн

анхны үр дүнд статистик боловсруулалт хийдэг ерөнхий аргуудаар [26] орших хэлбэрийн агуулга тус бүрийн хувьд дундаж үзүүлэлтүүд (μ , CMe, CGM); тархалтын үзүүлэлтүүд (стандарт хазайлт-s, агуулгын хязгаар буюу агуулгын хамгийн бага ба их утга, хэлбэлзлийн коэффициент -V,%), жигд тархалтын Shapiro-Wilks-ийн шалгуур (S-W, $p > 0.05$) зэргийг тооцсон. Хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн орших хэлбэрийн агуулгын экологийн ба геохимийн үнэлгээг орших хэлбэрийн агуулга тус бүрийн дунджийг ЭАЗХ-ний стандарт [27-29] болон суурь хөрсөн дэх агуулга [14]-тай харьцуулан хийлээ.

Хүнд элементүүдийн орших хэлбэрийн агуулгуудын хоорондын хамаарал, трансформаци ба хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн судалгаа Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд агуулагдах хүнд элементүүдийн хөдөлгөөнт агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийг өөр хооронд нь харьцуулан эдгээр элементүүдийн геохимийн төлвийн өөрчлөлтийн судалгааг тус тус хийлээ. Хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас агаарт цацагдаж цаашлаад хөрсөнд шингэж хуримтлагдсан хүнд элементүүд нь хөрс үүсэх процессийн дүнд хөрс үүсгэгч чулуулгийн үндсэн эрдсийн өгөршлийн нөлөөгөөр хөрсөнд бий болсон агуулгатай нь харьцуулахад харьцангуй тогтворгүй буюу идэвхтэй, хөдөлгөөнтэй байдаг [4-6]. Энэ нь хүрээлэн буй орчинд хортой болон аюултай нөлөө үзүүлдэг ба тухайн элементийн хөдлөлзүйн фактор гэдэг үзүүлэлтээр илэрхийлдэг [30]. Энэ судалгааны ажлын хүрээнд Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн хөдлөлзүйн факторыг хүчилд уусах болон биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгыг нь нийт агуулгад нь харьцуулан хувиар илэрхийлж дараах томъёогоор тооцсон [30].



$$F_{\text{mobility}} (\%) = (C_m / C_t)$$

энд, C_m - хөрсөнд агуулагдах хүнд элементийн хүчилд уусах ба ацетатийн буферт хандлагдах агуулга, мг/кг; C_t - хүнд элементийн нийт агуулга, мг/кг.

Хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хүчилд уусах болон биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь нь хөрсөн дэх хүнд метал, микроэлементүүдийн хөдлөлзүйн фактор буюу хөдөлгөөнт агуулгыг нийт агуулгад харьцуулсан харьцаа нь байгалийн буюу цэвэр хөрсөнд хөрсний шинж чанар, элементийн шинж чанар болон хөрснөөс хандалж буй бодисоос хамааран харилцан адилгүй байдаг ба дунджаар 2.67% до 21.8% байдаг [31]. Элемент тус бүрийн хувьд авч үзвэл: Cu-(0.3–6.3); Pb-(0.02–0.4); Cd-(0.1–10); Zn-(0.3–15) [32]. ОХУ-ын стандарт буюу цэвэр хөрсний хөрсний ялзмагт давхаргад агуулагдах хүнд элементүүдийн ацетат аммонийн

$$HM_{\text{биол.идэвх.хөд}} = \beta + \alpha[pH] + b[HM]_{\text{нийт}} + b[HM]_{\text{уусах}} + d[X]$$

$HM_{\text{биол.идэвх.хөд}}$ - хүнд элементийн биологийн идэвхит хөдөлгөөнт агуулга, $HM_{\text{нийт}}$ - хүнд элементийн нийт агуулга, $HM_{\text{уусах}}$ - хүнд элементийн хүчилд уусах агуулга, X-хөрсний органик ба эрдэс бүрэлдэхүүн, β - регрессийн утга. a, b, c, d - + ба - утгай регрессийн коэффициентүүд. Статистик загварчлалын энэхүү тэгшитгэл

буферийн уусмалд хандлагдах агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь нь дараах буурах эрэмбийг үзүүлдэг 21.3 (Cd) > 8.8 (Pb) > 3.4 (Ni) > 3.1 (Zn) > 2.8 (Cu) > 2.7 (Cr) [33]. Улаанбаатар хот орчмын бохирдоогүй цэвэр буюу суурь хөрсөнд ацетат аммонийн буферийн уусмалд хандлагдах агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь нь 20.0 (Cd) > 1.83 (Zn) > 1.18 (Co) > 1.0 (Pb) > 0.8 (Cu) > 0.6 (Ni) > 0.44 (Cr) > 0.3 (Mn) [14, 19]. Хүчилд уусах агуулгын нийт агуулгад харьцуулсан харьцаа нь байгалийн буюу цэвэр хөрсөнд 5-20 % бохирдсон хөрсөнд 50 % -иас их байдаг [34].

Хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас хөрсөнд шингэсэн хүнд элементүүдийн хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процесс нь хөрсний шинж чанар болон тухайн элементийн хөрсөнд агуулагдах нийт, хүчилд уусах агуулгаас ихээхэн хамаардаг. Энэ хамаарлыг хемометрийн олон хэмжээст регрессийн аргаар дараах функ ёсоор загварчилдаг [35, 36].

нь хүнд элементүүд хөрсний эрдэс болон органик бүрэлдэхүүнтэй төрөл бүрийн нэгдэл үүсгэх процессийг үнэлэх хагас туршилтын томъёо юм.

Математик статистикийн боловсруулалтыг **Статистика 13** программыг ашиглан боловсруулсан.

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд орших хүчилд уусах ба биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгын тархалт, агуулга ба рН-ийн судалгаа

Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгыг 100 орчим дээжинд, хүчилд уусах агуулгыг 70 гаруй дээжинд тус тус тодорхойлсон. Мөн өнгөн хөрсний рН-ийг 100 гаруй дээжинд тодорхойлсон. Энгийн

статистик аргаар хүнд элементүүдийн хүчилд уусах ба биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгын болон хөрсний рН-ийн хамгийн бага ба хамгийнх их утгын мужийн хязгаар, стандарт хазайлт, вариацийн коэффициент, агуулгын дундаж үзүүлэлтүүд, ассиметр ба эксцессийн коэффициент, жигд тархалтын Шапиро-Вилксын (S-W, $p > 0.05$) шалгуурыг тус тус тооцсон.

Үр дүнг 1-р хүснэгтэд нэгтгэн харууллаа.

Хүснэгт 1. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хувилд уусах ба хөдөлгөөнт агуулгын тархалтын статистик үр дүн

Элемент	Агуулгын дундаж утгууд (мг/кг)			Хэлбэлзлийн үзүүлэлтүүд			Тархалтын тоон үзүүлэлт		Жигд тархалтын шалгуур S-W	
	μ	C _{Me}	C _{GM}	Агуулгын хязгаар (мг/кг)		σ (мг/кг)	V (%)	S		K
				Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга					
pH	7.25	7.24	7.24	5.15	8.86	0.45	6.25	-0.8	5.27	0.00
Хувилд уусах агуулга (n=70)										
Cu	47.89	17.35	18.15	1.13	1435.40	188.73	394.12	54.90	7.35	0.00
Pb	64.75	25.56	29.02	5.12	1233.89	184.37	284.72	32.34	5.58	0.00
Cd	0.30	0.10	0.17	0.10	2.27	0.40	134.80	9.95	2.82	0.00
Zn	70.68	59.95	59.87	16.05	221.17	42.51	60.14	1.92	1.32	0.00
Ni	15.59	17.00	13.20	1.28	39.68	7.95	50.98	1.16	0.71	0.02
Co	7.25	7.44	6.54	1.24	14.02	2.94	40.59	-0.62	0.05	0.29
Cr	18.32	15.98	16.93	5.90	38.35	7.47	40.78	0.41	0.89	0.00
Mn	158.59	154.58	151.30	50.98	329.22	48.49	30.57	2.18	0.83	0.05
Биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулга (n=100)										
Pb	10.35	2.00	1.36	0.20	390.00	52.61	508.51	6.93	49.92	0.00
Cu	2.60	0.89	0.68	0.20	100.00	13.10	504.24	7.47	56.37	0.00
Zn	14.84	7.40	7.33	0.52	185.00	26.51	178.60	5.06	30.50	0.00
Cr	1.06	1.00	0.86	0.29	5.60	0.85	80.28	3.28	14.66	0.00
Cd	0.56	0.20	0.41	0.20	1.00	0.40	71.84	0.21	-2.03	0.00
Co	0.62	0.52	0.51	0.20	1.20	0.36	57.96	0.08	-1.87	0.00
Ni	0.79	0.96	0.74	0.50	2.40	0.33	41.42	1.98	8.68	0.00
Mn	92.92	85.50	87.67	41.00	220.00	34.21	36.82	1.53	3.46	0.00



Хөрсний шинжилгээний нэг чухал үзүүлэлтийн нэг нь рН буюу хөрсөн дэх устөрөгчийн ионы хэмжээг илэрхийлдэг үзүүлэлт юм. Энэ нь тухайн хөрс хэр зэрэг хүчиллэг болон шүлтлэг байгааг илтгэдэг. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсний шинжилгээний дүнгээс харахад рН нь хүчтэй хүчиллэгээс (5,15) хүчтэй шүлтлэгийн (8,86) хооронд харилцан адилгүй байна. Дундаж утгаар нь авч үзвэл 7,24 ба дунджаар саармаг чанарын хөрстэй байгааг харуулж байна. Энэ нь Улаанбаатар хотын хөрсний төлөв байдал жигд бус хүний сөрөг үйл үйл ажиллагааны улмаас шинж чанар нь ихээр өөрчлөгдсөн болохыг харуулж байна.

Хүрээлэн буй орчны бохирдлын цэгэн (локальный) эх үүсвэргүй үед тал хээрийн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн нийт агуулгын тархалтын хэлбэлзлийн коэффициент 10–20%, хөдөлгөөнт агуулгын тархалтын хэлбэлзлийн коэффициент 25–30% байдаг гэж Н.Г.Зырин тогтоосон [37] бол ойн биогеоценозын хөрсөн дэх микроэлементүүдийн нийт агуулгын тархалтын коэффициент 25–80 %, хөдөлгөөнт агуулгын тархалтын хэлбэлзлийн коэффициент 130 хүртэл % байдаг гэж Мотузова Г.В. тогтоосон байна [38].

Үр дүнгээс харахад Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд Cu, Pb, Cd –ийн хүчилд уусах агуулга, Pb, Cu, Zn-ийн биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын хэлбэлзлийн

коэффициент 130 % -с их байна. Түүнчлэн Cu, Pb Cd, Zn-ын хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын дундаж утгуудын үзүүлэлтүүд нь өөр хоорондоо ялгаа ихтэй, ассиметрийн ба экцессын коэффициентүүд нь 0-ээс маш их ялгаатай байна. Зөвхөн Mn ба Co-ын хүчилд уусах агуулга нь жигд тархалтын S-W ($p > 0.05$) шалгуурыг хангаж байна. Энэ нь Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсний цөөн тооны дээжинд Pb, Cu, Zn ба Cd ихээр хуримтлагдаж бохирдол үүсгэсний улмаас Pb, Cu, Zn ба Cd-ын хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын тархалт нь нийт агуулгын адил жигд бус байна. Pb, Cu, Zn ба Cd нь суурин газрын хөрсний гол бохирдуулагч хүнд элементүүд юм. Гол эх үүсвэр нь тээврийн хэрэгсэл ба цахилгаан станцын утаа үнс нурам байдаг.

Хөрсөн дэх хүнд металлуудын хүчилд уусах болон ацетат аммоний буферийн уусмалд хандлагдах агуулгын стандарт хэмжээ манай улсад хараахан тогтоогдоогүй ба ФТХ-ийн хүрээлэнгийн судлаачид ОХУ-ын Геохимийн хүрээлэнгийн эрдэмтэдтэй хамтран Улаанбаатар хот орчмын цэвэр газрын 20 цэгийн дээжинд Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны нийт агуулга, хүчилд уусах агуулга, биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгуудын дунджийг тогтоосон ба үр дүнг [14, 19] болон ОХУ-ын стандартыг [28, 29] харьцуулах материал эх сурвалж болгосон ба 2-р хүснэгтэд нэгтгэн харууллаа.

Хүснэгт 2. Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт болон хүчлэд уусах агуулгуудын геометр дундаж (СGM) утга, химийн элементүүдийн хөрсөнд агуулагдах зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээний стандарт, байсалийн цэвэр буюу суурь агуулга, суурь агуулгаас их агуулгатай дээжний тоо %.

Элемент	Хөдөлгөөнт агуулга									
	HNO ₃ +H ₂ O ₂					CH ₃ COONH ₄ (pH=4.8)				
	*ЗДХ	C _{GM}	C _{BG}	(C _{GM} > C _{BG}), %	**ЗДХ	C _{GM}	C _{BG}	(C _{GM} > C _{BG}), %		
Cu	50	18.15	11.99	74.14	-	0.69	<0.2	91.2		
Pb	60	29.02	20	67.24	6	1.13	0.2	86		
Cr	15	16.93	33.99	5.17	(III)6	0.76	<0.2	99		
Zn	60	59.87	41.7	65.52	23	9.7	1.1	94		
Mn	600	151.3	145.73	60.34	140	80	53	89		
Cd	1	0.17	0.74	10.34	-	0.32	<0.2	100		
Co	12	6.54	3.32	91.38	5	0.43	0.2	72		
Ni	36	13.2	13.29	60.34	-	0.71	<0.5	53		

*Х.Чулджиян, С.Корвета, З.Фапек. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Экологическая конференция. Братислава. 1988. Вып.1. С.5-24
 **ГН 2.1.7.2041-2006. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.



Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны агуулагдах хүчилд уусах агуулгын дунджийг хөрсний чанарын стандартын хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн хүчилд уусах агуулгын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээний стандарт [27-29]-тай харьцуулахад Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд агуулагдах Cr-ын хүчилд уусах агуулга стандартаас их, Zn-ын агуулга стандарт хэмжээнд, харин Pb, Cu, Ni, Co, Cd, Mn-ны агуулга стандарт хэмжээнээс багаар илэрсэн байна.

Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд агуулагдах биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгын дундаж утга бүх элементүүдийн хувьд хөрсний чанарын стандартын хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын стандарт [29]-хэмжээнээс бага илэрсэн байна.

Улаанбаатар хотын газар нутгийн өнгөн хөрсөн дэх Cu, Zn, Cr, Ni ба Zn -ын хүчилд уусах болон ацетатын буферт хандлагдах биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын дундаж үзүүлэлт суурь буюу байгалийн цэвэр хөрсөнд агуулагдах хүчилд уусах болон ацетатын буферт хандлагдах биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгаас ихээр илэрсэн байна. Их агуулгатай

дээжний тоог хувиар тооцож гаргахад Cd, Cr-оос бусад хүнд элементүүдийн хүчилд уусах агуулгын хэмжээ нийт дээжний 60-90 %-д их бол бүх хүнд элементүүдийн биологийн идэвхит хөдөлгөөнт агуулга нь нийт дээжний 50 %-иас их дээжинд өндөр гарсан нь тэр хэмжээгээр хүрээлэн буй орчинд сөрөг нөлөө үзүүлж байна.

Хүнд элементүүдийн ба орших хэлбэрийн агуулгын тус бүрийн хоорондын хамаарал Өнгөн хөрсөнд агуулагдах хүнд элементүүдийн хүчилд уусах агуулга болон биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулга тус бүрийн өөр хоорондын хэлбэлзлийн коэффициентийн харьцаа нь хүнд элементийн өнгөн хөрсөнд шингэж хуримтлагдах шинж чанар болоод цаашид хөрсний физик химийн шинж чанар ба тухайн элементийн химийн шинж чанараас хамааран физик химийн процессд хэрхэн орж байгааг илэрхийлдэг. Элементүүдийн хэлбэлзлийн коэффициентийн хоорондын хамаарал хэдий чинээ бага буюу 1-тэй ойр байна, тэр хэмжээгээр элементүүдийн тархалт ба геохимийн төлвийн өөрчлөлт ижил байгааг илтгэдэг [39]. Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны орших хэлбэрийн агуулга тус бүрийн хоорондын хамаарлын үр дүнг 3-р хүснэгтэд нэгтгэв.

Хүснэгт 3. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны хүчилд уусах ба биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгуудын тархалтын хэлбэлзлийн коэффициентийн хамаарал

Элемент	Хүчилд уусах агуулга							
	Cu	Pb	Cd	Zn	Ni	Co	Cr	Mn
Cu	1							
Pb	1.38	1						
Cd	2.92	2.11	1					
Zn	6.55	4.73	2.24	1				
Ni	7.73	5.58	2.64	1.18	1			
Co	9.71	7.01	3.32	1.48	1.26	1		
Cr	9.66	6.98	3.31	1.47	1.25	1.00	1	
Mn	12.89	9.31	4.41	1.97	1.67	1.33	1.33	1

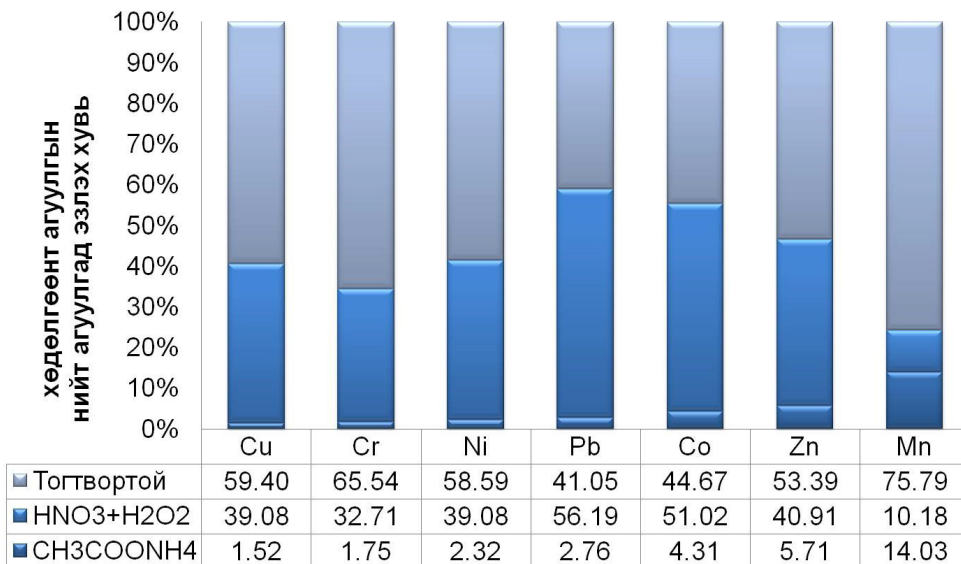
Элемент	Биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулга							
	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Ni	Co	Mn
Cu	1							
Pb	0.99	1						
Cd	7.02	7.08	1					
Zn	2.82	2.85	<i>0.40</i>	1				
Ni	6.28	6.33	0.89	2.22	1			
Co	12.17	12.28	1.73	4.31	1.94	1		
Cr	8.70	8.77	1.24	3.08	1.39	<i>0.71</i>	1	
Mn	13.69	13.81	1.95	4.85	2.18	1.12	1.57	1

Үр дүнгээс харахад дараах хос хүнд элементүүдийн хүчилд уусах агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийн харьцаа хамгийн бага буюу өнгөн хөрсөнд хуримтлагдаж тархах төлөв өөр хоорондоо ижил байна. Үүнд: $r_{Cr,Co}=1.00$; $r_{Zn,Ni}=1.18$; $r_{Ni,Co,Cr}=1.25-1.26$. Харин Cu ба Pb-ны Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд хуримтлагдаж тархах төлөв бусад элементүүдээс өөр байна. Cu ба Pb-ны хүчилд уусах агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийг Cd, Zn, Cr, Ni, Co, Mn –ны хүчилд уусах агуулгын хэлбэлзлийн коэффициенттой харьцуулсан утга 4.73-12.89 байна. Энэ нь Cu ба Pb Улаанбаатарын өнгөн хөрсөнд тархаж хуримтлал үүсгэх төлөв нь бусад хүнд элементүүдээс ялангуяа Cr, Ni, Co, Mn-аас өөр байгааг харуулж байна. Энэ үр дүн нь бидний өмнөх судалгааны ажлуудын [20, 21] үр дүнтэй ижил чиг хандлагыг буюу Cu ба Pb нь бохирдлын нэг эх үүсвэртэй ба Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд зарим газрын цөөн дээжинд их хэмжээгээр хуримтлагдсанаас болж тархалт нь жигд

бус илэрсэнийг нотолж байна.

Pb, Cu, Cd, Zn, Ni, Co, Cr, Mn-ны биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийн харьцааг хүчилд уусах агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийн харьцааны утгатай харьцуулахад Pb ба Cu; Mn ба Ni-ын хөдөлгөөнт агуулгын хэлбэлзлийн коэффициентийн харьцаа маш бага буюу Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд эдгээр элементүүдийн хуримтлагдах ба хөдлөлзүйд орох процесс нь ижил байна.

Хүнд элементүүдийн орших хэлбэрийн агуулгуудын хуримтлал, шилжилт, хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын хөрсөнд хуримтлагдах болон хүрээлэн буй орчны ус, ургамалд шилжиж нүүх төлвийн судалгааг эдгээр элементүүдийн хөдөлгөөнт хэлбэрийн агуулгууд (хүчилд уусах, ацетатын буферт хандлагдах)-ыг нийт агуулгад [20] харьцуулан хувиар илэрхийлж гаргасан ба үр дүнг зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Хөрсөнд агуулагдах хүнд элементүүдийн хөдлөлзүйн фактор

Хөрсөнд агуулагдах хүнд элементүүдийн тогтвортой төлөвд байгаа хэмжээ нь литоген ба педоген фракц юм. Энэ нь хөрс үүсгэгч чулуулгийн үндсэн эрдсээс үүсэлтэй, хөрсний хатуу фракцийг бүрдүүлэгч гол нэгдэл болох цахиурт хөнгөнцагааны (алюмосиликат) кристалт орон торд бат бөх нэгдсэн металлын ионы хэмжээ юм. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд Mn, Cr, Cu, Ni, Zn-ын литоген фракц нь антропоген фракцаас их байхад Pb ба Co-ын антропоген фракц ихээр илэрсэн байна.

Хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хүчилд ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$) уусах агуулгын фракц нь хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хялбар уусдаг нэгдлүүд, солилцолд хялбар ордог катионууд ба хөрсний органик болон эрдсүүдийн хялбар уусдаг зарим хэсгүүдийн хэмжээ ба хөрсний орчин өөрчлөгдөхөд нэг хэлбэрээс нөгөөд хялбар шилждэг фракц юм. Хүчилд уусах агуулгын нийт агуулгад харьцуулсан харьцаа нь байгалийн буюу цэвэр хөрсөнд 5-20 %, бохирдсон хөрсөнд 50 % -иас их байдаг [35]. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд Pb (58.95) ба Co (55.33) –ын хүчилд уусах агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь 50 % -иас их илэрсэн нь Pb ба Co –р хотын нутаг дэвсгэрийн өнгөн хөрс бохирдсон болохыг харуулж байна.

Ацетатын буферт ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$, pH=4.8) солилцох процессд хялбар орох болон хөрсний шингэн фаз буюу хөрсний усанд (чийг) байгаа чөлөөт ионууд, хөрсний хатуу фазын гадаргууд шингэсэн хялбар уусдаг металлын нэгдлүүд хандлагддаг. Бидний судалгааны ажлаар, Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд хүнд элементүүдийн ацетатын буферт хандлагдах биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь $\text{Cu} (1.52) < \text{Cr} (1.74) < \text{Ni} (2.31) < \text{Pb} (2.76) < \text{Co} (4.30) < \text{Zn} (5.70) < \text{Mn} (14.03) < \text{Cd} (49.4)$ гэсэн өсөх эрэмбийг тус тус үзүүлсэн нь Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хөдөлзүйн фактор нь бүх хүнд элементүүдийн хувьд өндөр, харин ОХУ-ын стандартаас Cr, Ni,

Cu, Zn-ын хөдөлзүйн фактор бага, Pb, Cd-ын хөдөлзүйн фактор их байна.

Хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас хөрсөнд шингэсэн хүнд элементүүдийн хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процесс нь хөрсний шинж чанар болон тухайн элементийн хөрсөнд агуулагдах нийт, хүчилд уусах агуулгаас ихээхэн хамаардаг. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны хөдлөлзүй нь хөрсний pH болон Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны нийт ба хүчилд уусах агуулгаас хамаарах хамаарлыг олон хэмжээст регрессийн аргаар тодорхойлж үр дүнг хүснэгт 3-д үзүүлсэн. Хүнд элементүүдийн өнгөн хөрсөнд хуримтлагдах, өөрчлөгдөх ба шилжилт хөдөлгөөний загварчлалын үр дүнгээр Ni-ийн хөдлөлзүй зөвхөн нийт агуулгаас сөрөг, Mn ба Pb –ны хөдлөлзүй зөвхөн хүчилд уусах агуулгаас эерэг, Cu ба Zn-ын хөдлөлзүй нийт болон хүчилд уусах агуулгаас эерэг, Co –ын хөдлөлзүй нийт агуулга болон хөрсний хүчил шүлтийн орчноос сөрөг, Cd-ын хөдлөлзүй нийт агуулгаас эерэг, хөрсний хүчил шүлтийн орчноос сөрөг хамааралтай байна. Харин Cr-ийн хувьд бусад хүнд элементүүдээс өөр дүр зургийг харууллаа. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Cr-ийн хуримтлал, шилжилт нь Cr-ийн нийт ба хүчилд уусах агуулга, хөрсний хүчил шүлтийн орчин pH-аас эерэг хамаарч байна.

Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Zn, Cu, Cd, Ni, Mn, Co, Cr –ын хөдлөлзүй нь тухайн элементийн хөрсөнд агуулагдах нийт агуулга болон хүчилд уусах агуулга, хөрсний pH-аас хамаарах хамаарал нь төдийлөн сайн бус ялангуяа Cr, Pb, Mn, Ni, Co-ын олон хэмжээс регрессийн корреляцийн коэффициент 0.40-0.23 байна. Энэ нь Улаанбаатар хотын орчны бохирдол олон эх үүсвэрээс үүдэлтэй ба хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас өнгөн хөрсний шинж чанарт маш өөрчлөлт орсныг харуулж байна.



Хүснэгт 4. Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны биологийн хүртээмжит хөдөлгөөнт агуулгын хөрсний pH болон Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, Co, Mn-ны нийт ба хүчилд уусах агуулгаас хамаарах хамаарлын статистик загварчлал

Регрессийн тэгшитгэл	Статистик параметр				
	R	R ²	F	p	s _r
$Ni_{(биол. идэвхт хөд)} = 0.47 - 0.09 Ni_{(нийт)}$	0.33	0.11	6.42	0.014	0.41
$Mn_{(биол. идэвхт хөд)} = 2.36 + 0.01 Mn_{(хүчилд уусах)}$	0.35	0.12	7.36	0.008	0.09
$Pb_{(биол. идэвхт хөд)} = -3.42 + 1.84 Pb_{(хүчилд уусах)}$	0.37	0.14	8.79	0.004	1.08
$Cu_{(биол. идэвхт хөд)} = 25.38 + 0.69 Cu_{(хүчилд уусах)} + 24.26 Cu_{(нийт)}$	0.59	0.35	14.08	0.000	0.78
$Zn_{(биол. идэвхт хөд)} = -22.71 + 17.12 Zn_{(нийт)} + 0.67 Zn_{(хүчилд уусах)}$	0.67	0.46	22.22	0.000	0.89
$Co_{(биол. идэвхт хөд)} = 2.09 - 0.09 Co_{(нийт)} - 0.31 pH$	0.23	0.05	1.51	0.229	0.56
$Cd_{(биол. идэвхт хөд)} = -5.01 + 1.36 Cd_{(нийт)} + 0.587 pH$	0.52	0.27	9.95	0.000	0.97
$Cr_{(биол. идэвхт хөд)} = -24.83 + 20.17 Cr_{(нийт)} + 0.27 pH + 0.25 Cr_{(хүчилд уусах)}$	0.40	0.16	3.36	0.025	0.61

ДУГНЭЛТ

Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх Pb, Zn, Cd, Mn, Co, Ni, Cr ба Cu-ийн хүчилд уусах агуулга ба биологийн идэвхт хөдөлгөөнт агуулгыг тодорхойлж тархалт, хуримтлал, трансформаци, шилжилт болон хүрээлэн буй орчин, амьд организмд үзүүлэх сөрөг нөлөөллийн үнэлгээг тус тус хийж гүйцэтгэв.

Pb, Cu, Zn ба Cd-ын өнгөн хөрсөнд орших хэлбэрийн агуулга нь Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсний цөөн тооны дээжинд ихээр хуримтлагдаж бохирдол үүсгэсний улмаас нийт агуулгын адил жигд бус тархалттай байна.

Pb, Cu, Zn ба Cd-ын бохирдол гэр хороолол, цахилгаан станц, автомашин угаалга болон засвар үйлчилгээ явуулдаг газар, мөн хоёр дахь түүхий эд цуглуулж борлуулдаг газруудын хөрсөнд их байгаа нь ажиглагдаж байна.

Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөнд Mn, Cr, Cu, Ni, Zn-ын литоген фракц нь антропоген фракцаас их байхад Pb ба Co-ын антропоген фракц ихээр илэрсэн байна.

Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн ацетатын буферт хандлагдах биологийн идэвхт хөдөлгөөнт

агуулгын нийт агуулгад эзлэх хувь Cu (1.52) < Cr (1.74) < Ni (2.31) < Pb (2.76) < Co (4.30) < Zn (5.70) < Mn (14.03) < Cd (49.4) гэсэн өсөх эрэмбийг тус тус үзүүлсэн нь Улаанбаатар хот орчмын суурь хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хөдлөлзүйн фактораас өндөр, харин ОХУ-ын стандартаас Cr, Ni, Cu, Zn-ын хөдлөлзүйн фактор бага, Pb, Cd-ын хөдлөлзүйн фактор их байна.

Pb, Cd-ын хөдлөлзүйн фактор буюу хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө нь эдгээр элементүүдийн агуулга өндөртэй буюу гэр хороолол, цахилгаан станц, автомашин угаалга болон засвар үйлчилгээ явуулдаг газар, мөн хоёр дахь түүхий эд цуглуулж борлуулдаг газруудын хөрсөнд их ажиглагдлаа.

Хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас хөрсөнд шингэсэн хүнд элементүүдийн хуримтлагдах механизм ба хөдлөлзүйд орох процесс нь хөрсний шинж чанар болон тухайн элементийн хөрсөнд агуулагдах хүчилд уусах агуулгаас ихээхэн хамаарлыг хемометрийн олон хувьсагчит регрессийн аргаар судлахад өөр өөр хамаарлыг үзүүлсэн ба Улаанбаатар хотын орчны бохирдол олон эх үүсвэрээс үүдэлтэй ба

хүний сөрөг үйл ажиллагааны улмаас өнгөн хөрсний шинж чанарт маш их өөрчлөлт орсныг харуулж байна.

Зөвлөмж: Судалгааны ажлын үр дүнд үндэслэн дараах зөвлөмжийг гаргаж байна. Үүнд:

- Гэр хорооллын тэлэлтийг цаашид нэмэгдүүлэхгүй байхад онцгой анхаарах улмаар халаалтын болон бохирын системийг сайжруулах асуудлыг

шийдвэрлэх ажлыг дорвитой анхаарах;

- Цахилгаан станцын хаягдал үнсийг цуглуулах, хадгалах үйл ажиллагааг сайжруулах;

- Хүйтний улиралд хувь хүмүүсийн нүүрс борлуулдаг үйлчилгээ эрхлэлтийг зогсоох;

- Автомашины засварын ба угаалгын үйлчилгээ явуулдаг үйл ажиллагаанд анхаарах зэрэг болно.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 439 с
- [2] Tokalioglu S., Yilmaz V., Kartal S. An assessment on metal sources by multivariate analysis and speciation of metal in soil samples using the BCR sequential extraction procedure, *Clan –Soil, Air, Water*. 2010.38(8). p.713-718
- [3] Alloway B. J, (1995). Heavy metals in soils, 2nd Ed. Chapman and Hall, India: Australia
- [4] Ure, A.M. and Davidson, C.M.,2002. Chemical Speciation in the Environment. Blackwell, Oxford, 2nd edition. pp 237-457.
- [5] S. Kuo, P.E.Heilman, and A.S.Baker,“Distribution and forms of copper, zinc, cadmium, iron, andmanganese in soils near a copper smelter,” *Soil Science*, 1983.135(2), p.101–109,
- [6] M. Kaasalainen and M. Yli-Halla, “Use of sequential extraction to assess metal partitioning in soils,” *Environmental Pollution*, 2003. 126(2), p. 225–233.
- [7] Ч.Сономдагва, Ч.Бямбацэрэн, Д.Даваадорж. Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн хөрсний бохирдлын судалгааны зарим үр дүн. Шинжлэх Ухааны Академийн Мэдээ, 2016, 01 (217), х.114-126.
- [8] Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Бажа С.Н., Гунин П.Д., Голованов Д.Л., Ямнова И.А., Энхамгалан С. Загрязнение почв тяжелыми металлами в промышленных городах Монголии. *Вестн. Моск. ун-та. сер. 5. География*. 2010. №3. с. 20-27.
- [9] Byambasuren Ts., Otgontuul Ts., Shabanova E.V., Proydakova O.A., Vasilyeva I.E., Khuukhenkhuu B., Tsendenbaljir D. Spatial distribution of heavy metal contamination in urban soil of Ulaanbaatar. Proc. 11th International Symposium on New Technologies for Urban Safety of Mega City in Asia – USMCA2012, 10-12 October 2012, Ulaanbaatar, Mongolia
- [10] Byambasuren Ts, Otgontuul Ts, Khuukhenkhuu B, Vasilyeva I. E, Shabanova E. V. & Proydakova O. A Multivariate Statistical Approaches to Identify Heavy Metal Sources in Ulaanbaatar Soil. *International Journal of Environment, Ecology, Family and Urban Studies (IJEEFUS)* Vol. 4, Issue 5, Oct 2014, p 27-34
- [11] Vasilyeva I.E., Shabanova E.V., Doroshkov A.A., Proydakova O.A., Otgontuul Ts., Khuukhtnkhuu B., Byambasuren Ts.”Distribution of toxic and essential elements in soils of Ulaanbaatar city. Pollution assessment of urban areas.” The 9th International Conference “Environment and sustainable development in the Mongolian Plateau and adjacent regions, 2013. p. 67-71.
- [12] Batjargal T., Otgongjargal E., Baek K., Yang J.S. Assessment of metals contamination of soils of Ulaanbaatar Mongolia, *J. of Hazardous Materials*, 2010 (18).p.872-876
- [13] Kasimov et al. Ecological–Geochemical State of Soils in Ulaanbaatar *Eurasian Soil Science*, 2011, Vol. 44, No. 7, pp. 709–721



- [14] Бямбасурэн Ц., Шабанова Е.В., Пройдакова О.А., Васильева И.Е., Хуухэнхуу Б., Отгонтуул Ц., Гуничева Т.Н. Изучение степени загрязнения почвенного покрова города Улан-Батор // Всеросс. совещ. «Современные проблемы геохимии», посвящ. 95-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. 22-26 октября 2012 г. Иркутск: ИГХ СО РАН. Т. 1. С.128-131.
- [15] Атомын спектроскопийн судалгаа, аргазүй, хэрэглээ - Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан. ШУА-ийн Физик технологийн хүрээлэн, 2008-2010.
- [16] Газрын ховор элемент болон орчны хөрс, усны хүнд элементийн судалгаа, аргазүй ба хэрэглээ - Эрдэм шинжилгээний ажлын тайлан, ШУА-ийн Физик технологийн хүрээлэн, 2010-2013.
- [17] Гончигсумлаа.Ч, Доржготов.Д ба бусад. Улаанбаатар хотын гео-экологийн иж бүрэн судалгаа - Төслийн тайлан, Газарзүйн хүрээлэн, 2007.
- [18] Батхишиг.О. Улаанбаатар хотын эко-геохимийн судалгаа, Төслийн тайлан, Газарзүйн хүрээлэн, 2010.
- [19] Изучение обеспеченности биофильными элементами и оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почвенно-растительного покрова на территории крупных промышленных городов Монголии (Улан-Батор) и России (Иркутская область) – ШУА, ФТХ ба Эрхүүгийн Геохимийн институт хоорондын гэрээт эрдэм шинжилгээний ажил, 2010-2014.
- [20] Ц.Бямбасурэн, Шабанова Е.В., Васильева И.Е., Г.Очирбат, Б.Хуухэнхуу,” Индексийн аргуудыг хөрсний хүнд элементийн бохирдлын үнэлгээнд хэрэглэсэн үр дүнгээ” ШУА-ийн мэдээ сэтгүүл. 2017 (. х
- [21] Ц.Бямбасурэн, Шабанова Е.В., Васильева И.Е., Б.Энхзул, Г.Очирбат, Д.Цэдэнбалжир, Б.Хүүхэнхүү, “Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн бохирдлын судалгаанд фактор ба кластер анализын аргуудыг хэрэглэсэн үр дүнгээ”. Статистикийн тоо мэдээллийн хэрэглээ-судалгаанд суурилсан хөгжлийн бодлого - Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл, Улаанбаатар хот, (1-2)- XI, 2016 он. х139-152.
- [22] ISO 10381- 2008: Soil quality, Sampling, Part 1-5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination.
- [23] MNS 3298-90 Soil quality, Sampling, Part 1-5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination.
- [24] Хавезов.И и Цалев.Д,1983. Атомно–абсорбционный анализ Пер. с болг.–Л.:Химия. Ленингр.
- [25] ISO:22036:2008, Soil quality: Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry (ICP-AES)
- [26] Darlene G. Blaney, Stanley L. Ponce and Gordan E.Warrington “Statistical methods commonly used in soil data analysis” USDA Forest service, 1984, 251 x
- [27] Монгол улсын стандарт: 5850-2008, Хөрсний чанар. Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ.
- [28] Х.Чулджиян, С.Корвета, З.Фацек. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Экологическая конференция. Братислава. 1988.Вып.1. С.5-24
- [29] ГН 2.1.7.2041-2006. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
- [30] С.Kabala and B.R.Singh. “Fractionation and mobility of copper. lead. and zinc in soil profiles in the vicinity of a copper smelter.” Journal of Environmental Quality. 2001. 30(2).p.485–492.
- [31] И.Г.Платонов, А.В.Кузнецов, А.Д.Кашанский.Содержание тяжелых металлов в почвах основных типов и подтипов Российской Федерации // Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: сб.статей под общ.ред.проф. Дубенка Н.Н.-М.:Издво МСХА, 2004.-С.202–209.
- [32] А.Kabata-Pendias, E.Bolibrzuch. Impact of a copper smelten on agricultural



- environments. Part III. Contamination of cultivated plants, *Rocz.gleboznawcze*.1981.Т. 32.№3.p.223–228.
- [33] Кузнецов А.В., Павлихина А.В., Кузнецов М.А. Фоновое содержание тяжелых металлов и мышьяка в основных типах и подтипах почв Российской Федерации // Мат-лы 2-ой Межд. геоэкологической конф. “Геоэкологические проблемы загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами” Тула, 2004
- [34] Водяницкий Ю.Н., Большаков В.А. Выявление техногенности химических элементов в почвах. «Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения». Тезисы и доклады Всероссийской конференции. Москва, 16-18 июня 1998 г. Т.2, с.116-119.
- [35] Korte N.E., Skopp J., Fuller W.H., Niebl E.E., B.A Alesii., Trace element movement in soils: influence of soil physical and chemical properties. *Soil Science*.1976 (122), p.350-359.
- [36] S.Sauv’e, W.H.Hendershot, H.E.Allen, Solid–solution partitioning of metals in contaminated soils: dependence on pH, total metal burden, and organic matter. *Environ. Sci. Technol.*2000(34), p.1125-1131
- [37] Зырин Н.Г. Распределение и варьирование содержания микроэлементов в почвах Русской равнины // Почвоведение. 1968. Т. 7. С.77–90.
- [38] Мотузова Г.В. Уровни и природа варьирования содержаний микроэлементов в почвах лесных биогеоценозов // Пробл. экол. мониторинга и моделир. экосистем. Вып.1992. Т. 14. С.57–68.
- [39] Жукова А.Д., Оценка экологического состояния почв на территории импактного влияния производства фосфорсодержащих минеральных удобрений (на примере ОАО «Воскресенские минеральные удобрения»). Дис. уч.степ. кандидата биол. наук. Москва, 2017. 169с



THE SOME RESULTS OF INVESTIGATION OF HEAVY METALS MOBILE FORMS IN ULAANBAATAR SOIL

Ts.Byambasuren^{1,4}, B. Khuukhenkhuu¹, E. V. Shabanova², I. E. Vasilyeva², B.Enhkzul³

¹ *Institute of Physics and Technology of MAS, Mongolia*

² *Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia*

³ *School of Engineering and Applied Sciences, NUM, Mongolia*

⁴ *Irkutsk State University, Russia*

corresponding author, e-mail: ts_byambasuren@yahoo.com

Abstract: Heavy metals exist in soil immobile and mobile forms. Mobile and potentially mobile forms of heavy metals are probably one of the most important toxic hazards in the environment.

In Ulaanbaatar surface soil determined pseudo-total content and concentration of mobile forms of Cu, Zn, Pb, Cr, Cd, Mn, Ni, Co by atomic spectroscopy methods. Was investigated the distribution and the relationships between of heavy metals species and pH in surface soil. The portions (in %) of lithogenic and anthropogenic fraction and the coefficient of mobility of heavy metals in surface soil was calculated.

Keywords: *Ulaanbaatar; surface soil, heavy metal, pseudo-total content and concentration of mobile forms, mobility factor; lithogenic and anthropogenic fraction, chemometry;*