

A BIOLÓGIAI INDIKÁTOROK INFORMÁCIÓ-TARTALMÁNAK FELHASZNÁLÁSA BUDAPEST KÖRNYEZETI VISZONYAINAK ÉRTÉKELÉSÉRE

KOVÁCS MARGIT, OPAUSZKY ISTVÁN, NYÁRY ISTVÁN és KLINCSEK PÁL

MTA Botanikai Kutatóintézet, Vácrátót és MTA Központi Fizikai Kutatóintézet, Budapest

Bevezetés

A nagyvárosokban és az ipari körzetekben fokozódó veszély, hogy a toxikus elemek (incl. nehézfémek) a levegőben (aeroszol), a talajban, valamint az élő szervezetekben egyre nagyobb mennyiségben fordulnak elő. Az emberi tevékenységgel egyre több elem kerül a bioszférába, és ezek közül többnek (pl. a nehézfémeknek) a globális hatásával is számolni kell.

A MAB-program egyik célkitűzése ezeknek az elemeknek a meghatározása, ill. a biogeokémiai ciklusban az ún. „felhalmozódási pontok” megállapítása.

A városi élet egyik potenciális veszélyforrása a nehézfémek kolloidális eloszlása a levegőben, amelyek az emberi szervezetbe a levegő (belégzés) és a tápláléklánc útján bejuthatnak. Egyes elemeknél (pl. Cd) kancerogén, mutagén, vagy teratogén hatással lehet számolni.

A toxikus elemeket (és vegyületeket) összefoglalóan környezetkemikáliáknak is nevezik, potenciálisan károsak a nagyváros élő szervezeteire, tulajdonságukkal vagy koncentrációjukkal élettani zavart, károsodást vagy pusztulást okozhatnak. A leggyakoribb környezetkemikáliák között említik: As, Be, Br, Co, Cr, F, Hg, Mo, Ni, Pb, Pd, Se, Sn, Tl.

A különböző nehézfémek, ritka földfémek természetes körülmények között is előfordulnak a kőzetekben, talajokban, azonban a nagyvárosi környezetben az emberi (ipari) tevékenység hatására az eloszlásuk mértéke megváltozik, és feldúsulhatnak a talajban és az élő szervezetekben.

A környezetkemikáliák a városba a következő módokon juthatnak be:

- a szálló porral, és kémiai összetételét meghatározza a geokémiai környezet,
- éghető fossziliákkal. Pl. a hazai kőszenek hamujából a következő elemek mutathatók ki: Co, Ni, Zn, Ga, As, Ag, Cd, Zr, Sn, Ti (SZÁDECKY—FÖLDEVÁRINÉ—VOGL 1955), a benzin égéstermékéként nagyobb mennyiségű Pb és Br jut a levegőbe,
- hulladékégetéssel,
- ipari tevékenységgel. Technogén szennyezők többek között az As, Ag, Cu, Pb, Zn, Zr, W stb.

I. táblázat

A toxikus elemek feldúsulásának mértéke Budapest ipari körzeteinek talajában a kontrollterülettel (Vácrátót) összehasonlítva

	IV. kerület (Akkumulátorgyár)	XXII. kerület (Metallokémia környéke)
Bi	10,0	0,5
Pb	21,8	145,4
La	4,0	1,8
Ba	1,1	3,6
Sn	3,2	0,7
Nb	1,5	1,4
Zr	5,4	1,5
As	4,0	18,0
Ga	1,4	1,8
Zn	0,5	9,6
Cu	8,3	51,7
Ni	4,0	3,6
Co	2,0	0,9
Ti	2,1	0,9

Budapest lakott területének a talajában a következő toxikus elemek mutathatók ki: Co, Se, Bi, Ga, Zr, La, valamint a Ni, Cu, Zn, As, Nb, Cd, Pb-
ez utóbbiak olyan nagyságrendben, hogy az meghaladja a talaj által tolerálható mennyiséget. Példaként említve néhány elemet, így a Pb: 4800 ppm-nyi mennyiségben mutatható ki, míg a talaj által csak 100 ppm-nyi tolerálható. A kimutatott Zn 2400 ppm, tolerálható 300 ppm.

A talajokban kimutatott 14 toxikus elem mindegyike nagyobb mennyiségben fordul elő Budapesten, mint a kontrollterületen (Vácrátót). Különösen nagy a feldúsulás mértéke az ipari üzemek környékén, pl. a Bi 10-szer, az As 18-szor, a Cu 51-szer, az ólom pedig 145-ször(!) több mint a rurális zónában (Vácrátót) I. táblázat.

Biológiai indikátorok

A nagyvárosi levegőszennyeződés kimutatására, a műszeres mérések mellett mind nagyobb szerep jut a biológiai indikátoroknak. Az immissziós terhelés kimutatására azok a növényfajok alkalmasak, amelyek nagy akkumulációs kapacitásuknál és rezisztenciájuknál fogva — a terhelés mértékétől függően — képesek az egyes elemeket a szervezetükben felhalmozni (akkumulációs indikátorok).

Potenciális biológiai indikátorként figyelembe vehetők az utak sorfái. A levelek kémiai összetétele alapján* meghatározhatók a városi környezetben előforduló környezetkemikáliák.

* Az elemek meghatározása atomabszorpciós spektrofotométerrel és szikraforrásos tömegspektrométerrel történt.

Budapest immissziós terhelési viszonyai tanulmányozásánál két kérdésre kell feleletet kapni:

— Melyek azok a fa- és cserjefajok, amelyek levelei alkalmasak meghatározott elemek kimutatására?

— Milyen, potenciálisan toxikus elemek előfordulásával kell számolni?

A levelekben kimutatható „szennyezőanyagok” (elemek) oda részben a talajból való felvétellel (transpirációs áramlás) vagy foliáris abszorpció révén kerülnek. (A levélfelületre rakódott szennyeződést desztillált vizes lemosással távolítjuk el és így csak az inkorporálódott elem mennyiség kerül meghatározásra).

Az urbán-ipari (Budapest) és a rurál-terület (Vácrátót) mintáinak variancia-analízise, ill. a szignifikáns differencia alapján határoztuk meg az egyes fajok monitor-értékét, ill. az elem-indikációját (2. táblázat). A meghatározott

2. táblázat

Szignifikáns differencia ($P = 5\%$ szinten) Budapest és Vácrátót fái leveleinek nehézfém-tartalmában

	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
<i>Acer platanoides</i>	+	+	+	+	+
<i>Aesculus hippocastanum</i>	+	+	+	—	+
<i>Ailanthus glandulosa</i>	+	—	+	+	+
<i>Celtis occidentalis</i>	+	+	+	+	+
<i>Platanus acerifolia</i>	+	+	—	—	+
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+	+	+	+	+
<i>Sophora japonica</i>	+	—	+	—	+
<i>Tilia tomentosa</i>	+	+	+	—	+

3. táblázat

A toxikus elemek feldúsulásának mértéke az *Acer platanoides* és a *Platanus acerifolia* leveleiben, Budapest ipari körzeteiben, a kontroll-terület (Vácrátót) mintáival összehasonlítva

	<i>Acer platanoides</i>		<i>Platanus acerifolia</i>	
	IV.	XXII.	IV.	XXII.
	kerület			
Pb	107,3	10,0	—	—
La	2,4	1,0	4,2	0,9
Ba	4,0	1,1	3,4	1,5
Nb	2,4	2,0	2,7	29,3
Zr	1,8	2,1	2,7	0,9
As	3,0	2,5	2,6	0,5
Ga	1,8	1,5	4,3	3,9
Zn	8,4	10,0	6,8	44,6
Cu	3,3	4,5	3,0	10,0
Ni	1,2	0,2	4,2	0,9
Co	4,9	2,0	5,3	0,9
Ti	2,0	0,4	0,5	0,5

fafajok levele kémiai összetétele alapján következtetni lehet egy-egy terület, Fe, Mn, Zn, Cu és Pb-terhelésére.

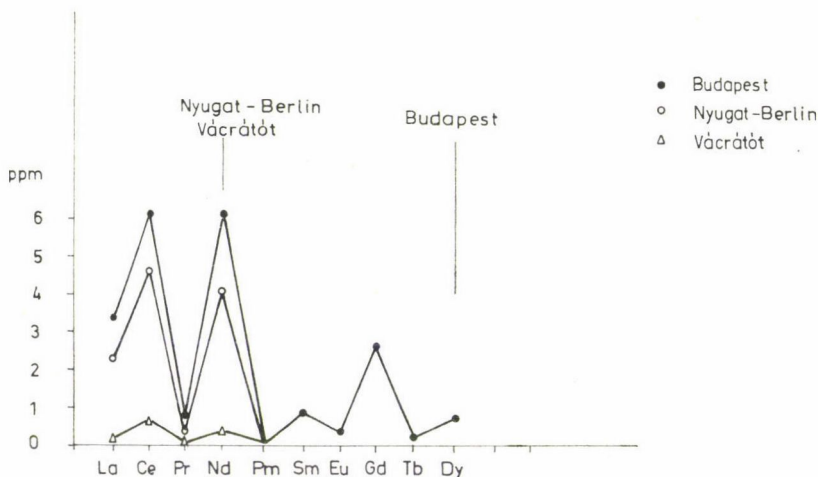
Egyes toxikus elemek feldúsulásának a mértéke, a szennyezett területeken több mint 100-szoros is lehet. Pl. az *Acer platanoides* levelében az újpesti Akkumulátorgyár közelében 107-szer több ólom volt, mint a kontroll-területen (3. táblázat).

A fák leveleinek kémiai összetétele alapján Budapesten a következő, potenciálisan toxikus elemek előfordulásával, ill. feldúsulásával kell számolni: Bi, Pb, W, La, Ba, Sb, Sn, Ag, Nb, Zr, As, Ba, Ti, Cd, Hg (vö. Kovács et al. 1981).

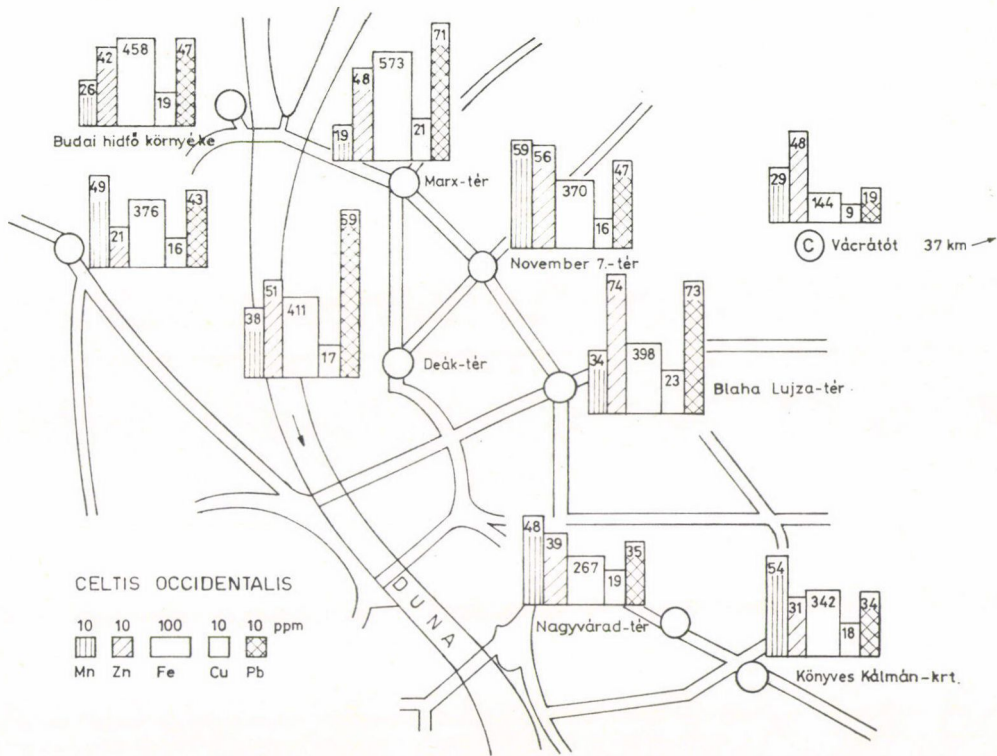
Az ipari körzetekben (pl. a IV, XIII. és XXII. kerületben) elsősorban a Pb, Zn és a Cu terhelés jelentős. A XXII. kerületben a Metallokémia környékén a *Platanus acerifolia* levele nagyobb Nb-szennyezést jelez. Ugyancsak aggasztó, hogy Újpesten az Egyesült Izzó körzetében a *Robinia pseudoacacia* levelében nagyobb mennyiségű W (58 ppm) és Zr (27 ppm) mutatható ki. Az akkumulációs indikátorok kisebb W és Zr terhelést jeleztek a Moszkva-tér és a Déli-pályaudvar környékéről.

A fák (és cserjék) mikro- és ultra-mikro-elem tartalmára vonatkozó vizsgálataink még tájékoztató jellegűek, az azonban már megállapítható, hogy több fa- és cserjefaj (levele), mint akkumulációs indikátorok, alkalmasak a ritka elemek kimutatására is.

Mind a nehézfémek, mind a lantanidák egyik legjobb indikátora a *Rosa rugosa* (1. ábra). Budapesten kimutatható a La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb és a Dy, Vácrátóton csak a La, Ce, Pr és Nd és ezek is kisebb mennyiségben, mint a nagyvárosban. Nyugat-Berlinnel összehasonlítva, az ottani *Rosa rugosa* levelében a lantanidák kisebb számban és mennyiségben vannak jelen.



1. ábra. A lantanidák előfordulása a *Rosa rugosa* leveleiben



2. ábra. A *Celtis occidentalis* leveleinek nehézfém-tartalma Budapesten

A levelek kémiai összetétele információ-tartalmának felhasználása

Az akkumulációs indikátorok segítségével, ill. az azok szolgáltatja információ-tartalom felhasználásával elkészíthető egy város rizikó-katasztere, az immissziós terhelés térbeli kiterjedésének a térképe. Pl. a *Celtis occidentalis* levelének kémiai összetétele Budapest belső területének nehézfém-terhelését indikálja (2. ábra). Ólom-terheléssel elsősorban a nagyforgalmú helyeken (Marx-tér, Blaha Lujza-tér, Deák-tér) kell számolni. A gépkocsiforgalom következtében a közlekedési területek ólomszennyezettsége nagy, gyakran többszöröse az egy-egy ipari üzem környékén mértnek (GAJDOS—KOLLÁR—FEKETE 1980).

Felmérhető, hogy Budapest mely területén milyen elemeknek milyen mértékű terhelésével kell számolni, ill. új létesítmények (üzemek) tervezésénél már következtetni lehet az emberi egészségre is toxikus elemek térbeli előfordulására.

Az egyes fajok — nagy akkumulációs kapacitásuknál fogva — nemcsak mint biológiai indikátorok jelentősek, hanem fontos szerepük is van a nagyvárosban előforduló toxikus elemek toxikus effektusának a csökkentésében is.

A felhalmozódott elemek a lehulló alommal ősszel eltávolíthatók és így a parkok, zöldterületek talajában az egyes elemek feldúsulása megakadályozható, ill. csökkenthető.

Összefoglalás

Az ipari tevékenység, közlekedés, valamint a különböző fűtőanyagok felhasználása következtében Budapest talajában és a fák leveleiben mind több (és mind nagyobb mennyiségben) toxikus elem mutatható ki.

Számos fafaj levele (mint bio-akkumulátor) a terhelés mértékétől függően képes az egyes elemeket nagyobb mennyiségben felhalmozni. Biológiai indikációjuk alapján meghatározható Budapest egyes területeinek immissziós terhelése, ill. az emberi egészségre toxikus elemek előfordulása.

IRODALOM

- GAJDOS, J.-né—KOLLÁR, K.—FEKETE, M.: A levegő ipari és közlekedési eredetű ólomszennyezettsége a fővárosban. — Budapesti Közegészségügy **12**, 116—118 (1980).
- KOVÁCS, M.—PODANI, J.—KLINCSEK, P.—DINKA, M.—TÖRÖK, K.: Element composition of the leaves of some deciduous trees and the biological indication of heavy metals in an urban-industrial environment. *Acta Botanica Acad. Scient. Hung.* **27**, 43—52 (1981).
- KOVÁCS, M.—OPAUSZKY, I.—PODANI, J.—KLINCSEK, P.—DINKA, M.: A nagyvárosi fák leveleinek elemtartalma. *Botan. Közlem.* **68**, 95—108 (1981).
- KOVÁCS, M.—OPAUSZKY, I.—PODANI, J.—KLINCSEK, P.—DINKA, M.—TÖRÖK, K.: Element accumulation in urban trees and shrubs; bioindicators of heavy metal pollution in the industrial-urban environment. In: Stefanovits, P. (ed.). *Man and the Biosphere Programme, Survey of 10 years activity in Hungary.* Budapest 380—401 (1981).
- SZÁDECZKY-KARDOSS, E.—FÖLDVÁRINÉ-VOGL, M.: Geokémiai vizsgálatok Magyarország kőszeneinek hamuin. *Földtani Közl.* **85**, 7—43