

A talaj fémszennyezésének hatása a parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) fém tartalmára tenyészedényes kísérletben

*D. Tóth Márta*¹ – *L. Halász Judit*¹ – *Kotroczó Zsolt*¹ – *Vincze György*¹ – *Simon László*² – *Balázsy Sándor*¹

¹ Nyíregyházi Főiskola, Természettudományi Kar, Biológia Intézet
4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/B.

² Nyíregyházi Főiskola, Tájgazdálkodási és Vidékfejlesztési Tanszék
4400 Nyíregyháza, Sóstói u. 31/B.

E-mail: dobrone@nyf.hu

Összefoglalás

A talaj és a parlagfű gyökerének, levelének és virágzatának Cd, Cu, Ni és Zn tartalmát vizsgáltuk tenyészedényes kísérletekben. A tenézszió végén a tenyészedények százalékos fém tartalma csökkent. A 25 mg/kg kadmiummal, rézzel, nikkellel és cinkkel, összesen 100 mg/kg fémmel megnövelt tenyészedények talajainak a kiindulási koncentrációkhoz viszonyított fémmennyisége a kontrollhoz képest csökkent. A kezelés hatására nőtt a gyökér Cd, Cu, Ni és Zn tartalma. A Cu, Ni és Zn egyenkénti alkalmazása növelte a levelek ugyanezen fém tartalmait, a Cd, a Cu és a Ni pedig a virágzat fém tartalmát. A négy fém együttesen főleg a virágzat Cd, Cu és Ni tartalmára hatott. A talaj extra cinktartalma döntően a gyökerekben halmozódott.

Summary

This study focuses on the total of the soil in pot experiments as well as the corresponding metal contents in the ragweed plants. By the end of the growing season, the percentage of metal content decreased in the pot soils. In comparison with the control plants, the treatment with 25 mg kg⁻¹ of cadmium, copper, nickel and zinc (100 mg kg⁻¹ of total metals) resulted in the increase of the Cd, Cu, Ni and Zn content of the roots. The individual application of Cu, Ni and Zn, however, increased the metal content of the leaves, whereas Cd, Cu and Ni rose the metal content of the inflorescence. With combined application of the four metals, the Cd, Cu and Ni content of the inflorescence tends to increase as compared to the control plants. The larger zinc content of the soil is primarily apparent in the roots.

Bevezetés

A talajok mikroelem mérlege általában pozitív, ha a talajokba időegység alatt több nehézfém kerül, mint amennyi onnan távozik. A talajok a fémekkel szemben egy bizonyos határig pufferként viselkednek (SIMON, 1999). A fémek a feltalajban dúsulnak, ahol a talajkolloidokhoz kötődnek, tompítva azok hatását, viszont egy későbbi időpontban önmaguk is szennyezővé válnak (SIMON, 1999; LAKATOS et al., 2000). Ezek a fémek természetes

komponensként jelen vannak a talajban és a vízben. A talaj – bizonyos határig – képes a talajba jutó szennyező anyagok kedvezőtlen hatását tompítani, megakadályozva azok oldódását, mozgását, s ezáltal felszíni vagy felszín alatti vizekbe jutását, illetve azok növény általi felvehetőségét, s ily módon a növény → állat → ember táplálékláncba kerülését (VÁRALYAY, 2001).

Ha egy elem adott határkoncentráció felett toxikussá válik, akkor változást okoz a talajminőség mikrobiológiai indikációjában (SZILI-KOVÁCS és SZEGI 1992) a talaj enzimek aktivitásában (KOTROCZÓ et al. 2008) és a növény anyagcseréjében (PAIS, 1991). BALÁZSY (2000) szerint az adott környezetben nem természetes anyagként jelen lévő és/vagy szokatlan, az átlagot meghaladó koncentrációban előforduló anyagot, amely az adott élőhelyen a természetes rendet megváltoztatja, a bennszülött élővilág vitalitását szűkíti, szennyezésnek kell tekinteni.

A legtöbb környezeti problémát a nehézfémek közül a kadmium-, az ólom-, a króm-, a réz-, a cink-, a nikkel-, és a higanyszennyeződés okozza. A talajok fémtartalmát nemcsak a mezőgazdasági tevékenységek, hanem a hulladéklerakók is növelik a különböző eredetű és kémiai összetételű anyagok kihelyezésével (L. HALÁSZ et al., 2008). A szennyezett területeket a rehabilitációkor legtöbbször talajjal borítják és betelepítetik növényzettel, vagy parlagon hagyják, amelyen gyorsan elszaporodnak a gyomnövények, elsősorban a parlagfű, amely az allergiás megbetegedések legfőbb kiváltója. A növények gyökérrendszerük anyagcsere-folyamatai révén szabályozzák a tápanyag ellátottságot, a növény növekedését (BIRÓ, 2002), és eltérő módon reagálnak a talaj szennyezettségére.

CSATHÓ (1994) és KÁDÁR (1991) szerint a nagy nehézfém tartalommal bíró talajokon tenyésző növények levelei amellet, hogy a növény tápláltsági állapotát jelzik az átlagtól nagyobb mennyiségben halmozzák fel szöveikben a rendelkezésre álló fémet. LEHOCZKY et al. (1998, 2002) erőteljes kadmium akkumulációt mutattak ki a *Lactuca sativa* L. és a *Sinapis alba* L. növényekben, KUBOI et al. (1986) jelentős kadmium akkumulációt mértek a *Chenopodiaceae*, a *Cruciferae*, a *Solanaceae* és a *Compositae* családokban. REISINGER és BALÁZSY (1997) vizsgálataiban az *Ambrosia elatior* L. 950 mg/kg, a *Calamagrostis arundinacea* 121 mg/kg, az *Asclepias syriaca* 40 mg/kg cinket, a *Rubus caesius* 60 mg/kg kadmiumot akkumulált, az *Artemisia vulgaris* növényekben pedig 20 mg/kg rézakkumulációt mértek.

A szakirodalom általában a parlagfű allergén hatásaival foglalkozik. Döntően a pollen fehérjéire koncentrálnak, ugyanakkor háttérbe szorulnak azok a kutatások, amelyek a parlagfű fémtartalmát és a pollent kolonizáló mikroorganizmusokat vizsgálják. A parlagfű agresszív terjedése a nagy fémtartalmú talajokon is folyamatos. Hulladéklerakón a kadmium-, réz-, nikkel- és cinkterhelés növekedésével növekszik a parlagfű gyökerek, levelek és porzós virágzatok kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalma (D. TÓTH et al., 2005). A

talajok növekvő fémtartalmával növekedhet a parlagfű gyökerének, levelének, porzós virágzatának és pollenjének fémtartalma, ezért a növény pollenjeinek allergizáló hatása fokozódhat a szennyezett területeken.

E környezeti problémát messzemenően szem előtt tartva vizsgáltuk a talajok 100 mg/kg kadmium, réz, nikkelt és cink egyenkénti és összetett, fémenként 25 mg/kg (Cd+Cu+Ni+Zn) fémtartalma milyen hatást fejt ki a parlagfű szervek fémtartalmára.

Anyag és módszer

A kadmium, a réz, a nikkelt és a cink hatását egyenként és mind a négy fémet együttesen, három ismétlésben, randomizált blokk elrendezésben vizsgáltuk. A fémtartalom az egyenkénti és összetett kezelésnél is 100 mg/kg. Az összetett kezelésnél a tenyészedények 25-25 mg/kg (összesen 100 mg/kg) mennyiségben, tartalmazták a vizsgált fémeket (ez volt a legnagyobb összetett fémtartalom, amely nem okozta a parlagfű palánta pusztulását). A fémeket CdSO₄, CuSO₄, NiSO₄, ZnSO₄, vizes oldatok formájában juttattuk a tenyészedények talajába, majd a talajt homogenizáltuk. A négylevelű növényeket májusban palántáztuk. Az öntözés időszakosan, az időjárástól függően történt. Az edények 45 cm mélyek és 50 cm átmérőjűek, 55 kg talajt tartalmaztak. Talajának jellemzői: CaCO₃: 2 %; pH(KCl): 7,51; pH(H₂O): 7,95; kötöttség: 40 %; vízkapacitás: 25 %; humusz: 4,2 %. A talajtípus: barna erdőtalaj.

A tenyészedények talajából 20 cm-es mélységből azonos mennyiségű (0.5 kg) talajmintákat vettünk. A mintákat 70 °C-on tömegállandóságig szárítottuk.

A parlagfű gyökereit, vizes mosást követően, a leveleket és a porzós virágzatot 70 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, majd a növény részeit homogenizáltuk. Az egyes mintákból 1-1 g-ot vettünk ki, és a feltárást, valamint a kémiai analízist a talajhoz hasonlóan végeztük.

A homogenizált minták összes fémtartalmát határoztuk meg salétromsavas feltárással: 1 g talajt 10 cm³ tömény salétromsavval elegyítettünk és 12 órán keresztül állni hagytuk, majd Kjeldahl-lombikban, homokfürdőn roncsoltuk az összes NO₂ eltávozásáig. Kihűlés után 3 cm³ tömény kénsavat adtunk hozzá, üvegszűrőn szűrtük, és desztillált vízzel 100 cm³-re töltöttük. A mintákból a kadmium-, a réz-, a nikkelt és a cinktartalmat a Nyírségvíz Rt. akkreditált laboratóriumában Varian Vista-Pro Simultan ICP-OES készülékkel határoztuk meg.

Eredmények

A tenyészidő végén a kontroll talaj kiindulási fémkoncentrációihoz viszonyítva a tenyészedények talajának kadmiumtartalma 2 %-kal, a réz 0,8 %-kal, a nikkelt 13 %-kal és a cinktartalom 24 %-kal csökkent (1. táblázat).

1. táblázat. Kadmiummal, rézzel, nikkellel és cinkkel kezelt talajok szárazanyagra vonatkoztatott összes fémtartalma (mg/kg)

	Kontroll		100 mg/kg Cd		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
K	0,51a	0,06	100,00c	3,94	25,50b	5,51
T	0,40a	0,10	85,10c	3,45	23,50b	3,12
	Kontroll		100 mg/kg Cu		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
K	2,37a	0,56	102,00c	2,20	27,30b	3,90
T	2,35a	0,24	81,50c	2,16	22,10b	3,66
	Kontroll		100 mg/kg Ni		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
K	6,11a	0,17	106,00c	1,27	31,10b	0,69
T	5,30a	1,04	48,10c	4,60	15,10b	3,50
	Kontroll		100 mg/kg Zn		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
K	41,20a	4,11	141,00c	2,65	66,20b	1,19
T	31,20a	1,53	58,90b	4,71	43,80b	2,51

Megjegyzés: K.: Kiindulási koncentráció, T.: Tenyészedő végén mért koncentráció. Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt (n=12). Az eltérő betűindexet kapott oszlopok értékei szignifikánsan különböznek egymástól (P<0,05).

A fémmennyiség növelésével a tenyészedények talajainak százalékos fémtartalma változott. A 100 mg/kg hozzáadott fém az egyenkénti kezelésnél a kiindulási koncentrációkhoz képest a kadmium 15 %-kal, a réz 20 %-kal, a nikkel 54 %-kal és a cink 67 %-kal, az összetett fémkezelésnél a kadmium 7%-kal, a réz 19%-kal, a nikkel 51%-kal- és a cinktartalom 33%-kal csökkent.

Az összetett és az egyenkénti alkalmazásokat összehasonlítva a négy fém együttes jelenlétekor gyengült a talaj fémtartalmának csökkenése. Ez a változás

a parlagfű gyökerének, levelének és virágzatának elemtartalmaiban is tükröződik (2. táblázat). A 100 mg/kg hozzáadott kadmium hatására a parlagfű szervek kadmiumtartalma nagyobb, mint a kontrollban. A különbség a gyökérben és a virágzatban szignifikáns.

A négy fém együttes alkalmazása esetén a gyökérben nem, de a virágzatban szignifikánsan nagyobb a kadmiumtartalom, mint a kontrollban. A levél kadmiumtartalma szignifikánsan kisebb. A kontrollhoz képest igen nagy kadmiumtartalmakat mértünk a porzós virágzatban mindkét kezelésnél.

2. táblázat. 100 mg/kg kadmiummal és Cd+Cu+Ni+Zn-kel kezelt talajokon tenyésztő parlagfűvek gyökerének, levelének és porzós virágzatának kadmiumtartalma

Minták	Kontroll		100 mg/kg Cd		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
gyökér	0,31a	0,05	0,82b	0,22	0,28a	0,07
levél	0,31b	0,07	0,40b	0,07	0,12a	0,15
porzós virágzat	0,17a	0,03	1,42c	0,74	1,15b	0,60

Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt (n=12). Az eltérő betűindexet kapott oszlopok értékei szignifikánsan különböznek egymástól (P<0,05).

A gyökér réztartalmához képest ellentétben a kontrollal, az egyes kezeléseknél szokatlanul nagy réztartalmakat mértünk a levél és virágzat mintákban is. A 100 mg/kg réztartalmú edényekben tenyésztő parlagfű levelének és virágzatának réztartalma szignifikánsan nagyobb, mint a kontrollban (3. táblázat). Ugyanezen mintákra vonatkozóan hasonló eredményeket kaptunk a négy fém együttes alkalmazásakor.

3. táblázat. 100 mg/kg rézzel és Cd+Cu+Ni+Zn-kel kezelt talajokon tenyésztő parlagfűvek gyökerének, levelének és porzós virágzatának réztartalma

Minták	Kontroll		100 mg/kg Cu		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
gyökér	2,35a	0,28	3,33b	0,81	2,50a	0,32
levél	1,32a	0,22	6,16c	0,85	3,85b	0,70
porzós virágzat	0,45a	0,17	8,60c	1,27	6,27b	0,69

Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt (n=12). Az eltérő betűindexet kapott oszlopok értékei szignifikánsan különböznek egymástól (P<0,05).

A gyökér nikkeltartalma a 100 mg/kg kezelés hatására szignifikánsan nagyobb a kontrollhoz képest. A levelek nikkeltartalma mind a 100 mg/kg, mind a négy fém együttes alkalmazásakor szignifikánsan nagyobb a kontrollhoz képest. A porzós virágzatokban hasonló eredményeket kaptunk (4. táblázat).

4. táblázat. 100 mg/kg nikkellel és Cd+Cu+Ni+Zn-el kezelt talajokon tenyésztő parlagfűvek gyökerének, levelének és porzós virágzatának nikkeltartalma

Minták	Kontroll		100 mg/kg Ni		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
gyökér	3,67a	0,10	5,21b	0,60	4,00a	0,1
levél	1,37a	0,09	3,81b	0,76	3,80b	0,75
porzós virágzat	2,12a	0,02	6,42c	1,41	4,10b	0,80

Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt (n=12). Az eltérő betűindexet kapott oszlopok értékei szignifikánsan különböznek egymástól (P<0,05).

A 100 mg/kg cink adagok hatására a parlagfű gyökerek és a levelek cinktartalma szignifikánsan nagyobb, ellentétben a virágzattal (5. táblázat).

A fémek együttes alkalmazásakor a kontrollhoz képest nagyobb cinktartalmat mértünk a parlagfű gyökérben, ugyanakkor kevesebbet a levélben és a virágzatban.

5. táblázat. 100 mg/kg cinkkel és Cd+Cu+Ni+Zn-el kezelt talajokon tenyésző parlagfűvek gyökerének, levelének és porzós virágzatának cinktartalma.

Minták	Kontroll		100 mg/kg Zn		100 mg/kg Cd+Cu+Ni+Zn	
	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}	Átlag	SzD _{5%}
gyökér	29,62a	0,41	104,75b	2,18	39,00a	0,06
levél	32,10a	0,96	52,27b	3,90	22,52a	3,35
porzós virágzat	26,50b	0,60	26,27b	0,11	18,50a	1,35

Variancia-analízis. Tukey-féle b-teszt (n=12). Az eltérő betűindexet kapott oszlopok értékei szignifikánsan különböznek egymástól (P<0,05).

A fémek közötti korrelációkban eltérő eredményeket kaptunk a kontrollhoz képest az egyenkénti kezelés és az összetett kezelés során (6. táblázat).

6. táblázat. A vizsgált elemtartalmak közötti korreláció a gyökér→levél→virágzat irányába kezelésként, négy év átlagában.

	0 mg/kg (kontroll)		
	Cu	Ni	Zn
Cd	0,84	0,19	-0,02
Cu		0,69	0,52
Ni			0,97
100 mg/kg egyenkénti kezelés			
Cd	0,53	0,98	-0,46
Cu		0,40	-0,99
Ni			-0,34
100 mg /kg (Cd+Cu+Ni+Zn)			
Cd	0,87	0,99	-0,59
Cu		0,83	-0,90
Ni			-0,52

Megjegyzés: (0,70<r) erős pozitív korreláció; (-0,70>r) erős negatív korreláció; (-0,70<r<0,70) nincs erős korreláció.

A kontrollnál a réz és a kadmium, valamint a cink és a nikkelt korrelációja erős. A 100 mg/kg kezelés hatására erősödött a nikkelt és kadmium, és gyengült a réz és kadmium, a réz és cink, a réz és a cink, valamint a nikkelt és cink transzlokációja közötti kapcsolat a kontrollhoz képest. Az összetett fémkezelésnél erős, pozitív korreláció van a nikkelt és kadmium, a nikkelt és réz,

valamint a réz és kadmium transzlokációja között.

Az eredmények értékelése, következtetések

A tenyészedények talajainak elemtartalmát 100 mg/kg kadmium-, réz-, nikkel- és cinktartalommal növeltük, ekkor az elemtartalom növekedésével, a kiindulási koncentrációkhoz képest a százalékos elemtartalom különbségek is növekedtek. A 25 mg/kg kadmiummal, rézzel, nikkellel és cinkkel, összesen 100 mg/kg fémmel megnövelt tenyészedények talajainak a kiindulási koncentrációkhoz viszonyított fémmennyisége a kontrollhoz képest csökkent. Az egyenként adagolt fémek esetén a kadmiumnak, a réznek, a nikkellek és a cinknek a felvétele nagyobb volt, az együttes kezeléssel adott fémtartalmakhoz viszonyítva.

Általában a talajok és a növények kadmiumtartalma között lineáris összefüggés van (SIMON, 2003; KÁDÁR, 1998). Az irodalmi adatokhoz hasonlóan, amennyiben a talajok kadmiumtartalmát 100 mg/kg-al növeltük, a kontroll növényekhez képest a parlagfű minden részében kadmiumnövekedést kaptunk. Ugyanezen összefüggés van a fémek együttes alkalmazásakor a virágzatban.

A réz a talaj szerves és szervesetlen anyagaival egyaránt kölcsönhatásba lép, és a felső rétegekben akkumulálódik (KÁDÁR, 1998). A tenyészedények réztartalma kismértékben változott (-19%) a kiindulási koncentrációhoz képest. A növényekben a réz elsősorban a gyökerekben dúsul és a föld feletti szervekben kisebb a réztartalom (KÁDÁR, 1998). Ehhez hasonló eredményeket kaptunk a kontroll talajon tenyésző parlagfüvekben. A talaj fémtartalmának növekedésével az irodalmi adatoktól eltérően nagyobb réztartalmak vannak mind a levélben, mind a porzós virágzatban.

A talaj nikkeltartalma minden kezelésnél több mint 50 %-kal csökkent a kiindulási adatokhoz képest. A nikkel mozgékony a talajban és a növénybe is könnyen bekerül, ahol könnyen szállítódik (SIMON, 2003). Az irodalmi adatokhoz hasonlóan (KÁDÁR, 1998) a talaj és a növény nikkel tartalmaiban pozitív korreláció van.

A cink az egyik legkönnyebben felvehető fémion (SIMON, 2003). A tanulmányozott elemeket összehasonlítva az irodalmi adatokhoz hasonlóan a parlagfű gyökerének, levelének és porzós virágzatának cinktartalma a legnagyobb.

Eredményeink azt mutatták, hogy amennyiben a cink mennyisége a talajban kevés (kontroll), a cink a növény föld feletti részeiben halmozódik. Amennyiben 100 mg/kg cinkkel növeltük a tenyészedények talajainak fémtartalmát, akkor nagyobb mennyiségű cinket mértünk a gyökerekben, mint a levelekben és a porzós virágzatokban. Ez utóbbi adatok erősítik azokat az irodalmi adatokat (KÁDÁR, 1998), amelyek közlik, hogy a cink a talajban történő halmozódása döntően a gyökerekben jelenik meg.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az OTKA T043479 kutatási program támogatta.

Irodalomjegyzék

- BALÁZSY, S., (2000): Fémek szóródása az ökológiai rendszerekben. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza. p. 183.
- BIRÓ, B., (2002): Talaj - és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és környezetminőség szolgálatában. *Acta Agronom. Hung.* **50**. 77-85.
- CSATHÓ, P., (1994): Nehézfém- és egyéb toxikus elem-forgalom a talaj-növény rendszerben. *Agrokémia és Talajtan.* **43**. 371-398.
- D. TÓTH M., BALÁZSY S., ROHR R. (2005): A parlagfű (*Ambrosia elatior* L.) kadmium-, réz-, nikkeltartalma ruderaliákon. *Agrokémia és Talajtan* **54**. 403-416.
- KÁDÁR, I., (1998): A szennyezett talajok vizsgálatáról. In: Talajszennyezettség minősítése a hazai szabályozásban (Szerk.: NÉMETH T.). Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest.
- KÁDÁR, I., (1991): A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata. *Környezet és Természetvédelmi Kutatások. KTM-MTA TAKI*, Budapest. p.104.
- KOTROCZÓ, ZS., I., FEKETE, J. A., TÓTH, B., TÓTHMÉRÉSZ, S., BALÁZSY (2008): Effect of leaf- and root-litter manipulation for carbon-dioxide efflux in forest soil. *Cereal Research Communications.* **36**. 663-666.
- KUBOI, T., NOGUCHI, A., YAZAKI, J., (1986): Family-dependent cadmium accumulation characteristics in higher plants. *Plant and Soil.* **92**. 405-415.
- LAKATOS, GY., MÉSZÁROS, I., SIMON, L., (2000): Chemical and ecophysiological monitoring of plants in phytoremediation processes. In: COST Action 837. Workshop. Phytoremediation 2000–State of the Art in Europe–An International Comparison. – An International Comparison. Hersonissos (Ed.: KALTSIKES, P.J.). 36-37. Crete, Greece.
- LEHOCZKY, É., SZABÓ, L., HORVÁTH, SZ., (1998): Cadmium uptake by lettuce in different soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **29**. 1903-1912.
- LEHOCZKY, É., TÓTH, I., KISS, ZS., (2002): Cadmium and lead uptake by white mustard (*Sinapis alba* L.) grown in different soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* **33**. 3167-3176.
- L. HALÁSZ J., SZATHMÁRY M., D. TÓTH M., DINYA Z., BALÁZSY S. (2008): Effect of pollution in the fatty acid composition of soil *Bacillus* strains. *Cereal Research Communications.* **36**. (Suppl.) 1827-1831.
- PAIS I., (1991): Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much? IGBP Symp. of H:A:S: "Cycling of nutritive elements in geo-and biosphere". Univ. Hort. Food. Ind. Budapest.
- REISINGER O. & BALÁZSY S., (1997): Propagules fongiques de l'air et dispersion de la pollution industrielle. *Cryptogamie-Mycologie.* **18**. 125-137.
- SIMON L. (1999): Talajszennyeződés. In: Talajszennyeződés, talajtisztítás. (Szerk.: SIMON L.). 3-27. Környezetgazdálkodási Intézet, Budapest.
- SIMON L., (2003): Kadmium rizofiltráció vizsgálata. In: Mikroelemek a táplálékláncban. (Ed.: SIMON, L. & SZILÁGYI, M.). 193-203. Bessenyei György Könyvkiadó, Nyíregyháza.

- SZILI-KOVÁCS T. & SZEGI J., (1992): Néhány magyarországi talaj mikrobiális biomassza-C-tartalmának meghatározása kloroform fumigációs és szubsztrát indukált respirációs módszerrel. *Agrokémia és Talajtan.* **41.** 227-240.
- VÁRALLYAY, GY., (2001): A talaj vízgazdálkodása és a környezet. *Magyar Tudomány.* **7.** 700-815.