

## NEHÉZFÉMEK EREDETÉNEK ÉS FELDÚSULÁSÁNAK VIZSGÁLATA EGY KÜLVÁROSI KERTES ÖVEZET TALAJÁBAN

Szolnoki Zsuzsanna, Farsang Andrea, Puskás Irén

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged,  
Egyetem u. 2-6., E-mail: SZOLNOKIZSUZSI@EARTH.GEO.U-SZEGED.HU

### ABSTRACT

Concentrations of heavy metals, which have well-known toxic character, are often higher in urban soils than those in agricultural soils, reflecting several metal inputs arising from human activities. Among urban soils, garden soils have a specific function and significance. Gardens are traditionally devoted to cultivation of vegetables and fruits. Therefore, the urban hobby gardens and the urban vegetable gardens can be potential risky for people since unknown amount of heavy metals can be accumulated into organism of local residents due to consumption of home-produced vegetables and fruits.

Our aim is to evaluate degree of heavy metal contamination in the garden soils and to determine metals enriching in the topsoils and their potential sources. Thus, the garden soils in detached houses (43 pieces) on the outskirts were studied. The studied gardens can be categorized into vegetable, fruit, flower ones. The total metal content (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) was measured using an ICP-OES technique following a full digestion with aqua regia. Our results demonstrate that the increased metal concentration are typical of the urban garden soils but metal concentrations exceeding the limit value can be observed only in the case of As, Cd, Cu. In accordance with the enrichment factors, it can be established that Cu, Zn, Pb have accumulated in more significant amount in the garden soils, whereas As, Co, Ni and Cr can be considered to be geogenic since they have not accumulated in the garden topsoils.

### BEVEZETÉS

Az 1960-as évek óta végzett kutatások eredményei nyilvánvalóvá tették, hogy a talajok nehézfém koncentrációja rendellenes mértékben megemelkedhet, különösen az ipari körzetekben és a városokban (Csathó, 1994). A fémkoncentrációk a városi talajokban gyakran érzékelhetően magasabbak, mint a mezőgazdasági talajokban, visszatükrözve ezzel számos emberi tevékenységből eredő fémterhelést. Többek között a háztartási és ipari hulladékok elhelyezése, az ipari forrásból származó emisszió, a háztartások fűtése, a gépjármű közlekedés, valamint a múltbéli talajhasznosítás módja eredményezhetik a városi talajok szennyeződését (Thronton, 1991; Norra et al., 2001). Ismeretes, hogy a közlekedés kapcsán nagy mennyiségű ólom került a környezetbe, melynek emissziója az ólommentes üzemanyagok bevezetésével lecsökkent. Ennek ellenére még mindig emittálódik réz, cink, antimon, ólom, kadmium és króm a gépjárművekből, melyek fő forrásai a kipufogó rendszer valamint a gumiabroncsok és fékbetétek kopása (Hjortenkrans et al., 2006). A városi talajok közül a kerti talajokat, művelésükből kifolyólag, a fentiekén túl további fémterhelés érheti. A hosszú időn keresztül alkalmazott fémtartalmú növényvédőszer, a talajba kevert komposztok, szerves- és műtrágyák és egyéb talajjavító anyagok valamint a szennyezett öntözővíz eredményezhetnek féműsülést (Csathó, 1994; Alloway, 2004). E talajoknak különleges szerepe és funkciója van: a kertekben hagyományosan zöldségeket és

gyümölcsöket természetnek. Így a városi kertészkedés mellett, hogy esztétikai hobbi is, a friss termények fő forrása (Fetzer et al., 1998). Ezzel együtt viszont már egészségügyi problémák is felmerülnek az esetlegesen szennyezett talajon termesztett zöldségek elfogyasztása révén. Úgy gondoljuk, hogy városi környezet humán-egészségügyi megítéléséhez szükség van a városi kerti talajok szennyezettségére irányuló kutatásokra. Ezért célunk jelen vizsgálattal, hogy felmérjük a szegedi kerti talajok szennyezettségének mértékét, elkülönítsük a geogén és antropogén fémek körét, feldúsulási faktorok segítségével megállapítsuk az antropogén forrásból eredő fémek dúsulásának mértékét, valamint a nehézfémek lehetséges forrásait.

## MÓDSZEREK

Vizsgálati területünk Szeged külvárosában, a körtöltésen kívül elhelyezkedő, közel 1 km<sup>2</sup> nagyságú Baktó. A város ÉK-i részén elterülő Baktó telkeit az 1930-as évek elején kezdték el kiosztani, ahol kezdetben főként gyümölcsösöket telepítettek. Ma e városrész kertvárosi lakóövezet, ahol sok családi ház kertjében jelenleg is termelnek zöldséget. A terület eredeti talajtípusa réti csernozjom, amely a kertművelés és lokális antropogén tevékenységek (építkezés, feltöltés) hatására eltérő mértékben módosult, így Baktó talajviszonyára a városi talajok sajátossága, a térbeli változatosság, mozaikosság jellemző (Szolnoki et al., 2011). A Hódmezővásárhely felé vezető nagy forgalmú 47-es főút (ÁNF: 18679 Ej/nap) közvetlenül Baktó mellett halad el, így az út menti kerteket jelentős fémterhelés éri (Farsang et al., 2009).

A mintavétel során 43 családi ház kertjéből összesen 88 talajmintát gyűjtöttünk a lakókkal történő előzetes egyeztetés után. A vizsgált kertek jellegüket tekintve a következők voltak: zöldséges kert (25 db), gyümölcsös kert (9 db) és díszítő kert (10 db). Minden kertből 1-1 átlag és 1-1 kontroll mintát vettünk egységes módon a következőképpen: A fedetlen talajfelszínről 6-8 m<sup>2</sup>-es területről 10-12 részmintát gyűjtöttünk véletlenszerűen a talaj felső 1-10 cm-es mélységéből, amit aztán jól összekeverve létrehoztuk az átlagmintát. A kontroll minták pontminták, amiket a területegység közepéről vettünk talajfúró segítségével, 80-100 cm mélységből. A laboratóriumi előkészítését követően a mintákból az "összes" fémtartalmat határoztuk meg királyvizes feltárással, Anton Paar Multiwave 3000 típusú mikrohullámú feltárással, majd a nehézfémek (Co, Cd, Cr, Ni, Pb, Cu, Zn) és As, valamint referencia elemként Ti mérése Perkin Elmer Optima 7000 DV ICP optikai emissziós spektrométerrel történt.

## EREDMÉNYEK

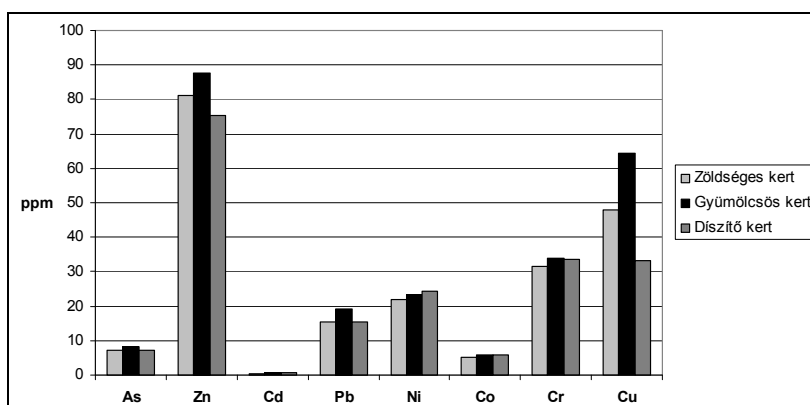
A Szeged baktói kertek fémterheltségének megítéléséhez a 6/2009 (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM együttes rendeletben megadott "B" szennyezettségi határértékeket, valamint a már hatályon kívüli 10/2000 (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendeletben megadott "A" háttér koncentrációkat vettük alapul. Az "A" háttérérték egy anyag természetes vagy ahhoz közeli állapotot jelző koncentrációja a talajban, míg a "B" szennyezettségi határérték az a szennyezőanyag koncentráció, amelyet meghaladva a talaj szennyezettnek tekinthető. Az "A" érték a szennyezetlen talaj felső határát jelenti, amikor még minden talajfunkció ép, ezt meghaladó koncentráció esetén sérül a talaj multifunkcionalitása. Az "A" értéknél a tényleges háttérérték lokálisan alacsonyabb, vagy geológiai okok miatt magasabb is lehet. A "B" értéket meghaladó koncentráció esetén a multifunkcionalitás megszűnik, a talajhasználat korlátozott, a veszélyt reálisnak tekintjük (Kádár, 2007).

1. táblázat: Szeged Baktó kerti talajainak nehézfém tartalma (ppm)

a 0-10 cm-es mélységben (n=44)

	As	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Cr	Cu
Minimum	3,06	32,82	0,27	5,11	10,04	2,38	14,08	18,51
Maximum	15,89	198,71	2,86	60,85	35,60	9,26	53,97	579,84
Átlag	<b>7,40</b>	<b>81,10</b>	<b>0,56</b>	<b>16,24</b>	<b>22,69</b>	<b>5,56</b>	<b>32,46</b>	<b>60,16</b>
Szórás	2,40	32,14	0,39	8,68	4,86	1,50	7,01	84,90
"A" érték	10	100	0,5	25	25	15	30	30
"B" érték	15	200	1	100	40	30	75	75
"A"-t meghaladó minták száma	4	9	15	2	11	0	30	27
"B"-t meghaladó minták száma	1	0	2	0	0	0	0	7

A kerti talajok felszíni szintjében (0-10 cm) mért fémkoncentrációkat az 1. táblázat szemlélteti. A kobalt kivételével minden vizsgált fém meghaladja az "A" háttér koncentráció értékét a minták valahány százalékában, a legnagyobb ez az arány a réz esetében (77,3%), ezt követi a króm (70,5%), a kadmium (38,6%) és a nikkel (25%). A cink, arzén és ólom esetében ez az arány 25% alatt marad. A "B" szennyezettségi határértéknél magasabb koncentrációkat három fém, az arzén, kadmium és réz esetében mértünk. Az arzén csak egy, a kadmium kettő, míg a réz hét kertben is meghaladta a "B" szennyezettségi határértéket.



2. ábra: A különböző kerttípusokban mért fémkoncentrációk átlagainak összehasonlítása

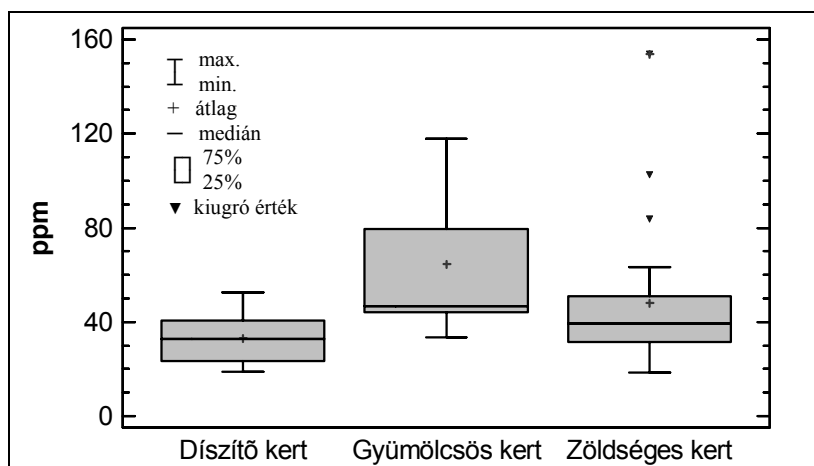
A különböző kerttípusokban mért fémkoncentrációkat összehasonlítva jól látszik, hogy a Zn, Pb, és Cu átlagai a gyümölcsösökben a legmagasabbak, ezt követi a zöldségeskert, majd a díszítő kert (2. ábra). A kobalt, ami egyetlen mintában sem haladta meg az "A" háttérértéket, minden kerttípusban közel azonos koncentrációval bír, így feltehetően e fém esetében nincs antropogén hozzájárulás. A fémkoncentrációk a réz esetében különülnek el leginkább aszerint, hogy milyen a kert hasznosítási típusa (3. ábra). Ez egyértelműen azt erősíti, hogy a kerti talajok réztartalmának kialakulásában az antropogén hozzájárulás is jelentős tényező.

Mivel a tényleges háttér koncentráció az "A" értéknél lokálisan alacsonyabb vagy esetleg magasabb is lehet, azt vizsgálni, hogy a fémek valóban dúsulnak-e a kerti talajok felszíni szintjében, feldúsulási faktorok segítségével tudjuk. A feldúsulási faktorokat a következő képlettel számoltuk:

$$EF = \frac{[E]_{SH} / [E_R]_{SH}}{[E]_{RH} / [E_R]_{RH}},$$

ahol E a kérdéses elem,  $E_R$  a referencia elem koncentrációja (mg/kg) a talajfelszíni (SH) szintjében (0-10 cm) és a referencia (RH) szintben (80-100 cm), ugyan azon a mintavételi helyen (Bourennane et al., 2010). Ez a feldúsulási faktor a tényleges elemkoncentrációk

helyett a kérdéses elem és egy referencia elem arányát hasonlítja össze az alapkőzetben és a feltalajban. Ha a feldúsulási faktor értéke egy vagy a körüli, akkor a felszíni szintben a kérdéses fém nem dúsul, ha a faktor értéke egynél nagyobb, akkor a fém, feltehetően antropogén hozzájárulás következtében dúsul a felszíni szintben. A leggyakrabban használt referencia elemek az Al, Li, Sc, Ti, és Zr (Bourennane et al., 2010), melyek közül jelen munkában a titánt választottuk referencia elemnek. A titán gyakori kőzetalkotó elem, ásványai a talajban nehezen mállanak, így a talaj konzervatív elemének számít (Kabata-Pendias, Pendias, 2001).



3. ábra: A réz koncentrációinak eloszlása a különböző kerttípusokban

A titán referencia elemmel számolt feldúsulási faktorokat a 2. táblázatban közöljük. A feldúsulási faktorok alapján megállapítható, hogy a vizsgált fémek közül a réz az, ami legnagyobb mértékben feldúsul a városi kert talajokban. A városi kertek réztartalma átlagosan több mint három és félszerese a geogén fémtartalomnak, de akad olyan zöldséges kert is, ahol a réz a harmincszoros feldúsulást is megközelíti. A réz után a legnagyobb mértékben a cink és az ólom halmozódik fel a kert talajok felszíni szintjében, mind két fém átlagosan közel két és félszeresére dúsul. A kertekben a kadmium, ami erősen toxikus, átlagosan másfélszerese a geogén háttérnek. A króm annak ellenére, hogy a kertek nagy százalékában (70,5%) lépte túl az "A" háttér koncentrációt, feldúsulási faktora alapján csak kis mértékben dúsul (2. táblázat), míg az arzén, nikkel és kobalt, eltekintve egyes esetektől, nem dúsulnak a kert talajokban, geogén eredetűnek tekinthetők.

2. táblázat: A Ti referencia elemmel számolt feldúsulási faktorok (n=44)

EF	As	Zn	Cd	Pb	Ni	Co	Cr	Cu
Minimum	0,4	1,1	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8
Maximum	1,9	6,6	4,8	5,4	1,7	1,4	2,0	29,9
Átlag	<b>0,9</b>	<b>2,7</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>3,6</b>
Szórás	0,4	1,1	0,7	1,0	0,2	0,2	0,3	4,4

## KÖVETKEZTETÉSEK

A réz, ami a kertek legnagyobb százalékában (77,3%) meghaladta az "A" háttérértéket és hét kertben még a szennyezettségi határértéket is, feldúsulási faktora alapján megállapítható, hogy jelentős mértékben (átlagosan három és félszeresére) dúsul a kertekben. A réz többlet forrása kettős lehet, hiszen a majdnem minden kertet érintő feldúsulás a közlekedésre, mint lehetséges szennyező forrásra enged következtetni, ugyanakkor a gyümölcsös kertekben

tapasztalt magasabb réz koncentrációkat a réz tartalmú növényvédőszer eredményezhetik. A cink feldúsulási faktora alapján minden kertben feldúsul, átlagosan 2,7-szeresére, amit okozhat egyrészt a közlekedés, de a talajba kevert szerves trágya is eredményezheti a cink dúsulását (Wuzhong et al., 2004). Az ólom, annak ellenére, hogy az "A" háttérértéket csak néhány kert esetében haladta meg, feldúsulási faktora alapján mégis antropogén eredetűnek tekinthető. Az ólom még az ólmozott üzemanyagok használata során kerülhetett a talajba, ezt erősíti az a megállapítás, hogy a legmagasabb ólomkoncentrációkat az út menti kertekben mértük. A kadmium átlagosan másfélszeresére dúsul a kerti talajokban, melynek forrásai a közlekedés mellett a szerves és műtrágyák lehetnek. A króm a kertek nagy számában haladta meg az A háttérértéket, feldúsulási faktora alapján azonban csak kis mértékben dúsul, míg az arzén és nikkel, eltekintve egyes esetektől, nem dúsul a kerti talajokban. A kobalttartalom a kertekben egyértelműen csak a geológiai háttérből származik.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Alloway B. J. (2004): Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. *Land Contamination & Reclamation*, 12 (3), 179-187.
- Bourennane H., Douay F., Sterckeman T., Villanneau E., Ciesielski H., King D., Baize D. (2010): Mapping of anthropogenic trace elements inputs in agricultural topsoil from Northern France using enrichment factors. *Geoderma*, 157, 165-174.
- Csathó P. (1994): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. MTA-TAKI Budapest, p. 175.
- Farsang A., Puskás I., Szolnoki Zs. (2009): Human health risk assessment: a case study of heavy metal contamination of garden soils in Szeged. *AGD Landscape and Environment*, 3 (1), 11-27.
- Fetzer K., Enricht E., Grenzius R., Kubiniok J., Schwartz C., Morel J.L. (1998): Garden soils in South-Western Germany (Saarland) and North-Eastern France (Lorraine). 16th World Congress of Soil Science, Montpellier (France), 20–26 August 1998, CDROM, symposium 28, 7 pp
- Hjortenkrans D., Bergbäck B., Häggerud A. (2006): New metal emission patterns in road traffic environment. *Environmental Monitoring and Assessment* 117. pp.85-98
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (2001): Trace elements in soils and plants. (3th edition) CRC press
- Kádár I. (2007): A talajszennyezés megítélése kutatói szemmel. *Agrokémia és Talajtan*, 56 (2) 391-408.
- Norra S., Weber A., Kramar U., Stüben D. (2001): Mapping of trace metals in urban soils. *Journal of Soils and Sediments*, 1 (2), 77-97.
- Szolnoki Zs., Farsang A., Puskás I. (2011): Szeged külvárosi, kerti talajainak osztályozása. *Talajvédelem Különszám* pp. 93-102.
- Thronton I. (1991): Metal contamination of soils in urban areas. In: *Soils in the Urban Environment*. (Eds.: Bullock P. Gregory P.J.) Blackwell, Oxford, pp. 47-75
- Wuzhong, N., Haiyan, M., Jixiu, H., Xinjian, L. (2004): Heavy metal concentrations in vegetable garden soils from the suburb of Hangzhou, People's Republic of China. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 72. 165-169.